



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 74884

(13) C2

(51) МПК (2006)  
B23K 9/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

**(54) ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИЙ АПАРАТ, СИСТЕМА ДУГОВОГО ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ, ПРИСТРІЙ ТА СПОСІБ ДЛЯ ДУГОВОГО ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ КОРОТКИМ ЗАМИКАННЯМ**

1

2

(21) 20031110318

(22) 08.03.2002

(24) 15.02.2006

(86) PCT/US02/07432, 08.03.2002

(31) 09/835,972

(32) 17.04.2001

(33) US

(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

(72) Хьюстон Вільям С., US, Майєрз Рассел К., US, Става Елліотт К., US

(73) ЛІНКОЛЬН ГЛОБАЛ, ІНК., US

(56) SU 1328104 A1, 07.08.1987

US 19990336804, 21.06.1999

US 6111216 A, 29.08.2000

(57) 1. Електрозварювальний апарат, який містить перше джерело живлення з першим виходом, що створює перший вихідний змінний струм між електродом і деталлю, що зварюється, і друге джерело з другим виходом, що створює другий вихідний змінний струм між електродом і деталлю, що зварюється, при цьому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, причому система додатково містить перший контролер для першого джерела живлення, яке є першим джерелом електроживлення, щоб перше джерело електроживлення створювало перший вихідний змінний струм, який є першим змінним струмом, між згаданим електродом і згаданою деталлю, шляхом генерації сигналу перемикання з точками перемикання для реверсування полярності у загальному синхронізованому співвідношенні відносно заданого синхронізуючого сигналу, що відповідає даній системі, для першого контролера, при цьому перший контролер працює з першими параметрами зварювання у відповідь на сигнали параметрів, які відповідають першому джерелу електроживлення, для першого контролера, щонайменше один підпорядкований контролер для керування другим джерелом живлення, яке є підпорядкованим джерелом електроживлення, для створення другого вихідного змінного струму, що є другим змінним струмом, між електродом і деталлю шляхом реверсування полярності змінних струмів у точках перемикання, при цьому підпорядкований контролер працює з другими параметрами зварю-

вання у відповідь на сигнали параметрів, які відповідають другому джерелу електроживлення, для підпорядкованого контролера, інформаційну мережу, що з'єднана з першим контролером і підпорядкованим контролером і містить цифрові сигнали параметрів, які відповідають першому і другому джерелам електроживлення, для першого контролера і підпорядкованого контролера і заданий синхронізуючий сигнал, що відповідає системі, і цифровий інтерфейс, який з'єднує перший контролер з підпорядкованим контролером для керування точками перемикання другого джерела електроживлення шляхом сигналу перемикання з першого контролера.

2. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, в якому джерела електроживлення перемикають полярність синхронно після згаданого сигналу перемикання.

3. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 1 або 2, в якому інформаційна мережа включає в себе канал мережі Інтернет і мережу Ethernet, що здійснює зв'язок по згаданому каналу. 4. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 1-3, в якому інформаційна мережа містить другий заданий синхронізуючий сигнал, що відповідає системі, зміщений у часі відносно першого згаданого заданого сигналу, і щонайменше сигнал параметрів, який відповідає третьому джерелу електроживлення.

5. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 1-4, в якому цифровий інтерфейс має точність синхронізації, що визначається значенням, меншим ніж 10мкс.

6. Електрозварювальний апарат за пунктом 5, в якому згадана точність відповідає приблизно 1-5мкс.

7. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 1-5, що включає в себе програмну схему для перемикання полярності тільки після того, як сигнал готовності створений кожним із згаданих джерел електроживлення.

8. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 1-7, в якому джерела електроживлення включають в себе інвертори.

9. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 1-8, в якому джерела електроживлення включають в себе переривники із зустрічно-

(13) C2

(11) 74884

(19) UA

паралельним вмиканням.

10. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, причому система додатково містить перше джерело живлення, яке є першим джерелом електроживлення, для створення першого вихідного змінного струму, який є першим змінним струмом, з першими параметрами зварювання між електродом і деталлю шляхом генерації першого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність першого струму у визначений час перемикання, друге джерело живлення, яке є другим джерелом електроживлення, для створення другого вихідного змінного струму, який є другим змінним струмом, з другими параметрами зварювання між електродом і деталлю за допомогою другого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність другого струму у момент перемикання недалеко від згаданого визначеного часу перемикання, та інтерфейс синхронізації між першим і другим джерелами електроживлення для створення другого сигналу за допомогою першого сигналу, при цьому згаданий час перемикання другого джерела електроживлення знаходиться у межах 5 мкс відносно згаданого визначеного часу перемикання.

11. Електрозварювальний апарат за пунктом 10, в якому перший і другий параметри зварювання направляються до першого і другого джерел електроживлення за допомогою інформаційної мережі з точністю за часом, що визначається значенням, істотно більшим ніж 1мкс.

12. Електрозварювальний апарат за пунктом 10 або 11, в якому перший і другий параметри зварювання включають в себе вихідний струм для джерел електроживлення.

13. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 10-12, в якому вихідний струм першого джерела електроживлення є по суті фіксованим значенням.

14. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 11-13, в якому інформаційна мережа включає в себе канал мережі Інтернет і мережу Ethernet, що здійснює зв'язок по згаданому каналу.

15. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 10-14, що включає в себе програмну схему для перемикання полярності тільки після того, як сигнал готовності створений кожним з джерел електроживлення.

16. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення першої зварювальної дуги змінного струму між електродом, який є першим зварювальним електродом, і деталлю, що зварюється, і другої зварювальної дуги між другим зварювальним електродом і деталлю, що зварюється, коли перший і другий електроди переміщуються вздовж деталі, що зварюється, причому система містить перший модуль щонайменше з першим і другим джерелами живлення, які є двома джерелами електроживлення, що з'єднані з першою дугою і приводяться в дію у перший синхронізований час, який визначається першим синхронізуючим сигна-

лом з першими параметрами зварювання, і високоточний інтерфейс між'єднання між джерелами електроживлення першого модуля для корелювання перемикання полярності джерел електроживлення першого модуля, другий модуль з першим і другим джерелами живлення, які є двома джерелами електроживлення, що з'єднані з другою дугою і приводяться в дію у другий синхронізований час, який визначається другим синхронізуючим сигналом, зміщеним відносно першого синхронізуючого сигналу, з другими параметрами зварювання, і високоточний інтерфейс між'єднання між джерелами електроживлення другого модуля для корелювання перемикання полярності джерел електроживлення другого модуля, та інформаційну мережу низької точності, що з'єднана з першим і другим модулями і містить цифрові сигнали, які включають в себе перші і другі параметри зварювання та оцифровані перший і другий синхронізуючі сигнали.

17. Електрозварювальний апарат за пунктом 16, в якому інформаційна мережа включає в себе канал мережі Інтернет і мережу Ethernet, що здійснює зв'язок по згаданому каналу.

18. Електрозварювальний апарат за пунктом 16 або 17, в якому перші і другі параметри вибрані з групи, що складається зі струму, напруги і швидкості подачі електродного дроту.

19. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 16-18, що включає в себе програмну схему для перемикання полярності тільки після того, як сигнал готовності створений кожним з джерел електроживлення.

20. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, причому система додатково містить перше джерело живлення, яке є першим джерелом електроживлення, для створення першого вихідного змінного струму, який є першим змінним струмом, з першими параметрами зварювання між електродом і деталлю шляхом генерації першого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність першого струму у визначений час активації перемикання, друге джерело живлення, яке є другим джерелом електроживлення, для створення другого вихідного змінного струму, який є другим змінним струмом, з другими параметрами зварювання між електродом і деталлю за допомогою другого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність другого струму під час активації перемикання, та інтерфейс синхронізації між першим і другим джерелами електроживлення для створення другого сигналу за допомогою першого сигналу, при цьому час активації перемикання другого джерела електроживлення знаходиться у межах приблизно 10 мкс відносно згаданого визначеного часу активації першого джерела електроживлення.

21. Електрозварювальний апарат за пунктом 20, в якому перший і другий параметри зварювання направляються до першого і другого джерел електроживлення за допомогою інформаційної мережі з точністю за часом, істотно більшою, ніж така, що визначається значенням 1мкс.

22. Електрозварювальний апарат за пунктом 20 або 21, в якому перше джерело електроживлення створює перший сигнал готовності, коли перше джерело електроживлення готове до зміщення полярності, друге джерело електроживлення створює другий сигнал готовності, коли друге джерело електроживлення готове до зміщення полярності, і програмну схему для перемикання обох джерел електроживлення після створення першого і другого сигналів готовності.

23. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, причому система додатково містить перше джерело живлення, яке є першим джерелом електроживлення, для створення першого вихідного змінного струму, який є першим змінним струмом, з першими параметрами зварювання між електродом і деталлю шляхом генерації першого сигналу перемикання для реверсування полярності першого струму у визначений час, друге джерело живлення, яке є другим джерелом електроживлення, для створення другого вихідного змінного струму, який є другим змінним струмом, з другими параметрами зварювання між електродом і деталлю за допомогою другого сигналу перемикання для реверсування полярності другого струму у заданий час, інтерфейс синхронізації між першим і другим джерелами електроживлення для створення другого сигналу за допомогою першого сигналу і схему для перемикання джерел електроживлення після створення першого і другого сигналів, при цьому згадана схема містить детектор для перемикання джерел електроживлення, коли струм джерел електроживлення менше заданого значення.

24. Електрозварювальний апарат за пунктом 23, в якому перший і другий параметри зварювання направляються до першого і другого джерел електроживлення за допомогою інформаційної мережі з точністю за часом, істотно більшою, ніж така, що визначається значенням 1 мкс.

25. Електрозварювальний апарат за пунктом 21 або 22, в якому згадане задане значення дорівнює приблизно 100 амперам.

26. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, причому система додатково містить перше джерело живлення, яке є першим джерелом електроживлення, для створення першого вихідного змінного струму, який є першим змінним струмом, з першими параметрами зварювання між електродом і деталлю шляхом генерації першого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність першого струму у визначений час активації перемикання, друге джерело живлення, яке є другим джерелом електроживлення, для створення другого вихідного змінного струму, який є другим змінним струмом, з другими параметрами зварювання між електродом і деталлю за допомогою другого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність другого струму під час активації перемикання, та

інтерфейс синхронізації між першим і другим джерелами електроживлення для створення другого сигналу за допомогою першого сигналу, при цьому перший і другий сигнали знаходяться у межах приблизно 10мкс.

27. Електрозварювальний апарат за пунктом 26, що включає в себе датчик для виявлення вихідного струму кожного з джерел електроживлення і схему для забезпечення згаданого часу активації і згаданого визначеного часу активації, коли вихідний струм знаходиться нижче визначеного рівня.

28. Електрозварювальний апарат за пунктом 26 або 27, в якому згадані джерела живлення являють собою інвертори.

29. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 26-28, в якому джерела електроживлення змінного струму являють собою переривники із зустрічно-паралельним вмиканням.

30. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 26-29, в якому згаданий час активації перемикання і згаданий визначений час активації по суті є одним і тим же.

31. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, причому система додатково містить перше джерело живлення, яке є першим джерелом електроживлення, для створення першого вихідного змінного струму, який є першими коливаннями змінного струму, між електродом і деталлю шляхом генерації першого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність першого струму у визначений час активації перемикання, друге джерело живлення, яке є другим джерелом електроживлення, для створення другого вихідного змінного струму, який є другими коливаннями змінного струму, між електродом і деталлю за допомогою другого сигналу керування перемиканням, що реверсує полярність другого струму під час активації перемикання, та інтерфейс синхронізації між першим і другим джерелами електроживлення для створення другого сигналу за допомогою першого сигналу.

32. Електрозварювальний апарат за пунктом 31, в якому перший і другий сигнали знаходяться у межах приблизно 10мкс.

33. Електрозварювальний апарат за пунктом 31 або 32, що включає в себе датчик для виявлення вихідного струму кожного з джерел електроживлення і схему для забезпечення згаданого часу активації і згаданого визначеного часу активації, коли вихідний струм знаходиться нижче визначеного рівня.

34. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 31-33, в якому згадані джерела електроживлення являють собою інвертори.

35. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 31-34, в якому згаданий час активації перемикання і згаданий визначений час активації по суті є одним і тим же.

36. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 31-35, в якому щонайменше одні із згаданих коливань струму створюються певною кількістю імпульсів струму, що надходять з частотою щонайменше 18кГц, з амплітудою кожного імпуль-

су, керованою формувачем коливань.

37. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 31-36, що включає в себе схему синхронізації для керування фазою перших і других коливань.

38. Електрозварювальний апарат за будь-яким з пунктів 31-37, в якому кожні з коливань мають форму, керовану встановленим набором параметрів.

39. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, який додатково містить перше джерело живлення, що має першу схему перемикавання, яка змінює вихідну полярність, що створює перший вихідний змінний струм, з першими вихідними виводами, з'єднаними з електродом і деталлю, що зварюється, і друге джерело живлення, що має другу схему перемикавання, яка змінює вихідну полярність, що створює другий вихідний змінний струм, з другими вихідними виводами, з'єднаними з електродом і деталлю, що зварюється, паралельно зі згаданими першими виводами, причому струм згаданих джерел живлення підсумовується.

40. Електрозварювальний апарат за пунктом 39, в якому кожний з вихідних змінних струмів має форму коливань, створену деякою кількістю імпульсів струму, що йдуть з частотою щонайменше 18 кГц, з амплітудою кожного імпульсу, керованою формувачем коливань.

41. Електрозварювальний апарат за пунктом 39 або 40, в якому згадана деталь, що зварюється, являє собою відкритий стик з'єднання.

42. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення першої зварювальної дуги змінного струму першим вихідним змінним струмом, що є першими коливаннями струму, між електродом, який є першим електродом, і деталлю, що зварюється, за допомогою першого джерела живлення, яке є першим джерелом електроживлення, і другої зварювальної дуги змінного струму другим вихідним змінним струмом, який є другими коливаннями струму, між другим електродом і деталлю, що зварюється, за допомогою другого джерела живлення, яке є другим джерелом електроживлення, коли перший і другий електроди переміщуються синхронно вздовж зварювального шляху, причому перше і друге джерела електроживлення містять швидкодіючий перемикаючий інвертор, що створює свої коливання деякою кількістю імпульсів струму, які йдуть з частотою щонайменше 18 кГц, з амплітудою кожного імпульсу струму, керованою формувачем коливань, і полярністю коливань, керованою сигналом перемикавання, причому перші коливання зміщені відносно других коливань на керований інтервал часу.

43. Електрозварювальний апарат за пунктом 42, в якому перші і другі коливання по суті є одними і тими ж.

44. Електрозварювальний апарат за пунктом 1, причому електрозварювальний апарат являє собою систему дугового електрозварювання для створення першої зварювальної дуги змінного струму першим вихідним змінним струмом, що є першими коливаннями струму, між електродом, який є першим електродом, і деталлю, що зварюється, за допомогою першого джерела живлення,

яке є першим джерелом електроживлення, і другої зварювальної дуги змінного струму другим вихідним змінним струмом, який є другими коливаннями струму, між другим електродом і деталлю, що зварюється, за допомогою другого джерела живлення, яке є другим джерелом електроживлення, коли перший і другий електроди переміщуються синхронно вздовж зварювального шляху, причому перше і друге джерела електроживлення містять швидкодіючий перемикаючий інвертор, що створює свої коливання певною кількістю імпульсів струму, які надходять з частотою щонайменше приблизно 18 кГц, з амплітудою кожного імпульсу струму, керованою формувачем коливань, і полярністю коливань, керованою сигналом перемикавання, причому і перші, і другі коливання мають тривалість циклу, і при цьому є періоди взаємозв'язку між співпадаючими полярностями менші, ніж один цикл.

45. Електрозварювальний апарат за пунктом 44, в якому перші і другі коливання по суті є одними і тими ж.

46. Система дугового електрозварювання для створення перших коливань поперек першого проміжку між першим електродом і деталлю, що зварюється, і других коливань поперек другого проміжку між другим електродом і деталлю, що зварюється, при переміщенні електродів відносно згаданої деталі, яка включає в себе два джерела живлення для створення щонайменше одних із згаданих коливань, причому згадані щонайменше одні коливання створюються певною кількістю імпульсів струму, які надходять з частотою щонайменше 18 кГц, з амплітудою кожного імпульсу, керованою формувачем коливань і схемою, що синхронізує згадані перші і другі коливання.

47. Система дугового електрозварювання за пунктом 46, в якому згадана деталь, що зварюється, являє собою відкритий стик з'єднання.

48. Пристрій для дугового електрозварювання коротким замиканням двох розміщених з проміжком кінців деталі, що зварюється, яка визначає проміжок, шляхом розплавлення електродного дроту, що подається, і поміщення згаданого розплавленого дроту у згаданий проміжок до щонайменше часткового з'єднання згаданих двох розміщених із проміжком кінців, причому згаданий пристрій містить основний апарат дугового електрозварювання, який має щонайменше одне джерело електроживлення, що подає зварювальний струм до електродного дроту, згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує зварювальним струмом для електродного дроту, і генератор коливань, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

49. Пристрій за пунктом 48, в якому генератор коливань щонайменше частково керує сигналами, що генеруються модулятором тривалості імпульсів

для полегшення генерації згаданих коливань струму.

50. Пристрій за пунктом 48 або 49, в якому конкретні коливання, що використовуються генератором коливань для щонайменше часткового керування модулятором тривалості імпульсів, вибираються оператором.

51. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-50, в якому модулятор тривалості імпульсів працює з високою частотою.

52. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-51, в якому згадана деталь, що зварюється, являє собою трубу.

53. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-52, в якому згадані розміщені із проміжком кінці утворюють шов труби.

54. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-53, в якому основний апарат дугового електрозварювання включає в себе велику кількість джерел електроживлення.

55. Пристрій за пунктом 54, в якому перше джерело електроживлення являє собою головне джерело електроживлення, а щонайменше одне інше джерело електроживлення являє собою підпорядковане джерело електроживлення.

56. Пристрій за пунктом 55, в якому головне джерело електроживлення і підпорядковане джерело електроживлення щонайменше частково керуються схемою синхронізації.

57. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-56, в якому основний апарат дугового електрозварювання щонайменше частково керується з місцеположення, віддаленого від згаданого основного апарата дугового електрозварювання.

58. Пристрій за пунктом 57, що включає в себе інформаційну мережу для щонайменше часткового керування основним апаратом дугового електрозварювання з віддаленого місцеположення.

59. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-58, який містить другий апарат дугового електрозварювання, що здійснює зв'язок з основним апаратом дугового електрозварювання, причому другий апарат дугового електрозварювання подає другий зварювальний струм між другим електродним дротом і згаданою деталлю, що зварюється.

60. Пристрій за пунктом 59, в якому другий апарат дугового електрозварювання містить щонайменше одне джерело електроживлення, яке подає другий зварювальний струм до другого електродного дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує другим зварювальним струмом для другого електродного дроту, і генератор коливань, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, згадане джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою конкретні коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

61. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-60, що містить третій апарат дугового електрозварювання, який здійснює зв'язок з основним апаратом дуго-

вого електрозварювання, причому третій апарат дугового електрозварювання подає третій зварювальний струм між третім електродним дротом і згаданою деталлю, що зварюється.

62. Пристрій за пунктом 61, в якому третій апарат дугового електрозварювання містить щонайменше одне джерело електроживлення, що подає третій зварювальний струм до третього електродного дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує третім зварювальним струмом для третього електродного дроту, і генератор коливань, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, згадане джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою конкретні коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

63. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-62, що містить четвертий апарат дугового електрозварювання, який здійснює зв'язок з основним апаратом дугового електрозварювання, причому четвертий апарат дугового електрозварювання подає четвертий зварювальний струм між четвертим електродним дротом і згаданою деталлю, що зварюється.

64. Пристрій за пунктом 63, в якому четвертий апарат дугового електрозварювання містить щонайменше одне джерело електроживлення, яке подає четвертий зварювальний струм до четвертого електродного дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує четвертим зварювальним струмом для четвертого електродного дроту, і генератор коливань, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, згадане джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою конкретні коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

65. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-64, в якому велика кількість апаратів дугового електрозварювання розміщені поруч один з одним.

66. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-65, що містить контролер фази, який здійснює зв'язок щонайменше з двома із згаданих апаратів дугового електрозварювання, для керування фазою або частотою коливань струму щонайменше двох із згаданих апаратів дугового електрозварювання.

67. Пристрій за пунктом 66, в якому фази коливань струму щонайменше двох із згаданих апаратів дугового електрозварювання різні.

68. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-67, в якому інформаційна мережа щонайменше частково керує щонайменше двома із згаданих апаратів дугового електрозварювання.

69. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-68, в якому велика кількість із згаданих апаратів дугового еле-

ктрозварювання включає в себе велику кількість джерел електроживлення.

70. Пристрій за пунктом 69, в якому згадана велика кількість джерел електроживлення включає головне джерело електроживлення і щонайменше одне підпорядковане джерело живлення.

71. Пристрій за пунктом 70, в якому згадане головне джерело електроживлення і згадане підпорядковане джерело живлення щонайменше частково керуються схемою синхронізації.

72. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-71, в якому згадане джерело електроживлення щонайменше одного апарата дугового електрозварювання генерує постійний зварювальний струм.

73. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-72, в якому згадане джерело електроживлення щонайменше одного апарата дугового електрозварювання включає в себе контролер полярності для щонайменше часткового керування полярністю зварювального струму.

74. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-73, в якому згаданий зварювальний струм щонайменше одного апарата дугового електрозварювання підтримує одну полярність.

75. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-74, в якому згаданий зварювальний струм щонайменше одного апарата дугового електрозварювання чергується між позитивною і негативною полярністю.

76. Пристрій за пунктом 75, в якому згадана позитивна і негативна полярність зварювального струму щонайменше частково утворена з постійного струму, який керується контролером полярності.

77. Пристрій за пунктом 75 або 76, в якому щонайменше два апарати дугового електрозварювання генерують зварювальний струм позитивної і негативною полярності, причому кожний із згаданих зварювальних струмів має фазу, яка відрізняється від іншої.

78. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-77, в якому щонайменше один з апаратів дугового електрозварювання забезпечує зварювальний струм однієї полярності, а щонайменше один інший апарат дугового електрозварювання забезпечує зварювальний струм позитивної і негативною полярності.

79. Пристрій за будь-яким з пунктів 59-78, в якому згаданий основний апарат дугового електрозварювання виконує зварювання з використанням зварювального струму однієї полярності, а щонайменше один інший апарат дугового електрозварювання виконує зварювання з використанням зварювального струму позитивної і негативною полярності.

80. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-79, в якому генератор коливань і/або модулятор тривалості імпульсів є програмно керованими.

81. Пристрій за будь-яким з пунктів 48-80, в якому генератор коливань і/або модулятор тривалості імпульсів містяться у мікросхемі.

82. Спосіб дугового електрозварювання коротким замиканням двох розміщених із проміжком кінців деталі, що зварюється, яка визначає проміжок, шляхом розплавлення електродного дроту, що подається, і поміщення згаданого розплавленого дроту у згаданий проміжок для щонайменше часткового з'єднання згаданих двох розміщених із проміжком кінців, що включає в себе етапи, на

яких: а) забезпечують основний апарат дугового електрозварювання, який має щонайменше одне джерело електроживлення, що подає зварювальний струм до зварювального дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує зварювальним струмом для електродного дроту, і генератор коливань, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, б) створюють послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, і с) керують тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

83. Спосіб за пунктом 82, в якому генератор коливань щонайменше частково керує сигналами, що генеруються модулятором тривалості імпульсів, для полегшення генерації згаданих коливань струму.

84. Спосіб за пунктом 82 або 83, що включає в себе етап, на якому вибирають конкретні коливання для використання генератором коливань, щоб щонайменше частково керувати модулятором тривалості імпульсів.

85. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-84, в якому модулятор тривалості імпульсів працює з високою частотою.

86. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-85, в якому згадана деталь, що зварюється, являє собою трубу.

87. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-86, в якому згадані розміщені із проміжком кінці утворюють шов труби.

88. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-87, в якому основний апарат дугового електрозварювання включає в себе велику кількість джерел електроживлення.

89. Спосіб за пунктом 88, в якому перше джерело електроживлення являє собою головне джерело електроживлення, а щонайменше одне інше джерело електроживлення являє собою підпорядковане джерело електроживлення.

90. Спосіб за пунктом 89, в якому головне джерело електроживлення і підпорядковане джерело електроживлення щонайменше частково керуються схемою синхронізації.

91. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-90, в якому основний апарат дугового електрозварювання щонайменше частково керується з місцеположення, віддаленого від основного апарата дугового електрозварювання.

92. Спосіб за пунктом 91, що включає в себе інформаційну мережу для щонайменше часткового керування основним апаратом дугового електрозварювання з віддаленого місцеположення.

93. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-92, що включає в себе етап, на якому забезпечують другий апарат дугового електрозварювання, що здійснює зв'язок з основним апаратом дугового електрозварювання, причому другий апарат дугового електрозварювання подає другий зварювальний струм між другим електродним дротом і згаданою деталлю, що зварюється.

94. Спосіб за пунктом 93, в якому другий апарат

дугового електрозварювання містить щонайменше одне джерело електроживлення, що подає другий зварювальний струм до другого електродного дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує другим зварювальним струмом для другого електродного дроту, і генератор коливаль, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, згадане джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою конкретні коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

95. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-94, що включає в себе етап, на якому забезпечують третій апарат дугового електрозварювання, що здійснює зв'язок з основним апаратом дугового електрозварювання, причому третій апарат дугового електрозварювання подає третій зварювальний струм між третім електродним дротом і згаданою деталлю, що зварюється.

96. Спосіб за пунктом 95, в якому третій апарат дугового електрозварювання містить щонайменше одне джерело електроживлення, яке подає третій зварювальний струм до третього електродного дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує третім зварювальним струмом для третього електродного дроту, і генератор коливаль, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, згадане джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою конкретні коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по відношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

97. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-95, що включає в себе етап, на якому забезпечують четвертий апарат дугового електрозварювання, що здійснює зв'язок з основним апаратом дугового електрозварювання, причому четвертий апарат дугового електрозварювання подає четвертий зварювальний струм між четвертим електродним дротом і згаданою деталлю, що зварюється.

98. Спосіб за пунктом 97, в якому четвертий апарат дугового електрозварювання містить щонайменше одне джерело електроживлення, яке подає четвертий зварювальний струм до четвертого електродного дроту, причому згадане джерело електроживлення містить модулятор тривалості імпульсу, який щонайменше частково керує четвертим зварювальним струмом для четвертого електродного дроту, і генератор коливаль, який щонайменше частково керує модулятором тривалості імпульсу, згадане джерело електроживлення створює послідовність імпульсів струму, які утворюють зварювальний цикл, що являє собою конкретні коливання струму, причому кожний імпульс струму має задану електричну полярність по від-

ношенню до деталі, що зварюється, згаданий модулятор тривалості імпульсів керує тривалістю імпульсу струму для великої кількості імпульсів струму.

99. Спосіб за будь-яким з пунктів 93-97, що включає в себе етап, на якому позиціонують велику кількість апаратів дугового електрозварювання поруч один з одним.

100. Спосіб за будь-яким з пунктів 93-99, що включає в себе етап, на якому керують фазою або частотою коливаль струму щонайменше двох із згаданих апаратів дугового електрозварювання.

101. Спосіб за пунктом 100, в якому фаза або частота коливаль струму щонайменше двох із згаданих апаратів дугового електрозварювання різні.

102. Спосіб за будь-яким з пунктів 92-101, в якому інформаційна мережа щонайменше частково керує щонайменше двома із згаданих апаратів дугового електрозварювання.

103. Спосіб за будь-яким з пунктів 94-102, в якому велика кількість із згаданих апаратів дугового електрозварювання включає в себе велику кількість джерел електроживлення.

104. Спосіб за пунктом 103, в якому згадана велика кількість джерел електроживлення включає головне джерело електроживлення і щонайменше одне підпорядковане джерело живлення.

105. Спосіб за пунктом 104, в якому головне джерело електроживлення і підпорядковане джерело живлення щонайменше частково керуються схемою синхронізації.

106. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-105, в якому згадане джерело електроживлення щонайменше одного апарата дугового електрозварювання генерує постійний зварювальний струм.

107. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-106, що включає в себе етап, на якому керують полярністю щонайменше одного апарата дугового електрозварювання для щонайменше часткового керування полярністю зварювального струму.

108. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-107, в якому згаданий зварювальний струм щонайменше одного апарата дугового електрозварювання підтримує одну полярність.

109. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-108, в якому згаданий зварювальний струм щонайменше одного апарата дугового електрозварювання чергується між позитивною і негативною полярністю.

110. Спосіб за пунктом 109, в якому позитивна і негативна полярність зварювального струму щонайменше частково утворена з постійного струму, який керується контролером полярності.

111. Спосіб за пунктом 109 або 110, в якому щонайменше два апарати дугового електрозварювання генерують зварювальний струм позитивної і негативної полярності, причому кожний із згаданих зварювальних струмів має фазу, що відрізняється від іншої.

112. Спосіб за будь-яким з пунктів 93-111, в якому щонайменше один з апаратів дугового електрозварювання забезпечує зварювальний струм однієї полярності, а щонайменше один з інших апаратів дугового електрозварювання забезпечує зварювальний струм позитивної і негативної полярності.

113. Спосіб за будь-яким з пунктів 93-112, в якому згаданий основний апарат дугового електрозва-

рювання виконує зварювання з використанням зварювального струму однієї полярності, а щонайменше один інший апарат дугового електрозварювання виконує зварювання з використанням зварювального струму позитивної і негативної полярності.

114. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-103, в якому генератор коливань і/або модулятор тривалості імпульсів є програмнокерованими.

115. Спосіб за будь-яким з пунктів 82-114, в якому генератор коливань і/або модулятор тривалості імпульсів містяться у мікросхемі.

Даний винахід відноситься до області дугового електрозварювання і, більш конкретно, до системи дугового електрозварювання для об'єднання джерел струму для роботи з тандемними електродами.

Включення за допомогою посилання

Даний винахід відноситься до системи дугового електрозварювання, що використовує джерела живлення змінного струму високої ємності для збудження двох або більше тандемних електродів типу, який використовується при лінійному зварюванні металевих заготовок. Хоча винахід може бути використаний з будь-яким стандартним джерелом живлення змінного струму з перемикачами для зміни вихідної полярності, переважно, щоб джерела живлення використовували принцип перемикачів, розкритий [у патенті №6111216 на ім'я Stava], відповідно до якого джерело живлення являє собою інвертор, що має два великих перемикачі вихідної полярності, причому струм дуги знижується, перед тим як перемикачі реверсують полярність. Отже, термін "точка перемикачів" означає складну процедуру, при якій джерело живлення спочатку вимикається, очікуючи спадання струму до величини меншої, ніж заздалегідь вибране значення, наприклад 100 ампер. Після досягнення порога 100 ампер вихідні перемикачі джерела живлення реверсуються для реверсування полярності вихідної лінії постійного струму інвертора. Таким чином, "точка перемикачів" являє собою команду вимикання, відому як команда "знищення" ("kill"), для інвертора джерела живлення, за якою йде команда перемикачів для реверсування вихідної полярності. Вихідний сигнал вимикання може являти собою спадання до зниженого рівня струму. Дана процедура дублюється при кожному послідовному реверсуванні полярності, так що джерело живлення змінного струму реверсує є полярність тільки при низькому струмі. За рахунок цього демпфувальні схеми для вихідних перемикачів керування полярністю можуть бути зменшені у розмірах або взагалі виключені. Оскільки такий принцип перемикачів є переважним для визначення точок перемикачів, як використовується у даному винаході, [патент №6111216 на ім'я Stava] включений у даний опис за допомогою посилання. Принцип використання змінного струму для тандемних електродів добре відомий у техніці. Більш рання [заявка №09/336,804, подана 12 червня 1999], розкриває систему, в якій кожний з тандемних електродів живиться від окремого джерела живлення типу інвертора. Частота змінюється для зниження вза-

ємних перешкод між змінним струмом у сусідніх тандемних електродах. Фактично, дана заявка відноситься до єдиних джерел живлення для збудження або електрода, що живиться постійним струмом, за яким йде електрод змінного струму, або двох або більше електродів, що збуджуються змінним струмом. У кожному випадку окреме джерело живлення типу інвертора використовується для кожного електрода і у джерелах живлення високої ємності змінного струму використовується принцип точки перемикачів відповідно [до патенту №6111216 на ім'я Stava]. Дана система для окремого збудження кожного з тандемних електродів окремим джерелом живлення високої ємності характеризує собою попередній рівень техніки для даного винаходу і включена у даний опис як такий попередній рівень техніки. Аналогічним чином, [заявка США 09/406,406, подана 27 вересня 1999], розкриває ще одну систему дугового електрозварювання, в якій кожний електрод в операції тандемного зварювання збуджується двома або більше незалежними джерелами живлення, з'єднаними паралельно з однією електродною дугою. Система використовує один набір перемикачів, що має два або більше точно збалансованих джерела живлення, які утворюють вхід схеми перемикача реверсування полярності, що працює відповідно [до патенту №6111216 на ім'я Stava]. Кожне з джерел живлення керується одним командним сигналом і тому спільно використовує ідентичне значення струму, яке об'єднується і направляється через перемикачі реверсування полярності. Система даного типу вимагає великих перемикачів реверсування полярності, оскільки весь струм, що подається на електрод, проходить через один набір перемикачів. Зазначена вище заявка не розкриває комбінації головного і підпорядкованого джерел живлення для одного електрода, а розкриває загальну інформацію попереднього рівня техніки, до якого має відношення даний винахід. Тому дана заявка також включена у даний опис за допомогою посилання.

Застосування, пов'язані зі зварюванням, такі як зварювання труб, часто потребують високих струмів і використовують декілька дуг, що створюються тандемними електродами. Такі системи зварювання дуже схильні до деяких невідповідностей, обумовлених порушеннями дуги внаслідок магнітної взаємодії між двома сусідніми тандемними електродами. Система для усунення недоліків, обумовлених сусідніми тандемними електродами, що збуджуються змінним струмом, розкрита у попередній [заявці №09/336,804, поданій 21 чер-



вня 1999] правонаступником даного винаходу. У даній попередній заявці кожний з електродів, що збуджуються змінним струмом, має своє власне джерело живлення на основі інвертора. Вихідна частота кожного джерела живлення змінюється таким чином, щоб подолати магнітним взаємним перешкодам між сусідніми електродами. Дана система потребує окремого джерела живлення для кожного електрода. Коли поточні вимоги для даного електрода перевищують поточну номінальну потужність джерела живлення на основі інвертора, має проектуватися, конструюватися і виготовлятися нове джерело живлення. Таким чином, така система для роботи з тандемними зварювальними електродами потребує джерел живлення високої ємності або високої номінальної потужності для одержання високого струму, як це потрібно для зварювання труб. Для зниження потреби у спеціальних джерелах живлення високої поточної номінальної потужності для працюючих тандемно електродів правонаступник розробив систему, розкриту [у заявці №09/406,406], в якій кожний електрод змінного струму збуджується двома або більше джерелами живлення на основі інвертора, з'єднаними паралельно. У цих паралельних джерелах живлення вихідні струми об'єднуються на вхідній стороні схеми перемикачів полярності. Таким чином, коли для заданого електрода потрібні більш високі струми, то використовується два або більше паралельних джерел живлення. У цій системі кожне з джерел живлення працює спільно і так само спільно використовує вихідний струм. Таким чином, струм, необхідний при зміні умов зварювання, може бути забезпечений тільки шляхом завищення поточної номінальної потужності одного блока. Збалансована по струму система дозволяє об'єднати декілька менших джерел живлення; однак джерела живлення повинні бути з'єднані паралельно на вхідній стороні схеми перемикачів для реверсування полярності. Як такі, для кожного електрода були потрібні великі перемикачі. Отже, така система долає недолік, який полягає у необхідності забезпечення спеціальних джерел живлення для кожного електрода, що використовується в операції тандемного зварювання того типу, який використовується у зварюванні труб; однак все ж існує недолік, який полягає у тому, що перемикачі повинні бути досить великими, і вхід паралельно з'єднаних джерел живлення повинен бути точно узгоджений за рахунок керування одним сигналом керування струмом. Дана попередня заявка не використовує принцип синхронізації сигналу для кожного зварювального модуля, який направляє струм на кожний тандемний електрод. Однак система все ще потребує великих перемикачів. Даний тип системи використовувався для роботи у локальній мережі Ethernet, яка взаємозв'язує зварювальні модулі. У міжз'єднаннях Ethernet синхронізація не може точно контролюватися. В описаній системі синхронізація перемикачів для даного електрода повинна тільки зсуватися на часовій основі, але не вимагає точного визначення для конкретного часу. Таким чином, описана система, що потребує урівноваження струму і однієї схеми перемикачів, характеризувалася собою способом одержання високого ємнісного струму для

використання у тандемних операціях дугового електрозварювання при використанні мережі Ethernet або системи керування мережі Інтернет і Ethernet. Є потреба у керуванні зварювальними апаратами за допомогою мережі Ethernet із застосуванням або без застосування ліній зв'язку мережі Інтернет. У зв'язку з обмеженнями синхронізації, дані мережі потребують використання систем тандемних електродів такого типу, який використовує тільки загальні методи синхронізації.

У системах високого струму для дугового електрозварювання є переважним збуджувати один електрод декількома паралельно з'єднаними джерелами електроживлення типу інвертора, із застосуванням мережного керування. Недоліком є те, що такі системи потребували точного вирівнювання струму, а також потребували єдиної вихідної схеми перемикачів високої ємності. Такі системи могли керуватися від мережі; однак параметр для кожного паралельно з'єданого джерела електроживлення не міг бути змінений. Кожний з модулів міг бути тільки зміщений відносно кожного іншого за допомогою синхронізуючого сигналу. Такі системи були не придатні для централізованого керування за допомогою Інтернет і/або для керування за допомогою локальної мережі, оскільки розробка мережі тільки для забезпечення зсуву між модулями була не вигідною.

Даний винахід використовує принцип одного модуля дугового електрозварювання змінного струму для кожного електрода, причому сам модуль включає в себе один або декілька паралельно увімкнених джерел електроживлення, кожне з яких має свою власну схему перемикачів. Вихідні струми схем перемикачів потім об'єднуються з метою збудження електрода. Це дозволяє використовувати відносно невеликі перемикачі для реверсування полярності окремих джерел електроживлення, увімкнених паралельно у системі. Крім того, відносно малі джерела електроживлення можуть бути увімкнені паралельно для створення високого вхідного струму на кожному з різних електродів, що використовуються у тандемній операції зварювання. Використання декількох незалежно керованих джерел електроживлення, запаралелених після схеми перемикачів полярності, для збудження одного електрода, забезпечує переважне використання мережі такої як Інтернет або Ethernet.

Відповідно до винаходу менші джерела електроживлення у кожній системі з'єднані паралельно для живлення одного електрода. За рахунок координатності точок перемикачів кожного з паралельно з'єднаних джерел електроживлення з високоточним інтерфейсом, вихідний змінний струм є сумою струмів від паралельних джерел електроживлення, без використання об'єднання перед перемикачами полярності. З використанням цього принципу мережа Ethernet, з каналом мережі Інтернет або без нього, може керувати параметрами зварювання кожного з паралельно з'єднаних джерел електроживлення системи зварювання. Синхронізація точок перемикачів точно керується за допомогою нового інтерфейсу, у той час як параметри зварювання, що направляються до контролера для кожного джерела електроживлення, можуть бути забезпечені мережею Ethernet, яка не має точної

часової основи. Таким чином, канал мережі Інтернет може бути використаний для направлення параметрів контролерам окремих джерел електроживлення системи зварювання для збудження одного електрода. При цьому немає необхідності у точності на часовій основі для даних параметрів зварювання, закодованих для кожного джерела електроживлення. У переважній реалізації точка перемикання є командою вимикання, що чекає виявлення спадання струму нижче мінімального порогового значення, такого як 100 ампер. Коли кожне джерело електроживлення одержує команду перемикання, вони потім перемикаються. Точки перемикання між паралельно увімкненими джерелами електроживлення, миттєво або у послідовності, зв'язані з командою вимикання із затримкою чекання, точно координуються платою інтерфейсу з точністю менше 10мкс, переважно у діапазоні 1-5мкс. Дана точність синхронізації координує і погоджує операцію перемикання у паралельно з'єднаних джерелах електроживлення для забезпечення координації вихідного змінного струму.

За рахунок використання Інтернет або локальної мережі Ethernet, набір параметрів зварювання для кожного джерела електроживлення стає доступним за допомогою менш точної інформаційної мережі, з якою контролери для паралельно з'єднаних джерел електроживлення з'єднані через плату високоточного цифрового інтерфейсу. Таким чином, перемикання окремих паралельно з'єднаних джерел електроживлення системи стає координованим. Це є перевагою, що дозволяє використовувати керування системою зварювання через Інтернет і локальну мережу. Інформаційна мережа вмикає сигнали синхронізації для ініціювання декількох систем дугового електрозварювання, з'єднаних з різними електродами в операції тандемного зварювання у вибраному фазовому співвідношенні. Кожна з систем зварювання для відповідного електрода має індивідуальні точки перемикання, точно керовані, у той час як системи мають зміщення або затримки для запобігання магнітним взаємним перешкодам між різними електродами. Це дозволяє здійснювати збудження різних електродів змінного струму з використанням спільної інформаційної мережі. Винахід особливо корисний для паралельно з'єднаних джерел електроживлення, призначених для живлення даного електрода змінним струмом. Точки перемикання координуються за допомогою точного інтерфейсу і параметр зварювання для кожного паралельно з'єданого джерела електроживлення забезпечується спільною інформаційною мережею. Дана мережа може також приводити в дію електрод постійного струму, що не потребує взаємопов'язаних точок перемикання, які використовуються у даному винаході.

Відповідно до даного винаходу пропонується система дугового електрозварювання для створення електричної зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється. Як пояснюється нижче, система може збуджувати один електрод одним інвертором. Як одна з особливостей системи, два або більше джерел електроживлення можуть збуджувати один електрод. Таким чином, система містить перший контролер

для першого джерела електроживлення, який обумовлює створення першим джерелом електроживлення змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється, шляхом генерації сигналу перемикання з точками перемикання для реверсування полярності у загальному синхронізованому співвідношенні з сигналом синхронізації даної системи, що приймається першим контролером. Даний перший контролер приводиться в дію при перших параметрах зварювання у відповідь на набір сигналів параметрів, які відповідають першому джерелу електроживлення, що направляються першому контролеру. Передбачається щонайменше один підпорядкований контролер для приведення в дію підпорядкованого джерела електроживлення для створення змінного струму між тим же самим електродом і деталлю, що зварюється, шляхом реверсування полярності змінного струму у точках перемикання. Підпорядкований контролер працює при других параметрах зварювання у відповідь на другий набір сигналів параметрів, які відповідають джерелу електроживлення, що направляються у підпорядкований контролер. Інформаційна мережа, з'єднана з першим контролером і з другим або підпорядкованим контролером, містить цифрові сигнали параметрів, які відповідають першому і другому джерелам живлення, для двох контролерів, і відповідний системі синхронізуючий сигнал. Таким чином, контролери приймають сигнали параметрів і синхронізуючий сигнал від інформаційної мережі, яка може являти собою мережу Ethernet з каналом мережі Інтернет або без нього, або просто локальну мережу. Винахід передбачає використання цифрового інтерфейсу, що з'єднує перший контролер і підпорядкований контролер, для керування точками перемикання другого або підпорядкованого джерела електроживлення за допомогою сигналу перемикання з першого або головного контролера. На практиці, перший контролер запускає реверсування струму у точці перемикання. Дана подія передається з високою точністю на підпорядкований контролер для запуску його процесу реверсування струму. Коли кожний контролер сприймає струм дуги як менший, ніж задане значення, формується сигнал готовності. Після формування всіх сигналів готовності з усіх паралельно з'єднаних джерел електроживлення всі джерела електроживлення реверсують полярність. Це виникає після прийому строба або команди пошуку кожні 25мкс. Таким чином, перемикання відбувається синхронно і має затримку менше 25мкс. Отже, обидва контролери мають взаємозв'язані дані, що керують точками перемикання змінного струму для одного електрода. Ті ж самі контролери приймають інформацію про параметри і синхронізуючий сигнал з інформаційної мережі, яка на практиці являє собою комбінацію Інтернет і Ethernet або локальну мережу Ethernet. Відповідно до винаходу точність синхронізації цифрового інтерфейсу лежить у діапазоні, обмеженому приблизно 10мкс, переважно у діапазоні 1-5мкс. Таким чином, точки перемикання для двох контролерів, що збуджують один електрод, визначаються командами у межах менше 5мкс. Тоді перемикання насправді відбувається у межах 25мкс. У той же час, відносно менш чутлива до

часу інформація приймається з інформаційної мережі, також з'єднаної з двома контролерами, які керують змінним струмом для одного електрода у тандемній операції зварювання. Максимальна затримка 25мкс може бути змінена, але є меншою, ніж точність видачі команд перемикачів.

Відповідно до іншого аспекту даного винаходу запропонована система дугового електрозварювання для створення зварювальної дуги змінного струму між електродом і деталлю, що зварюється. Система містить перше джерело електроживлення для створення першого змінного струму з першими параметрами зварювання між електродом і деталлю шляхом генерації першого сигналу керування перемикачів для реверсування полярності першого струму у конкретний момент часу перемикачів. Друге джерело електроживлення призначене для створення другого змінного струму з другими параметрами зварювання між тим же електродом і деталлю, що зварюється, за допомогою другого сигналу керування перемикачів для реверсування полярності другого струму у момент часу перемикачів, координований з конкретним моментом часу перемикачів першого джерела електроживлення. Винахід забезпечує інтерфейс синхронізації між першим і другим джерелами електроживлення для створення другого сигналу реверсування перемикачів першим сигналом реверсування перемикачів, де сигнали перемикачів дорівнюють 10мкс, переважно менше 5мкс для конкретного часу перемикачів. Отже, паралельно з'єднані джерела електроживлення, що індивідуально перемикаються, координовані точним узгодженням моментів часу реверсування перемикачів. Головний контролер має сигнал команди перемикачів, синхронізований з фазовим сигналом. Сигнал команди швидко передається цифровим інтерфейсом на контролер паралельно увімкненого джерела електроживлення. Друге джерело електроживлення потім обробляє свою точку перемикачів. В одному варіанті здійснення дані точки перемикачів викликають реверсування полярності. Переважно, дані точки перемикачів просто викликають вимикання інверторів, так що вони знижують струми по кривій постійної часу. Коли обидва струми зменшуються до заданої величини, паралельно з'єднані джерела електроживлення перемикаються.

У винаході з'єднані між собою контролери мають логіку полярності, яка вказує на полярність двох вихідних струмів. Це просто гарантує, що два джерела електроживлення перемикаються з узгодженими полярностями. Таким способом контролер першого джерела електроживлення повідомляє контролеру другого джерела електроживлення, яка полярність реверсується. Логіка полярності не є частиною винаходу, хоча вона використовується у реалізації винаходу. Точність команд перемикачів є критичним аспектом цифрового високошвидкісного інтерфейсу між з'єднанням між контролерами, які в іншому керуються інформаційною мережею, такою як мережа Ethernet з каналом мережі Інтернет або без нього.

Відповідно до ще одного аспекту даного винаходу запропонована система дугового електрозварювання для створення першої зварювальної

дуги змінного струму між першим зварювальним електродом і деталлю, що зварюється, і другої зварювальної дуги змінного струму між другим зварювальним електродом і тією ж деталлю, коли перший і другий електроди переміщуються вздовж деталі. Це являє собою визначення операції зварювання при тандемному монтажі. Винахід також передбачає систему, що включає в себе перший модуль щонайменше з двома джерелами електроживлення, які з'єднані з першою дугою і приводяться в дію у перший синхронізований момент часу, що визначається першим синхронізуючим сигналом з першими параметрами зварювання, і високоточний інтерфейс між з'єднанням між джерелами електроживлення першого модуля для корелювання перемикачів полярності джерел електроживлення у першому модулі. Також є другий модуль щонайменше з двома джерелами електроживлення, які з'єднані з другою дугою і приводяться в дію у другий синхронізований момент часу, що визначається другим синхронізуючим сигналом, зміщеним відносно першого синхронізованого сигналу, з другими параметрами зварювання, і високоточний інтерфейс між з'єднанням між джерелами електроживлення другого модуля для корелювання перемикачів полярності джерел електроживлення у другому модулі. Інформаційна мережа низької точності, наприклад, канал мережі Інтернет, з'єднаний з локальною мережею, з'єднана з першим і другим модулями і містить цифрові сигнали, що включають в себе перші і другі параметри зварювання, і оцифровані перший і другий синхронізуючі сигнали. Таким способом з'єднані паралельно джерела електроживлення кожного модуля з'єднані між собою за допомогою високоточного інтерфейсу, в той час як різні контролери працюють з сигналами в інформаційній мережі, які не є чутливими до часу.

Основною задачею даного винаходу є забезпечення модуля дугового електрозварювання або системи, що включає в себе два паралельних джерела електроживлення для збудження одного електрода, причому джерела електроживлення з'єднані між собою для координації точок або команд перемикачів, але керуються незалежно зовнішньою мережею, яка забезпечує нечутливі до часу параметри.

Іншою задачею даного винаходу є забезпечення модуля дугового електрозварювання або системи, як визначено вище, причому модуль або система можуть бути використані для збудження двох або більше тандемно змонтованих електродів зі зміщеним фазовим співвідношенням, щоб запобігти або зменшити взаємні перешкоди між електродами.

Ще однією задачею даного винаходу є забезпечення модуля дугового електрозварювання або системи, як визначено вище, причому модуль або система використовують ряд джерел електроживлення меншої потужності, які можна об'єднати для створення джерела електроживлення високої ємності для одного електрода. Таким способом декілька джерел електроживлення меншої потужності можна об'єднати для створення джерел електроживлення більшої потужності у міру виникнення потреб у більш високих струмах.

Також задачею даного винаходу є забезпечення модуля дугового електрозварювання або системи, як визначено вище, причому модуль або система забезпечують можливість керування одним джерелом електроживлення у модулі з використанням параметрів, які відрізняються від параметрів для будь-якого іншого джерела електроживлення. Таким чином одне джерело електроживлення може підтримуватися на більш високому рівні, у той час як інші джерела електроживлення мають більш широкий діапазон відповідно до потреб більш високих струмів.

Також задачею даного винаходу є забезпечення системи дугового електрозварювання, що включає в себе паралельно з'єднані джерела електроживлення для збудження одного електрода змінним струмом, що характеризується узгодженістю перемикачів реверсування полярності для забезпечення струму, який підсумовується на електроді.

Вказані та інші задачі і переваги пояснюються у подальшому описі, що ілюструється кресленнями.

Фіг.1 - блок-схема переважного варіанту здійснення даного винаходу;

Фіг.2 - схема з'єднання двох паралельно з'єднаних джерел електроживлення, кожне з яких має вихід перемикачів і які використовуються для реалізації винаходу;

Фіг.3 - ескіз, що показує три тандемно працюючих електроди, кожний з яких збуджується системою зварювання відповідно до даного винаходу, зі зміщеними синхронізуючими сигналами з інформаційної мережі, показаними на графіку за Фіг.3А з використанням узагальненої блок-схеми за Фіг.3В;

Фіг.4 - блок-схема, що ілюструє більш детальний переважний варіант здійснення даного винаходу, який відповідає приведенню в дію двох окремих систем або модулів зварювання від одного центрального блока керування;

Фіг.5 - схематична ілюстрація винаходу, що використовується для збудження декількох тандемних електродів, як показано на Фіг.5А;

Фіг.6 - схематична ілюстрація винаходу, що використовується для збудження двох тандемних електродів, як показано на Фіг.6А;

Фіг.7 - ілюстрація двох тандемно змонтованих електродів, що приводяться в дію за процедурою перемикачів зі зміщенням, як показано на графіку за Фіг.7А з використанням принципу точки перемикачів, розкритого [у патенті №6111216 на ім'я Stava];

Фіг.8 - схематична ілюстрація функціонування програмного забезпечення, призначеного для перемикачів паралельно з'єднаних джерел електроживлення, як тільки координовані команди перемикачів оброблені, і створений наступний сигнал збігу.

Відповідно до того, що представлено на кресленнях, наведених виключно з метою ілюстрації переважного варіанту здійснення винаходу, але не для його обмеження, Фіг.1 ілюструє одиночну систему S дугового електрозварювання у формі одного модуля для створення змінного струму у вигляді дуги на зварювальному пості WS. Дана система

або модуль включає в себе перший головний зварювальний апарат А з вихідними виводами 10, 12 у послідовному з'єднанні з електродом Е і деталлю W, що зварюється, у формі стикового з'єднання труб або іншої зварювальної операції. Перетворювач 14 струму на ефекті Хола забезпечує напругу у лінії 16, пропорційну струму зварювального апарату А. Менш критичні до часу дані, такі як параметри зварювання, формуються у віддаленому центральному блоці 18 керування. Аналогічним чином, наступний підпорядкований зварювальний апарат В включає в себе виводи 20, 22, з'єднані паралельно з виводами 10, 12 для направлення додатково змінного струму на зварювальний пост WS. Перетворювач 24 струму на ефекті Хола забезпечує напругу у лінії 26, що являє собою рівні струму у зварювальному апараті В у процесі зварювальної операції. Хоча показаний тільки один підпорядкований або наступний зварювальний апарат В, будь-яка кількість додаткових зварювальних апаратів може бути приєднана паралельно до головного зварювального апарату А для формування змінного струму між електродом Е і деталлю W, що зварюється. Новою ознакою є об'єднання змінного струму на зварювальному пості замість здійснення цього перед схемою перемикачів полярності. Кожний зварювальний апарат повинен включати в себе контролер і джерело електроживлення на базі інвертора, як показано об'єднаним блоком 30 головного контролера і джерела електроживлення, і блоком 32 підпорядкованого контролера і джерела електроживлення. Відповідно до даного винаходу контролери 30, 32 приймають дані параметрів і дані синхронізації від логічної мережі відносно низького рівня. Інформація або дані параметрів є специфічними для джерела електроживлення, причому кожне з джерел живлення забезпечується такими необхідними параметрами, як струм, напруга і/або швидкість подачі електродного дроту.

Цифрова мережа низького рівня може забезпечувати інформацію про параметри; однак перевага винаходу пов'язана із забезпеченням можливості паралельного з'єднання декількох блоків контролерів і джерел електроживлення, що мають вихідні змінні струми, таким чином, що перемикач змінного струму для реверсування полярності відбувається в один і той же час. "Один і той же" час означає відмінність у часі менше 10мкс і переважно у діапазоні 1-5мкс. Для виконання точної координації вихідного змінного струму з джерела 30 електроживлення і джерела 32 електроживлення, інформація про точки перемикачів і полярності не може бути забезпечена із звичайної логічної мережі, де синхронізація є менш точною. Таким чином, відповідно до даного винаходу, окремі джерела електроживлення змінного струму координуються за допомогою швидкодіючого високоточного логічного інтерфейсу постійного струму, що визначається тут як "шлюзи" (міжмережіві інтерфейси). Як показано на Фіг.1, джерела 30, 32 електроживлення забезпечуються необхідними робочими параметрами, що показано двонаправленими виводами 42m, 42s, відповідно. Дана нечутлива до часу інформація забезпечується цифровою мережею, показаною на Фіг.1 і описаною

нижче. Головне джерело 30 електроживлення приймає синхронізуючий сигнал, як показано однопіною лінією 40, для тактування впливу контролером на його вихідний змінний струм. Полярність змінного струму для джерела 30 електроживлення подається на вихід, як показано лінією 46. Дійсна команда перемикачів для змінного струму задавального джерела 30 електроживлення видається по лінії 44. Команда перемикачів повідомляє джерелу S електроживлення на базі інвертора, що необхідно вимкнутися для досягнення істотного спаду струму. Як альтернатива, це дійсно є сигналом перемикачів для реверсування полярності. "Точки перемикачів" або команда по лінії 44 переважно відповідає командам "вимикання" і реверсування струму, що використовують "точки перемикачів", як це описано [у патенті №6111216 на ім'я Stava]. Таким чином, синхронізовані точки перемикачів або команди видаються від джерела 30 електроживлення по лінії 44. Дані точки перемикачів або команди можуть передбачати вимикання джерела електроживлення з подальшим сигналом готовності перемикачів при низькому струмі або просто точці реверсування струму. Сигнал готовності перемикачів використовується, коли реалізовується принцип "вимикання", оскільки інвертори не можуть насправді реверсувати доти, доки вони не виявляються нижче встановленого струму. Полярність перемикачів контролера 30 визначає відповідний логічний сигнал у лінії 46. Підпорядковане джерело 32 електроживлення приймає логічний сигнал точок перемикачів або команд по лінії 44b і логічний сигнал полярності по лінії 46b. Ці два логічних сигнали проходять по міжз'єднанню між головним джерелом електроживлення та підпорядкованим джерелом електроживлення через високоточний логічний інтерфейс, показаний як шлюз 50, тобто передавальний шлюз, і шлюз 52, тобто приймальний шлюз. Дані шлюзи являють собою мережні плати інтерфейсів для кожного з джерел електроживлення, так що логічні сигнали у лініях 44b, 46b точно синхронізуються з логічними сигналами у лініях 44, 46, відповідно. На практиці, мережні плати інтерфейсів або шлюзи 50, 52 керують цими логічними сигналами з точністю у межах 10мкс, переважно у межах 1-5мкс. Винахід передбачає використання мережі низької точності, що керує окремими джерелами електроживлення за допомогою даних від центрального блока 18 керування за допомогою ліній 42m, 42s, що забезпечуються, як показано, шлюзами або платами інтерфейсів. Дані лінії містять дані від віддалених ділянок (такі як центральний блок 18 керування), які не чутливі до часу і не використовують характеристик точності шлюзів. Високоточні дані для синхронізації реверсування перемикачів використовують логічні сигнали міжз'єднання через плати 50, 52 інтерфейсів. Система за Фіг.1 являє собою один модуль для однієї дуги змінного струму.

Винахід головним чином застосовний для тандемних електродів, де дві або більше дуги змінного струму створюються для заповнення великого проміжку, що має місце при зварюванні труб. Таким чином, головне джерело 30 електроживлення приймає синхронізуючий сигнал, який визначає

операції синхронізації або фазування системи S для одного електрода, тобто дуга (ARC) 1.

Система S використовується з іншими ідентичними системами для генерації сигналів дуг 2, 3 і 4. Даний принцип схематично показаний на Фіг.5 і 6. Сигнали синхронізації або установки фази показані на Фіг. 1 тільки для одного з тандемних електродів. Інформаційна мережа N, що містить комп'ютер центрального блока керування і/або веб-сервер 60, забезпечує цифрову інформацію або дані, які відносяться до конкретних джерел електроживлення у різних системах або модулях, що керують різними електродами у тандемній операції. Інформація з мережі Інтернет направляється у локальну мережу у формі мережі Ethernet 70, що має лінії 70a, 70b, 70c міжз'єднань. Аналогічні лінії міжз'єднань направлені до кожного джерела електроживлення, що використовується для чотирьох модулів, які створюють дуги 1, 2, 3 і 4 у тандемній операції зварювання. Опис системи або модуля S застосовний до кожної з дуг на інших електродах. Якщо використовується змінний струм, то застосовується головне джерело електроживлення. У деяких випадках просто використовується головне джерело електроживлення з синхронізуючим сигналом, який відповідає модулю. Зварювальна установка з однією дугою не потребує синхронізуючих сигналів. Якщо потрібні більш високі струми, то системи або модулі включають в себе комбінацію головного і підпорядкованих джерел електроживлення, як описано по відношенню до системи S на Фіг.1. У деяких випадках переважна дуга постійного струму, така як від ведучого електрода в операції зварювання з тандемними електродами. Джерело електроживлення постійного струму не потребує синхронізації, а також немає необхідності у точному взаємозв'язку логічних сигналів полярності і точок перемикачів або команд. Деякі електроди, що живляться постійним струмом, можуть перемикатися між позитивною і негативною полярністю, але не з частотою електрода, що збуджується змінним струмом. Незалежно від структури дуг, Ethernet або локальна мережа 70 включає в себе інформацію про параметри, що ідентифікуються у кодованому вигляді і призначена для конкретних джерел електроживлення різних систем, які використовуються в операції тандемного зварювання. Дана мережа також використовує синхронізуючі сигнали для різних модулів або систем, причому системи можуть мати зміщення у часовому співвідношенні. Такі синхронізуючі сигнали декодуються і приймаються головним джерелом електроживлення, як показано лінією 40 на Фіг.1. Таким способом дуги змінного струму одержують зміщення на часовій основі. Не потрібно, щоб ці синхронізуючі сигнали мали таку ж точність, як і точки перемикачів, за рахунок плат мережних інтерфейсів або шлюзів 50, 52. Синхронізуючі сигнали у мережі передачі даних приймаються мережним інтерфейсом у формі сигналів генератора 80 змінних імпульсів. Генератор створює зміщені синхронізуючі сигнали у лініях 84, 86, 88. Дані синхронізуючі сигнали визначають фазу окремих модулів змінного струму для окремих електродів у тандемній операції. Синхронізуючі сигнали можуть генеруватися інтерфейсом 80 або дійсно прийматися

генератором через мережу 70. На практиці, мережа 70 просто активізує генератор 80 для створення комбінації затримки для великої кількості синхронізуючих сигналів. Також генератор 80 може змінювати частоту окремих модулів за допомогою частоти синхронізуючих імпульсів, якщо ця характеристика бажана у тандемній операції зварювання.

Велика кількість контролерів і джерел електроживлення можуть використовуватися для реалізації винаходу, як показано на Фіг.1; однак переважна реалізація винаходу показана на Фіг.2, де джерело електроживлення PSA об'єднане з контролером і джерелом 30 електроживлення, а джерело електроживлення PSB об'єднане з контролером і джерелом 32 електроживлення. Дані два блоки по суті однакові за структурою і позначені тими ж посилальними позиціями, де це є доречним. Опис джерела електроживлення PSA так само застосовний до джерела електроживлення PSB. Інвертор 100 має вхідний випрямляч 102 для прийому трьох лінійних фазових струмів L1, L2 і L3. Вихідний трансформатор 110 з'єднаний через вихідний випрямляч 112 з індуктором 120 з відводами для збудження перемикачів Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> протилежної полярності. Контролер 140a джерела електроживлення PSA і контролер 140b джерела електроживлення PSB по суті однакові, за виключенням того, що контролер 140a видає на виході інформацію синхронізації на контролер 140b. Точки перемикачів або лінії 142, 144 керують станом провідності перемикачів Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> полярності для реверсування полярності у момент, що вказується логічним сигналом у лініях 142, 144, як детально пояснено [у патенті №6111216 на ім'я Stava], включеному у даний опис за допомогою посилання. Керування реалізоване у цифровій формі з використанням логічного процесора; таким чином, аналого-цифровий перетворювач 150 перетворює інформацію про струм у лінії 16 зворотного зв'язку або лінії 26 для керування цифровими значеннями для досягнення необхідного рівня вихідного сигналу підсилювача 152 сигналу помилки, який показаний на кресленні як аналоговий підсилювач сигналу помилки. На практиці, це являє собою цифрову систему, і в архітектурі керування не існує більше аналогового сигналу. Як показано, однак, підсилювач має перший вхід 152a з перетворювача 150 і другий вхід 150b з контролера 140a або 140b. Сигнал керування струмом у лінії 152b включає в себе форму коливання, необхідну для змінного струму у дугі на зварювальному пості WS. Вихідний сигнал підсилювача 152 перетворюється перетворювачем 160 в аналоговий сигнал напруги для керування модулятором тривалості імпульсів (MTI) 162 з частотою, керованою генератором 164, що представляє програму синхронізації у програмному забезпеченні процесора. Дана частота перевищує 18кГц. Повна архітектура цієї системи перетворена у цифрову форму у переважному варіанті здійснення винаходу і не передбачає зворотного перетворення в аналоговий сигнал. Дане представлення є схематичним, служить ілюстративним цілям і призначене для обмеження типу джерела електроживлення, що використовується у реалізації даного винаходу. Можуть використовув-

ватися й інші типи джерел електроживлення.

Реалізація даного винаходу полягає у збудженні окремих електродів у тандемному процесі зварювання з використанням змінного струму, що створює зварювальну дугу на окремих електродах. Така тандемна структура представлена на Фіг.3, 3A і 3B, де деталь W, що зварюється, представлена у формі віддалених один від одного країв пластин 200, 202 для визначення поздовжнього проміжку 204. Електроди 210, 212 і 214 розплавляються під дією дуги змінного струму для наплавлення валиків 210a, 212a, 214a металу. Кожна з дуг 1, 2 і 3 має відмінне фазове співвідношення, одержане з інформації, прийнятої за допомогою мережі N, як показано на Фіг.1. Конкретні цифрові синхронізуючі сигнали 220, 222, 224 зміщені на відстані X і Y, як показано на Фіг.3A, і мають частоти x, y, z. Ці частоти можуть бути однаковими або відмінними. Дані синхронізуючі сигнали, які відповідають конкретним електродам або модулям, пересилаються на різні модулі з центрального блока 60 керування через Інтернет 62 на фазовий генератор 80, показаний на Фіг.1. Окремі синхронізуючі імпульси направляються по лініях 82, 84, 86 для керування синхронізацією і/або частотою окремих зварювальних модулів для електродів 210, 212 і 214. На практиці, ведучий електрод може використовувати дугу постійного струму, яку не потрібно синхронізувати. Крім того, синхронізуючі сигнали 220, 222 і 224 можуть бути у фазі. Кожний синхронізуючий сигнал встановлює синхронізацію окремих зварювальних систем або модулів, як показано на Фіг.1.

На Фіг.4 показана блок-схема, що ілюструє даний винахід при використанні двох модулів S', S'' або двох дуг, які формуються електродом E1 і деталлю W1, що зварюється, і електродом E2 і деталлю W2, що зварюється. На практиці, деталі, що зварюються, ідентичні, і тільки електроди є окремими; однак вони визначають окремі дуги у зварювальному процесі. Для використання даного винаходу для створення двох дуг, як показано на Фіг.4, мережа 300 містить центральний блок 302 керування, в який завантажуються дані параметрів, що відповідають окремим джерелам електроживлення, що показано блоком 304 інтерфейсу. Ці параметри зберігаються, як показано блоком 306, для запиту мережею 300 у міру необхідності. Мережний сервер з'єднаний через мережу Інтернет 310 з локальною мережею 312, з якої параметри зварювання завантажуються в окремі комбінації блоків M1, S1, M2, S2 керування та електроживлення через міжз'єднання, показані лініями 320-326. Аналогічним чином, синхронізуючі сигнали для індивідуальних систем S', S'' доступні для одержання по мережі 312 і пересилаються, як показано лінією 330, за допомогою імпульсного генератора або тактового генератора 340. Вихідний сигнал генератора представлений лініями 332, 334 даних синхронізації для індивідуального керування затримкою або синхронізації систем S', S''. Це визначає часове співвідношення між двома дугами системи з двома електродами, показаної на Фіг.4. Модуль S' включає в себе головне джерело M1 електроживлення, з'єднане паралельно з підпорядкованим джерелом S1 електроживлення. Аналогічним чином, система S'' включає в себе зада-

вальне джерело M2 електроживлення, з'єднане паралельно з підпорядкованим джерелом S2 електроживлення. Плати 342, 344 мережних інтерфейсів пересилають дані синхронізації від головного блока до підпорядкованого блока і направляють логічні сигнали керування полярністю, як показано для розкриття за Фіг.1. Таким шляхом два окремих електроди, що використовуються у тандемній схемі, збуджуються окремо з параметрами і синхронізуючими сигналами, що направляються через мережу, яка може включати в себе Інтернет-канал. Дійсна реалізація блока керування синхронізацією здійснюється у платі головного блока керування. Плати S', S'' інтерфейсів перетворюють і розділяють сигнали між головним і підпорядкованим блоками керування.

Винахід може бути розширений для включення будь-якої кількості електродів. На Фіг.5 і 5A показані три електроди 350, 352 і 354. Мережа 360, як описано вище, здійснює зв'язок з системою S, показаною на Фіг.1, і з двома додатковими системами 370, 372. Мережа 360 керує логічними сигналами, що передаються до шлюзів 50, 52 і через них, як показано на Фіг.1, разом з аналогічними шлюзами 380 і 382 для систем 370, 372, відповідно. Цей варіант здійснення даного винаходу ілюструє два джерела PSA і PSB електроживлення для забезпечення синхронізованого змінного струму через один електрод 356. Електрод 352 з'єднаний з мережею 360 за допомогою шлюзу 380, так що джерело PSC живлення використовує тільки один головний блок для формування змінного струму для електрода 352. Електрод 354 збуджується джерелом PSD електроживлення, яке є джерелом електроживлення постійного струму, без вихідних перемикачів полярності, і збуджується через шлюз 382 за допомогою мережі 360. Інші конфігурації використовуються для побудови архітектури відмінного процесу з тандемними електродами. Наприклад, два електроди 400, 402 показані на схемі за Фіг.6 і 6A. Чотири окремих джерела PSA<sub>1</sub>, PSB<sub>1</sub>, PSC<sub>1</sub> і PSD<sub>1</sub> електроживлення з'єднані паралельно для формування змінного струму через електрод 402. Джерело PSE електроживлення є джерелом електроживлення постійного струму без вихідних перемикачів полярності. Всі джерела електроживлення забезпечені окремими шлюзами або платами 410, 412, 414, 416 і 418 мережних інтерфейсів, відповідно. Кожний зі шлюзів приймає параметри для окремих джерел електроживлення. Шлюзи 410-416 з'єднані між собою для забезпечення того, щоб синхронізація і полярність перемикачів у перших чотирьох джерел електроживлення були точно корельованими. Хоча шлюзи 414, 416 показані як такі, що збуджуються послідовно з шлюзом 412, на практиці вони збуджуються безпосередньо від вихідного сигналу шлюзу 410 паралельним способом. Це перешкоджає підсумовуванню відмінностей у синхронізації в окремих шлюзах.

Як показано, точки перемикання головного і підпорядкованих джерел електроживлення реально являють собою послідовності перемикання, причому інвертор спочатку вимикається, і потім перемикачі реверсуються для зміни полярності після того, як джерело електроживлення досягне низького рівня струму. Коли інвертор вимкнений,

струм спадає. Потім здійснюється реверсування полярності. Даний принцип описаний [у патенті №6111216 на ім'я Stava]. Даний запатентований спосіб перемикання показаний на Фіг.7 і 7A, де два електроди 420, 422 мають характеристики змінного струму, схематично представлені як крива 424 і крива 426. Відповідно до кривої 424, джерело електроживлення вимикається у точці 430. Струм спадає до низького рівня струму 432, і в цей момент відбувається перемикання на негативну полярність. Цей негативний рівень струму підтримується доти, доки на ньому не буде досягнуто бажане значення параметра. Потім джерело електроживлення вимикається у точці 434, і негативний імпульс струму спадає до точки 436 перемикання, і в цей момент перемикачі реверсуються на позитивну полярність. При використанні головного і одного або декількох підпорядкованих джерел електроживлення необхідно координувати точки 430, 434, вимикання, а також точки перемикання або моменти 432, 436. Для простоти дана послідовність реверсування полярності згадується як "час перемикання". Крива 426 зміщена на відстань  $\epsilon$  і забезпечується одним або декількома джерелами електроживлення, з'єднаними послідовно. Дана крива має точку 440 вимикання і точку 444 вимикання джерела живлення. Точки 442 і 446 перемикання відповідають точкам 432, 436 перемикання для реверсування струму. Хоча спосіб, що ілюструється на Фіг.7A, є переважним, реверсування постійного струму у точках перемикання також використовується відповідно до даного винаходу. У цьому випадку перемикачі повинні бути більш габаритними і потребують використання демпфувальної схеми або більш габаритної демпфувальної схеми паралельно з перемикачами.

Як-показано, коли головний контролер повинен перемикатися, команда перемикання видається на головний контролер. Це приводить до того, що сигнал вимикання приймається головним контролером, і даний сигнал вимикання і логічний сигнал полярності швидко передається контролеру одного або декількох підпорядкованих джерел електроживлення, з'єднаних паралельно з одним електродом. Якщо стандартні джерела електроживлення змінного струму використовуються з великими демпфувальними схемами, паралельними перемикачам полярності, то підпорядкований контролер або контролери перемикаються зразу за час 1-10мкс після того, як головне джерело електроживлення прийняло команду перемикання. Це є перевагою, що забезпечується платами або шлюзами високоточних інтерфейсів. На практиці реальне перемикання для реверсування струму паралельно з'єднаних джерел електроживлення не відбувається доти, доки вихідний струм не виявиться нижче заданого значення, тобто близько 100 ампер. Це дозволяє використовувати менші перемикачі.

Реалізація винаходу з використанням даного способу перемикання із затримкою вимагає, щоб дійсно перемикання здійснювалося тільки після того, як всі джерела живлення виявилися нижче заданого низького рівня струму. Обробка затримки виконується у програмному забезпеченні цифрового процесора та ілюструється схемою, показа-

ною на Фіг.6. Коли контролер головного джерела 500 електроживлення приймає командний сигнал, як показано лінією 502, джерело живлення починає процедуру перемикавання. Головне джерело електроживлення виводить у лінію 504 логічний сигнал, щоб забезпечити бажану полярність для перемикавання підпорядкованих джерел електроживлення, щоб відповідати перемикавній полярності головного джерела електроживлення. У командній послідовності перемикавання інвертор головного джерела 500 електроживлення вимикається, так що струм на електроді Е знижується, як це зчитується перетворювачем 510 на ефекті Хола. Команда перемикавання у лінії 502 зразу викликає сигнал вимикання, як представлено лінією 512, що подається на контролери паралельно увімкнених підпорядкованих джерел 520, 522 електроживлення, забезпечуючи струм, що протікає у точку з'єднання 530, який вимірюється перетворювачами 532, 534 на ефекті Хола. Після цього всі джерела електроживлення знаходяться у послідовності перемикавання з вимкненими інверторами. Компараторні схеми 550, 552, 554 програмного забезпечення порівнюють знижений струм із заданим нижчим рівнем струму, що створюється як еталон напруги у лінії 556. Коли струм кожного джерела електроживлення знизиться нижче заданого значення, з'являється сигнал у лініях 560, 562 і 564 на вході схем 570, 572 і 574 дискретизації і порівняння, відповідно. Дані схеми виробляють вихідний сигнал стробувальним сигналом 580 від кожного з джерел електроживлення. Якщо логічний сигнал установки збережений у схемах 570, 572 і 574, то логічний сигнал "так" з'явиться у лініях "готовність1", "готовність2" і "готовність3" у момент подачі стробувального сигналу. Даний сигнал генерується у джерелах електроживлення і має період 25мкс; однак можуть бути використані й інші швидкодії стробувальні сигнали. Сигнали подаються на контролер С головного джерела електроживлення, показаного пунктирними лініями на Фіг.8. Реалізована програмним забезпеченням функція логічного "І" (AND), представлена логічною схемою "І" (AND) 580, видає логічний вихідний сигнал "так" у лінію 582, коли всі джерела електроживлення готові до перемикавання полярності. Цей вихідний

стан направляється для тактування виводу включення ECLK програмної тригерної схеми 600, на вивід D якої по лінії 504 подається корисний логічний сигнал полярності для перемикавання. Генератор або таймер, який працює з частотою приблизно 1МГц, трактує тригерну схему сигналом у лінії 602, що подається на вивід СК. Це переносить логічний сигнал керування полярністю у лінії 504 на вивід Q 604 для видачі даного логічного сигналу у лінію 610 для перемикавання підпорядкованих блоків 520, 522 у той же самий час, коли ідентичний логічний сигнал у лінії 612 перемикає головне джерело 500 електроживлення. Після перемикавання логічний сигнал полярності у лінії 504 зсувається на протилежну полярність, у той час як головне джерело електроживлення чекає наступної команди на основі частоти перемикавання. Для введення затримки у послідовність перемикавання можуть бути використані інші схеми; однак ілюстрація на Фіг.8 є запропонованою у наш час схемою.

Синхронізація інтерфейсу описана як така, що забезпечує час менше 10мкс. Це значення є значно більш точним, ніж точність мережі Ethernet. Таким чином, воно може дорівнювати приблизно 100мкс і все ще забезпечувати переваги. Але координоване перемикання полегшується при точності, що характеризується значенням менше приблизно 10мкс, і значенням 25мкс для строга "готовність". Кожне джерело живлення готове перемикати полярність, раніше ніж буде генерована команда перемикання. Один може знижуватися до струму готовності і потім повертатися назад, у той час як інші знижуються до струму готовності. Ключовою особливістю є точне керування і перемикання при низькому струмі. Крім того, джерела електроживлення можуть являти собою переривники реверсивної полярності із зустрічно-паралельним вмиканням, причому позитивний стан переривника реверсивної полярності із зустрічно-паралельним вмиканням перемикається за допомогою точного інтерфейсу. Джерело електроживлення з переривником змінного струму із зустрічно-паралельним вмиканням розкрито [у патентній заявці США №09/575,264, поданій 22 травня 2000] і включений у даний опис за допомогою посилання.

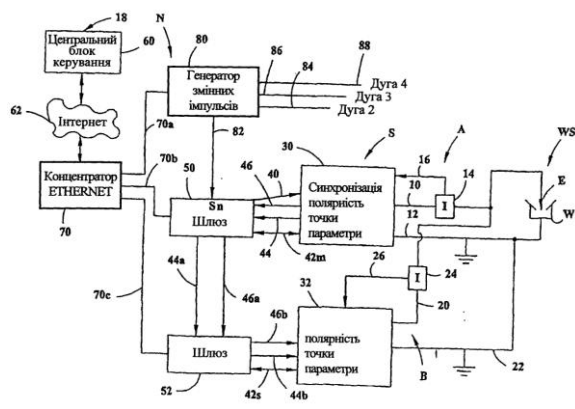


Fig. 1

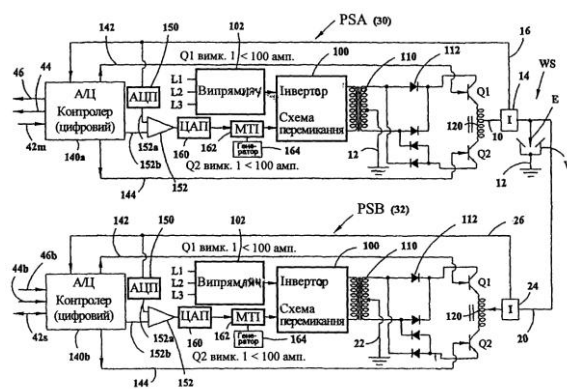
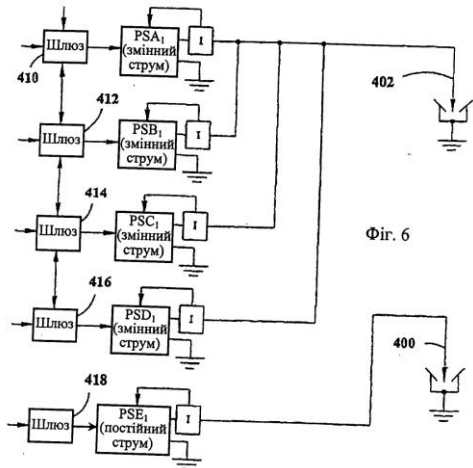
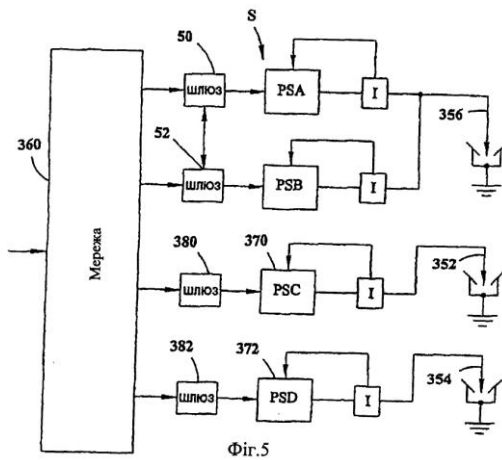
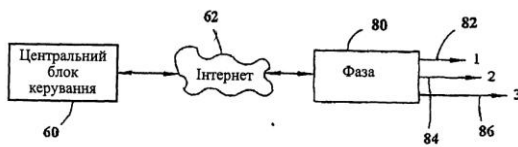
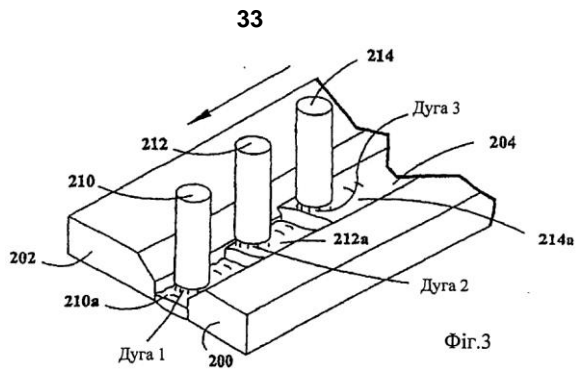
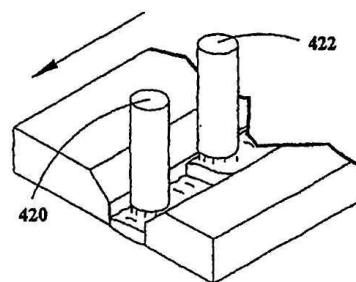
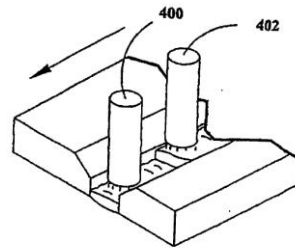
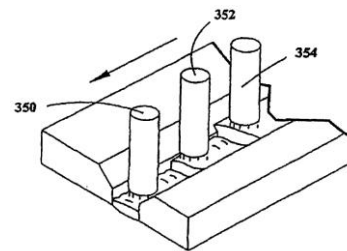
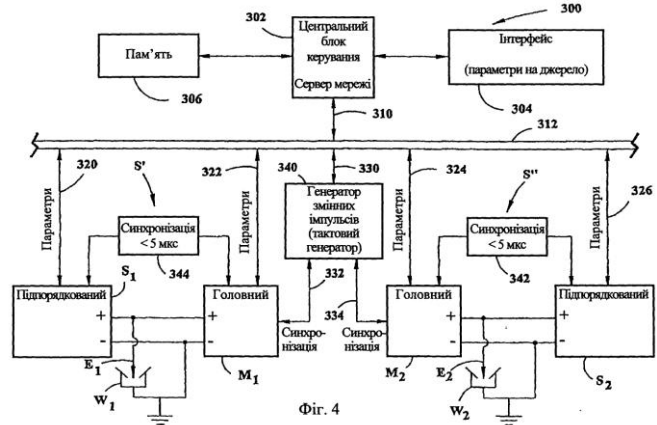
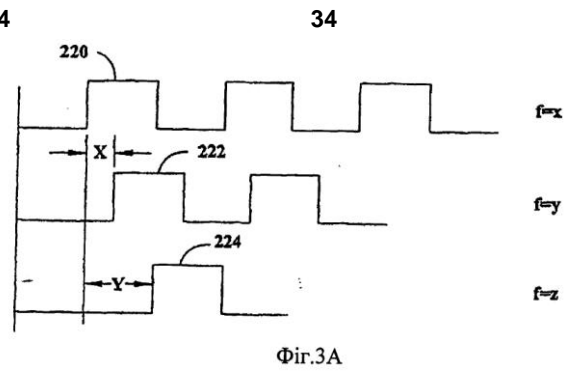


Fig. 2





74884



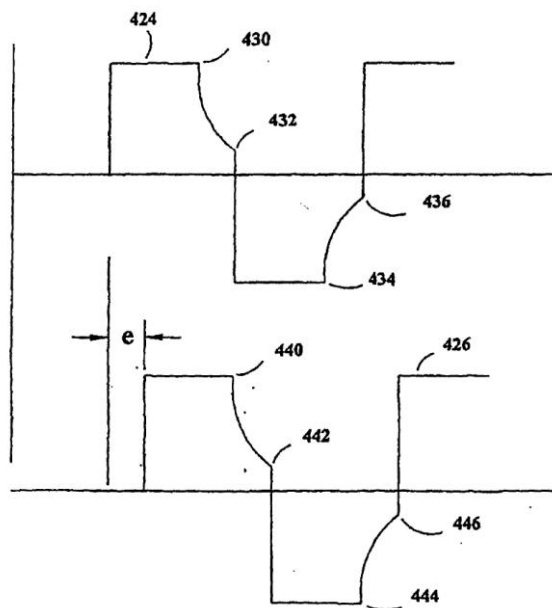


Fig. 7A

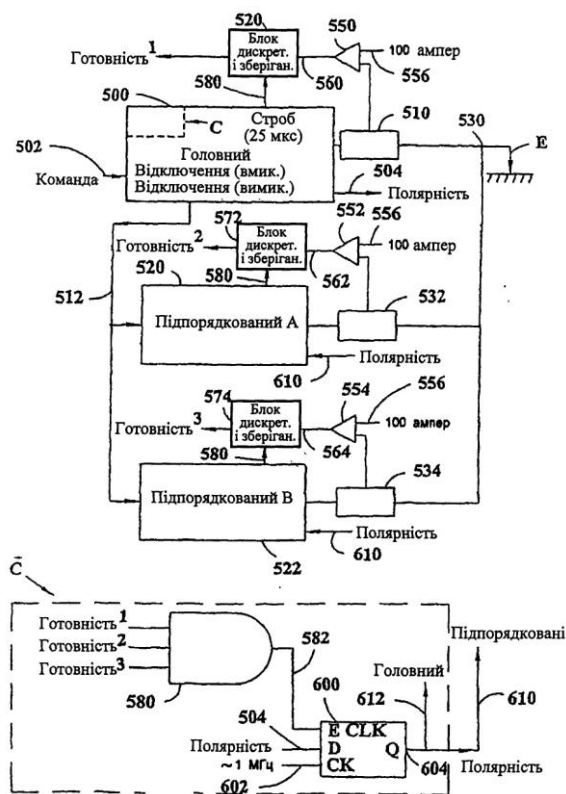


Fig. 8