

Винахід відноситься до області обробки оптичної інформації і може використовуватись для двовірної розгортки світлового променя за довільним законом, а також для двовірних зміщень всього зображення.

Відомий пристрій - цифровий електрооптичний дефлектор, який складається із електрооптичного перемикача, що являє собою комірки Покельса і Керра, а також двоякозаломлюючий елемент - кристал кальциту або призма Волластона [Акаев А.А., Майоров С.А. Когерентные оптические вычислительные машины. Л.: Наука, 1977].

Недоліками аналогу є необхідність застосування джерела когерентного поляризованого випромінювання, обмежені функціональні можливості, оскільки пристрій не має можливості розгортати в площині (зсувати по довільній траєкторії) все зображення, а тільки одну його точку (промінь світла), значні габарити для отримання пристроїв з великими апертурами, виключена можливість циклічно зсувати зображення.

Відомий пристрій для перемикачів променю світла, який складається із послідовно розташованих електрооптичних кристалів і двопронезаломлюючих елементів [Авт. св. СРСР №316146, кл. Н 01 S 3/10, опублік. 1971].

Недоліками цього пристрою є конструктивна складність, обумовлена великою кількістю електрооптичних кристалів і двопронезаломлюючих елементів, обмежена область застосування за рахунок необхідності використання когерентного поляризованого світла, високих напруг, необхідних для роботи електрооптичних кристалів і двопронезаломлюючих елементів, а також значні втрати випромінювання, що проходить через послідовно розташовані електрооптичні кристали та двопронезаломлюючі елементи.

Найбільш близьким по технічній суті до пристрою, що заявляється, є пристрій для перетворення зображення, який складається із світлоділительних і світлооб'єднувальних блоків, блоку зсуву зображення, двох оптичних затворів, при цьому вхід світлоділительного блоку є входом пристрою, а вихід світлооб'єднуючого блоку є виходом пристрою, перший вихід світлооб'єднувального блоку через перший затвор з'єднаний із першим входом світлооб'єднувального блоку, другий вихід світлоділительного блоку з'єднаний із другим входом світлооб'єднувального блоку через блок зсуву зображення, що виконаний у вигляді шестигранної призми, в основі якої лежить шестикутник із сторонами, які мають розміри пропорційні величинам  $2^{k-1}$ ,  $N \cdot 2^{k-1}$ ,  $2^k / \sqrt{2}$ ,  $N \cdot 2^{k-1}$ ,  $2^{k-1}$ ,  $\sqrt{2} / (N - 2^{k-1})$ , де  $K = \log_2 N$ , а  $N$  - число, що визначає кількість дискретних позицій зсуву зображення, протилежні кути шестикутника мають  $90^\circ$  і  $135^\circ$  відповідно при цьому грані призми шириною  $2^k / \sqrt{2}$  і  $\sqrt{2} / (N - 2^{k-1})$  є відображаючими, а грані шириною  $N \cdot 2^{k-1}$  є входом і виходом блоку зсуву зображення відповідно [Авт. св. СРСР №1408444, опублік. 1988].

Недоліками пристрою є складна конструкція і апаратні затрати, так як кожен вузол пристрою складає світлоділительні і світлооб'єднувальні блоки і два оптоелектронних затвори, а також великі енергетичні втрати оптичних сигналів, що пов'язано (з діленням в кожному світлоділительному і світлооб'єднувальному блоках оптичного потоку на два однакової інтенсивності, через що коефіцієнт пропускання затворів значно менше одиниці).

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою для перетворення зображення, в якому шляхом введення нових блоків досягається спрощення пристрою, що дозволяє зменшити апаратні затрати.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для перетворення зображень, який містить блок зсуву зображення, введено два оптичних двопозиційних перемикачі світлового потоку, кожен з яких виконаний у вигляді фазово-трансформаційного інтерференційного реверсивного відбивача світла, що являє собою "сендвіч" - структуру, яка складається із рамки з закріпленням на ній матеріалом і плоского нагрівача із схемою термостабілізації, шару оксиду ванадію  $VOx$  ( $k = 1-2,5$ ), нанесеного на металеве дзеркало-відбивач світла і на підкладку, виконану із слюди товщиною в межах 100 мкм, оптичний вхід першого з яких є входом пристрою, а перший оптичний вихід з'єднаний із першим входом другого оптичного двопозиційного перемикача, другий вхід якого через блок зсуву зображення з'єднаний з другим оптичним виходом першого двопозиційного перемикача світлового потоку, вихід другого із них є виходом пристрою, при цьому перші керуючі електроди оптичних двопозиційних перемикачів з'єднані з шиною нульового потенціалу, а другі керуючі електроди з'єднані між собою і є керуючим входом пристрою.

На фіг.1 представлена схема пристрою; на фіг.2 - схема оптичного блоку.

Пристрій (фіг.1) містить джерело 1 вхідного зображення,  $n$ -оптичних блоків 2, розташованих паралельно вертикальній площині,  $m$ -оптичних блоків 3, розташованих паралельно горизонтальній площині,  $p$  керуючих входів 4, при цьому джерело 1 вхідного зображення оптично зв'язане із входом блоку 2, всі оптичні блоки 2 і 3 розташовані послідовно один за одним вздовж напрямку розповсюдження оптичного випромінювання, вихід останнього блоку 3 є виходом пристрою, керуючі електроди 5 оптичних блоків 2,3 з'єднані з шиною нульового потенціалу.

Оптичний блок 2, 3 (фіг.2) складається із оптичних двопозиційних перемикачів 9, 10 світлового потоку, блоку зсуву зображення (далі в тексті - зсувач) 11, відбивача 12, при цьому входом 13 оптичного блоку є вхідна апертура оптичного двопозиційного перемикача 9, перший вихід якого оптично зв'язаний з першим входом оптичного двопозиційного перемикача 10, вихід якого є виходом 14 оптичних блоків 2, 3, другий вихід оптичного двопозиційного перемикача 9 через зсувач 11, відбивач 12 оптично зв'язаний із другим входом оптичного двопозиційного перемикача 10, електроди 5, 7 оптичних двопозиційних перемикачів 9, 10 з'єднані між собою і з шиною нульового потенціалу, два других електроди 4, 6 з'єднані між собою і є керуючим входом пристрою.

Зсувач 11 являє собою призму, в основі якої лежить шестикутник ABCDEF, два протилежних кути якого  $\hat{ABC}$  і  $\hat{DEF}$  мають по  $90^\circ$ , а інші кути ( $\hat{BCD}$ ,  $\hat{CDE}$ ,  $\hat{EFA}$  і  $\hat{FAB}$ ) мають по  $135^\circ$ .

Оптичний двопозиційний перемикач світлового потоку може діяти в одному із трьох режимів - повного відбивання, повного пропускання часткового відбивання. Він складається із підкладки, що має високий

коефіцієнт пропускання на робочій довжині хвилі, значну теплопровідність і малу теплоємність.

На підкладку методами вакуумної технології нанесена плівка нестехіометричного оксиду ванадію товщиною 0,5-1 мкм. Зміна відбиваючих властивостей плівки відбувається при її нагріванні (охлажденні) вище (нижче) температури фазового переходу ( $T_{ф.п} \cong 70^\circ\text{C}$ ). Це здійснюється за допомогою кільцевого термоелектричного елемента приклеєного по периметру сапфірової підкладки теплопровідним клеєм (Б.П. Захарченя, Ф.А. Чудновский, З.И. Шейнгольц. Фазовый переход металл-полупроводник и обработка оптической информации. - Радиоэлектроника и связь: Знание, N1, 1986). Перемикання із режиму нагріву в режим охолодження відбувається -при зміні напрямку струму, що протікає через термоелемент. В режимі повного пропускання або відбивання світлового потоку немає необхідності в стабілізації температури плівки. Достатньо лише охолодити її нижче області гістерезису ( $T \cong 60^\circ\text{C}$ ), то реалізується повне пропускання - напівпровідниковий стан, якщо нагріти вище температури фазового переходу ( $T > 70^\circ\text{C}$ ), то здійснюється повне відбивання - металевий стан. Сучасні малогабаритні термоелектричні елементи мають час перемикання "нагрів-охолодження" в межах однієї мілісекунди, що дає змогу забезпечити частоту комутації оптичних каналів порядку 1 кГц.

Пристрій працює таким чином.

Якщо необхідно здійснити розгортку по полю розміром N дискрет по вертикалі і M дискрет по горизонталі, то ці розміри (N x M) визначають габарити елементів оптичних блоків. Вхідна 13 і вихідна 14 апертури оптичного блоку повинні мати розмір не менше N x M.

Оптичне зображення, яке потрапляє на вхід 13 оптичного блоку 2 або повністю відбивається оптичним двопозиційним перемикачем 9 і потрапляє на зсувач 11, потім на відбивач 12 і оптичний двопозиційний перемикач 10, або повністю пропускається оптичним двопозиційним перемикачем 9 (напівпровідниковий стан), потрапляючи на другий оптичний двопозиційний перемикач 10 і далі на вихід 14.

При нульовому сигналі на керуючих входах 4, 6 плівки оптичних двопозиційних перемикачів 9, 10 охолоджені і реалізується повне пропускання оптичного зображення, яке потрапляє на вхід 13 через перший оптичний двопозиційний перемикач 9 та другий оптичний двопозиційний перемикач 10, на вихід 14 оптичного блоку - без змін. При подачі на керуючі входи 4, 6 одиничного сигналу по термоелементним оптичним двопозиційним перемикачам 9, 10 протікає струм, плівка нагрівається і перший оптичний двопозиційний перемикач 9 повністю відіб'є вхідне оптичне зображення 13 на зсувач 11, з якого зображення потрапляє на відбивач 12, другий оптичний двопозиційний перемикач 10, відбившись від останнього на вихід 14 оптичного

блоку 2, отримавши циклічний зсув по осі Y на відстань  $2^{i-1}$  дискрет ( $i = \overline{1, n}$ ). В горизонтально розташованих оптичних блоках 3 буде відбуватися циклічний зсув по осі X на відстань відповідно  $2^{j-1}$  дискрет ( $j = \overline{1, m}$ ).

Оптичний блок 2<sub>1</sub> виконує циклічний зсув вхідного зображення на один дискрет, 2<sub>2</sub> - два дискрета, 2<sub>3</sub> - чотири дискрета, 2<sub>4</sub> - вісім дискретів і т.д. по осі Y. Аналогічно оптичний блок 3<sub>1</sub> виконує циклічний зсув вхідного зображення на один дискрет, 3<sub>2</sub> - два дискрета, 3<sub>3</sub> - чотири дискрета, 3<sub>4</sub> - вісім дискретів і т.д. по осі X. Величина вертикального і горизонтального зсувів вхідного зображення лінійно залежать від кодів на керуючих електродах 4, 6 і визначаються

$$\Delta N = \sum_{i=1}^n a_i \cdot 2^{i-1}; \Delta M = \sum_{j=1}^m b_j \cdot 2^{j-1},$$

де  $\Delta N$ ,  $\Delta M$  - величини відповідно вертикального і горизонтального зсувів,  $i = 1_2, n_2$ ;  $J = 1_3, m_3$  - номери вертикальних і горизонтальних блоків,  $a_i, b_j$  - значення сигналів на керуючих електродах 4 і 6 ( $a_i, b_j \in \{0, 1\}$ ).

Таким чином, подаючи на керуючі електроди 4, 6 в певній закономірності сигнали (коди), на вихідній апертурі можна отримати розгортку променя за довільним законом.

Направивши промінь світла на верхню ліву комірку дискретного простору вхідної апертури пристрою і подаючи на керуючі входи 4, 6 імпульси від додаваючого і віднімаючого лічильників, можна отримати розгортку променя за типом телевізійного. При модулюванні променя світла вхідного джерела за законом зміни яскравості точок довільного зображення при його скануванні отримуємо пристрій відображення оптичної інформації.

Доведемо, що поставлена мета досягнута. Нехай на вхідну апертуру пристрою - прототипу поступає світловий потік  $\Phi$ . Так як оптичний блок складається із світлоділильної, світлооб'єднувальної - призм і оптоелектронних затворів, тоді світловий потік на виході одного оптичного блоку визначиться

$$\Phi_1 = \rho \cdot \rho \cdot \tau \cdot \Phi = \\ = \rho^2 \cdot \tau \cdot \Phi \approx 0,225 \cdot \Phi.$$

де  $\rho \approx 0,8$  - коефіцієнт відбивання світлового потоку світлоділильної і світлооб'єднувальної призм;  $\tau \approx 0,9$  - коефіцієнт пропускання оптичного сигналу оптоелектронного затвору.

Оскільки в пристрої, що заявляється, відсутні оптоелектронні затвори, а роль світлоділильної і світлооб'єднувальної призм виконують оптичні двопозиційні перемикачі 9, 10, то при незмінному на вході 13 світловому потоці  $\Phi$  на виході 14 оптичного блоку 2, 3 маємо світловий потік:

$$\Phi_2 = \rho_n \cdot \rho_n \cdot \Phi = \rho_n^2 \cdot \Phi \approx 0,81 \cdot \Phi,$$

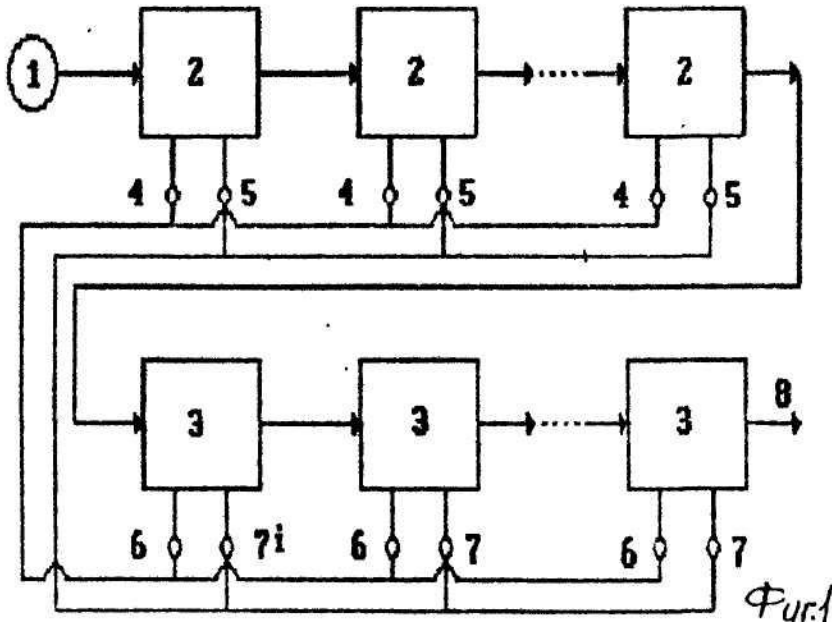
де  $\rho_n \approx 0,9$  - коефіцієнт відбивання світлового потоку оптичного двопозиційного перемикача 9,10. Отже, світловий потік на виході 14 одного оптичного блоку 2, 3 запропонованого пристрою, який складається із двох оптичних двопозиційних перемикачів 9, 10 (один із яких - 9 виконує роль світлоподілювача, другий 10 - світлооб'єднувача), зсувача 11 і відбивача 12, більше світлового потоку на виході одного оптичного блоку

пристрою прототипу в  $= \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{0,81 \Phi}{0,225 \Phi} = 3,6$  рази. Оскільки весь пристрій складається із n + m

оптичних блоків 2, 3, то при незмінному світловому потоці на вході 13, вихідний 14 світловий потік запропонованого пристрою більше світлового потоку на виході пристрою - прототипу в  $(3,6)^{n+m}$  рази (n - кількість оптичних блоків 2, які зміщують зображення по осі Y; m - кількість оптичних блоків 3, які зміщують зображення по осі X). Це означає, що коли потрапляє на оптичні входи пристрою прототипу - і пристрою, що заявляється, світлового потоку  $\Phi$  на виході другого оптичного блоку 2<sub>2</sub> пристрою прототипу отримаємо потік:

$$\Phi = 0,225^2 \cdot \Phi = 0,05 \cdot \Phi,$$

а такий самий потік  $\Phi' = 0,81^{14} \cdot \Phi = 0,05\Phi$  отримаємо на виході 14 оптичного блоку 2<sub>14</sub> пристрою, що заявляється. Два оптичні блоки виконують циклічний зсув вхідного зображення на три дискрети, а чотирнадцять блоків здійснюють циклічний зсув вхідного зображення на 16383 дискрети. Це свідчить про те, що пристрій, який заявляється виконує циклічний зсув на 16380 дискретів більше, ніж пристрій-прототип при однаковому вихідному світловому потоці ( $\Phi' = 0,05\Phi$ ).



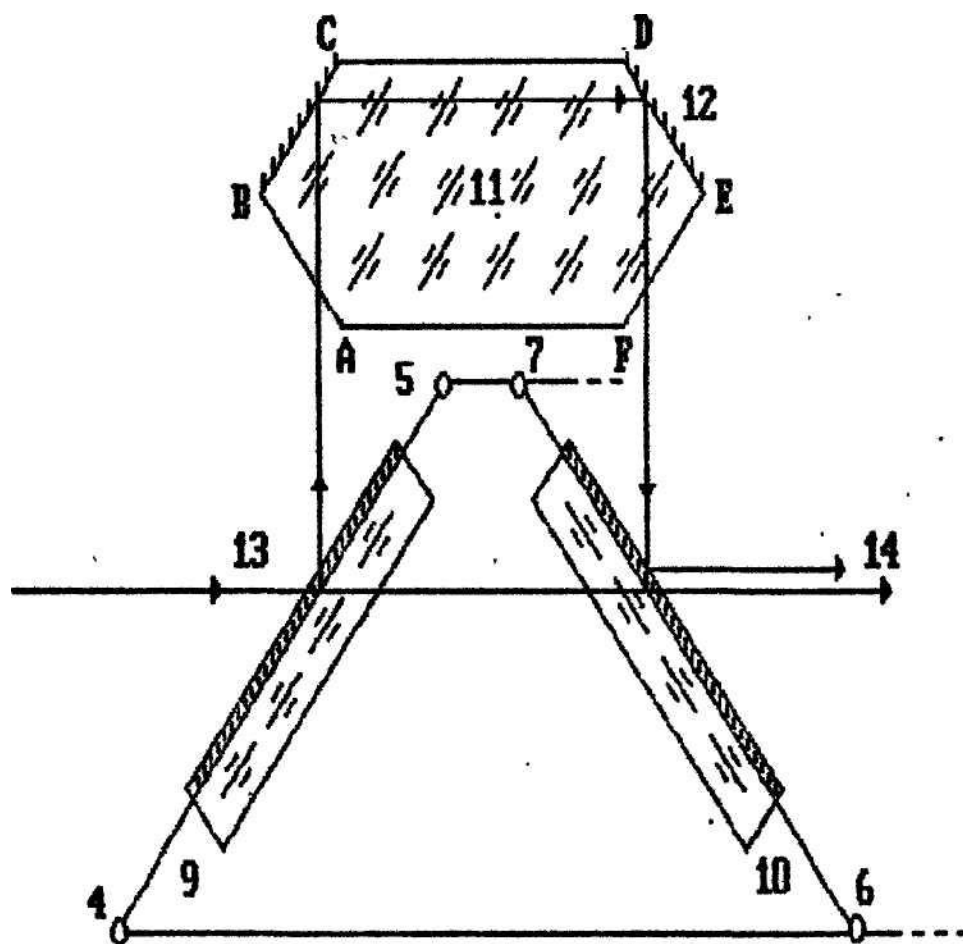


Fig. 2