

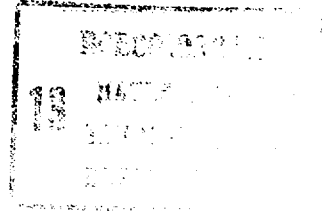


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1149203** A

4(51) G 02 F 3/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

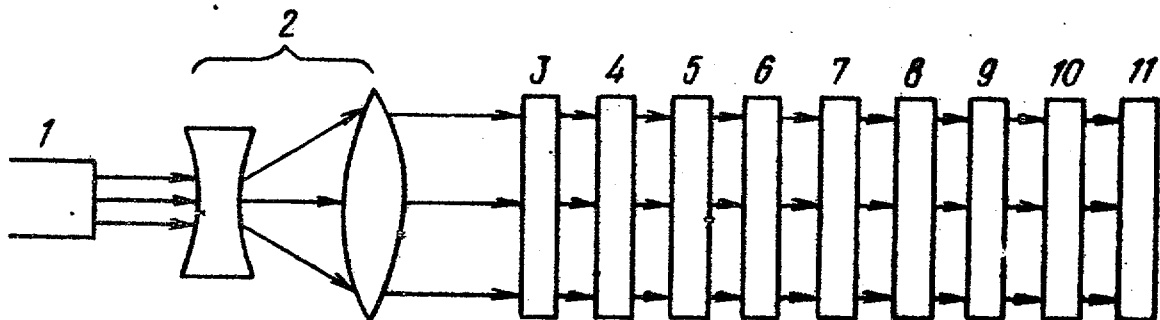


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3563483/24-25
- (22) 14.03.83
- (46) 07.04.85. Бюл. № 13
- (72) М.А.Орлов, А.В.Соколов,
Б.П.Нам и В.П.Клин
- (71) Минский радиотехнический институт
- (53) 621.375.8 (088.8)
- (56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 368575, кл. G 02 F 3/00, 1971.
2. Авторское свидетельство СССР
по заявке № 3451499/25,
кл. G 02 F 3/00, 1983 (прототип).

(54)(57) ОПТИЧЕСКОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО, содержащее источник монохроматического излучения, коллиматор поляризатор, два информационных магнитооптических транспаранта, два

магнитооптических управляющих элемента, два анализатора и матрицу фотоприемников, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей, дополнительно введен магнитооптический управляющий транспарант, причем первый информационный магнитооптический транспарант и первый магнитооптический элемент, первый анализатор и магнитооптический управляющий транспарант расположены последовательно один за другим вдоль оптической оси устройства между поляризатором и вторым информационным транспарантом, за которым расположены второй магнитооптический элемент, второй анализатор и матрица фотоприемников.



Фиг. 1

(19) **SU** (11) **1149203** A

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в оптических цифровых вычислительных машинах для выполнения логических операций над большими массивами исходных двоичных данных (картинами).

Известно логическое устройство, содержащее источник монохроматического излучения, поляризатор, два информационных магнитооптических транспаранта, расщепитель считывающего луча с двумя анализаторами и фотоприемники излучения, включенные по дифференциальной схеме.

Продвигая известными способами домены в обеих пластинах и производя считывание информации в момент прохождения доменов через совмещенные ячейки считывания, с помощью фотоприемников, включенных по дифференциальной схеме, можно выделить по полярности выходного сигнала комбинации "00", "11", "01" и "10", т.е. можно выполнять логические операции "И", "ИЛИ-НЕ", "Сложение по модулю два" над теми битами информации, которые находятся в данный момент в совмещенных ячейках считывания [1].

Однако логическое устройство имеет ограниченные функциональные возможности, связанные с выполнением только трех логических операций, и невысокое быстродействие при выполнении логических операций над большими массивами исходных двоичных данных, так как каждый бит информации должен пройти через ячейку считывания.

Наиболее близким к изобретению является логическое устройство, содержащее источник монохроматического излучения, коллиматор, поляризатор, два информационных магнитооптических транспаранта, два магнитооптических управляющих элемента, два анализатора и матрицу фотоприемников.

С помощью анализаторов в оптической части устройства однозначно выделяются элементарные пучки излучения, соответствующие информационным комбинациям "10", "01" или "00", "11", т.е. выполняются логические операции "Сложение по модулю два" и "Эквивалентность" при соответствующей записи картин с исходной информацией на магнитоодноосных

пластинах в виде прямых и обратных доменов [2].

Недостатком известного логического устройства является ограниченность функциональных возможностей, поскольку в оптической части невозможно точное выделение других информационных комбинаций и выполнение соответствующих логических операций.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей оптического логического устройства за счет увеличения числа выполняемых логических операций.

Поставленная цель достигается тем, что в оптическом логическом устройстве, содержащем источник монохроматического излучения, коллиматор, поляризатор, два информационных магнитооптических транспаранта, два магнитооптических управляющих элемента, два анализатора и матрицу фотоприемников, дополнительно введен магнитооптический управляющий транспарант, причем первый информационный магнитооптический транспарант и первый магнитооптический элемент, первый анализатор и магнитооптический управляющий транспарант расположены последовательно один за другим вдоль оптической оси устройства между поляризатором и вторым информационным транспарантом, за которым расположены второй магнитооптический элемент, второй анализатор и матрица фотоприемников.

На фиг. 1 изображена схема оптического логического устройства; на фиг. 2-12 - расположение векторов поляризации и осей пропускания поляризатора и анализатора.

Магнитооптический транспарант (МОТ) выполнен на магнитоодноосной пластине из граната или ортоферрита. Массив исходной информации построчно записывается на МОТ в виде прямых и обратных доменов, обладающих противоположно направленными векторами намагниченности, путем пропускания токовых импульсов через формирующую схему, которая состоит из двух систем параллельных токовых проводников, изолированных слоем прозрачного диэлектрика. Для получения прямого домена в ячейке, например, нужно подать такой токовый импульс в петли образующей ячейку, чтобы величина связан

ного с ним магнитного поля была бы ниже порогового поля переключения во всех участках петель, кроме указанной ячейки, где и происходит переключение намагниченности. Для получения обратного домена в этой ячейке необходимо изменить направление тока в проводниках на обратное. Прямые домены благодаря эффекту Фарадея поворачивают плоскость поляризации проходящего поляризованного излучения по часовой стрелке на угол, равный $+\theta d$, где θ - величина удельного фарадеевского вращения; d - толщина магнитоодноосного материала.

Обратные домены поворачивают плоскость поляризации против часовой стрелки на угол, равный $-\theta d$. Таким образом, сформированную картину из прямых и обратных доменов можно визуализировать с помощью поляризованного света, поскольку изменения положения плоскости поляризации могут быть преобразованы анализатором в амплитудные.

Оптическое логическое устройство (фиг.1) содержит источник 1 монохроматического излучения, коллиматор 2, поляризатор 3, магнитооптический управляемый транспарант 4 (МОТ), магнитооптический элемент 5, анализатор 6, магнитооптические транспаранты 7 и 8, магнитооптический элемент 9, анализатор 10, матрицу фотоприемников 11.

Работа оптического логического устройства заключается в следующем.

Выполнение операции "Эквивалентность" ("И-И").

Один массив с исходной информацией записывается в виде прямых ("1") и обратных ("0") доменов на информационный МОТ 4, второй массив - в виде прямых ("1") и обратных ("0") доменов на информационный МОТ 8. На управляющий МОТ 7 в виде прямых ("1") и обратных ("0") доменов записывается тот же массив, что и на МОТ 4. Излучение, генерируемое источником 1 монохроматического излучения, с помощью коллиматора 2 преобразуется в пучок параллельных лучей (исходный пучок). Пройдя через поляризатор 3 и МОТ 4, исходный пучок света разбивается на N элементарных пучков (N - количество бит в массиве), в каждом из которых плоскость

поляризации повернута относительно плоскости поляризации 12 (фиг.2) исходного пучка на угол, величина которого зависит от значения бит в массиве: "1" соответствует вращению плоскости поляризации на угол $+\theta d$, "0" - на угол $-\theta d$ (вектора поляризации "1" и "0" на фиг.2). Магнитооптический элемент 5 выключен и не изменяет положения векторов поляризации "1", "0". Анализатор 6 установлен таким образом, что его ось пропускания 13 (фиг.2) скрещена с осью 12 пропускания поляризатора 3, поэтому анализатор 6 пропускает элементарные пучки излучения с векторами поляризации "1" и "0". После анализатора 6 вектора поляризации "1" и "0" совпадают с его осью 13 пропускания, но противоположно направлены (фиг.3), а интенсивность прошедших через анализатор 6 элементарных пучков излучения одинакова согласно закону Малюса.

Поскольку на МОТ 7 записан тот же массив, что и на МОТ 4, то вектор поляризации "0" поворачивается на угол $-\theta d$, а вектор поляризации "1" - на угол $+\theta d$. Положение векторов поляризации "1", "0" после МОТ 7 показано на фиг. 4. На МОТ 8 записан другой массив, поэтому в зависимости от значения бит информации этого массива вектор поляризации "0" повернется либо на угол $-\theta d$, что соответствует прохождению элементарного пучка излучения через "0" (обратный домен) массива (вектор поляризации "00" на фиг.5), либо на угол $+\theta d$, что соответствует прохождению элементарного пучка излучения через "1" (прямой домен) массива (вектор поляризации "01" на фиг. 5). Аналогичным образом поворачивается и вектор поляризации "1" (вектора поляризации "10" и "11" на фиг. 6). Магнитооптический элемент 9 выключен и не изменяет положения векторов поляризации. Анализатор 10 установлен так, что его ось 14 пропускания скрещена с осью 13 пропускания анализатора 6. Следовательно, согласно закону Малюса, анализатор 10 полностью погашает элементарные пучки излучения с вектором поляризации "01", "10" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с векто-

рами поляризации "00", "11". Это соответствует выполнению логической операции "Эквивалентность" над массивами с исходной информацией.

Для выполнения логической операции "ИЛИ" необходимо повернуть все вектора поляризации, представленные на фиг. 5, по часовой стрелке на угол $+2\theta d$ путем включения магнитооптического элемента 9. Тогда вектор поляризации "00" перпендикулярен оси 14 пропускания анализатора 10, и анализатор 10 полностью погашает элементарные пучки излучения с вектором поляризации "00" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с векторами поляризации "11", "01", "10", что соответствует выполнению логической операции "ИЛИ".

Для выполнения логической операции "И-НЕ" магнитооптический элемент 9 включается на угол $-2\theta d$, и все вектора поляризации, представленные на фиг. 5, поворачиваются против часовой стрелки на угол $-2\theta d$. Тогда анализатор 10 полностью погашает элементарные пучки излучения с вектором поляризации "11" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с векторами поляризации "00", "01", "10", что соответствует выполнению логической операции "И-НЕ".

Выполнение логической операции "Сложение по модулю два" ("Неравнозначность", "ИЛИ-ИЛИ").

В данном случае на МОТ 7 записывается тот же массив, что и на МОТ 4, но в обратном коде, т.е. прямому домену соответствует "0" массива, а обратному домену "1" массива, поэтому по сравнению с предыдущим случаем (выполнение операции "Эквивалентность") изменяется расположение векторов поляризации "0" и "1" после МОТ 7, а именно: вектор поляризации "0" поворачивается на угол $+\theta d$, а вектор поляризации "1" - на угол $-\theta d$. Расположение векторов поляризации "0", "1" после МОТ 7 при выполнении данной операции показано на фиг. 6. После прохождения элементарных пучков излучения через МОТ 8 вектора поляризации "1", "0" поворачиваются также, как и при выполнении операции "Эквивалентность".

Расположение векторов поляризации после МОТ 8 показано на фиг. 7. Магнитооптический элемент 9 выключен, и анализатор 10 полностью погашает элементарные пучки излучения с векторами поляризации "00", "11" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с векторами поляризации "10", "01", что соответствует выполнению логической операции "Сложение по модулю два".

Для выполнения логической операции "Импликация от X к Y" магнитооптический элемент 9 включается на угол $+2\theta d$. Анализатор 10 полностью гасит элементарные пучки излучения с вектором поляризации "10" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с векторами поляризации "00", "01", "11", что соответствует выполнению операции "Импликация от X к Y".

Для выполнения логической операции "Импликация от Y к X" магнитооптический элемент 9 включается на угол $-2\theta d$. Анализатор 10 полностью гасит элементарные пучки излучения с вектором поляризации "01" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с векторами поляризации "00", "10", "11", что соответствует выполнению операции "Импликация от Y к X".

Выполнение логической операции "И".

В этом случае массивы с исходной информацией, как и при выполнении предыдущих операций, записаны в прямом коде на МОТ 4 и МОТ 8, т.е. прямому домену соответствует "1" массива, а обратному домену - "0" массива. На МОТ 7 записана "единичная" картина, т.е. во всех ячейках транспаранта сформированы прямые домены. Такая запись массивов с исходной информацией и "единичной" картины производится и при выполнении всех последующих логических операций.

Расположение векторов поляризации после МОТ 4 показано на фиг. 2. Магнитооптический элемент 5 включен на угол $+\theta d$ и поворачивает вектора поляризации "1", "0" по часовой стрелке на угол $+\theta d$ (фиг. 8). Анализатор 6 полностью погашает элементарные пучки излучения с векторами поляризации "0" и пропускает элементарные пучки излучения с вектором

поляризации "1", который после анализатора 6 совпадает с его осью 13 пропускания (фиг.9). После MOT 7, на котором записана "единичная" картина, вектор поляризации "1" поворачивается по часовой стрелке на угол $+ \theta d$ (вектор поляризации "1" на фиг. 10). На MOT 8 записан массив с исходной информацией, поэтому в зависимости от значения бит информации массива вектор поляризации "1" поворачивается либо на угол $+ \theta d$ (вектор поляризации "11" на фиг. 11), либо на угол $- \theta d$ (вектор поляризации "10" на фиг. 11). Магнитооптический элемент 9 выключен. Анализатор 10 полностью поглощает элементарные пучки излучения с вектором поляризации "10" и пропускает на матрицу фотоприемников 11 элементарные пучки излучения с вектором поляризации "11", что соответствует выполнению логической операции "И".

Для выполнения логической операции "Запрет X" магнитооптический элемент 9 включается на угол $-2 \theta d$. Анализатор 10 пропускает только элементарные пучки излучения с вектором поляризации "10".

Выполнение логической операции "Запрет Y".

При выполнении этой операции магнитооптический элемент 5 включается на угол $- \theta d$ и анализатор 6 пропускает только элементарные пучки излучения с вектором поляризации "0". Прохождение элементарных пучков излучения через MOT 7 и MOT 8 аналогично как при выполнении логической операции "И". Расположение векторов поляризации после MOT 8 показано на фиг. 12. Магнитооптический элемент 9 выключен и анализатор 10 пропускает только элементарные пучки излучения с вектором поляризации "01", что соответствует выполнению логической операции "Запрет Y".

Для выполнения логической операции "ИЛИ-НЕ" магнитооптический элемент 9 включается на угол $-2 \theta d$. Анализатор 10 пропускает только эле-

ментарные пучки излучения с вектором поляризации "00".

Выполнение операции "Отрицание X".

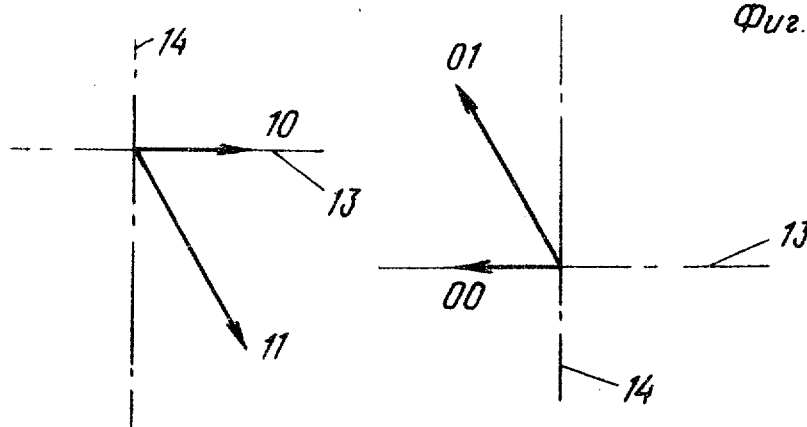
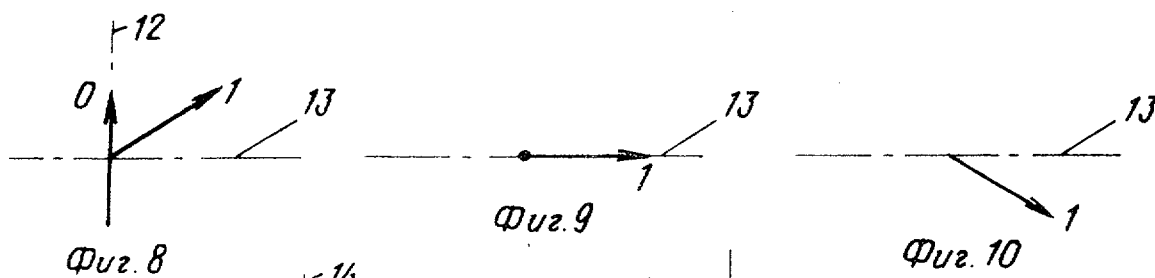
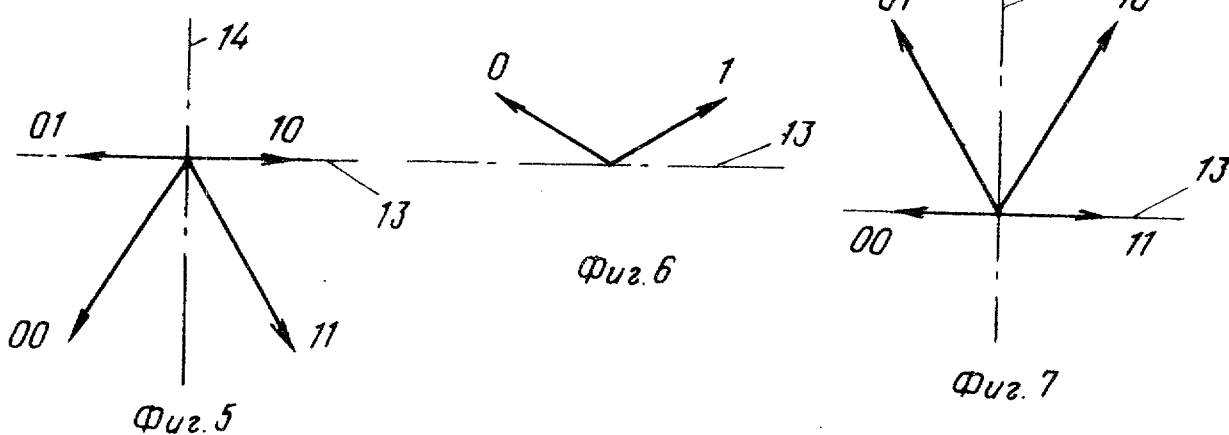
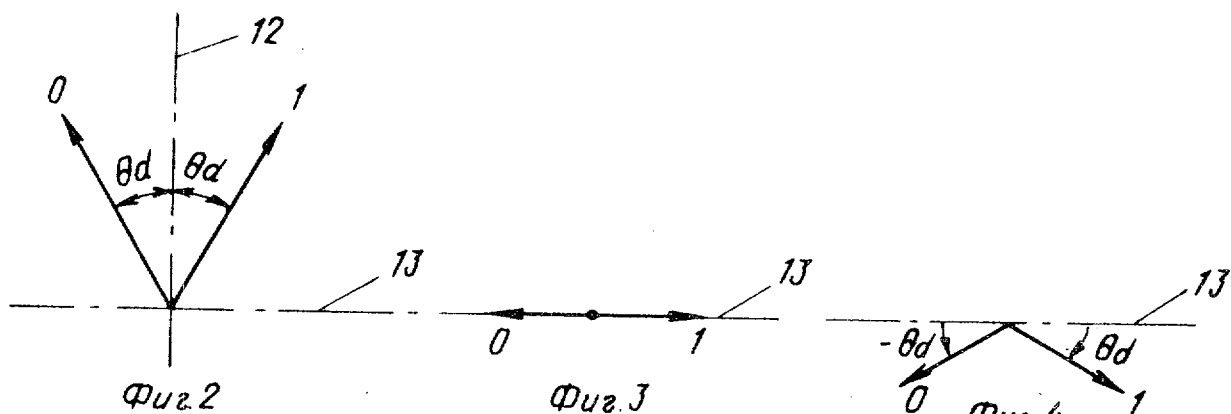
5 Для выполнения этой операции необходимо вместо массива с исходной информацией записать на MOT 8 "единичную" картину и выполнить логическую операцию "Сложение по модулю два" над массивом с исходной информацией на MOT 4 и этой "единичной" картиной, поскольку из булевой алгебры известно, что $X \oplus 1 = \bar{X}$.

10 Аналогично выполнив логическую операцию "Эквивалентность" над массивом с исходной информацией на MOT 4 и "единичной" картиной, получаем результат выполнения логической операции "Повторение X".

20 Если вместо массива с исходной информацией на MOT 4 записать "единичную" картину и выполнять логические операции "Сложение по модулю два" и "Эквивалентность" над массивом с исходной информацией на MOT 8 и "единичной" картиной, то получаем соответственно результат выполнения логических операций "Отрицание Y" и "Повторение Y".

30 Использование в оптическом логическом устройстве дополнительной магнитоодноосной пластины с системой токовых проводников, на которой записывается либо один из массивов с исходной информацией в прямом или обратном коде, либо "единичная" картина, позволяет производить настройку устройства на выполнение любой двухместной логической операции и совершенно однозначно выделять в оптической части устройства из всей совокупности элементарных пучков излучения только те элементарные пучки, наличие которых на входе матрицы фотоприемников определяет выполнение соответствующей логической операции.

40 Таким образом, оптическое логическое устройство является универсальным и реализует полный набор логических операций для двух переменных, что существенно расширяет его функциональные возможности.



Фиг. 11

Фиг. 12