



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39326 (13) A

(51) 6 G02F3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ЛОГІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ N АБО-НІ АДАПТИВНОГО ТИПУ - PROS

(21) 2000031755

(22) 28.03.2000

(24) 15.06.2001

(33) UA

(46) 15.06. 2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Проскурін Микола Петрович

(73) Проскурін Микола Петрович

(57) Оптиoeлектронний логічний елемент (ОЕЛЕ) N АБО-НІ адаптивного типу, до складу якого входять фотодетектор, узгоджувальний резистор, джерела живлення та запірної напруги, вхідний та вихідний світловоди, світломодулюючий елемент у вигляді першого швидкодіючого світлодіода, при цьому логічним входом ОЕЛЕ є вхідний світловід, оптично з'єднаний з фотодетектором, перший вивід якого підключений до другого виводу узгоджувального резистора і до анода світлодіода, перший вивід узгоджувального резистора підключений до позитивного полюса джерела живлення, другий вивід фотодетектора підключений до негативного полюса джерела запірної напруги, позитивний полюс якого підключений до катода першого швидкодіючого світлодіода і до негативного полюса джерела живлення, оптичним логічним виходом, інверсним,

ОЕЛЕ є вихідний світловід, оптично з'єднаний з швидкодіючим світлодіодом, який відрізняється тим, що додатково введені N-1 фотодетекторів із N-1 світловодами, які є логічними входами ОЕЛЕ, які оптично з'єднані один з одним, другий швидкодіючий світлодіод, другий вихідний світловід, які оптично з'єднані один з одним, третій змінний вивід узгоджувального резистора, причому всі фотодетектори виконані у вигляді швидкодіючих p-n-p (p-n-p) фототранзисторів і анод першого швидкодіючого світлодіода підключений до першого змінного виводу узгоджувального резистора і до електрично з'єднаних всіх N колекторів (емітерів) p-n-p (p-n-p) фототранзисторів, емітери (колектори) всіх N p-n-p (p-n-p) фототранзисторів електрично з'єднані і підключені до анода другого швидкодіючого світловипромінюючого діода, катод якого підключений до негативного полюса джерела запірної напруги, а всі N баз p-n-p (p-n-p) фототранзисторів електрично з'єднані і підключені до другого змінного виводу узгоджувального резистора, N оптичними логічними входами є N вхідних світловодів, а другим логічним оптичним виходом, неінверсним, - другий вихідний світловід ОЕЛЕ.

Винахід належить до області оптоелектроніки та може бути використаний для реалізації оптоелектронних логічних елементів (ОЕЛЕ) N АБО-НІ у складі оптоелектронних інтегральних схем (ОІС).

Реалізація оптоелектронних логічних елементів, в т.ч. ОЕЛЕ N АБО-НІ адаптивного типу може призвести до значного підвищення швидкодії обчислювальних пристроїв, збільшенню перешкодостійкості, надійності, спрощенню їх конструкції, зниженню потужності, що споживається одним вентиляем, підвищення адаптивності в умовах обробки цифрових оптичних сигналів з різними параметрами їх оптичної потужності, а після цього - до утворення й розвитку "оптоелектронної" елементної бази цифрових оптоелектронних адаптивних логічних пристроїв.

Відомий ОЕЛЕ, що реалізує логічну функцію 2АБО-НІ (1, стор. 81, мал. 3.16 е). ОЕЛЕ містить: два вхідних світловоди, які оптично з'єднані з двома фотодетекторами (м.б. фото-резистор, -діод, -транзистор, ін.), формуючий підсилювач (ФП), джерела: двополярної напруги із загальною ши-

ною (середньою точкою) і джерело струму, причому перші виводи обох фотодетекторів електрично з'єднані з негативним полюсом джерела напруги, другі виводи обох фотодетекторів електрично з'єднані з першим виводом джерела струму і з першим електричним виводом ФП, другий електричний вивід ФП з'єднаний з загальною шиною (середньою точкою) джерела двополярної напруги, другий вивід джерела струму підключений до позитивного полюса джерела напруги, логічним виходом ОЕЛЕ є третій електричний вивід ФП.

Пристрій дозволяє реалізувати логічну функцію 2 АБО-НІ з двома вхідними оптичними змінними X1, X2. Для реалізації функції N АБО-НІ, де N=3...K вхідних змінних, до даної схеми достатньо електрично підключити K-2 фотодетекторів паралельно двом вхідним.

Недоліками означеного ОЕЛЕ є: недостатня швидкодія та ускладнення конструкції із-за наявності ФП в ОЕЛЕ, який складається з n=1..3 каскадів підсилення, зібраних на транзисторах інших елементах (резисторах) та зв'язків між ними, що

(19) UA (11) 39326 (13) A

вносять вагому часову затримку в кожному каскаді і в цілому; відсутність вихідних оптичних логічних виходів (на вході - оптичний сигнал, на виході - електричний) наприклад, для отримання інверсного оптичного сигналу в даній схемі потрібно електрично підключити до виходу ФП відповідний світловипромінюючий елемент (світлодіод та ін. типи випромінювачів); більш ніж два джерела напруги (до трьох різних одиниць електричних джерел для ОЕЛЕ).

Найближчим по сукупності ознак до винаходу, що заявляється, є оптичний інвертор (інакше схема 1 АБО-НІ) по патенту на винахід України 210180А, дата 07.10.97 р. що є винаходом автора цієї заявки.

Оптичний інвертор має світломодулюючий елемент у вигляді швидкодіючого світловипромінюючого діода, анод якого підключений до першого виводу фотодетектора і до першого виводу узгоджуючого резистора, другий вивід узгоджуючого резистора підключений до позитивного полюса джерела живлення, другий вивід фотодетектора підключений до негативного полюса джерела запірної напруги, позитивний полюс якого підключений до катода швидкодіючого світловипромінюючого діода і до негативного полюса джерела живлення, причому логічним оптичним входом інвертора є вхідний світловід, що оптично з'єднаний з фотодетектором, а логічним оптичним виходом є вихідний світловід, що оптично з'єднаний з світловипромінюючим діодом. Оптичний інвертор виконує логічну функцію НІ по відношенню до вхідного оптичного сигналу та має підвищену швидкодію із-за відсутності кількох каскадів ФП.

Вищеозначена оптоелектронна схема має декілька недоліків, а саме: у логічного елемента відсутній прямий (не інверсний) оптичний вихід; відсутня можливість змінювати, адаптувати чутливість фотодетектора (наприклад, при зменшенні інтенсивності оптичного сигналу по оптичному входу); відсутня можливість змінювати, адаптувати інтенсивність оптичного випромінювання у СД по оптичному виходу (наприклад, при потребі збільшити інтенсивність випромінювання у оптичному виході).

Окрім вищевказаних конструктивно-технологічних недоліків, означена оптоелектронна логічна схема має функціональний недолік, а саме: відсутня можливість забезпечити мінімальний елементний базис в рамках одного універсального схемного рішення ОЕЛЕ (елемент 1-ї мінімальної бази N І-НІ, елемент 2-ї мінімальної бази N АБО-НІ, де  $N=1,2,...K$  - будь яке необхідне число логічних входів для K вхідних змінних (1, стор. 83), (2, стор. 29), (3, стор. 21).

В основу винаходу поставлене завдання створення схеми ОЕЛЕ N АБО-НІ універсального типу (як достатнього схемного рішення одного з двох мінімальних базисів функціонально повного набору для оптоелектронної мікросхемотехніки) з розширеними функціональними і адаптивними можливостями: додатковим неінверсним оптичним виходом, можливостями адаптувати, змінювати оптичну чутливість та швидкодію по входу/виходу ОЕЛЕ і інтенсивність вихідного оптичного сигналу по виходу.

Для рішення завдання в оптичний інвертор (ін. схема 1 АБО-НІ), в складі якого: фотодетектор у вигляді p-n-p (p-n-p) фототранзистора, узгоджувальний резистор, джерело живлення, джерело запірної напруги, вхідний, вихідний світловід, світломодулюючий елемент у вигляді швидкодіючого світловипромінюючого діода, додатково введені: N-1 p-n-p (p-n-p) швидкодіючих фототранзисторів для N вхідних змінних і другий світломодулюючий елемент у вигляді швидкодіючого світловипромінюючого діода (СД) для прямого (неінверсного) оптичного логічного виходу, причому усі N виводів емітерів p-n-p (колекторів p-n-p) фото транзисторів з'єднані між собою і з анодом другого СД, катод якого з'єднаний з негативним полюсом джерела запираючої напруги, усі N виводів колекторів p-n-p (емітерів p-n-p) фототранзисторів з'єднані між собою і з анодом першого СД і з другим змінним виводом узгоджувального резистора, усі N виводів баз p-n-p (баз p-n-p) фототранзисторів з'єднані між собою і з третім змінним виводом узгоджувального резистора, перший незмінний вивід якого з'єднаний з позитивним полюсом джерела живлення негативний полюс джерела живлення з'єднаний катодом першого СД і з позитивним полюсом джерела запірної напруги, логічними оптичними входами ОЕЛЕ N АБО-НІ є N вхідних оптичних світловідів фототранзисторів, логічними оптичними виходами є відповідно світловід першого СД (інверсний) і світловід другого СД (неінверсний), а узгоджувальний резистор має три виводи: незмінний перший та змінні - другий і третій.

Використання для схеми ОЕЛЕ додатково N-1 швидкодіючих фототранзисторів, введення другого швидкодіючого СД з вихідним світловідом, введення узгоджуючого резистора з першим незмінним та другим і третім змінними виводами для застосування ланцюга зв'язку по регулюванню чутливості фототранзисторів і їх швидкодії шляхом вибору їх робочої точки і керованого подання в їх бази струму Іб та введення можливості змінювати інтенсивність випромінювання обох СД дозволяє створити ОЕЛЕ універсального типу (елемент N АБО-НІ однієї мінімальної бази) з розширеними функціональними і адаптивними можливостями без істотного ускладнення конструкції.

Даний ОЕЛЕ N АБО-НІ відносно простий, технологічний і може бути виготовлений на відомому обладнанні.

ОЕЛЕ N АБО-НІ, що заявляється, представлений на кресленні.

Перший швидкодіючий СД 1.1 має перший вихідний світловід 2.1, що є першим оптичним логічним виходом (інверсним) ОЕЛЕ, джерело живлення 3, позитивний полюс якого підключений до першого незмінного виводу узгоджувального резистора 5, другий змінний вивід якого підключений до анода першого швидкодіючого СД 1.1 та до всіх з'єднаних електрично колекторів (емітерів) кожного з N p-n-p (p-n-p) швидкодіючих фототранзисторів (4.1...4.N), всі емітери (колектори) яких з'єднані електрично і підключені до анода другого швидкодіючого СД 1.2, який має вихідний світловід 2.2, що є другим оптичним логічним виходом (неінверсним) ОЕЛЕ, всі бази N фототранзисторів електрично з'єднані і підключені до третього змінного виводу резистора 5, катод швидкодіючого СД 1.2

підключений до негативного полюса джерела запірної напруги 6, позитивний полюс якого підключений до катода першого швидкодіючого СД 1.1 і до негативного полюса джерела живлення 3, оптичними логічними входами схеми N АБО-НІ є світловоди 7.1...7.N, оптично зв'язані з N вхідними фототранзисторами 4.1...4.N.

Універсальний оптичний ОЕЛЕ N АБО-НІ працює наступним чином.

В вихідному стані через перший незмінний вивід резистора 5, його другий змінний вивід і перший СД 1.1 протікає струм I від джерела живлення 3. При відсутності оптичних сигналів у вхідних світловодах 7.1...7.N, що є логічними входами ОЕЛЕ, струмами від джерел живлення 3, запірної напруги 6, які з'єднані послідовно, внаслідок безкінечно великого опору p-n-p (p-n-p) фототранзисторів 4.1...4.N і з'єднанням з їх емітерами (колекторами) анода СД 1.2 і далі його катода можна знехтувати, на виході світловоду 2.1, що є першим оптичним логічним (інверсним) виходом ОЕЛЕ, відсутній вихідний світловий сигнал, на виході світловоду 2.2, що є другим оптичним логічним (інверсним) виходом ОЕЛЕ, присутній вихідний оптичний сигнал.

При появі в одному (або кількох) вхідних світловодах 7.1...7.N, оптичних логічних входах ОЕЛЕ, оптичного сигналу, відповідні p-n-p (p-n-p) фототранзистори 4.1...4.N швидко змінюють свій електричний опір до кінцевого малого значення і, діючи як швидкодіючі електронні ключі, через СД 1.2, зміщеному у прямому напрямі, електрично підключають джерело запірної напруги 6 до СД 1.1, причому її полярність протилежна полярності джерела живлення 3 (відносно СД 1.1), Це змушує закритись його p-n перехід, на виході світловоду 2.1, першому оптичному логічному (інверсному) виході ОЕЛЕ, буде відсутній вихідний оптичний сигнал. Струм I від джерел живлення 3, запірної напруги 6, які з'єднані послідовно (відносно СД 1.2), продовжує текти тепер через перший незмінний вивід резистора 5, його другий змінний вивід p-n-p (p-n-p) фототранзистори 4.1...4.N та зміщений у прямому напрямку p-n перехід СД 1.2, а на виході світловоду 2.2 другому оптичному логічному (неінверсному) виході ОЕЛЕ буде присутній вихідний оптичний сигнал.

При завершенні надходження оптичних сигналів (одного або кількох) на вхідні світловоди 7.1...7.N, оптичні логічні входи ОЕЛЕ, та на один або кілька p-n-p (p-n-p) фототранзисторів 4.1...4.N, їх електричний опір швидко змінюється з кінцевого малого значення до безкінечно великого, внаслідок цього джерело запірної напруги електрично відключається від СД 1.1, і через p-n перехід СД 1.2 перестає текти струм I, на виході світловоду 2.2, другому оптичному логічному (неінверсному) виході ОЕЛЕ буде відсутній вихідний оптичний сигнал. Знову через перший незмінний вивід резистора 5, його другий змінний вивід і перший СД 1.1

протікає струм I від джерела живлення 3 і на виході світловоду 2.1 першому оптичному логічному (інверсному) виході ОЕЛЕ буде присутній вихідний оптичний сигнал. Схема повернулася у попередній стан.

Першим змінним виводом 5.1 узгоджувального резистора 5 можливо в значній мірі регулювати величину струму засвітки швидкодіючих СД1.1, СД 1.2 та відповідно інтенсивність їх оптичного випромінювання. Другим змінним виводом 5.2 узгоджувального резистора 5 можливо, в деякій мірі, регулювати положення робочої точки фототранзисторів 4.1...4.N та, відповідно, їх оптичну чутливість на наявність оптичного сигналу у вхідних світловодах 7.1...7.N, оптичних логічних входах ОЕЛЕ та їх швидкодію відгуку, а через це-і швидкодію ОЕЛЕ.

Повне закриття p-n переходу СД 1.1 у разі присутності оптичних сигналів (одного або кількох) на вхідних світловодах 7.1...7.N, оптичних логічних входах ОЕЛЕ, та на один або кілька p-n-p (p-n-p) фототранзисторів 4.1...4.N, може відбутися при значеннях напруги джерела запірної напруги 6 більше/рівно напрузі джерела живлення 3.

Застосування у винаході додатково N-1 вхідних світловодів, оптичних логічних входів ОЕЛЕ, N-1 швидкодіючих фототранзисторів, введення другого швидкодіючого СД з вихідним світловодом оптичним логічним (неінверсним) виходом, введенням узгоджувального резистора з першим незмінним та другим і третім змінними виводами для застосування ланцюга зв'язку по регулюванню чутливості фототранзисторів та швидкодії шляхом вибору їх робочої точки і керованого подання в їх бази струму I<sub>б</sub> та введення можливості змінювати інтенсивність випромінювання обох СД, дозволяє суттєво розширити функціональні можливості ОЕЛЕ та створити ОЕЛЕ універсального типу (елемент N АБО-НІ однієї із двох мінімальних баз) з розширеними функціональними і додатковими адаптивними можливостями (змінні оптична чутливість, швидкодія схеми по оптичних логічних входах, інтенсивність вихідних оптичних сигналів по оптичним логічним виходах) без істотного збільшення елементів і зв'язків у схемі у розрахунок на один оптичний логічний вхід/вихід та без суттєвого ускладнення конструкції.

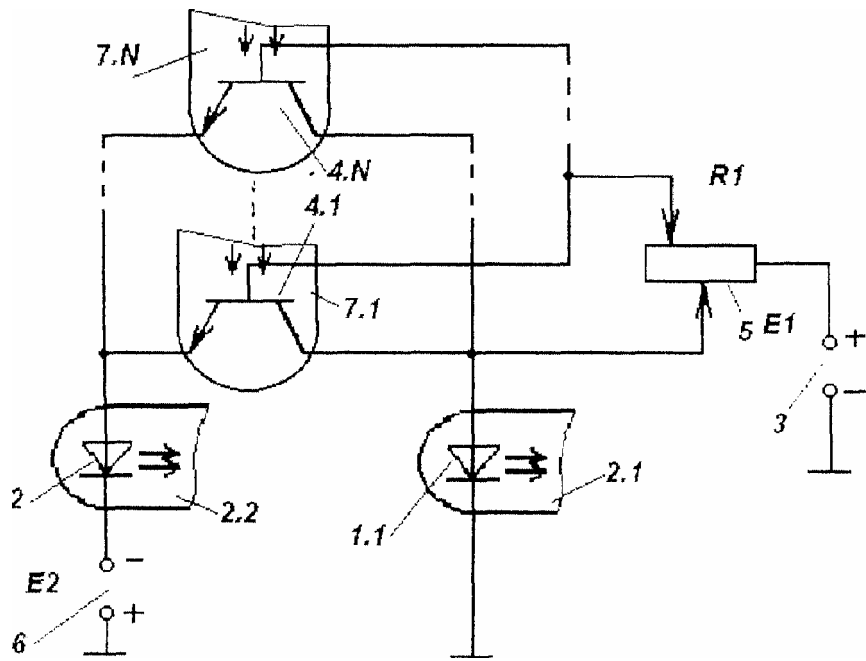
\*Назва ОЕЛЕ N АБО-НІ "PROS" походить з перших букв прізвища автора.

Джерела інформації.

1. В.П. Кожемяке. Л.И. Тимченко, Г.Л. Лысенко, Ю.Ф. Кутаев. Функциональные элементы и устройства оптоэлектроники. - Киев, УМК ВО, 1990.

2. А.Г. Алексенко. И.И. Шагурин. Микросхемотехника (под. ред. Степаненко). - М.: "Радио и связь", 1982.

3. Схемотехника ЭВМ. Г.Н. Соловьев. - Москва, "Высшая школа", 1985.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид.арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22