



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11296 (13) U

(51) 7 G06F7/556

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ДЕСЯТКОВИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u200506064

(22) 21.06.2005

(24) 15.12.2005

(46) 15.12.2005, Бюл. № 12, 2005 р.

(72) Мартинюк Тетяна Борисівна, Лисенко Геннадій Леонідович, Кошельна Ірина Володимирівна, Мялківський Андрій Володимирович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Оптоелектронний десятковий пристрій, що містить два оптоелектронні реєстри, чотири елементи I, RS-тригер, елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шини тактових імпульсів пристрою, кожна розрядна комірка оптоелектронних реєстрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, S-вхід RS-тригера підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних реєстрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою, який відрізняється тим, що він містить n-вхідний елемент I і додатково (n-2) оптоелектронні реєстри, кожна розрядна комірка яких містить оптоелектронний квантуючий модуль, перший електричний вхід якого підключений до шини живлення, а другий електричний вхід є інформаційним входом запису розрядної комірки відповідного оптоелектронного реєстра, причому кожний з n оптоелектронних реєстрів містить два елементи I і блок рангів, який складається з лічильника, RS-

тригера і елемента I, вихід ознаки нуля першого розрядної комірки кожного оптоелектронного реєстра підключений до інверсного входу першого елемента I, прямий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера пристрою, а вихід підключений до входу зчитування оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки і до першого входу елемента I блока рангів відповідного оптоелектронного реєстра, вихід ознаки нуля першого розрядної комірки оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки всіх оптоелектронних реєстрів з'єднаний з відповідним входом n-вхідного елемента I, а також у кожному оптоелектронному реєстрі з'єднаний з першим входом другого елемента I і з S-входом RS-тригера блока рангів, інверсний вихід якого підключений до другого входу другого елемента I, другий вхід елемента I блока рангів кожного оптоелектронного реєстра з'єднаний з виходом елемента АБО, інверсний вхід з'єднаний з виходом n-вхідного елемента I, а вихід з'єднаний з входом прямої лічби лічильника блока рангів, інформаційний вхід якого підключений до входу запуску пристрою, а інформаційний вихід є виходом рангу відповідного оптоелектронного реєстра, вихід n-вхідного елемента I є виходом сигналу "Кінець" пристрою і з'єднаний також з R-входом RS-тригера, вхід скидання пристрою з'єднаний з R-входами лічильника і RS-тригера блока рангів кожного оптоелектронного реєстра, а вихід другого елемента I всіх оптоелектронних реєстрів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, причому входи дозволу запису і зчитування пристрою, настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки кожного з оптоелектронних реєстрів.

Корисна модель відноситься до обчислювальної техніки і може бути використана для організації операції виділення рангів десятичних чисел для їх порівняння у логіко-часових середовищах.

Відомий оптоелектронний пристрій віднімання

десятичних чисел [а.с. СРСР 1136157, кл. G06F7/56, 1985], що містить перший оптоелектронний реєстр, розрядна комірка якого містить два оптоелектронних квантуючих модуля і два модулятора, причому в кожній розрядній комірці перші

(19) UA (11) 11296 (13) U

електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптоелектронного квантуючого модуля, крім того, містить другий оптоелектронний реєстр, перший і другий елементи АБО-НІ та регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І та два елементи НІ, причому в кожній розрядній комірці першого і другого оптоелектронних реєстрів оптичні входи перших модуляторів є оптичними виходами розрядної комірки відповідно першого і другого операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними виходами першого і другого елементів І відповідно в першому і другому оптоелектронних реєстрах, вихід першого елемента І з'єднаний оптично з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ - з першим оптичним входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний оптично з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ - з першим оптичним входом четвертого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного реєстра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний із третіми оптичними виходами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичні входи других модуляторів молодших розрядних комірок першого і другого оптоелектронних реєстрів з'єднані відповідно з виходами третього і четвертого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запуску пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента І, а другий нульовий оптичний вхід з'єднаний з виходом другого елемента І, другі входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, вихід першого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а вихід другого - з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою

Недоліком даного пристрою є виконання операції віднімання для порівняння тільки двох операндів, що зменшує функціональні можливості пристрою

Відомий оптоелектронний десятковий пристрій [патент України 63750А, кл 7 G06F7/48, 2004р], який містить регенеративний бістабільний оптрон і $n-1$ оптоелектронних реєстрів, які складаються з

розрядних комірок, двох елементів І, елемента АБО-НІ і елемента НІ, причому кожна розрядна комірка оптоелектронних реєстрів містить два оптоелектронних квантуючих модулі і два модулятори, причому в кожній розрядній комірці перші електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптоелектронного квантуючого модуля, оптичні входи перших модуляторів є оптичними виходами операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними виходами першого елемента І, вихід якого з'єднаний оптично з першим входом елемента АБО-НІ і через елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом другого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний також з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного реєстра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний із третіми оптичними виходами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичний вхід другого модулятора молодших розрядних комірок оптоелектронних реєстрів з'єднаний відповідно з виходом другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запуску пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента І першого оптоелектронного реєстра, другий вхід елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, вихід елемента АБО-НІ першого оптоелектронного реєстра з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а також n -вихідний елемент І, входи якого з'єднані з виходами першого елемента І всіх n оптоелектронних реєстрів, починаючи з другого, а вихід з'єднаний з другим нульовим оптичним входом регенеративного бістабільного оптрона, вихід елемента АБО-НІ кожного оптоелектронного реєстра, починаючи з другого, з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці у відповідному оптоелектронному реєстрі пристрою

Недоліком такого пристрою є вузькі функціональні можливості через відсутність формування рангів чисел при їх відніманні, що унеможлиблює їх порівняння в подальшому

Найбільш близьким за технічною суттю є оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел [патент України 66625А, кл 7 G06F7/556, 2004р], в подальшому поєднаний як оптоелектронний десятковий пристрій, який містить два

оптоелектронні реєстри, два елементи АБО-НІ, чотири елементи І і два елементи НІ, кожна розрядна комірка оптоелектронних реєстрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ з'єднаний з першим входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ з першим входом четвертого елемента І, вихід першого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою, а також RS-тригер і елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шини тактових імпульсів пристрою, причому в кожній розрядній комірці обох оптоелектронних реєстрів другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, оптичний вихід першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля молодшої розрядної комірки з'єднаний з входом старшого розряду оптоелектронного квантуючого модуля старшої розрядної комірки, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля кожної розрядної комірки першого і другого оптоелектронних реєстрів підключені до входів відповідно першого і другого елементів І, друп входи третього і четвертого елементів І, а також друп входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з прямим виходом RS-тригера, вихід третього і четвертого елементів І підключений до входу зчитування оптоелектронних квантуючих модулів розрядних комірок відповідно першого і другого оптоелектронних реєстрів, виходи першого і другого елементів І через елемент АБО з'єднані з R-входом RS-тригера, S-вхід якого підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних реєстрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою

Недоліком даного пристрою є вузькі функціональні можливості, оскільки він не визначає ранги операндів при формуванні їхньої різниці, а також обробляє тільки два операнди

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки оптоелектронного десяткового пристрою, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними забезпечується виконання операції формування рангів групи з n операндів для їх подальшого порівняння, що приводить до розширення функціональних можливостей пристрою

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний десятковий пристрій, який містить два оптоелектронні реєстри, чотири елементи І, RS-тригер, елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шини тактових імпульсів при-

строю, кожна розрядна комірка оптоелектронних реєстрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, S-вхід RS-тригера підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних реєстрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою, введено n -вхідний елемент І і додатково $(n-2)$ оптоелектронні реєстри, кожна розрядна комірка яких містить оптоелектронний квантуючий модуль, перший електричний вхід якого підключений до шини живлення, а другий електричний вхід є інформаційним входом запису розрядної комірки відповідного оптоелектронного реєстра, причому кожний з n оптоелектронних реєстрів містить два елементи І і блок рангів, який складається з лічильника, RS-тригера і елемента І, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки кожного оптоелектронного реєстра підключений до інверсного входу першого елемента І, прямий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера пристрою, а вихід підключений до входу зчитування оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки і до першого входу елемента І блока рангів відповідного оптоелектронного реєстра, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки всіх оптоелектронних реєстрів з'єднаний з відповідним входом n -вхідного елемента І, а також у кожному оптоелектронному реєстрі з'єднаний з першим входом другого елемента І і з S-входом RS-тригера блока рангів, інверсний вихід якого підключений до другого входу другого елемента І, другий вхід елемента І блока рангів кожного оптоелектронного реєстра з'єднаний з виходом елемента АБО, інверсний вхід з'єднаний з виходом n -вхідного елемента І, а вихід з'єднаний з входом прямої лічби лічильника блока рангів, інформаційний вхід якого підключений до входу запуску пристрою, а інформаційний вихід є виходом рангу відповідного оптоелектронного реєстра, вихід n -вхідного елемента І є виходом сигналу „Кінець” пристрою і з'єднаний також з R-входом RS-тригера, вхід скиду пристрою з'єднаний з R-входами лічильника і RS-тригера блока рангів кожного оптоелектронного реєстра, а вихід другого елемента І всіх оптоелектронних реєстрів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, причому входи дозволу запису і зчитування пристрою, настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки кожного з оптоелектронних реєстрів

На кресленні представлена структурна схема оптоелектронного десяткового пристрою

Оптоелектронний десятковий пристрій містить RS-тригер 1 і оптоелектронні реєстри 2₁, ..., 2_n операндів А₁, ..., А_n відповідно, кожний з яких представлений розрядною коміркою 3, елемента-

ми 14, 15 і блоком рангів 6, а кожна розрядна комірка 3 регістрів $2_1, \dots, 2_n$ містить оптоелектронний квантуючий модуль 7. Кожний блок рангів 6 регістрів $2_1, \dots, 2_n$ містить лічильник 8, RS-тригер 9 і елемент 10. В оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$ у оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 електричний вихід 11 ознаки нуля першого розряду з'єднаний з інверсним входом елемента 14 і першим входом елемента 15, другий вхід елемента 14 з'єднаний із прямим виходом RS-тригера 1, а другий вхід елемента 15 з'єднаний з інверсним виходом RS-тригера 9 блока рангів 6.

Пристрій містить також n -розрядні елементи 112 і АБО 13, причому входами елементів 112 і АБО 13 є відповідно виходи 11 ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 і виходи елемента 15 кожного з оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$. Електрично оптоелектронний квантуючий модуль 7 розрядної комірки 3 підключений до шини живлення 14, а вихід елемента 14 підключений до входу 15 зчитування оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 і до першого входу елемента 110 блока рангів 6 кожного з оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$.

В оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$ в блоці рангів 6 S-вхід RS-тригера 9 з'єднаний з виходом 11 ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3, а R-вхід з'єднаний з входом 16 скиду пристрою, який також з'єднаний з R-входом лічильника 8, інформаційний вхід 17 якого підключений до входу 18 запуску пристрою, а його вхід 19 прямої лічби з'єднаний з виходом елемента 110 блока рангів 6. Інформаційні виходи лічильника 8 блока рангів 6 є виходами рангів $20_1, \dots, 20_n$ відповідно оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$.

Входи 21 і 22 є відповідно входами дозволу запису і зчитування пристрою і з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів 7 оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$, до яких підключена також шина 23 тактових імпульсів і настановний вхід 24. Виходи елементів 112 і АБО 13 з'єднані відповідно з інверсним і другим входами елемента 110 блока рангів 6 кожного з оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$, в яких електричний вхід 25 запису оптоелектронного квантуючого модуля 7 є входом кожної розрядної комірки 3 оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$, а вихід елемента 112 є виходом 26 сигналу „Кінець” пристрою і з'єднаний також з R-входом RS-тригера 1, S-вхід якого з'єднаний з входом 18 запуску пристрою.

Оптоелектронний десятковий пристрій працює в такий спосіб. Перед початком роботи пристрою на його настановний вхід 24 подається сигнал, який встановлює оптоелектронний квантуючий модуль 7 оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$ у початковий нульовий стан, а сигнал на вході 16 скиду пристрою встановлює у нульовий стан лічильник 8 і RS-тригер 9 блока рангів 6 у всіх оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$.

По електричному вході 25 запису оптоелектронних квантуючих модулів 7 при наявності відповідного сигналу на вході 21 дозволу запису пристрою у розрядних комірках 3 оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$ відбувається запис відповідних

операндів A_1, A_2, \dots, A_n в одиничному нормальному коді: у регістр 2_1 записується операнд A_1 , у регістр 2_2 - операнд A_2, \dots , у регістр 2_n - операнд A_n . До того ж, оптоелектронний квантуючий модуль 7 може містити від 9 розрядів, тобто $m \geq 9$, оскільки він може використовуватись для запису десяткової інформації ($m=9$) або його розрядність m визначається відповідною розрядністю пам'яті. Наприклад, цифра 7 записується в 9-розрядний оптоелектронний квантуючий модуль 7 у такому вигляді: 111111100. Після цього можливе виконання операції порівняння n операндів A_1, A_2, \dots, A_n , що зафіксовані у відповідних оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$.

При надходженні на S-вхід RS-тригера 1 одиничного сигналу тривалістю 1 зі входу 18 запуску пристрою відбувається спрацьовування RS-тригера 1 і поява на його прямому виході одиничного сигналу, що надходить одночасно на прямий вхід елемента 14 всіх оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$. Одночасно за допомогою того ж сигналу зі входу 18 запуску пристрою у лічильник 8 блока рангів 6 кожного оптоелектронного регістра $2_1, \dots, 2_n$ записується одиниця у молодший розряд, тобто операндам в усіх оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$ присвоюється однаковий ранг 1.

При відсутності одиничного сигналу на інверсному вході елемента 14, що можливо у випадку, коли у розрядній комірки 3 відповідного оптоелектронного регістра $2_1, \dots, 2_n$ знаходиться інформація, одиничний сигнал на виході елемента 14 викликає спрацьовування (обнулення) розрядної комірки 3 у відповідних оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$, оскільки він одночасно подається на вхід 15 зчитування оптоелектронного квантуючого модуля 7 в усіх оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$ при наявності відповідного сигналу на вході 22 дозволу зчитування пристрою. Останнє призводить до занулення відповідних розрядів оптоелектронного квантуючого модуля 7, починаючи з його старшого розряду.

Крім того, нульовий сигнал на виході 11 ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 кожного оптоелектронного регістра $2_1, \dots, 2_n$ забезпечує присутність нульового сигналу на виході елементів 115 та 112, а отже і на виході елемента 110 блока рангів 6, оскільки нульовий сигнал буде надходити на його другий вхід з виходу елемента АБО 13, і не змінює нульовий стан RS-тригера 9 блока рангів 6, оскільки подається на його S-вхід. При наявності в усіх оптоелектронних регістрах $2_1, \dots, 2_n$ інформації на виході елемента 112 формується нульовий сигнал, який подається на інверсний вхід елемента 110 блока рангів 6. В результаті нульовий сигнал на виході елемента 110 не викликає збільшення на одиницю стану лічильника 8 блока рангів 6 в процесі обнулення оптоелектронних квантуючих модулів 7 кожного оптоелектронного регістра $2_1, \dots, 2_n$.

Одиничний сигнал з прямого виходу RS-тригера 1 надходить доти, поки не з'явиться одиничний сигнал на його R-вході, тобто на виході елемента 112. Таким чином, в оптоелектронному квантуючому модулі 7 розрядної комірки 3 оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$ відбувається послідовне зменшення (зчитування) інформації доти,

поки всі оптоелектронні квантуючі модулі 7 оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ не обнуляться повністю.

Розглянемо випадок, коли в одному з оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ інформація стане дорівнювати нулю. Наприклад, раніше це відбудеться в оптоелектронному реєстрі 2_1 . Тоді одиничний сигнал на виході 11 ознаки нуля оптоелектронного реєстра 2_1 , який з'явиться там, коли обнуляться оптоелектронний квантуючий модуль 7, не змінить нульовий сигнал на виході елемента I 12 і не викличе обнулення RS-тригера 1, а лише припинить надходження сигналу через елемент I 4 на вхід 15 зчитування оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 оптоелектронного реєстра 2_1 . Таким чином, оптоелектронний реєстр 2_1 є обнуленим.

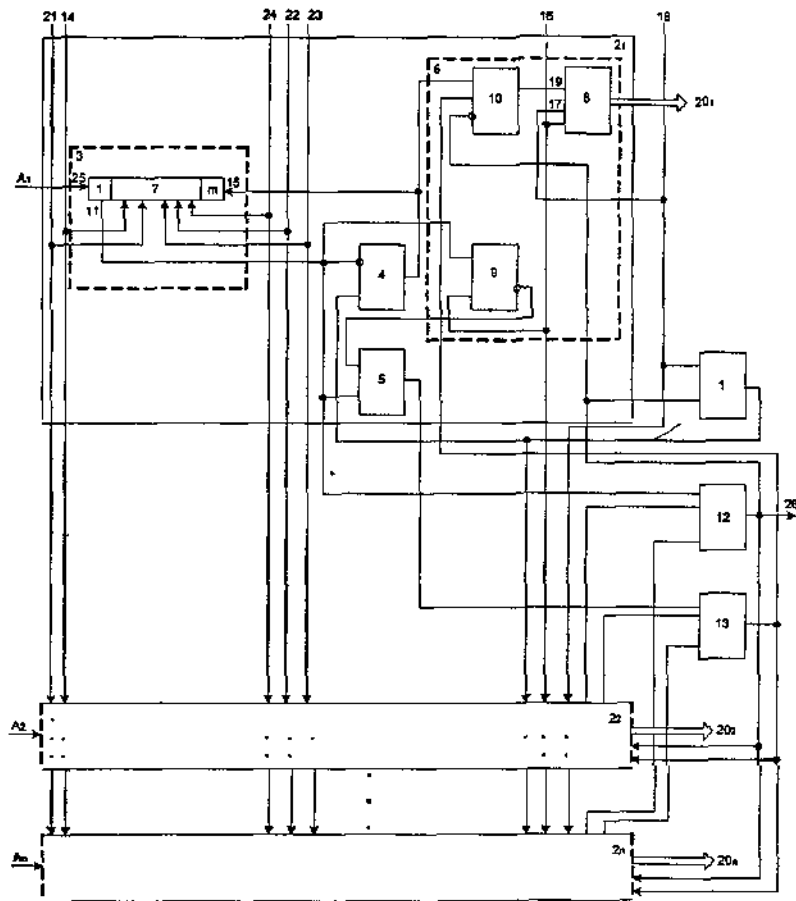
Одиничний сигнал на виході 11 ознаки нуля оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 оптоелектронного реєстра 2_1 подається на вхід елемента I 12, але при нульових сигналах на виходах 11 ознаки нуля всіх інших оптоелектронних реєстрів $2_2, \dots, 2_n$ на виході елемента I 12 залишиться нульовий сигнал, який надходить на інверсний вхід елемента I 10 блока рангів 6 всіх оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$, але не є вирішальним для цих елементів. А оскільки на одному з трьох входів (на першому вході) елемента I 10 присутній нульовий сигнал, то в подальшому на його виході зафіксовано нульовий сигнал, який надходить на вхід 19 прямої лічби лічильника 8 блока рангів 6 оптоелектронного реєстра 2_1 і не змінює його поточний стан. Отже, в даному випадку операнду A_1 , що був записаний в оптоелектронний реєстр 2_1 , буде відповідати ранг, який був зафіксований у лічильнику 8 відповідного блока рангів 6, тобто його ранг дорівнює 1.

Одночасно в оптоелектронному реєстрі 2_1 одиничний сигнал з виходу 11 ознаки нуля подається на перший вхід елемента I 5 і S-вхід RS-тригера 9, але одиничний сигнал спочатку з'явиться на виході елемента I 5 і через елемент АБО 13

пройде на другий вхід елемента I 10 блока рангів 6 всіх оптоелектронних реєстрів $2_2, \dots, 2_n$. Отже, в усіх оптоелектронних реєстрах $2_2, \dots, 2_n$ крім 2_1 , на виході елемента I 10 блока рангів 6 з'явиться одиничний сигнал, який надходить на вхід 19 прямої лічби лічильника 8 блоку рангів 6, що збільшить записаний в них код на одиницю. З деякою затримкою після спрацювання елемента I 5 спрацює RS-тригер 9 в оптоелектронному реєстрі 2_1 , а саме, він встановиться в одиничний стан, а на його інверсному виході з'явиться нульовий сигнал, який встановить у нульовий стан елемент I 5. Отже, в подальшому на відповідний вхід елемента АБО 13 надходитиме знову нульовий сигнал.

Обнулення інших оптоелектронних реєстрів $2_2, \dots, 2_n$ здійснюється аналогічним чином і буде супроводжуватись появою рангу на відповідному виході 20_i ($i=1, \dots, n$). Таким чином буде відбуватися визначення рангів десяткових чисел, записаних в одиничному нормальному коді в оптоелектронних реєстрах $2_2, \dots, 2_n$.

У випадку, коли інформація у всіх реєстрах $2_1, \dots, 2_n$ дорівнює нулю, одиничний сигнал зафіксується на виході 11 оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 всіх оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$. Відповідно далі цей сигнал надходить на n-вхідний елемент I 12, в результаті на його виході з'явиться одиничний сигнал, який надходитиме на інверсний вхід елемента I 10 блока рангів 6 і заборонить появу одиничного сигналу на його виході, а отже, і не буде відбуватися збільшення стану відповідних лічильників 8, тобто ранги операндів A_1, \dots, A_n збільшуватись не будуть. Одночасно одиничний сигнал з виходу елемента I 12 надходить на R-вхід RS-тригера 1 і встановлює його у нульовий стан, що припиняє надходження одиничного сигналу на прямий вхід елемента I 4 в усіх оптоелектронних реєстрах $2_2, \dots, 2_n$. До того ж одиничний сигнал на всіх входах елемента I 12 викличе одиничний сигнал на виході 26 пристрою, що є ознакою сигналу „Кінець” та свідчить про закінчення процесу порівняння чисел.





УКРАЇНА

(19) UA

(11) 11296

(13) U

(51) 7 G06F7/556

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ДЕСЯТКОВИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u200506064

(22) 21.06.2005

(24) 15.12.2005

(46) 15.12.2005, Бюл. № 12, 2005 р.

(72) Мартинюк Тетяна Борисівна, Лисенко Геннадій Леонідович, Кошельна Ірина Володимирівна, Мялківський Андрій Володимирович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Оптоелектронний десятковий пристрій, що містить два оптоелектронні регістри, чотири елементи І, RS-тригер, елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шину тактових імпульсів пристрою, кожна розрядна комірка оптоелектронних регістрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, S-вхід RS-тригера підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних регістрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою, який відрізняється тим, що він містить п-вхідний елемент І і додатково (п-2) оптоелектронні регістри, кожна розрядна комірка яких містить оптоелектронний квантуючий модуль, перший електричний вхід якого підключений до шини живлення, а другий електричний вхід є інформаційним входом запису розрядної комірки відповідного оптоелектронного регістра, причому кожний з п оптоелектронних регістрів містить два елементи І і блок рангів, який складається з лічильника, RS-

тригера і елемента І, вихід ознаки нуля першого розрядної комірки кожного оптоелектронного регістра підключений до інверсного входу першого елемента І, прямий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера пристрою, а вихід підключений до входу зчитування оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки і до першого входу елемента І блока рангів відповідного оптоелектронного регістра, вихід ознаки нуля першого розрядної комірки всіх оптоелектронних регістрів з'єднаний з відповідним входом п-вхідного елемента І, а також у кожному оптоелектронному регістрі з'єднаний з першим входом другого елемента І і з S-входом RS-тригера блока рангів, інверсний вихід якого підключений до другого входу другого елемента І, другий вхід елемента І блока рангів кожного оптоелектронного регістра з'єднаний з виходом елемента АБО, інверсний вхід з'єднаний з виходом п-вхідного елемента І, а вихід з'єднаний з входом прямої лічби лічильника блока рангів, інформаційний вхід якого підключений до входу запуску пристрою, а інформаційний вихід є виходом рангу відповідного оптоелектронного регістра, вихід п-вхідного елемента І є виходом сигналу "Кінець" пристрою і з'єднаний також з R-входом RS-тригера, вхід скидання пристрою з'єднаний з R-входами лічильника і RS-тригера блока рангів кожного оптоелектронного регістра, а вихід другого елемента І всіх оптоелектронних регістрів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, причому входи дозволу запису і зчитування пристрою, настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки кожного з оптоелектронних регістрів.

Корисна модель відноситься до обчислювальної техніки і може бути використана для організації операції виділення рангів десяткових чисел для їх порівняння у логіко-часових середовищах.

Відомий оптоелектронний пристрій віднімання

десяткових чисел [а.с. СРСР 1136157, кл. G06F7/56, 1985], що містить перший оптоелектронний регістр, розрядна комірка якого містить два оптоелектронних квантуючих модуля і два модулятора, причому в кожній розрядній комірці перші

(19) UA (11) 11296 (13) U

електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптоелектронного квантуючого модуля, крім того, містить другий оптоелектронний реєстр, перший і другий елементи АБО-НІ та регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І та два елементи НІ, причому в кожній розрядній комірці першого і другого оптоелектронних реєстрів оптичні входи перших модуляторів є оптичними виходами розрядної комірки відповідно першого і другого операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними виходами першого і другого елементів І відповідно в першому і другому оптоелектронних реєстрах, вихід першого елемента І з'єднаний оптично з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ - з першим оптичним входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний оптично з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ - з першим оптичним входом четвертого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного реєстра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний із третіми оптичними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичні входи других модуляторів молодших розрядних комірок першого і другого оптоелектронних реєстрів з'єднані відповідно з виходами третього і четвертого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запуску пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента І, а другий нульовий оптичний вхід з'єднаний з виходом другого елемента І, другі входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, вихід першого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а вихід другого - з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою.

Недоліком даного пристрою є виконання операції віднімання для порівняння тільки двох операндів, що зменшує функціональні можливості пристрою.

Відомий оптоелектронний десятковий пристрій [патент України 63750А, кл.7 G06F7/48, 2004р.], який містить регенеративний бістабільний оптрон і n-1 оптоелектронних реєстрів, які складаються з

розрядних комірок, двох елементів І, елемента АБО-НІ і елемента НІ, причому кожна розрядна комірка оптоелектронних реєстрів містить два оптоелектронних квантуючих модулі і два модулятори, причому в кожній розрядній комірці перші електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптоелектронного квантуючого модуля, оптичні входи перших модуляторів є оптичними входами операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними входами першого елемента І, вихід якого з'єднаний оптично з першим входом елемента АБО-НІ і через елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом другого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний також з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного реєстра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний із третіми оптичними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичний вхід другого модулятора молодших розрядних комірок оптоелектронних реєстрів з'єднаний відповідно з виходом другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запуску пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента І першого оптоелектронного реєстра, другий вхід елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, вихід елемента АБО-НІ першого оптоелектронного реєстра з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а також n-вхідний елемент І, входи якого з'єднані з виходами першого елемента І всіх n оптоелектронних реєстрів, починаючи з другого, а вихід з'єднаний з другим нульовим оптичним входом регенеративного бістабільного оптрона, вихід елемента АБО-НІ кожного оптоелектронного реєстра, починаючи з другого, з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці у відповідному оптоелектронному реєстрі пристрою.

Недоліком такого пристрою є вузькі функціональні можливості через відсутність формування рангів чисел при їх відніманні, що унеможливає їх порівняння в подальшому.

Найбільш близьким за технічною суттю є оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел [патент України 66625А, кл.7 G06F7/56, 2004р.], в подальшому поименований як оптоелектронний десятковий пристрій, який містить два

оптоелектронні регістри, два елементи АБО-НІ, чотири елементи І і два елементи НІ, кожна розрядна комірка оптоелектронних регістрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ з'єднаний з першим входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ з першим входом четвертого елемента І, вихід першого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному регістрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному регістрі пристрою, а також RS-тригер і елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шину тактових імпульсів пристрою, причому в кожній розрядній комірці обох оптоелектронних регістрів другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, оптичний вихід першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля молодшої розрядної комірки з'єднаний з входом старшого розряду оптоелектронного квантуючого модуля старшої розрядної комірки, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля кожної розрядної комірки першого і другого оптоелектронних регістрів підключені до входів відповідно першого і другого елементів І, другі входи третього і четвертого елементів І, а також другі входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з прямим виходом RS-тригера, вихід третього і четвертого елементів І підключений до входу зчитування оптоелектронних квантуючих модулів розрядних комірок відповідно першого і другого оптоелектронних регістрів, виходи першого і другого елементів І через елемент АБО з'єднані з R-входом RS-тригера, S-вхід якого підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних регістрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою.

Недоліком даного пристрою є вузькі функціональні можливості, оскільки він не визначає ранги операндів при формуванні їхньої різниці, а також обробляє тільки два операнди.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки оптоелектронного десяткового пристрою, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними забезпечується виконання операції формування рангів групи з n операндів для їх подальшого порівняння, що приводить до розширення функціональних можливостей пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний десятковий пристрій, який містить два оптоелектронні регістри, чотири елементи І, RS-тригер, елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шину тактових імпульсів при-

строю, кожна розрядна комірка оптоелектронних регістрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, S-вхід RS-тригера підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних регістрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою, введено n -вхідний елемент І і додатково ($n-2$) оптоелектронні регістри, кожна розрядна комірка яких містить оптоелектронний квантуючий модуль, перший електричний вхід якого підключений до шини живлення, а другий електричний вхід є інформаційним входом запису розрядної комірки відповідного оптоелектронного регістра, причому кожний з n оптоелектронних регістрів містить два елементи І і блок рангів, який складається з лічильника, RS-тригера і елемента І, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки кожного оптоелектронного регістра підключений до інверсного входу першого елемента І, прямий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера пристрою, а вихід підключений до входу зчитування оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки і до першого входу елемента І блока рангів відповідного оптоелектронного регістра, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки всіх оптоелектронних регістрів з'єднаний з відповідним входом n -вхідного елемента І, а також у кожному оптоелектронному регістрі з'єднаний з першим входом другого елемента І і з S-входом RS-тригера блока рангів, інверсний вихід якого підключений до другого входу другого елемента І, другий вхід елемента І блока рангів кожного оптоелектронного регістра з'єднаний з виходом елемента АБО, інверсний вхід з'єднаний з виходом n -вхідного елемента І, а вихід з'єднаний з входом прямої лічби лічильника блока рангів, інформаційний вхід якого підключений до входу запуску пристрою, а інформаційний вихід є виходом рангу відповідного оптоелектронного регістра, вихід n -вхідного елемента І є виходом сигналу „Кінець” пристрою і з'єднаний також з R-входом RS-тригера, вхід скиду пристрою з'єднаний з R-входами лічильника і RS-тригера блока рангів кожного оптоелектронного регістра, а вихід другого елемента І всіх оптоелектронних регістрів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, причому входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронного квантуючого модуля розрядної комірки кожного з оптоелектронних регістрів.

На кресленні представлена структурна схема оптоелектронного десяткового пристрою.

Оптоелектронний десятковий пристрій містить RS-тригер 1 і оптоелектронні регістри $2_1, \dots, 2_n$ операндів A_1, \dots, A_n відповідно, кожний з яких представлений розрядною коміркою 3, елемента-

ми I 4, I 5 і блоком рангів 6, а кожна розрядна комірка 3 реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ містить оптоелектронний квантуючий модуль 7. Кожен блок рангів 6 реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ містить лічильник 8, RS-тригер 9 і елемент I 10. В оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$ у оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 електричний вихід 11 ознаки нуля першого розряду з'єднаний з інверсним входом елемента I 4 і першим входом елемента I 5, другий вхід елемента I 4 з'єднаний із прямим виходом RS-тригера 1, а другий вхід елемента I 5 з'єднаний з інверсним виходом RS-тригера 9 блока рангів 6.

Пристрій містить також n-розрядні елементи I 12 і АБО 13, причому входами елементів I 12 і АБО 13 є відповідно виходи 11 ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 і виходи елемента I 5 кожного з оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$. Електрично оптоелектронний квантуючий модуль 7 розрядної комірки 3 підключений до шини живлення 14, а вихід елемента I 4 підключений до входу 15 зчитування оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 і до першого входу елемента I 10 блока рангів 6 кожного з оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$.

В оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$ в блоці рангів 6 S-вхід RS-тригера 9 з'єднаний з виходом 11 ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3, а R-вхід з'єднаний з входом 16 скиду пристрою, який також з'єднаний з R-входом лічильника 8, інформаційний вхід 17 якого підключений до входу 18 запуску пристрою, а його вхід 19 прямої лічби з'єднаний з виходом елемента I 10 блока рангів 6. Інформаційні виходи лічильника 8 блока рангів 6 є виходами рангів $20_1, \dots, 20_n$ відповідно оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$.

Входи 21 і 22 є відповідно входами дозволу запису і зчитування пристрою і з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів 7 оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$, до яких підключена також шина 23 тактових імпульсів і настановний вхід 24. Виходи елементів I 12 і АБО 13 з'єднані відповідно з інверсним і другим входами елемента I 10 блока рангів 6 кожного з оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$, в яких електричний вхід 25 запису оптоелектронного квантуючого модуля 7 є входом кожної розрядної комірки 3 оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$, а вихід елемента I 12 є виходом 26 сигналу „Кінець” пристрою і з'єднаний також з R-входом RS-тригера 1, S-вхід якого з'єднаний з входом 18 запуску пристрою.

Оптоелектронний десятиковий пристрій працює в такий спосіб. Перед початком роботи пристрою на його настановний вхід 24 подається сигнал, який встановлює оптоелектронний квантуючий модуль 7 оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ у початковий нульовий стан, а сигнал на вході 16 скиду пристрою встановлює у нульовий стан лічильник 8 і RS-тригер 9 блока рангів 6 у всіх оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$.

По електричному вході 25 запису оптоелектронних квантуючих модулів 7 при наявності відповідного сигналу на вході 21 дозволу запису пристрою у розрядних комірках 3 оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ відбувається запис відповідних

операндів A_1, A_2, \dots, A_n в одиничному нормальному коді: у реєстр 2_1 записується операнд A_1 , у реєстр 2_2 - операнд A_2, \dots , у реєстр 2_n - операнд A_n . До того ж, оптоелектронний квантуючий модуль 7 може містити від 9 розрядів, тобто $m \geq 9$, оскільки він може використовуватись для запису десятикової інформації ($m=9$) або його розрядність m визначається відповідною розрядністю пам'яті. Наприклад, цифра 7 записується в 9-розрядний оптоелектронний квантуючий модуль 7 у такому вигляді: 111111100. Після цього можливе виконання операції порівняння n операндів A_1, A_2, \dots, A_n , що зафіксовані у відповідних оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$.

При надходженні на S-вхід RS-тригера 1 одиничного сигналу тривалістю 1 з входу 18 запуску пристрою відбувається спрацьовування RS-тригера 1 і поява на його прямому виході одиничного сигналу, що надходить одночасно на прямий вхід елемента I 4 всіх оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$. Одночасно за допомогою того ж сигналу зі входу 18 запуску пристрою у лічильник 8 блока рангів 6 кожного оптоелектронного реєстра $2_1, \dots, 2_n$ записується одиниця у молодший розряд, тобто операндам в усіх оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$ присвоюється однаковий ранг 1.

При відсутності одиничного сигналу на інверсному вході елемента I 4, що можливо у випадку, коли у розрядній, комірки 3 відповідного оптоелектронного реєстра $2_1, \dots, 2_n$ знаходиться інформація, одиничний сигнал на виході елемента I 4 викликає спрацьовування (обнулення) розрядної комірки 3 у відповідних оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$, оскільки він одночасно подається на вхід 15 зчитування оптоелектронного квантуючого модуля 7 в усіх оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$ при наявності відповідного сигналу на вході 22 дозволу зчитування пристрою. Останнє призводить до занулення відповідних розрядів оптоелектронного квантуючого модуля 7, починаючи з його старшого розряду.

Крім того, нульовий сигнал на виході 11 ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 кожного оптоелектронного реєстра $2_1, \dots, 2_n$ забезпечує присутність нульового сигналу на виході елементів I 5 та I 12, а стже і на виході елемента I 10 блока рангів 6, оскільки нульовий сигнал буде надходити на його другий вхід з виходу елемента АБО 13, і не змінює нульовий стан RS-тригера 9 блока рангів 6, оскільки подається на його S-вхід. При наявності в усіх оптоелектронних реєстрах $2_1, \dots, 2_n$ інформації на виході елемента I 12 формується нульовий сигнал, який подається на інверсний вхід елемента I 10 блока рангів 6. В результаті нульовий сигнал на виході елемента I 10 не викликає збільшення на одиницю стану лічильника 8 блока рангів 6 в процесі обнулення оптоелектронних квантуючих модулів 7 кожного оптоелектронного реєстра $2_1, \dots, 2_n$.

Одиничний сигнал з прямого виходу RS-тригера 1 надходить доти, поки не з'явиться одиничний сигнал на його R-вході, тобто на виході елемента I 12. Таким чином, в оптоелектронному квантуючому модулі 7 розрядної комірки 3 оптоелектронних реєстрів $2_1, \dots, 2_n$ відбувається послідовне зменшення (зчитування) інформації доти,

поки всі оптоелектронні квантуючі модулі 7 оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$ не обнуляться повністю.

Розглянемо випадок, коли в одному з оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$ інформація стане дорівнювати нулю. Наприклад, раніше це відбудеться в оптоелектронному регістрі 2_1 . Тоді одиничний сигнал на виході 11 ознаки нуля оптоелектронного регістра 2_1 , який з'явиться там, коли обнулиться оптоелектронний квантуючий модуль 7, не змінить нульовий сигнал на виході елемента I 12 і не викличе обнулення RS-тригера 1, а лише припинить надходження сигналу через елемент I 4 на вхід 15 зчитування оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 оптоелектронного регістра 2_1 . Таким чином, оптоелектронний регістр 2_1 є обнуленим.

Одиничний сигнал на виході 11 ознаки нуля оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 оптоелектронного регістра 2_1 подається на вхід елемента I 12, але при нульових сигналах на виходах 11 ознаки нуля всіх інших оптоелектронних регістрів $2_2, \dots, 2_n$ на виході елемента I 12 залишиться нульовий сигнал, який надходить на інверсний вхід елемента I 10 блока рангів 6 всіх оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$, але не є вирішальним для цих елементів. А оскільки на одному з трьох входів (на першому вході) елемента I 10 присутній нульовий сигнал, то в подальшому на його виході зафіксовано нульовий сигнал, який надходить на вхід 19 прямої лічби лічильника 8 блока рангів 6 оптоелектронного регістра 2_1 і не змінює його поточний стан. Отже, в даному випадку операнду A_1 , що був записаний в оптоелектронний регістр 2_1 , буде відповідати ранг, який був зафіксований у лічильнику 8 відповідного блока рангів 6, тобто його ранг дорівнює 1.

Одночасно в оптоелектронному регістрі 2_1 одиничний сигнал з виходу 11 ознаки нуля подається на перший вхід елемента I 5 і S-вхід RS-тригера 9, але одиничний сигнал спочатку з'явиться на виході елемента I 5 і через елемент АБО 13

пройде на другий вхід елемента I 10 блока рангів 6 всіх оптоелектронних регістрів $2_2, \dots, 2_n$. Отже, в усіх оптоелектронних регістрах $2_2, \dots, 2_n$ крім 2_1 , на виході елемента I 10 блока рангів 6 з'явиться одиничний сигнал, який надходить на вхід 19 прямої лічби лічильника 8 блоку рангів 6, що збільшить записаний в них код на одиницю. З деякою затримкою після спрацювання елемента I 5 спрацює RS-тригер 9 в оптоелектронному регістрі 2_1 , а саме, він встановиться в одиничний стан, а на його інверсному виході з'явиться нульовий сигнал, який встановить у нульовий стан елемент I 5. Отже, в подальшому на відповідний вхід елемента АБО 13 надходитиме знову нульовий сигнал.

Обнулення інших оптоелектронних регістрів $2_2, \dots, 2_n$ здійснюється аналогічним чином і буде супроводжуватись появою рангу на відповідному виході 20 ($i=1, \dots, n$). Таким чином буде відбуватися визначення рангів десяткових чисел, записаних в одиничному нормальному коді в оптоелектронних регістрах $2_2, \dots, 2_n$.

У випадку, коли інформація у всіх регістрах $2_1, \dots, 2_n$ дорівнює нулю, одиничний сигнал зафіксується на виході 11 оптоелектронного квантуючого модуля 7 розрядної комірки 3 всіх оптоелектронних регістрів $2_1, \dots, 2_n$. Відповідно далі цей сигнал надходить на n-вхідний елемент I 12, в результаті на його виході з'явиться одиничний сигнал, який надходитиме на інверсний вхід елемента I 10 блока рангів 6 і заборонить появу одиничного сигналу на його виході, а отже, і не буде відбуватися збільшення стану відповідних лічильників 8, тобто ранги операндів A_1, \dots, A_n збільшуватись не будуть. Одночасно одиничний сигнал з виходу елемента I 12 надходить на R-вхід RS-тригера 1 і встановлює його у нульовий стан, що припиняє надходження одиничного сигналу на прямий вхід елемента I 4 в усіх оптоелектронних регістрах $2_2, \dots, 2_n$. До того ж одиничний сигнал на всіх входах елемента I 12 викличе одиничний сигнал на виході 26 пристрою, що є ознакою сигналу „Кінець” та свідчить про закінчення процесу порівняння чисел.

