



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **89141** (13) **C2**
(51) МПК (2009)
H05B 41/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) РЕЗОНАНСНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) a200900851

(22) 05.02.2009

(24) 25.12.2009

(46) 25.12.2009, Бюл.№ 24, 2009 р.

(72) СЕНЧЕНКО АНАТОЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ,
ЛІСОВСЬКИЙ ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ(73) СЕНЧЕНКО АНАТОЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ,
ЛІСОВСЬКИЙ ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(56) UA 15921 U, 17.07.2006 весь документ

US 4663570 A, 05.05.1987 весь документ

JP 11252939 A, 17.09.1999 реферат

JP 2006079830 A, 23.03.2006 реферат, фіг. 1

JP 2002008888 A, 11.01.2002 реферат, фіг. 1

(57) 1. Резонансний електричний пристрій для живлення ламп денного світла (ЛДС), який має джерело постійного струму, до якого підключений формувач фронтів імпульсів, вихід якого через транзисторний ключ з'єднаний з первинною обмоткою трансформатора високої напруги, вторинна обмотка якого з'єднана з ЛДС, який **відрізняється** тим, що формувач фронтів імпульсів виконано у вигляді генератора прямокутних імпульсів з плавним регулюванням частоти їх слідування, як трансформатор високої напруги використано трансфо-

2

рматор високовольтний рядковий, при цьому один кінець вторинної обмотки трансформатора високої напруги заземлено, а другий - з'єднано з одним із електродів лампи денного світла або однією з її металевих частин.

2. Резонансний електричний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що генератор прямокутних імпульсів з плавним регулюванням частоти їх слідування має частоту на виході від 30 кГц до 80 кГц.

3. Резонансний електричний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що як трансформатор високої напруги використано доопрацьований трансформатор високовольтний рядковий ТВС-110ЛА6.

4. Резонансний електричний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що другий кінець вторинної обмотки трансформатора високої напруги з'єднано з N лампами денного світла, де N=1, 2, 3...

5. Резонансний електричний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що як джерело постійного струму використано акумуляторну батарею або випрямляч постійної напруги на 12 В, підключений до мережі перемінного струму.

Винахід відноситься до пристроїв електричного освітлення на газорозрядних лампах, в яких лампа живиться енергією, яку отримує від джерела постійного струму за допомогою перетворювача, наприклад енергією високовольтного джерела змінного струму високої частоти.

Відомо, що четверта частина електроенергії, яка виробляється у світі, витрачається системами штучного освітлення, тому дана область надзвичайно приваблива для прикладання сил в напрямку підвищення ефективності використання і скорочення споживання електроенергії.

В даний час найбільш розповсюдженим економічними джерелами світла є газорозрядні лампи, які все частіше застосовуються замість звичайних ламп накаливання. Крім того, люмінесцентні лампи мають значно довший термін служби в порівнянні з лампами накаливання. Однак повсюдному впровадженню люмінесцентних

ламп перешкоджає необхідність використання дорогого дроселя, а термін служби ламп обмежений передчасним перегоранням нитки розжарення.

Принцип їхньої дії полягає в люмінесцентному світінні газу, яким заповнена лампа, при протіканні через нього електричного струму (здійсненні високовольтного пробую), що забезпечується подачею високої напруги на електроди лампи. Газорозрядні лампи можна розділити на два види: перший - це лампи високої інтенсивності освітлення і люмінесцентні лампи низького тиску. Лампи низького тиску використовуються для освітлення в більшості випадків повсякденного життя - в адміністративних будівлях, офісах, житлових приміщеннях. Їх відрізняє насичене біле світло, близьке до денного (звідси назва - „лампи денного світла” (ЛДС)).

Лампи високого тиску використовуються для зовнішнього освітлення - у вуличних ліхтарях, прожекторах і т.п.

(13) **C2**(11) **89141**(19) **UA**

Якщо звичайна лампа накаливання, коли вона включена, являє собою постійне резистивне навантаження, то всі газорозрядні лампи мають негативні імпедансні характеристики, які вимагають стабілізації струму. Крім того, необхідно врахувати такі моменти як: резонансний режим роботи, захист при виході лампи з ладу; високовольтне запалювання, спеціальне керування силовою шиною. Основний режим, якого необхідно дотримуватися протягом усього терміну експлуатації люмінесцентної лампи - це струмовий режим (в ідеалі, необхідна стабілізація потужності протягом усього періоду експлуатації лампи).

В даний час у науково-технічній і патентній літературі описана велика кількість різноманітних пристроїв для живлення люмінесцентних ламп. Як правило, лампи живляться від змінної напруги для вирівнювання зносу електродів (у випадку живлення постійною напругою, термін служби коротший на 50%). Для керування газорозрядними лампами традиційно використовується так званий магнітний баласт, однак через його неефективність і ненадійність, останнім часом усе більше поширення набувають схеми електронного керування - електронний баласт, що дозволяє підвищити ККД і термін служби освітлювальних систем, зробити світло більш рівним і природним для очей.

Відомо що у світлотехніці велике значення має можливість керування світловим потоком випромінювачів світла. Керування світловим потоком люмінесцентних ламп можливо здійснювати або шляхом повного відключення живлення люмінесцентних ламп, або зміною напруги і струму люмінесцентних ламп. При використанні першого методу необхідне створення потужного електронного блоку для відключення напруги живлення від електронних баластів. Другий шлях характерний тим, що кожен ЕПРА (електронний пускорегулюючий апарат) має вхід для подачі низьковольтного керуючого сигналу. Цей сигнал впливає на схему керування ЕПРА, тим самим змінюючи струм і напругу люмінесцентної лампи. До переваг першого методу можна віднести максимально можливе енергозбереження, однак при цьому неможливо здійснювати плавне керування світловим потоком люмінесцентних ламп. При використанні керованих ЕПРА головним недоліком є наявність енергоспоживання навіть при відсутності розряду в лампі. У цьому режимі має місце споживання енергії в схемі керування електронним баластом і також мають місце втрати в катодах лампи, необхідні для їх прокалювання.

Головним питанням, що постає при створенні блоків живлення люмінесцентних ламп із можливістю керування світловим потоком, є максимальне зниження їх ціни при максимальному енергозбереженні. При цьому основна перевага віддається системам із плавним регулюванням світлового потоку в максимально широких межах.

Відомі три основні шляхи керування світловим потоком люмінесцентних ламп: амплітудне регулювання, частотне регулювання і широтно-імпульсне регулювання напруги на виході силового інвертора. Амплітудне регулювання можна здійснити шляхом зміни значення напруги на виході коректора коефіцієнта потужності. У ЕПРА з амплітудним керуванням необхідно використовувати

схему понижуючого перетворювача, що одночасно реалізує функцію коректора коефіцієнта потужності. Значення частоти і тривалості паузи при широтно-імпульсному регулюванні задається за допомогою системи керування інвертора.

З літератури відомо, що найкращі результати з точки зору ширини діапазону регулювання потужності і лінійності регулювання дають амплітудний і широтно-імпульсний способи регулювання. Однак при побудові керованих ЕПРА одними з найважливіших питань є собівартість і втрати енергії в ЕПРА. Найменші витрати для введення керування можна одержати при використанні частотного способу регулювання, тому що при цьому вносяться невеликі зміни в типову схему керування інвертора.

До таких пристроїв відносяться електронні блоки живлення з безстартерним пристроєм запуску ЛДС на постійному струмі.

Відомий електронний баластний пристрій для живлення ЛДС, до складу якого входять блок живлення постійним струмом (акумуляторна батарея), пристрій керування, формувач фронтів імпульсів (частотний генератор), транзисторний ключ та високочастотний трансформатор, вторинна обмотка якого через діод, змінний резистор і перемикач полярності підключена до ЛДС. [див. п. UA №15921, 17.07.2006].

У відомому пристрої перемикач полярності запобігає виникненню явища катафорезу, тобто переміщення іонів ртуті до катода (що призводить до затемнення лампи зі сторони аноду і зменшує її світловіддачу), а можливість регулювання струму живлення дозволяє оптимізувати живлення лампи та підвищити ефективність її роботи і при цьому використовувати пристрій для живлення ЛДС різної потужності. З таким пристроєм лампа хоча і споживає в 2-4 рази менше електроенергії за рахунок зменшення струму живлення і може працювати навіть після того, як перегоріла нитка розжарювання ЛДС, однак сам пристрій, обраний за прототип, має ряд суттєвих недоліків:

- велику ємність, габарити та вартість елементів пристрою, викликані необхідністю їхнього використання не тільки для запуску, але і для живлення лампи (повинні втримувати і пропускати великий робочий струм);

- великі втрати енергії та високу температуру нагрівання, викликану втратами енергії та нагріванням самих елементів, що призводять до зниження ККД;

- наявність транзисторного ключа і перемикача полярності, що обмежує кількість використовуваних ЛДС до 2-х (40 ВТ) або однієї лампи з потужністю більше 80 ВТ.

В основу винаходу поставлено задачу створення простого і надійного пристрою для забезпечення паралельної роботи великої кількості ЛДС незалежно від стану їх ниток розжарювання при забезпеченні їх високої вихідної потужності, економічності і ефективності роботи при мінімальній споживаній потужності.

Поставлена задача в резонансному електричному пристрої для живлення ЛДС, який має джерело постійного струму, до якого підключений фо-

рмувач фронтів імпульсів, вихід якого через транзисторний ключ з'єднаний з первинною обмоткою трансформатора високої напруги, вторинна обмотка якого з'єднана з ЛДС, вирішена шляхом того, що формувач фронтів імпульсів виконано у вигляді генератора прямокутних імпульсів з плавним регулюванням частоти їх слідування, як трансформатор високої напруги використано трансформатор високовольтний строчний, при цьому один кінець вторинної обмотки трансформатора високої напруги заземлено, а другий - з'єднано з одним із електродів або однією металевою частиною корпусу ЛДС.

Виконання формувача фронтів імпульсів у вигляді генератора прямокутних імпульсів з плавним регулюванням частоти їх слідування забезпечує силовий ключ постійною напругою керування, яка гарантує роботу первинної обмотки трансформатора високої напруги (ТВН). Таким чином через первинну обмотку ТВН на його вторинній обмотці створюється висока напруга високої частоти. Заземлення одного кінця вторинної обмотки трансформатора високої напруги створює умови для роботи високочастотного (ВЧ) високовольтного резонансного LR - контура (частотного передавача) (накшталт радіопередавача), при цьому на другому кінці вторинної обмотки трансформатора високої напруги постійно присутній „плюсовий” ВЧ - потенціал. Таким чином створений ВЧ-електромагнітний ланцюг, в якому протікає ток високої частоти через вторинну обмотку трансформатора високої напруги від її заземленого кінця через під'єднані одним із електродів або однією металевою частиною корпусу лампи денного світла, запалюючи в них інертний газ, протилежні кінці яких (електроди або металеві частини другої сторони ламп) замикають по електромагнітним лініям Землі створений електромагнітний ланцюг на землю. При цьому ток, що протікає у вказаному ланцюзі - мінімальний, а напруга - максимально необхідна для виникнення і підтримки тліючого розряду в ЛДС.

На фігурі 1 зображено функціональну схему резонансного електричного пристрою для живлення ЛДС, а на фігурі 2 - принципову схему.

До складу пристрою входять: джерело 1 постійного струму, до якого підключений генератор 2 прямокутних імпульсів, вихід якого через транзисторний ключ 3 з'єднаний з первинною обмоткою трансформатора 4 високої напруги, один кінець вторинної обмотки якого заземлено, а до його іншого через роз'єм 5 підключена шина 6, що з'єднана з одним із електродів або однією з металевих частин N ламп 7 денного світла ($N=1,2,3\dots$).

Резонансний електричний пристрій для живлення ламп денного світла отримує живлення від джерела 1 постійного струму, в якості якого може бути використана, наприклад акумуляторна батарея (АКБ) від автомобіля, або випрямляч мережної напруги на 12 вольт. Як генератор використано генератор прямокутних імпульсів з плавним регулюванням частоти від 30кГц до 80кГц і живленням від постійної напруги у 12 вольт, виконаний, наприклад на базі інтегральної схеми 155ЛА3. Як транзисторний ключ використано, наприклад транзистор 2N3055. У якості трансформатора високої

напруги задіяний, наприклад доопрацьований стандартний трансформатор високовольтний строчний, в якому стандартну первинну обмотку замінено обмоткою з кількістю витків від 2 до 20, виконаною проводом діаметром від 0,3мм, при цьому вторинна обмотка залишена незмінною.

Резонансний електричний пристрій працює наступним чином. При ввімкненні пристрою (тумблер включення не показаний) на виході генератора прямокутних імпульсів з'являються прямокутні імпульси частотою, яку можливо встановити і регулювати в діапазоні від 30кГц до 80кГц (в залежності від вимагаємої яркості освітлення), які відкривають транзисторний ключ 3, забезпечуючи тим самим протікання току високої частоти через первинну обмотку трансформатора 4, на вихідній обмотці якого створюється високовольтна напруга не менше 10кВ високої частоти. Оскільки один кінець вторинної обмотки заземлено (має потенціал „-“), а другий, що має потенціал „+“, з'єднано з одним із електродів щонайменше однієї ЛДС або із її (їх) металевою частиною (цоколем), то у такої лампи (або ламп) (при умові герметичності її корпусу, тобто наявності у лампі інертного газу) на резонансній частоті запалювання за рахунок великої різниці потенціалів на кінцях лампи відбувається пробій газового проміжку в середині лампи, лампа запалюється і світить накали неонові без під'єднання другої її сторони (контактів або металевої частини цоколя до „-“ потенціалу для утворення класичного ланцюга живлення.

За рахунок такого підключення споживання електричної енергії з мережі є мінімальним і зменшено приблизно у 10 разів, при цьому освітленість з використанням запропонованого пристрою з використанням N-ої кількості ЛДС фактично залишається незмінною у порівнянні з відомими аналогічними промисловими освітлювальними пристроями, використовуваними таку ж кількість (N) ЛДС.

Для підтвердження працездатності і економічної ефективності авторами -заявниками було виготовлено заявлений пристрій і проведено порівняння показників його роботи з роботою стандартного освітлювача, що випускається вітчизняною промисловістю. Для цього було використано освітлювач марки

ЛПО 03x40/Н - 03 УХЛ 4 40Вт 220В (ОСТ 160.535.043 - 79) на одну ЛДС потужністю 40Вт. У зв'язку з коливаннями роздрібних цін вартість такого освітлювача складає на 01.01.2009 від 50 до 100 гривень.

Доопрацьований освітлювач у складі однієї денної лампи складає 6 гривень, або вартість з використанням перегорівшої (яка фактично не коштує нічого) - лише має ціну використовуваної для неї арматури (тобто менше 6 гривень).

Вартість одного резонансного електричного пристрою складає приблизно ту ж саму вартість в межах 100 гривень.

Один розроблений пристрій може одночасно живити необмежену кількість доопрацьованих освітлювачів. Фактично у розпорядженні заявників було 50 штук перегорівших денних ламп, які працювали з відповідним освітленням (див. таблицю 1, що додається).

Тобто при використанні 50 ламп стандартних освітлювачів витрати лише на освітлювачі з лампами складають 5000 гривень, а при використанні доопрацьованих - менше 300 гривень (без урахування ціни акумулятора [300грн.] та резонансного електричного пристрою [100грн.]).

З таблиці 1 видно, що стандартний освітлювач на одну ЛДС при „засвічуванні“ фотоплівки чутливістю 65 одиниць складає 1/250 секунди, а на доопрацьованому освітлювачі на одну лампу - 1/30 секунди. Але кількість доопрацьованих освітлюва-

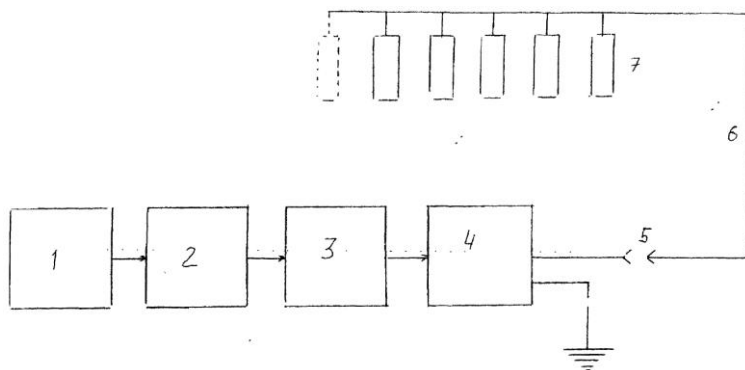
чів не обмежена, завдяки чому може бути значно скомпенсована освітленість. Крім того, слід звернути увагу на те, що один стандартний освітлювач споживає 40 ватт електричної енергії, а резонансний електричний пристрій, не зважаючи на кількість доопрацьованих освітлювачів, - всього 20 ватт. Зроблений також економічний розрахунок, щодо зазначених освітлювачів, який показав необхідність і економічну доцільність використання заявленого пристрою.

Порівняльна таблиця по освітленню

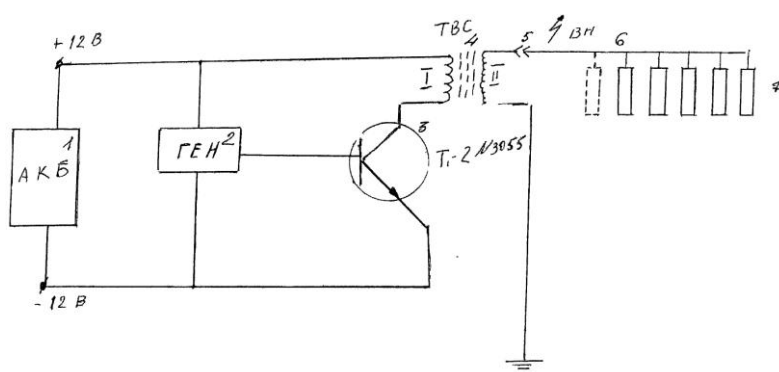
Таблиця 1

(Використано денний освітлювач типу ЛПО 03 x 40Н - 03 УХЛ 4 40Вт 220В, ОСТ 160.535.043-79)
(В зв'язку з відсутністю люксометру для виміру освітлення використано електронний фотоекспонетр Свердловск - 4 ГОСТ 9851 - 68 класс А)

Стандартний освітлювач ЛПО одна лампа	Доопрацьований освітлювач ЛПО одна лампа без заземлення
65 од	65 од
Діафрагма 2,8	Діафрагма 2,8
Витримка 250	Витримка 30



Фіг. 1



Фіг. 2