



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98395** (13) **C2**

(51) МПК

G06F 11/28 (2006.01)**G06F 11/22** (2006.01)**C30B 15/20** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

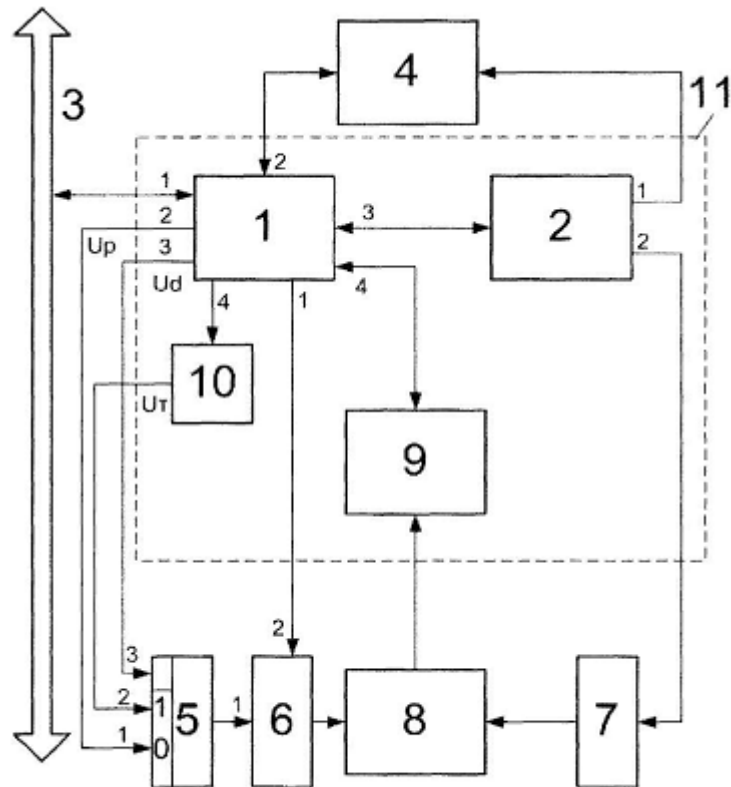
(21) Номер заявки:	а 2010 15360	(72) Винахідник(и):	Суздаль Віктор Семенович (UA), Єпіфанов Юрій Михайлович (UA), Козьмін Юрій Семенович (UA), Дербунович Леонід Вікторович (UA), Бережна Марина Анатоліївна (UA), Колосов Віталій Олексійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	20.12.2010	(73) Власник(и):	ІНСТИТУТ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НАН УКРАЇНИ, пр. Леніна, 60, м.Харків, 61001 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.05.2012	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 201011146 C2; 27.12.2010 UA 90606 C2; 11.05.2010 UA 86105 C2; 25.03.2009 UA 89312 C2; 11.01.2010 RU 2144575 C1; 20.01.2000 SU 1167617 A1; 15.07.1985 RU 2184803 C2; 10.07.2001 WO 9918508 A1; 15.04.1999 US 4660149 A; 21.04.1987 US 20050210329 A1; 22.09.2005
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.06.2011, Бюл.№ 11		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.05.2012, Бюл.№ 9		

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИСТРОЮ РЕГУЛЮВАННЯ РОСТУ МОНОКРИСТАЛІВ**(57) Реферат:**

Пристрій для діагностування пристрою регулювання росту монокристалів належить до обробки цифрових даних, зокрема при діагностуванні багатопроцесорних систем керування (БПСК) ростовими установками для вирощування великогабаритних сцинтиляційних монокристалів (МК). Пристрій виконано у вигляді діагностичного ядра, що містить зв'язані між собою запам'ятовувальний пристрій і блок керування, сполучений через інтерфейсну магістраль із багатопроцесорною системою керування процесом вирощування МК, блок контролю керуючої програми, з'єднаний з останніми, блок обчислень діагностичних характеристик, регістр еталонних значень цих характеристик, виходами підключені до схеми порівняння, а вхід регістра еталонних характеристик з'єднаний з виходом запам'ятовувального пристрою. В пристрій додатково введені мультиплексор, пристрій організації черги запитів на діагностування і пристрій передачі тестових векторів, причому блок обчислень виконаний у вигляді моделі-еталона справного об'єкта, а також моделі вихідних слів контролерів, що тестуються, перший і другий входи блока з'єднані з виходом мультиплексора і першим виходом блока керування. Вихід схеми порівняння через пристрій організації черги запитів з'єднаний із четвертим входом/виходом блока керування, вихід пристрою передачі тестових векторів, з'єданого із четвертим виходом блока керування, підключений до другого входу мультиплексора, перший і третій входи якого з'єднані із другим і третім виходами блока керування, відповідно. Технічним результатом є розширення функціональних можливостей шляхом організації послідовності

UA 98395 C2

виконання процедур функціонального і тестового діагностування БПСК і диспетчеризації цих процедур у процесі керування процесом кристалізації, дозволяє забезпечити збільшення виходу якісної готової продукції і підвищити відмовостійкість системи.



Фіг.

Винахід належить до області обробки цифрових даних і може знайти застосування, зокрема, при діагностуванні багатопроцесорних систем керування (БПСК) ростовими установками для вирощування великогабаритних сцинтиляційних монокристалів (МК).

При вирощуванні великогабаритних МК БПСК повинна забезпечувати тривалу роботу й безвідмовність функціонування контролерів керування всім комплексом устаткування, що досягається засобами діагностування технічного стану цих пристроїв.

Тестування контролерів МПСУ здійснюють, наприклад, згідно з [Иванов А. Два направления JTAG Technologies Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. № 3, 2010. - С. 1-3] за допомогою периферійного (граничного) сканування. Пристрій діагностування містить станцію тестування (професійний засіб периферійного сканування), з'єднаний налагоджуваними кабелями (фірм Xilinx і Altera) з контролерами, що перевіряються, що містять, наприклад, деяку кількість ПЛІС, центральний процесор, набір мікросхем пам'яті (як оперативної, так і ПЗП) і ін. компоненти, з'єднаних між собою й тих, що мають тестовий доступ до ланцюгів цих компонентів. Пристрій також містить проект, попередньо виконаний у системі проектування JTAG Provision і заснований на списку з'єднань і моделях компонентів (у вигляді BSD-L-Файлів) із САПР (net-лист), що розташований у станції тестування.

Відомий пристрій діагностування, після генерації створених тестових послідовностей (векторів), їхнього перетворення у файли додатків, компіляції й завантаження в окремий програмний файл станції тестування, дозволяє виконати тестове діагностування (ТД) контролерів БПСК, причому ці вектори будуть виставлятися з виводів компонентів, з підтримкою JTAG.

Виходячи із цього, основний недолік відомого пристрою діагностування контролерів БПСК проявляється при його використанні в процесі вирощування МК і пов'язаний з необхідністю генерації тестових векторів для проведення процедури. Активні діагностичні впливи на контролери є неприпустимими в процесі керування ростом МК у зв'язку з перекручуванням або втратою інформації про зв'язок окремих компонентів, що беруть участь у реалізації управляючої програми цих контролерів. Пошук дефектних ланцюгів припускає запис і зчитування даних компонентів, що тестуються у різних комбінаціях і по різних напрямках пошуку. Наприклад, для гарного тестового покриття міжкомпонентних з'єднань у контролері, система діагностування звичайно створює кілька десятків векторів, а для тесту ланцюгів оперативної пам'яті - до декількох тисяч. Звідси випливає, що робити діагностування контролерів в умовах одночасного керування ростом МК, без застосування спеціальних засобів, для сполучення цих процедур, найчастіше буває скрутним або просто виключено.

Відомий пристрій діагностування пристрою регулювання росту монокристалів [Пат. № 86105 України С30В 15/20, G06F 11/28, G05D 27/00], виконаний у вигляді т-розрядної логічної структури, кожна декада якої містить чотирирозрядний двійково-десятковий лічильник, перший і другий мультиплексори, елемент НІ-АБО й схему зворотного зв'язку. Вихід елемента НІ-АБО з'єднаний із входом другого мультиплексора, його входи підключені до виходів лічильника, діагностичний вихід декади з'єднаний з виходом лічильника й підключений до входу мультиплексора наступної декади, схема зворотного зв'язку своїми входами з'єднана з виходами лічильника, а виходом - із входом першого мультиплексора, вихід якого підключений до входу лічильника. Входи, що керують декадою (пристрою діагностування): тактуючий вхід С, з'єднаний з кожним із тригерів лічильника й другим мультиплексором, вихід С1 якого є тактуючим для наступної декади, вхід R початкової установки й вхід U вибору режиму роботи, з'єднаний із входами першого й другого мультиплексорів, які підключені до контролера тестового діагностування або керування порту JTAG, інформаційний вхід V_S декади, з'єднаний із входом першого мультиплексора й виходом тестового сканування порту послідовного виводу інформації JTAG, причому ці входи з'єднані по шині керування із шостим виходом обчислювального блока, а вихід пристрою діагностування з'єднаний по інформаційній шині з третім входом обчислювального блока.

У відомому пристрої відзначено, що пристрій діагностування пристрою регулювання росту МК забезпечує простоту реалізації перевірки справності контролерів і дозволяє виявити до 90 % несправностей комбінаційної логіки перед початком вирощування, а саме діагностування проводиться у відповідності зі стандартом IEEE 1149.1.

Як і в першому аналозі, у даному пристрої застосована концепція периферійного сканування як для тестування, так і програмування контролерів з метою пошуку дефектів і діагностики відмов. Периферійне сканування тільки до початку росту, за винятком функціонального діагностування (ФД) контролерів (концепція сигнатурного моніторингу) за допомогою контролю часу виконання окремих ділянок локальної програми й контрольної суми цих ділянок, дозволяє успішно використовувати цю концепцію.

Однак, неприпустимість активних діагностичних впливів на контролери, низькі функціональні можливості діагностичного забезпечення, виключають повністю або ускладнюють проведення додаткових профілактичних тестових перевірок працездатності БПСК в процесі росту МК, що знижує ефективність ростового встаткування в цілому.

Відомий пристрій функціонального діагностування пристрою регулювання росту МК [Пат. 90606 Україна, G06 F 11/28, G06 F 11/22, G06F 11/00, G01R 35/00], виконаний у вигляді діагностичного ядра, що містить зв'язані між собою запам'ятовувальний пристрій і блок керування, першим виходом сполучений через інтерфейсну магістраль із багатопроцесорною системою керування процесом вирощування МК, а також блоки контролю програмних переходів і часу, що містять, відповідно, реєстри поточної й контрольної мітки, виходами з'єднані з першою схемою порівняння зазначених реєстрів, і лічильник часу й перший реєстр еталонних тимчасових сигнатур, виходами підключені до другої схеми порівняння зазначених блоків, при цьому інші виходи блока керування підключені до входів реєстра поточної мітки й лічильника часу, інші виходи запам'ятовувального пристрою підключені до входів реєстра контрольної мітки й першого реєстра еталонних тимчасових сигнатур, а вихід першої схеми порівняння підключений до одного із входів блока керування. Пристрій також містить блок оптимального розміщення контрольних точок, що містить блоки обчислень і другий реєстр еталонних тимчасових сигнатур, виходами підключених до третьої схеми порівняння вмісту зазначених блоків, а також логічний елемент АБО-НІ, входами підключений до виходів другої схеми порівняння блока контролю часу й третьої схеми порівняння, а виходом зв'язаний із другим входом блока керування, що одним з виходів зв'язаний також і із входом блока обчислень.

Відомий пристрій функціонального діагностування пристрою регулювання росту МК [Заявка № а 2010 11146 Україна, G06 F 11/28, G06 F 11/22, G06F 11/00, G01R 35/00], виконаний у вигляді діагностичного ядра, що містить зв'язані між собою запам'ятовувальний пристрій і блок керування, сполучений через інтерфейсну магістраль із багатопроцесорною системою керування процесом вирощування МК, блок контролю управляючої програми, з'єднаний з останніми, а також блок діагностування за операторними нормами, що містить блок обчислень операторних норм, реєстр еталонних значень цих норм, виходами підключені до схеми порівняння, вихід якої пов'язаний із входом блока керування, а входи блока обчислень і реєстра еталонних операторних норм з'єднані, відповідно, з виходами блока керування й запам'ятовувального пристрою.

Відомі пристрої за рахунок використання контрольних сум інтервалів програмних сегментів, що перевіряються, контролю часових характеристик функціонування ростового встаткування, еталонних значень розрахункового й максимально припустимого часу виконання цих сегментів локальної програми, оптимального розміщення контрольних точок в управляючій програмі пристрою регулювання росту МК дозволяють мінімізувати латентний (схований) період виявлення нестійких несправностей типу, що перемежуються, і збоїв. Відзначено, що після відновлення працездатності програми в ході регулювання, до 90 % досвідів не вимагає зупинки процесу росту МК.

Крім того, останній з аналогів дозволяє здійснити ФД ростового встаткування (вимірника рівня, регулятора діаметра МК (помилка S керування), регулятора температури (зміна температури ΔT_d) і ін.) у процесі керування кристалізацією, а також спростити процес одержання діагностичних ознак і забезпечити високу чутливість контролю за операторними нормами (відносно до норм вихідного $\|S\|$ і вхідного $\|\Delta T_d\|$ сигналів). Використання пропонованого пристрою дозволяє підвищити відмовостійкість СУ процесом вирощування МК і вихід придатної продукції в цілому.

Відомі пристрої характеризуються наступними недоліками. Організація діагностичного забезпечення не може забезпечити досить повне охоплення контролерів БПСК, її окремих вузлів і режимів їхньої роботи без підбора відповідних прикладів (тестів) або сполучень окремих операцій керування, ТД і ФД.

Недостатність відомостей і відсутність попередньої інформації в процесі росту МК про справність контролерів, наприклад, регуляторів діаметра й температури призводить до низької точності проведення ФД, наприклад, за операторними нормами.

Обмежені функціональні можливості відомих пристроїв ФД призводять до порушень порядку виконання окремих процедур діагностування й неоднозначних результатів їхнього проведення, а, у цілому, знижують синхронізацію роботи пристрою діагностування й відмовостійкість.

Отже, зазначені недоліки відомих пристроїв діагностування пристрою регулювання росту МК викликають труднощі визначення відмов її елементів у процесі вирощування, особливо при несправностях регуляторів діаметра (обчислювальний пристрій) і температури, вимірника рівня

розплаву, що призводить до помилок по управлінню діаметром МК, зупинкам процесу росту, збільшенню часових і матеріальних втрат, а, у цілому, до зниження відмовостійкості СУ.

Як прототип нами вибраний останній з аналогів.

В основу дійсного винаходу поставлена задача створення пристрою діагностування
5 пристрою регулювання росту МК із розширеними функціональними можливостями, що забезпечило б збільшення виходу якісної готової продукції шляхом організації послідовності виконання процедур функціонального й тестового діагностування БПСК й диспетчеризації цих процедур у процесі керування.

Рішення задачі забезпечується тим, що в пристрій діагностування пристрою регулювання
10 росту монокристалів, виконаного у вигляді діагностичного ядра, що містить зв'язані між собою запам'ятовувальний пристрій і блок керування, сполучений через інтерфейсну магістраль із багатопроцесорною системою керування процесом вирощування МК, блок контролюючої програми, з'єднаний з останніми, блок обчислень діагностичних характеристик, реєстр еталонних значень цих характеристик, виходами підключені до схеми порівняння, а вхід
15 реєстра еталонних характеристик з'єднаний з виходом запам'ятовувального пристрою, згідно з винаходом, додатково уведений мультиплексор, пристрій організації черги запитів на діагностування й пристрій передачі тестових векторів, причому блок обчислень виконаний у вигляді моделі-еталона справного об'єкта, а також моделі вихідних слів контролерів, що тестуються, перший і другий входи блока з'єднані з виходом мультиплексора й першим виходом
20 блока керування, при цьому вихід схеми порівняння через пристрій організації черги запитів з'єднаний із четвертим входом/виходом блока керування, вихід пристрою передачі тестових векторів (U_T - тестові вектори), з'єднаного із четвертим виходом блока керування, підключений до другого входу мультиплексора, перший і третій входи якого з'єднані із другим (U_P - керуючі впливи) і третім (U_d - вибір режиму діагностування) виходами блока керування, відповідно.

Введення мультиплексора з використанням командного сигналу U_d перемикає інформаційних входів, забезпечує послідовну реалізацію процедур функціонального й тестового пошуку несправностей БПСК ростом МК, що підвищує точність і синхронізацію роботи пристрою
25 діагностування, і, виходить, збільшує вихід якісної продукції, у цілому.

Введення моделі-еталона мінімізує загальну складність об'єкта діагностування (ОД) і
30 спрощує попередню ідентифікацію й аналіз БПСК, що діагностується, а процес функціонування системи регулювання росту МК дозволяє представити моделлю 3-го порядку, у порівнянні з реальною передатною функцією номінальної робастної замкненої системи - 10-го порядку. Розширення функціональних можливостей досягається шляхом подачі на цю модель у процесі регулювання росту МК через інтерфейсну магістраль, блок керування й мультиплексор таких же
35 керуючих сигналів U_P , і в тій же послідовності, що й на контролери нормально функціонуючого ОД, що дозволяє виконати різні задачі ФД.

У результаті спрощується організація виконання процедур ФД, наприклад, за нормами сигналів, по різниці перехідних характеристик системи й ін., а, в остаточному підсумку, збільшується відмовостійкість і вихід готової продукції.

Крім того, модель вихідних слів контролерів у процесі нормального функціонування ростової
40 установки дозволяє діагностувати тестові послідовності найбільш істотних вихідних слів елементів, що входять у контролери, що підвищує глибину охоплення ТД (тести контролерів, що перевіряються, на основі областей, що звужуються), скорочує до мінімальних меж кожен вхідну тестову послідовність для визначення основних елементів, що перебувають "під підозрою" про виникнення несправності (наприклад, тести для АЦП, ЦАП, модуля зв'язку системи в регуляторі температури).

У результаті підвищується точність проведення процедури для визначення несправних елементів, і, виходить, якість готової продукції.

Введення пристрою організації черги запитів на діагностування й пристрою передачі
50 тестових векторів дозволяють виконати пристрій діагностування по типу автомата з магазинною пам'яттю (МП- автомата) шляхом з'єднання зазначених пристроїв, із блоком керування (модуль керування процедурами діагностування) і запам'ятовувальним пристроєм (магазинна пам'ять). При цьому спрощується організація черговості проведення (послідовна реалізація) процедур діагностування шляхом наскрізної нумерації осередків пристрою черги запитів (починаючи з
55 одиниці), що відповідають процедурам (ТД, керування, ФД і т. д.) у процесі функціонування загальної управляючої програми пристрою регулювання. Розширюються функціональні можливості запам'ятовувального пристрою, в окремих осередках якої розміщені еталонні характеристики поведінки справної БПСК, відповідно до порядку проведення процедур (еталонні характеристики програмних переходів, часу виконання й оптимального розміщення

контрольних точок у процесі діагностування надходять на блок контролю виконання управляючої програми). Поліпшується динаміка проведення рутинних операцій шляхом такої ж черговості надходження стандартних програмних пакетів з магазинної пам'яті (через блок керування) у блок обчислень моделі об'єкта.

5 Крім того, поліпшується синхронізація роботи пристрою діагностування й підвищується його надійність шляхом розміщення й передачі тестових векторів в осередках загальної магазинної структури, а також шляхом введення в блок керування (модуль керування процедурами діагностування) часових обмежень, отриманих у блоці контролю на основі сигналів: запит на тестове діагностування - ЗТД; початок тестового діагностування - ПТД; тривалість тестового
10 діагностування - ТТД (використання умовних тестів).

Таким чином, введення запропонованих засобів технічного діагностування, з їхніми зв'язками, а також їхнє виконання підвищують відмовостійкість системи при пошуку несправностей пристрою регулювання росту МК і вихід якісної продукції.

15 На кресленні наведена структурна схема пристрою діагностування пристрою регулювання росту МК за пропозицією, що заявляється.

Пристрій діагностування пристрою регулювання росту монокристалів (креслення) виконано у вигляді діагностичного ядра, що містить блок 1 керування, третім входом/виходом пов'язаний із запам'ятовувальним пристроєм 2, і першим входом/виходом підключений до інтерфейсної магістралі 3, а також блок 4 контролю управляючої програми, з'єднаний другим входом/виходом
20 із блоком 1 керування, а входом - з першим виходом запам'ятовувального пристрою 2. Пристрій також містить блок 6 обчислень, регістр 7 еталонних діагностичних характеристик, виходами підключені до схеми 8 порівняння вмісту зазначених блоків, вхід регістра 7 еталонних характеристик з'єднаний із другим виходом запам'ятовувального пристрою 2.

Блок 6 обчислень виконаний у вигляді моделі-еталона справного об'єкта (БПСК підключена
25 через інтерфейсну магістраль 3), а також моделі вихідних слів контролерів, що тестуються. Перший і другий входи блока 6 з'єднані з виходом мультимплексора 5 і першим виходом блока керування 1. Запам'ятовувальний пристрій 2, блок керування 1, додаткові пристрій 9 організації черги запитів на діагностування й пристрій 10 передачі тестових векторів, виконані по типу автомата 11 з магазинною пам'яттю [Белоусов А. И., Ткачев С. Б. Дискретная математика. - М:
30 МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - С. 625-653].

Вихід схеми 8 порівняння через пристрій 9 організації черги запитів з'єднаний із четвертим входом/виходом блока 1 керування, вхід пристрою 10 передачі тестових векторів, з'єднаний із четвертим виходом блока 1 керування, вихід (U_T - тестові вектори) пристрою 10 підключений до
35 другого входу мультимплексора 5, перший і третій входи мультимплексора 5 з'єднані із другим (U_P - керуючі впливи) і третім (U_d - вибір режиму діагностування) виходами блока 1 керування.

Апаратна частина діагностичного ядра пристрою діагностування побудована на основі матриці програмувальних внутрішніх з'єднань типу ALTERA MAX EPM3 128.

Діагностичне ядро через інтерфейсну магістраль 3 пов'язане з регулятором діаметра зростаючого МК, рівнемір, пристроєм відображення інформації й інших контролерів СУ (не показані) двонаправленою напівдуплексною лінією передачі даних, обумовленою стандартом
40 RS-485 (EIA/TIA).

Виконавчі модулі на основі стандартних пакетів розрахунку моделей із середовища MATLAB, застосовуваних у блоці 6 обчислень пристрою діагностування, що заявляється, пристрою регулювання росту МК, розташовані в запам'ятовувальному пристрої 2 автомата 11 з
45 магазинною пам'яттю, а загальна управляюча програма пристрою написана мовою Си. Пристрій діагностування, що заявляється, сполучений через інтерфейсну магістраль із пристроєм регулювання росту МК на установці "РОСТ", працює в такий спосіб.

У процесі вирощування МК Csl (Ti), діаметр якого становить 550 мм, а висота - 500 мм, здійснюють керування процесом, ФД, ТД регулятора діаметра зростаючого МК, рівнеміра, регулятора температури або інших, вхідних у СУ вирощуванням МК, контролерів, при цьому
50 діагностування здійснюють по переключуваннях перехідних характеристик системи, за операторними нормами, по реакціях на тестові послідовності. ТД здійснюють у контрольовані проміжки часу між проведенням управлінь.

Для реалізації процедур діагностування пристрою регулювання росту МК, відповідно до
55 пропозиції:

На етапі підготовки до роботи в блок 6 обчислень діагностичного ядра (фіг.) поміщають модель-еталон процесу кристалізації, а також модель прийому вихідних слів контролерів, що тестують (виконують методом комп'ютерного моделювання й використовують попередні

експериментальні дані для формування послідовностей вхідних слів контролерів, відмови елементів яких є найбільш істотними).

По другому входу блока 6 обчислень організують перемикання входів цих моделей, на які внаслідок, відповідно до ходу виконання програми, через перший вхід блока 6 подають або керуючі впливи (U_P), або вихідні тестові послідовності (U_T) з виходу мультиплексора 5. При цьому сигнали U_P, U_T подають на інформаційні входи D 0, D1 (перший і другий входи) мультиплексора 5 із другого виходу блока 1 керування (U_P) і з виходу пристрою 10 (U_T) передачі тестових векторів (його вхід з'єднують із четвертим виходом блока 1 керування), відповідно. Перемикання цих сигналів здійснюють командним сигналом U_d (вибір режиму діагностування), що подають на третій вхід мультиплексора 5 із третього виходу блока 1 керування. Блок 1 з'єднують через інтерфейсну магістраль 3 з контролерами СУ, у тому числі й з регулятором діаметра (обчислювальний пристрій).

Включають регулятор діаметра (на кресленні не наведений) і починають регулювання росту МК із контролем правильності виконання управляючої програми в блоці 4 контролю, що з'єднують із БПСК через інтерфейсну магістраль 3.

ТД у процесі виконання загальної програми (час одного циклу становить $T_{\text{ц}} = 10 - 18$ хв., включаючи етапи формування керуючих впливів і керування) починають із подачі сигналу ЗТД через магістраль 3 і блок 1 керування в блок 4 її контролю, з моменту надходження якого контролюють початок часу виконання процедури. З першого виходу блока 1 формують сигнал перемикання, що подають на другий вхід блока 6 обчислень, а із третього виходу - командний сигнал U_d (вибір режиму діагностування), що подають на третій вхід мультиплексора 5, здійснюють підготовку для введення в модель прийому вихідних слів блока 6 обчислень вихідних тестових послідовностей (U_T) контролерів, що перевіряються, з виходу мультиплексора 5. Установлюють початковий осередок пристрою 9 організації черги запитів на діагностування.

Подають на вхід елементів контролерів, що діагностуються з регулятора діаметра вхідну послідовність (загальне мінімальне число основних елементів вибирають 3-5), а вихідну послідовність U_T (величину мінімізують до 15-20 розрядів) через інтерфейсну магістраль 3, блок 1 керування, пристрій 10 передачі тестових векторів, мультиплексор 5 фіксують у моделі прийому послідовності блока 6 обчислень. У регістр 7 еталонних значень із запам'ятовувального пристрою 2 автомата 11 з магазинною пам'яттю перевантажують еталонну константу $\Delta_{\text{ТД} \text{э}}$ вихідної послідовності.

Аналіз правильності проведення процедури ТД супроводжують перевіркою контрольної умови ($\Delta = \Delta_{\text{ТД}} - \Delta_{\text{ТД} \text{э}} = 0$ при відсутності дефектів) шляхом порівняння схемою порівняння 8 умісту блока 6 обчислень (реальна величина вихідної тестової послідовності $\Delta_{\text{ТД}}$) із вмістом регістра 7 еталонних значень (еталонна константа вихідної послідовності $\Delta_{\text{ТД} \text{э}}$). Початок процедури й тривалість проведення контролюють (з урахуванням часових обмежень, у випадку перевищення яких процедуру завершують у наступному циклі) у блоці 4 на основі формування сигналів ПТД, ТТД. Формують у блоці 1 по завершенні ТД сигнал, яким разом з вихідним сигналом схеми 8 порівняння встановлюють наступний осередок у пристрої 9 організації черги.

ФД по різниці перехідних характеристик проводять на підставі використання робочих впливів на БПСК (у нашому випадку вимірювані величини переміщення Δh_B МК і падіння рівня Δh_Y розплаву). У блоці 1 формують сигнал перемикання, що подають на другий вхід блока 6 обчислень, а із третього виходу - командний сигнал U_d (вибір режиму діагностування), що подають на третій вхід мультиплексора 5, здійснюють підготовку для введення в модель-еталон блока 6 обчислень робочих впливів.

Формують у процесі виконання загальної програми величини Δh_B і Δh_Y й через інтерфейсну магістраль 3, блок 1 керування, мультиплексор 5 подають на модель-еталон об'єкта, розташовану в блоці 6 обчислень. У регістр 7 еталонних значень із запам'ятовувального пристрою 2 автомата 11 з магазинною пам'яттю завантажують еталонні значення $\Delta y_{\text{э}}$ перехідних характеристик для справної системи. Виконавчі модулі на основі стандартних пакетів розрахунку (наприклад, обчислення характеристик регулятора системи) перевантажують у блок 6 обчислень моделі із пристрою 2 автомата 11 через перший вихід блока 1 керування.

Аналіз справного стану БПСК супроводжують перевіркою контрольної умови ($\Delta = \Delta_y - \Delta_{y_0} = 0$ при відсутності дефектів) шляхом порівняння схемою порівняння 8 вмісту блока 6 обчислень (реальна величина різниці перехідних характеристик Δ_y) із вмістом регістра 7 еталонних значень (еталонна величина Δ_{y_0} перехідних характеристик для справної системи).

5 Часові характеристики виконання процедури контролюють (з урахуванням часових обмежень) у блоці 4. Після завершення в пристрої 9 організації черги встановлюють наступний осередок.

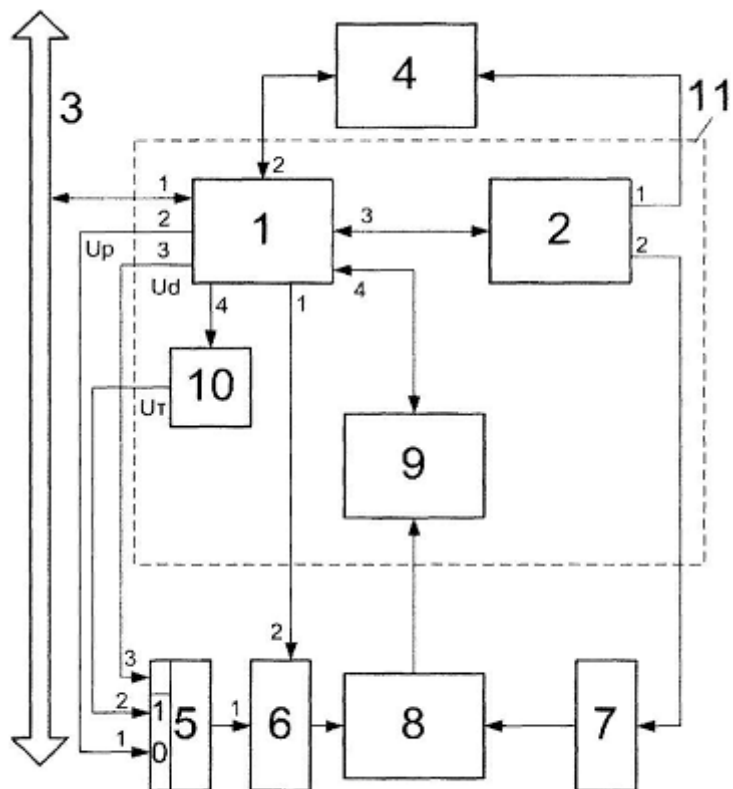
Після етапів формування керуючих впливів і керування здійснюють ФД по величині відношення операторних норм $\|S\|_2$ і $\|\Delta T_d\|_1$, де S - помилка керування діаметром кристала, а ΔT_d - зміна температури донного нагрівача, аналогічно послідовності проведення попередніх
10 процедур діагностування, а після завершення даного циклу $T_{\text{ц}}$ переходять до наступного й т. д.

Отже, винахід, що заявляється, у порівнянні з відомим шляхом організації послідовності виконання процедур діагностування МПСУ і їхньої синхронізації, а також диспетчеризації цих процедур у процесі керування, дозволяє підвищити точність проведення процедури діагностування, і, виходить, забезпечити вірогідність одержання діагностичних ознак при
15 виконанні цих процедур і високу чутливість контролю по даних ознаках.

Таким чином, використання пристрою, що заявляється, підвищує практичну ефективність і функціональні можливості засобів технічного діагностування, відмовостійкість БПСК процесом вирощування МК і вихід придатної продукції в цілому.

20 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для діагностування пристрою регулювання росту монокристалів (МК), виконаний у вигляді діагностичного ядра, що містить зв'язані між собою запам'ятовувальний пристрій і блок керування, сполучений через інтерфейсну магістраль із багатопроцесорною системою
25 керування процесом вирощування МК, блок контролю керуючої програми, з'єднаний з останніми, блок обчислень діагностичних характеристик, регістр еталонних значень цих характеристик, виходами підключені до схеми порівняння, а вхід регістра еталонних характеристик з'єднаний з виходом запам'ятовувального пристрою, який **відрізняється** тим, що додатково введені мультиплексор, пристрій організації черги запитів на діагностування і
30 пристрій передачі тестових векторів, причому блок обчислень виконаний у вигляді моделі-еталона справного об'єкта, а також моделі вихідних слів контролерів, що тестуються, перший і другий входи блока обчислень з'єднані з виходом мультиплексора і першим виходом блока керування, при цьому вихід схеми порівняння через пристрій організації черги запитів з'єднаний із четвертим входом/виходом блока керування, вихід пристрою передачі тестових векторів,
35 з'єданого із четвертим виходом блока керування, підключений до другого входу мультиплексора, перший і третій входи якого з'єднані із другим і третім виходами блока керування, відповідно.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601