



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51219 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G02F 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ОПТОЕЛЕКТРОННА ІНТЕГРАЛЬНА СХЕМА ДЛЯ ЦИФРОВИХ АВТОМАТІВ

1

2

(21) u200913491

(22) 24.12.2009

(24) 12.07.2010

(46) 12.07.2010, Бюл.№ 13, 2010 р.

(72) ПРОСКУРІН МИКОЛА ПЕТРОВИЧ

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Оптоелектронна цифрова інтегральна схема (ОЦІС) з оптичними входами і виходами для розподілу (обробки) M вхідних на N вихідних потоків, яка містить матриці регулярних структур світлодіодів (СД) і інтегральних фотоприймачів (ІФП), що сформовані на кристалі Si, причому на один СД припадає 1, 2...4 ІФП, логічні оптичні входи виконані у вигляді M волоконно-оптичних каналів (ВОК) і зв'язані з вхідними 1, 2...M вхідними ІФП, електричний вихід першого з них з'єднаний з анодом першого СД, який має оптичний зв'язок з першим внутрішнім ІФП, електричний вихід першого внутрішнього ІФП - з анодом другого СД, який має оптичний зв'язок з другим внутрішнім ІФП, електричний вихід другого внутрішнього ІФП - з анодом третього СД, який має оптичний зв'язок з третім внутрішнім ІФП, електричний вихід даного ІФП - з анодом вихідного СД, який з'єднано з першим із N вихідних ВОК і є логічним виходом першого з N каналів, сукупність вхідних, вихідних СД, матриць регулярних структур СД і внутрішніх ІФП, що оптично зв'язані, резисторів, контактних площин та електричних зв'язків між ними формує в кристалі

адаптивні мікропотужні оптоелектронні логічні елементи (ОЛЕ) базису 1, 2...4N АБО-НІ, що зв'язані між собою виключно оптично (через прозорий діелектричний матеріал типу SiO<sub>2</sub>) і виконують логічне перетворення вхідного i-го (з M потоків цифрових сигналів) згідно з функцією перетворення в N вихідних каналів, вхідні M ВОК є оптичними (логічними) входами, вихідні N ВОК є оптичними (логічними) виходами ОЦІС, до вхідних і вихідних роз'ємів схеми підключаються стандартні оптичні кабелі, електричне з'єднання контактів матриць між собою забезпечується збиранням (методом перегорнутого кристала або прямого зрощування), металеві контакти ОЦІС (її корпусу) використано для подачі живлення, яка відрізняється тим, що ОЦІС виконана у вигляді функціональних блоків: операційного, у якому використано основні матриці ІФП і СД, і керуючого, у якому використано додаткові матриці ІФП і СД, основні і додаткові матриці ОЦІС виконано таким чином, що кожна випромінювальна матриця має СД з поверхневим виходом випромінювання (ПВВ) в обидва напрямки від підкладки, кожна фотоприймальна матриця має ІФП на обох сторонах підкладки, а кількість додаткових матриць ОЦІС може бути збільшено (зменшено) відповідно до складності цифрового автомата (ЦА) вертикальним їх нарощуванням, а як підкладку матриць СД використано виключно підкладки Si з GaAs острівками (мезами).

Корисна модель належить до галузі оптоелектроніки та стосується конструкції оптоелектронної інтегральної схеми для цифрових автоматів (ЦА) і може бути використана, наприклад, для створення приладів обробки оптичних цифрових потоків у ЦА, волоконно-оптичних системах (лініях) зв'язку (ВОСЗ), інших пристроях на основі використання оптоелектронних логічних елементів з високочастотних (ВЧ) оптопар (створених по мікро- і наноелектронним технологіям) у видимому, інфрачервоному (14), ультрафіолетовому діапазонах випромінювання.

Відома конструкція інтегральної схеми (ІС) у

вигляді пульсуючих інформаційних решіток (пульсирів), що складається з кількох кремнієвих (Si) пластин, зв'язаних між собою оптичним каналом зв'язку за допомогою фотопередавачів і фотоприймачів [1, с.51-77; 2, с.55-73]. Пластина з пульсиром на ній є сукупністю однобітових процесорів (ОП) на електронних елементах, кожен з яких має вісім інформаційних електричних зв'язків - шин, по яким забезпечується вхід /вихід даних від/до сусідніх ОП одного пульсира. Таким чином структура електрично зв'язаних ОП виконує функції логічної обробки (перетворення), зберігання та передачі інформації. Кожна пластина пульсира по перимет-

(13) U

(11) 51219

(19) UA

ру (периферії) має зони оптичного зв'язку, на якій є лінійки світлодіодів (СД) і фотоприймачів (ФП), що зв'язані з сусідніми пульсирами через відкриті (повітряні) канали або оптично прозорі структури (шайби) типу зрощених волоконно-оптичних каналів (ВОК).

Недоліком цієї конструкції є те, що ОП виконано на основі відомих типів електронної логіки ( $T^2L$ ,  $T^2LШ$ , К-МДП,  $I^2L$ , ЕЗЛ, МДН, ін..), зв'язки між ОП (що виконані на металевих доріжках і мають кінцеві значення  $R$ ,  $C$ ,  $L$  параметрів, які впливають на час перемикання  $\tau \sim RC$ ), є нестійкими до впливу електромагнітних завад (ЕМЗ) і можуть порушити роботу ОП і всього пульсиру.

Відомий цифровий пристрій у вигляді оптоелектронної матриці комутації (ОЕМК) на основі оптоелектронних напівпровідникових елементів (ОНПЕ), що входять до її конструкції [3, с.76-79]. ОЕМК включає в собі стандартні набори ІС (може бути виконана як одна гібридна ІС з оптоелектронним блоком), використовується в телекомунікаційному обладнанні для розподілу  $M$  вхідних на  $N$  вихідних напрямків цифрових потоків (ЦП). З кількох  $M$  вхідних ВОК після їх детектування на ФП ці ЦП обробляються стандартними типами цифрових ІС - наприклад на базі  $T^2L$  (або  $T^2LШ$ ,  $I^2L$ , ЕЗЛ, МОП, К-МДП, ін..) та розподіляються на лінійки вихідних СД. ОНПЕ в ОЕМК складено з чотирьох основних частин: одного, двох СД (або більше - у вигляді лінійки СД), кількох ізольованих між собою (кількістю 2,3... 10 і більше)  $p$ - $i$ - $n$  ФД, розташованих під СД (лінійкою СД) на одному кристалі GaAs, області ізоляції та металевих виводів. Розподіл ЦП (комутація  $M$  вхідних на  $N$  вихідних напрямків) проводиться згідно з опитуванням відповідного  $N_i$   $p$ - $i$ - $n$  ФД, що співпадає з номером вихідного каналу  $N_i$ . Після підсилювання сигналу з ФД в підсилювачі фотоструму (ПФ) йде подальша обробка (етап кодування) вихідного ЦП електронними цифровими ІС, підсилення отриманих сигналів та передача їх в оптичну (або в електричну з перетворювачем) у мережу з  $N$  вихідних каналів ОЕМК. Структура  $p$ - $n$  переходу СД ІЧ-діапазону виконана у вигляді гетероструктури на основі  $Al_xGa_{1-x}As$ . Вона має високий квантовий вихід випромінювання і швидкодію, частина її прозора для виходу світла з активного шару  $p$ - $n$  переходу СД, наприклад, в конструкції з поверхневим виходом випромінювання (ПВВ) [4, С.111]. Область прийому ІЧ-випромінювання  $p$ - $i$ - $n$  ФД відповідає вимогам високої чутливості і швидкодії, а ізоляція прозора для ІЧ-випромінювання і виконана на основі діелектричних сполук  $SiO_2$ .

Недоліком цієї конструкції є те, що вхідні оптичні ЦС обробляються в ОЕМК електронними цифровими ІС на базі  $T^2L$  (або  $T^2LШ$ ,  $I^2L$ , ЕЗЛ, МОП, К-МДП, ін..) і мають перетворення сигналів (світловий в електричний) кілька разів та передаються металевими дротоми (на які впливають ЕМЗ).

Прототипом обрано цифровий пристрій з оптоелектронним блоком у вигляді оптоелектронної цифрової інтегральної схеми (ОЦІС) з оптичними входами і виходами [5], яка містить матриці регулярних структур СД та інтегральних ФП (ІФП), що сформовані на кристалах GaAs і Si відповідно,

причому на один СД припадає 1...4 ІФП, логічні оптичні входи виконані у вигляді  $M$  волоконно-оптичних каналів і зв'язані з вхідними 1, 2... $M$  ІФП, електричний вихід першого з них з'єднаний з анодом першого СД, який має оптичний зв'язок з першим внутрішнім ІФП, електричний вихід першого внутрішнього ІФП - з анодом другого СД, який має оптичний зв'язок з другим внутрішнім ІФП, електричний вихід другого внутрішнього ІФП - з анодом третього СД, що має оптичний зв'язок з третім внутрішнім ІФП, електричний вихід третього ІФП (або  $K$ -того ІФП при подовженні кількості логічних елементів) - з анодом вихідного СД, що з'єднаний з першим із  $N$  волоконно-оптичних кабелів і є логічним виходом першого із  $N$  каналів. Сукупність вхідних ІФП [6], вихідних СД у вигляді матриць їх регулярних структур (СД і ІФП, які оптично пов'язані) і резисторів, контактних площин та електричних зв'язків між ними формує в схемі адаптивні мікропотужні оптоелектронні логічні елементи (ОЛЕ) базису  $N$  АБО-НІ [7, 8], що зв'язані між собою виключно оптично і виконують логічне перетворення вхідного  $i$ -го каналу (з  $M$  каналів) згідно з функцією перетворення в  $N$  вихідних каналів. Вхідні  $M$  канали (на основі ВОК) є логічними входами, а вихідні  $N$  (на основі ВОК) - логічними виходами ОЦІС, до її вхідних і вихідних роз'ємів підключені стандартні оптичні кабелі, електричне з'єднання контактів матриць СД і ІФП між собою забезпечено збіркою за методом перегорнутого кристалу або прямого зрощування [9], а металеві контакти ОЦІС використано для подачі живлення.

Недоліками означеної конструкції є: операційний і керуючий блоки функціонально не розділені (характерно для сучасних ЦА) і розташовані в одній і тій же частині ОЦІС; для підкладки СД використано матеріал GaAs (висока ціна); неможливість функціонального нарощування (вертикальне і/або горизонтальне) такої конструкції ОЦІС; мале значення коефіцієнту розгалуження по виходу  $K_{вих}$  для кожного ОЛЕ.

В основу корисної моделі поставлено завдання розробки ОЦІС для ЦА з удосконаленою конструкцією і поліпшеними параметрами, покращеним та розширеними функціональними можливостями ОЦІС шляхом конструкційних удосконалень.

Вирішення завдання корисної моделі досягається тим, що ОЦІС з оптичними входами і виходами (яка використана для розподілу, обробки  $M$  вхідних на  $N$  вихідних потоків), містить матриці регулярних структур СД і ІФП, що сформовані на кристалі Si, причому на один СД припадає 1,2...4 ІФП, логічні оптичні входи виконані у вигляді  $M$  ВОК і зв'язані з вхідними 1, 2... $M$  вхідними ІФП, електричний вихід першого з них з'єднаний з анодом першого СД, який має оптичний зв'язок з першим внутрішнім ІФП, електричний вихід першого внутрішнього ІФП - з анодом другого СД, який має оптичний зв'язок з другим внутрішнім ІФП, електричний вихід другого внутрішнього ІФП - з анодом третього СД, який має оптичний зв'язок з третім внутрішнім ІФП, електричний вихід даного ІФП - з анодом вихідного СД, який з'єднано з першим із  $N$  вихідних ВОК і є логічним виходом першого з  $N$  каналів, сукупність вхідних, вихідних СД, матриць

регулярних структур СД і внутрішніх ІФП, що оптично (через прозорий діелектричний матеріал типу  $\text{SiO}_2$ ) зв'язані, резисторів, контактних площин та електричних зв'язків між ними формує в кристалі адаптивні мікропотужні ОЛЕ базису 1,2...4N АБО-НІ, що зв'язані між собою виключно оптично і виконують логічне перетворення вхідного і-го (із М потоків цифрових сигналів) згідно з функцією перетворення в N вихідних каналів, вхідні М ВОК є оптичними (логічними) входами, вихідні N ВОК є оптичними (логічними) виходами ОЦІС, до вхідних і вихідних роз'ємів схеми підключаються стандартні оптичні кабелі, електричне з'єднання контактів матриць між собою забезпечується збіркою (методом перегорнутого кристалу або прямого зрощування), металеві контакти ОЦІС (її корпусу) використано для подачі живлення, причому ОЦІС виконана у вигляді функціональних блоків: операційного, у якому використано основні матриці ІФП і СД, і керуючого, у якому використано додаткові матриці ІФП і СД, основні і додаткові матриці ОЦІС виконано таким чином, що кожна випромінювальна матриця має СД з ПБВ в обидві напрямки від підкладки, кожна фотоприймальна матриця має ІФП на обох сторонах підкладки, а кількість додаткових матриць ОЦІС може бути збільшено (зменшено) відповідно до складності ЦА вертикальним їх нарощуванням, а у якості підкладки матриць СД використано виключно підкладки Si з GaAs острівками (мезами).

Основний технічний результат і завдання корисної моделі досягнуто за рахунок: виконання ОЦІС у вигляді розділених (характерно для сучасних ЦА) функціональних блоків - операційного (використано основні матриці ІФП і СД) і керуючого (використано додаткові матриці ІФП і СД), кількість додаткових матриць ОЦІС може бути збільшено (зменшено) відповідно до складності ЦА вертикальним їх нарощуванням, основні і додаткові матриці ОЦІС виконано особливим чином: випромінювальні - зі СД з ПБВ в обидві напрямки від підкладки (збільшено ККД випромінювання вдвічі) і фотоприймальні - з ІФП на обох сторонах їх підкладок (збільшено коефіцієнт розгалуження по виходу  $K_{\text{вих}} \text{ОЛЕ}$  вдвічі), а у якості підкладки матриць СД використано виключно підкладки Si з GaAs острівками (мезами).

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових технічних властивостей - шляхом конструкційних удосконалень. розроблена ОЦІС із поліпшеними функціональними параметрами, тобто з підвищеними можливостями та покращеними експлуатаційними характеристиками.

Це забезпечує усій заявленій сукупності ознак відповідність критерію "новизна" та приводить до нових технічних результатів.

Аналоги, які містять ознаки, що відрізняються від прототипу, не знайдені, рішення явним чином не впливає з рівня техніки. Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок, що запропоноване технічне рішення задовольняє критерію "винахідницький рівень".

Ескіз запропонованої структури ОЦІС зображено на Фіг.

Запропонована ОЦІС складається з трьох основних підкладок і кількох додаткових: основна матриця СД - 1; основні матриці ІФП: 2.1 (нижня) і 2.2 (верхня). Додаткові - у вигляді нижньої і верхньої "склеюк", що складаються з двосторонніх додаткових підкладок СД і ІФП (1.1 і 2.3-нижня та 1.2 і 2.4-верхня). На основній підкладці 1 розташована матриця СД (по технології вирощення GaAs мікроострівців (мез) на Si підкладках [10]) з двонаправленим ПБВ [11, 12] розміром  $K \cdot L$  (перший ряд СД, вісь X: 1.1.1, 1.1.2...1.1.K; останній ряд, осі X і Z: 1.L.1, 1.L.2... 1.L.K). Всі СД і ІФП в матрицях (основних, додаткових) є гальванічно ізольованими від інших (наприклад по технології кремній з діелектричною ізоляцією - КзДІ). На основних підкладках ФП-нижня (2.1) і верхня (2.2), що "обгортають" підкладку СД (1) знизу і зверху - розташована матриця ІФП з таким же розміром  $K \cdot L$  (нижня підкладка ІФП-2.1: перший ряд ІФП, вісь X-2.1.1.1, 2.1.1.2... 2.1.1.K і останній ряд нижніх ІФП, вісь X і Z-2.1.L.1, 2.1. L.2... 2.1.L.K); індексація кожного ІФП аналогічна і для основної верхньої підкладки ІФП-2.2. Усі матриці ІФП (основні, додаткові) є двосторонніми, тобто ІФП сформовано з їх обох боків. В ОЦІС основна підкладка матриці СД (1) зсунута вправо відносно основних нижньої і верхньої підкладок ІФП (2.1 і 2.2) на один крок її регулярної структури так, що на підкладці матриці СД (1) з правої сторони є один рядок (по осі Z) вихідних двонаправлених СД (перший 1.1.K, останній 1.L.K), до яких під'єднано N вихідних ВОК (перші: нижній і верхній відповідно - 3.1 і 3.2). Відповідно ліва частина нижньої і верхньої основних підкладок ІФП (2.1 і 2.2) зсунута на один крок регулярної структури ОЦІС відносно основної підкладки матриці СД (1) вліво так, що на кожній з них є по одному рядку вхідних ІФП ОЦІС у вигляді ІФП (для нижньої і верхньої матриць ІФП відповідно: перші 2.1.1.1, 2.2.1.1 і останні 2.1.L.K, 2.2.L.K - по осі Z) до яких під'єднано M вхідних ВОК (перші нижній і верхній відповідно - 4.1 і 4.2). На поверхні усіх підкладок розміщено разом з контактами (5.1) матриць СД, ІФП також резистори (5.2) і металеві шини живлення (5.3). Сукупність таких елементів: один, два...чотири (N) ІФП (з верхньої і нижньої матриць ІФП), що з'єднані через контакти (5.1) з одним СД з ПБВ (1.1.1) і резистор (5.2) в ланцюгу його аноду формують окремий адаптивний мікропотужний ОЛЕ мінімального базису N АБО-НІ ("стрілка Пірса"), перший і останній з яких на основних підкладках СД (1) і ІФП (2.1) виділено тонким рисковим пунктиром (відповідно: 6.1 - вхідний і 6.2 - вихідний ОЛЕ). Основні (1, 2.1, 2.2) і додаткові матриці (1.2, 2.3, 1.3, 2.4) ОЦІС та їх відповідні СД і ІФП мають (наприклад ІФП 2.2.1.2 верхньої основної підкладки ІФП з СД 1.1.1, ін. - сформована схема ОЛЕ N АБО-НІ), або не мають (наприклад ІФП 2.1.1.2 нижньої основної підкладки ІФП СД 1.1.1, ін. - не сформована схема ОЛЕ N АБО-НІ) відповідне електричне з'єднання між собою (для кожного з відповідних контактів СД і ІФП, які знаходяться напроти один одного по вертикалі - вісь Y), що забезпечено збіркою за методом перегорнутого кристалу або прямого зрощування. Кількість додаткових матриць СД (нижні - 1.1, верхні - 1.2) і ІФП

(нижні 2.3, верхні 2.4) у вигляді їх "склеюють", що під'єднанні до основних (2.1 і 2.2) може бути додана (вертикально нарощена) зверху і знизу ОЦІС (чергуванням матриць СД і ІФП), відповідно до складності функції керуючого ЦА (показано трьома крапками зверху і знизу). Таким же чином розміщуються блоки "прошитої" пам'яті (для зчитування команд ЦА), інші потрібні додаткові пристрої.

Зовнішні металеві контакти ОЦІС 7.1 і 7.2, що виходять з її корпусу 8, призначені для підводу живлення. Інформаційні і логічні зв'язки між внутрішніми адаптивними мікропотужними ОЛЕ (сформовані в ОЦІС на основних і додаткових матрицях СД і ІФП) є виключно оптичними між собою і виконані на основі прозорих (9) для 14 випромінювання матеріалів типу  $\text{SiO}_2$ . Вони задані регулярністю структур матриць СД і ІФП та створюються сукупністю мікропотужних оптопар (конструктивна частка ОЛЕ в структурі ОЦІС [10]), а електричні (наприклад між і-им ІФП і п-им СД - можуть бути довільними в рамках сусідніх матриць СД і ІФП та їх "склеюють"). Об'ємна внутрішня структура ОЦІС поділена рисковим пунктиром (вісі X, Z), що вказує на будь-яку розмірність матриць СД і ІФП (надана розмірність K L). Вона задається кількістю СД і ІФП (по вісі X) і кількістю їх рядків (по вісі Z), або відповідною кількістю оптопар. Між всіма матрицями СД і ІФП знаходиться оптично прозорий діелектричний матеріал (9) типу  $\text{SiO}_2$  (зображено світло-сірим кольором), що забезпечує: проходження випромінювання від СД до ІФП з малим коефіцієнтом згасання а на робочій довжині оптичної хвилі  $\lambda$ , і гальванічну розв'язку їх між собою.

Запропонована конструкція ОЦІС для ЦА на базі нового покоління логічних вентилів (мікропотужні ОЛЕ типу N АБО-НІ [8,12]) дозволяє для різних їх типів комбінувати кількість використаних додаткових матриць. Кількість основних матриць СД і ІФП (1, 2.1 і 2.2), що виконують функцію операційної частини ЦА- є постійною в ОЦІС, а кількість додаткових матриць СД і ІФП (1.2, 1.3 і 2.3, 2.4), що виконують функцію керуючої частини ЦА- їх кількість може бути змінна (відповідно до його складності) вертикальним їх нарощуванням. При чому кожна випромінювальна матриця має СД з ПВВ в обидві напрямки від підкладки [11], кожна фотоприймальна матриця має ІФП [6] на обох сторонах підкладки, а для матриць СД використано підкладки Si з GaAs острівками (мезами) [10], що суттєво знижує собівартість ОЦІС.

Запропонована конструкція ОЦІС на базі адаптивних мікропотужних ОЛЕ типу N АБО-НІ [8, 12] працює наступним чином.

При відсутності вхідних сигналів (нульова комбінація сигналів на M оптичних входах 4.1 і 4.2 ОЦІС) на всіх вхідних ІФП (наприклад 2.1.1.1 і 2.2.1.1, ін.) та при поданні напруги живлення на зовнішні контакти ОЦІС (7.1 і 7.2) в перший момент часу t всі СД в ОЛЕ з їх оптичних виходів (на основних і додаткових матрицях СД 1, 1.1 і 1.2) починають випромінювати світло (знаходяться у стані логічної "1"). Оскільки ОЛЕ пов'язані між собою, то ті з них, на оптичні входи (у вигляді ІФП) яких світло з СД потрапить у наступний момент часу t+1, перейдуть у стан логічного "0" (і так далі по ланцю-

гу зв'язків між ОЛЕ до перемикання останнього ОЛЕ) до встановлення почального стану функціональної і керуючої частини ЦА у вигляді основних матриць СД (1) і ІФП (2.1 і 2.2) і додаткових матриць СД (1.1, 1.2) і ІФП (2.3 і 2.4) ОЦІС. При наявності ненульової комбінації вхідних сигналів на M оптичних входах ОЦІС (4.1 і 4.2) на деяких вхідних ІФП ОЦІС (наприклад 2.1.1.1 і 2.2.1.1, ін.) вхідні ІФП продетектують їх і перемикнуть вихідні СД відповідних ОЛЕ в стан логічного "0" (і далі по ланцюгу зв'язків між ними до перемикання останнього ОЛЕ), що приведе до переходу в момент часу t+1 до почального стану функціональної частини ЦА. Але після включення ОЦІС (момент часу t+1) управління станами операційної частини ЦА візьме на себе керуюча частина ЦА у вигляді додаткових матриць СД (1.1, 1.2) і ІФП (2.3 і 2.4) ОЦІС. Вона після включення ОЦІС починає розгорнати алгоритм (у вигляді послідовності станів керуючої частини ЦА), що призводять до відповідної появи послідовності станів операційної частини ЦА та виконання основного завдання-обробки M вхідних ЦП у N вихідних потоків.

Алгоритм перемикання ЦА відповідає визначеній функції ОЦІС, що виконує операційна частина під управлінням керуючої частини. Кожному вхідному "слову" ЦА (у вигляді комбінації вхідних оптичних сигналів з M вхідних потоків на її входах 4.1 і 4.2) може відповідати визначений стан ЦА і його вихідне "слово" (у вигляді комбінації вихідних оптичних сигналів відповідних N вихідних потоків на виходах ОЦІС 3.1 і 3.2), а ЦА може бути виконано у вигляді автомата Мура, Мілі або С-автомата.

На підставі вищезазначеного можливо зробити висновок про відповідність критерію "Промислова придатність" запропонованої корисної моделі - "Оптоелектронна інтегральна схема для цифрових автоматів".

Джерела інформації.

1. Кузьо Н.М. Пульсирующие информационные решетки [Текст] / Н.М.Кузьо, М.Н.Русин, В.И.Шмойлов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2001. - №1. - С.51-78.

2. Шмойлов В.И. Пульсирующие информационные решетки с матричной коммутацией [Текст] / В.И. Шмойлов, М.Н. Русин, Н.М. Кузьо // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2003. - №1-2 (5-6). - С.55-73.

3. Гребнев А.К. Оптоэлектронные элементы и устройства [Текст] / А.К.Гребнев, В.Н.Гридин, В.П.Дмитриев. - М.: Радио и связь, 1998. - 336с.

4. Свечников, СВ. Волоконно-оптические линии связи - ВОЛС [Текст] / Справочник под ред. С.В.Свечникова, Л.М.Андрушко, - К.: Техника, 1988. - 239с.

5. Патент на корисну модель № 10133. Україна, МПК<sup>8</sup> G02F3/00. Цифровий пристрій з оптоелектронним блоком [Текст] / Проскурін М.П., Білявська О.С., Демиденко О.О. заявники і патентовласники.-№ u2005 00239; заявл.11.01.2005; опубл. 15.11.2005, Бюл.№11. - 4с: іл.

6. Декл. Пат. №68540А. Україна, МПК<sup>8</sup> G02F3/00. Інтегральний фотоприймальний пристрій [Текст] / Білявська О.С., Костенко В.Л., Про-

скурін М.П. заявники і патентовласники.- №20033076496; заявл. 11.07.2003; опубл. 16.08.2004, Бюл. №8. - 3с: іл.

7. Кожемяко В.П. Функциональные элементы и устройства оптоэлектроники [Текст] / В.П. Кожемяко, Л.И. Тимченко, Г.Л. Лысенко, Ю.Ф. Кутаев. - К.:УМКВО, 1990. - 251с.

8. Декл. Пат. №39326А. Україна, МПК<sup>8</sup> G02F3/00. Оптоелектронний логічний елемент N АБО-НІ адаптивного типу PROS [Текст] / Проскурін М.П. заявник і патентоутримувач - №2000031755; заявл.28.03.2000; опубл. 15.06.2001, Бюл. №5. - 4с: іл.

9. Готра З.Ю. Справочник по технологии микрорелектронных устройств [Текст] / З.Ю. Готра - Львов: Каменяр, 1986. - 288с.

10. Осинский, В.И. Проблемы интеграции структур гетерозелектроники с кремниевыми ИС

[Текст] / В.И.Осинский, П.Ф. Алексенко, А.В.Палагин, В.В.Зубарев, В.В.Луговский, В.М.Бондаренко, Ю.Е.Николаенко, В.Г.Вербицкий, А.А.Воронько, С.В.Бобженко, А.А.Мержвинский // Технологии и оборудование в электронной аппаратуре. - Одеса. - 1999. - №1. - С.3-17.

11. Пат на корисну модель. №19211. Україна, МПК<sup>8</sup> G02F3/00. Інтегральний світлодіод з підвищеним коефіцієнтом корисної дії [Текст] / Проскурін М.П., Білявська О.С. заявники і патентовласник - №u2006050800; заявл. 10.05.06; опубл. 15.12.2006, Бюл. №12. - 3с: іл.

12. Проскурін, М.П. Мікропотужні оптоелектронні логічні елементи цифрових інтегральних схем на твердотільних світловипромінюючих і фотоелектричних приладах [Текст] / М.П. Проскурін// Автореферат дисертації. - Одеса: ОНПУ, 2007. - 20с.

