



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 175 455** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 11 B 5/39, G 01 R 33/09**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 98122256/28, 08.12.1998

(24) Дата начала действия патента: 08.12.1998

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2000

(46) Дата публикации: 27.10.2001

(56) Ссылки: RU 2073233 C 1, 10.02.1997. GB 2023325 A, 28.12.1979. Minakata R. et al. Thin Film Heads for Digital Multi-Channel Recorder//IEEE Transactions on Magnetics, 1994, vol. 30, №2, pp. 243-249. He L.N. et al. Estimation of Track Misregistration by Using Dual-Stripe Magnetoresistive Heads//IEEE Transactions on Magnetics, 1998, vol. 34, №4, pp. 2348-2355.

(98) Адрес для переписки:
620219, ГСП-170, г.Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18, Институт физики металлов УрО РАН, лаб. дефектоскопии, О.А. Булычеву

(71) Заявитель:
Институт физики металлов Уральского
отделения РАН

(72) Изобретатель: Булычев О.А.

(73) Патентообладатель:
Институт физики металлов Уральского
отделения РАН

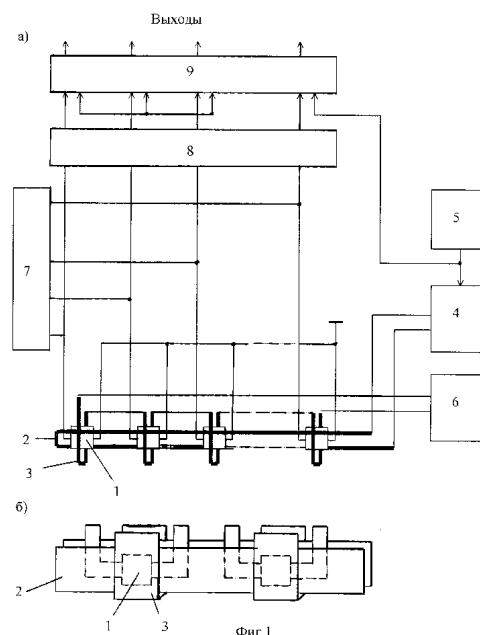
(54) **МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ С МАГНИТНЫХ
НОСИТЕЛЕЙ**

(57)

Изобретение может быть использовано в накопителях на жестких и гибких магнитных дисках, а также в технике цифровой видеозаписи. Преобразователь выполнен в виде распределенных вдоль одной линии магниторезистивных тонкопленочных ферромагнитных элементов.

Магниторезисторы охвачены по горизонтали пленочной обмоткой. Выводы обмотки через усилитель подключены к выходу высокочастотного генератора. По вертикали магниторезисторы охвачены обмотками, электрически соединенными в последовательную цепь и подключенными к источнику постоянного тока подмагничивания. Магниторезисторы подключены через многоканальный резонансный усилитель к фазовому детектору. На другой вход фазового детектора поступает сигнал высокочастотного генератора. Применение фазовой модуляции сигнала магниторезисторов с помощью переменного магнитного поля смещения и наложенного на него перпендикулярно постоянного поля смещения позволяет повысить отношение сигнал/шум для

преобразователей субмикронных размеров. 3 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 175 455** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **G 11 B 5/39, G 01 R 33/09**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98122256/28, 08.12.1998
 (24) Effective date for property rights: 08.12.1998
 (43) Application published: 27.09.2000
 (46) Date of publication: 27.10.2001
 (98) Mail address:
 620219, GSP-170, g.Ekaterinburg, ul. S.
 Kovalevskoj, 18, Institut fiziki metallov
 UrO RAN, lab. defektoskopii, O.A. Bulychevu

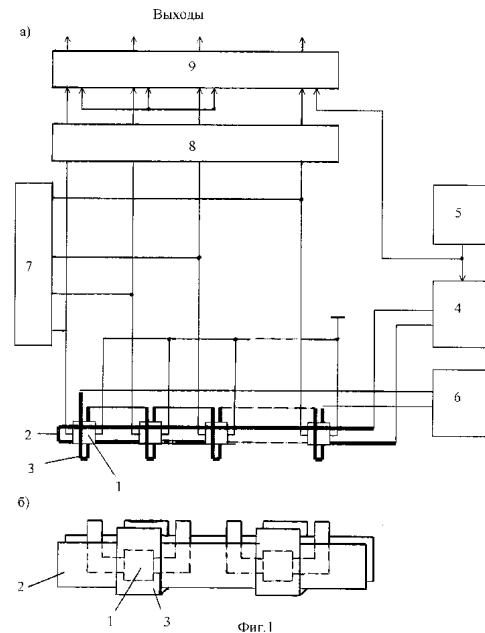
(71) Applicant:
 Institut fiziki metallov Ural'skogo otdelenija RAN
 (72) Inventor: Bulychev O.A.
 (73) Proprietor:
 Institut fiziki metallov Ural'skogo otdelenija RAN

(54) **MAGNETORESISTIVE CONVERTER TO READ INFORMATION FROM MAGNETIC CARRIERS**

(57) Abstract:

FIELD: storage circuits on rigid and flexible magnetic disks, digital video recording equipment. SUBSTANCE: magnetoresistive converter comes in the form of magnetoresistive thin-film ferromagnetic elements spread along one line. Magnetoresistors are embraced by film winding along horizontal line. Leads- out of winding are connected through amplifier to output of high-frequency generator. Magnetoresistors are embraced along vertical lines by windings electrically connected in series network and linked to D C magnetization source. Magnetoresistors are connected through multichannel resonance amplifier to phase detector. Signal of high-frequency generator comes to another input of phase detector. Usage of phase modulation of signal from magnetoresistors by means of variable magnetic shift field and of constant magnetic shift field superimposed on it perpendicularly allows signal-to-noise ratio for converters of submicron sizes to be raised. EFFECT: raised signal-

to-noise ratio. 3 dwg



RU 2 175 455 C2

RU 2 175 455 C2

Изобретение относится к области техники считывания информации с магнитных носителей и может быть использовано в накопителях на жестких и гибких магнитных дисках в вычислительной технике, а также в технике цифровой видеозаписи.

Известно устройство считывания информации, содержащее ферромагнитный магниторезистивный элемент, выполненный в виде полосовой структуры [1]. В этом элементе для создания чувствительности к знаку поля наносят косорасположенные полосы из хорошо проводящего материала, как правило золота, чтобы ток в ферромагнитных участках протекал под углом к направлению вектора намагниченности. Недостатком данного устройства является сложность технологии изготовления элементов субмикронных размеров, так как при этом затруднительно ориентировать ось анизотропии ферромагнитных участков и точно нанести золотые полосы. Поскольку знакочувствительность обеспечивается только при небольших отклонениях вектора намагниченности от равновесного направления, то напряжение сигнала будет мало и его надежное выделение на фоне шумов будет крайне затруднительно.

Известно также устройство считывания информации с чувствительным элементом, содержащим две ферромагнитные пленки, в которых углы осей легкого намагничивания ориентированы под углом 45° друг относительно друга [2]. Недостатком такого устройства является усложнение конструкции считывающего узла, что ведет к увеличению габаритов устройства. В результате чего понижается пространственная разрешающая способность, ограничивающая плотность записи-считывания информации. Это устройство также обладает недостатком, связанным с точным заданием направлений осей анизотропии в пленках, плоскостные размеры которых менее микрона. Применение двух пленок увеличивает крутизну преобразования по сравнению с первым устройством лишь в два раза, что недостаточно.

Наиболее близким техническим решением, взятым за прототип, является устройство, описанное в [3]. Магниторезистивный считывающий узел данного преобразователя представляет собой равномерно расположенные в линию ферромагнитные пленочные магниторезисторы с осью легкого намагничивания, перпендикулярной направлению протекания тока в них. Направление протекания тока совпадает с осью вектора напряженности магнитного поля носителя информации, которое требуется считывать. Магниторезисторы напылены на диэлектрический слой, под которым находится пленочный токопроводящий слой для создания постоянного поля смещения, направление которого совпадает с осью вектора поля носителя. Устройство прототипа работает следующим образом: постоянный ток, пропускаемый по токопроводящему слою, создает на каждом магниторезистивном элементе магнитное поле, которое в результате взаимодействия с полем анизотропии пленки устанавливает направление намагниченности пленки магниторезистора под углом $Q=45^\circ$ относительно направления протекания

тока через него. Если на магниторезистор действует поле носителя в направлении, совпадающем с полем смещения, то угол уменьшается, сопротивление пленки увеличивается и увеличивается падение напряжения на магниторезисторе, которое означает, что считан бит информации - логическая 1. Если поле носителя направлено противоположно относительно поля смещения, то это приведет к увеличению угла, и следовательно, к уменьшению электрического сопротивления и уменьшению падения напряжения на магниторезисторе, которое означает, что считан бит информации - логический 0. Недостатком этого указанного преобразователя является: необходимость задания в пленочных магниторезистивных элементах направления оси легкого намагничивания, что технологически осуществить затруднительно для элементов размерами менее микрона, и это препятствует созданию микроминиатюрных считывающих устройств для повышенной плотности записи информации магнитным методом. Для создания знакочувствительности используется поле смещения постоянного тока, разворачивающее вектор намагниченности пленки под углом 45° относительно направления протекания тока в магниторезистивном элементе. Для этого необходимо подавать поле смещения H_0 порядка поля анизотропии пленки H_k , которое должно быть сравнимо с величиной поля рассеяния носителя H_n , в противном случае, если $H_n \gg H_k$, то это приведет к потере определения знака поля и потере возможности отличать направление участков намагниченности носителя, а следовательно, и возможности считывания информации. Если же $H_n \ll H_k$, то угол отклонения вектора намагниченности пленки от равновесного будет очень небольшим и соответственно мал уровень выходного сигнала. Таким образом, чтобы подобрать $H_n \approx H_k$, нужно получать пленки с требуемой H_k , что усложнит технологию изготовления преобразователя, и в результате выход годных изделий при производстве будет составлять небольшую часть. Тем более, что при $H_n \approx H_k$ в пленках возможно возникновение доменных структур, которые увеличивают уровень шумов и снижают скорость перемагничивания пленки. Поскольку при уменьшении размеров чувствительного элемента величина сигнала падает, то на уровне существующих шумов он становится плохо различим, а это накладывает ограничение на дальнейшую миниатюризацию чувствительного элемента. Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является повышение отношения сигнал/шум выходного сигнала и получение возможности микроминиатюризации магниточувствительного считывающего узла преобразователя для считывания информации с повышенной плотностью записи.

Поставленная задача достигается за счет технического результата, который может быть получен при использовании предлагаемого технического решения за счет применения фазовой модуляции напряжения сигнала на магниторезисторе с помощью переменного магнитного поля и наложенного на него

перпендикулярного по направлению постоянного магнитного поля, величина которого обеспечивает однодоменное перемангничивание пленки.

Поставленная задача достигается тем, что в магниторезистивном преобразователе для считывания информации с магнитных носителей, включающем считывающий узел, состоящий из расположенных вдоль одной линии ферромагнитных магниторезисторов, подключенных к многоканальному источнику тока, согласно изобретению он дополнительно снабжен высокочастотным генератором с усилителем, источником постоянного тока, многоканальным резонансным усилителем и многоканальным фазовым детектором, при этом ферромагнитные магниторезисторы по горизонтали охвачены общей обмоткой, подключенной к выходу усилителя, который соединен с выходом высокочастотного генератора, а по вертикали охвачены обмотками, которые электрически соединены в последовательную цепь, подключенную к источнику постоянного тока, при этом ферромагнитные магниторезисторы одними своими концами подсоединены к многоканальному источнику тока и одновременно к входам многоканального резонансного усилителя, а другими своими концами подключены к общему проводу, выводы многоканального резонансного усилителя подключены к первым входам многоканального фазового детектора, а вторые его входы объединены между собой и подключены к выходу высокочастотного генератора.

Сопоставительный анализ заявляемого устройства с прототипом показывает, что отличие заключается в том, что магниточувствительный узел выполнен в виде линейки магниторезисторов, охваченных по горизонтали общей одновитковой обмоткой, а каждый в отдельности - вертикальной одновитковой обмоткой, а также содержит высокочастотный генератор с усилителем, многоканальный резонансный усилитель и многоканальный фазовый детектор.

Таким образом, заявляемое решение соответствует критерию "новизна".

Сущность изобретения заключается в следующем.

Использование общей горизонтальной обмотки и вертикальных обмоток позволяет тем самым обеспечить чувствительность к знаку поля в магниторезистивном элементе с помощью сравнения фаз электрических колебаний опорного генератора и напряжения на магниторезисторе независимо от параметров полученных пленок, так как поля, создаваемые обмотками и носителем информации, более, чем на порядок превышают поле анизотропии пленки. Поэтому в преобразователе данного типа не нужно точно задавать направление оси анизотропии и ее величину, что позволяет изготавливать магниторезисторы меньших размеров. Поскольку пленка находится в полях, превышающих поле анизотропии, то она всегда находится в однодоменном состоянии, а это исключает появление шумов доменных стенок. Использование фазовой модуляции и резонансного усиления позволяет повысить уровень сигнала, что в результате повышает отношение сигнал/шум при малых размерах пленок и получении

высокой пространственной разрешающей способности.

На фиг. 1 изображена функциональная схема магниторезистивного преобразователя и конструкция магниточувствительного узла; на фиг. 2 изображены действующие магнитные поля на отдельный магниторезистор при помещении его над носителем информации; на фиг. 3 изображены временные диаграммы, поясняющие принцип работы преобразователя.

Устройство по фиг. 1а содержит магниточувствительный узел (фиг. 1б) из ферромагнитных проводящих пленочных магниторезисторов 1 прямоугольной формы, расположенных равномерно в одну линию, причем по горизонтали они охвачены одновитковой пленочной обмоткой 2 и каждый в отдельности вертикальными одновитковыми пленочными обмотками 3, электрически соединенными в последовательную цепь (фиг. 1 а); концы обмотки 2 соединены с выходом усилителя 4, который подключен к выходу генератора высокочастотных колебаний 5, а концы обмотки 3 - к источнику постоянного тока 6; магниторезисторы 1 одними концами соединены с общим проводом, а другими - с входами многоканального резонансного усилителя 8 и выходами многоканального источника стабильного тока 7; выходы каналов резонансного усилителя 8 соединены с первыми входами многоканального фазового детектора 9, а вторые входы объединены и подключены к выходу генератора 5; выходные сигналы снимаются с выходов многоканального фазового детектора 9.

Устройство работает следующим образом. Поскольку все каналы преобразователя работают параллельно и идентично друг другу, то рассмотрим работу одного из них. Магнитное поле рассеяния от носителя с перпендикулярной записью сигнала (при поперечной записи плоскость магниточувствительного узла параллельна поверхности носителя) ориентирует вектор намагниченности пленки магниторезистора 1 в одном из направлений вверх или вниз (фиг. 2) в зависимости от значения записанного бита информации. Положим первоначально, что вектор участка носителя с битом информации ориентирован вверх (фиг. 2а) и на магниторезистор действует поле \vec{H}_n (фиг.

2а) в положительном направлении (фиг. 3а). Высокочастотные колебания (фиг. 3в) с генератора 5 через усилитель 4 формируют в обмотке 2 переменный ток прямоугольной формы, который создает на магниторезисторе знакопеременное магнитное поле \vec{H}_b (фиг.

2а), проекция которого на вертикальную ось изменяется как показано на фиг. 3г, а в обмотку 3 от источника тока 6 поступает постоянный ток, который создает постоянное поле \vec{H}_o (фиг. 2а), ориентированное

перпендикулярно переменному, причем амплитуда переменного поля и величина постоянного поля должны удовлетворять следующим соотношениям:

$$|\vec{H}_b| = |\vec{H}_n| : |\vec{H}_b| + |\vec{H}_n| \gg |\vec{H}_o| > |\vec{H}_k|.$$

Когда переменное поле имеет положительное значение, которое совпадает с направлением

поля рассеяния от носителя, вектор намагниченности пленки

магниторезистора \vec{M} будет ориентирован под наибольшим углом относительно направления протекания электрического тока (фиг. 2а), а электрическое сопротивление будет минимальным (магниторезистивный эффект в ферромагнетиках). Когда переменное поле имеет отрицательное значение, оно компенсирует поле носителя

$$\langle |\vec{H}_b| - |\vec{H}_n| = 0 \rangle \quad \text{и вектор}$$

намагниченности \vec{M} ориентируется вдоль направления постоянного

поля \vec{H}_0 . Направление вектора намагниченности

магниторезистора \vec{M} совпадает с

направлением протекания тока и его сопротивление максимально. Поскольку магниторезистор подключен к источнику стабильного тока, то падение напряжения $U_{пл}$ на нем будет изменяться с частотой, соответствующей частоте переменного поля, а фаза будет отличаться на 180° (фиг. 3д). После усиления этого напряжения соответствующим каналом резонансного усилителя 8 оно поступает на первый вход соответствующего канала фазового детектора 9, где сравнивается по фазе с опорным (фиг. 3в), поступающим на второй вход фазового детектора 9 с выхода генератора 5. На выходе выбранного канала фазового детектора появится отрицательный видеоимпульс (фиг. 3е), соответствующий считанному биту информации с направлением намагниченности вверх - логический 0.

Теперь, если вектор намагниченности носителя ориентирован вниз, то на магниторезистор действует поле \vec{H}_n (фиг.

2б), в отрицательном направлении (фиг. 3б). В этом случае, наоборот, положительное значение переменного поля \vec{H}_b компенсирует

поле носителя \vec{H}_n , а отрицательное

складывается с ним и, следовательно, фаза изменения напряжения на магниторезисторе будет совпадать с опорным (фиг. 3д). На выходе фазового детектора будет положительный видеоимпульс (фиг. 3ж), соответствующий биту информации с направлением намагниченности носителя вниз - логическая 1. Аналогично, независимо друг от друга работают все остальные каналы магниторезистивного преобразователя, что позволяет получить сигнал сразу с нескольких дорожек записи одновременно без механического перемещения преобразователя.

Технический результат, который может быть получен при осуществлении

изобретения, состоит в следующем:

Применение метода с фазовой модуляцией позволяет получить сигнал с магниторезистивного элемента, который, будучи нечувствительным к знаку поля вследствие четности эффекта магнитосопротивления, становится чувствительным к направлению поля от намагниченного носителя при простейшей топологии магниторезистора и независимо от магнитных параметров пленки, что дает возможность сделать преобразователи менее микрона и повысить разрешающую способность считывания информации, а также повысить отношение сигнал/шум, так как фазомодулированный сигнал более помехоустойчив. Объединенные вдоль одной линии магниторезисторы позволяют считывать сигналы сразу с нескольких дорожек записи, а это увеличивает быстродействие преобразователя при высокой разрешающей способности, которое обеспечит применение носителей с более высокой плотностью записи информации.

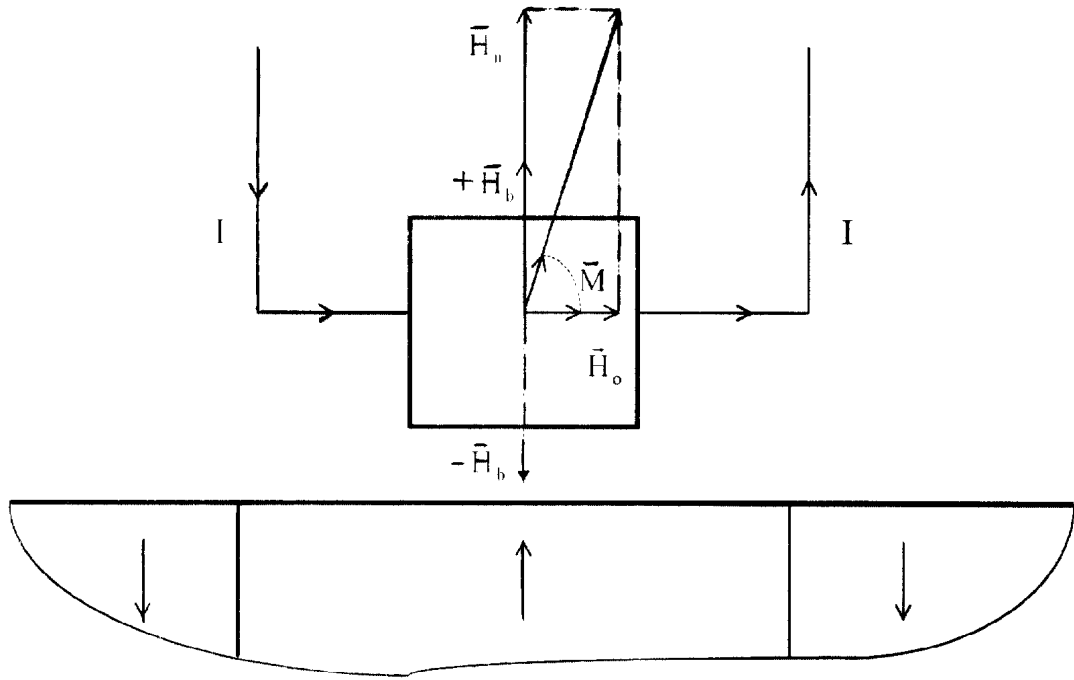
ЛИТЕРАТУРА

1. Feng. Magnetic self-bias in the barber pole mr structure, IEEE Trans. , 1977, v. MAG-13, N5, p. 1466-1468.
2. L. N. He, Z. W. Wang, and other. Estimation of Track Misregistration by Using Dual-Stripe Magnitoresistive Heads, IEEE Trans., 1998, Vol 34, N4, p 2348- 2355.
3. R.Minakata, T.Komoda, T.Nakamura, K.Nakai and T.Kira, Thin Film Heads for Digital Multi-Channel Recorder, IEEE Trans., 1994, Vol 30, N2, p243-249.

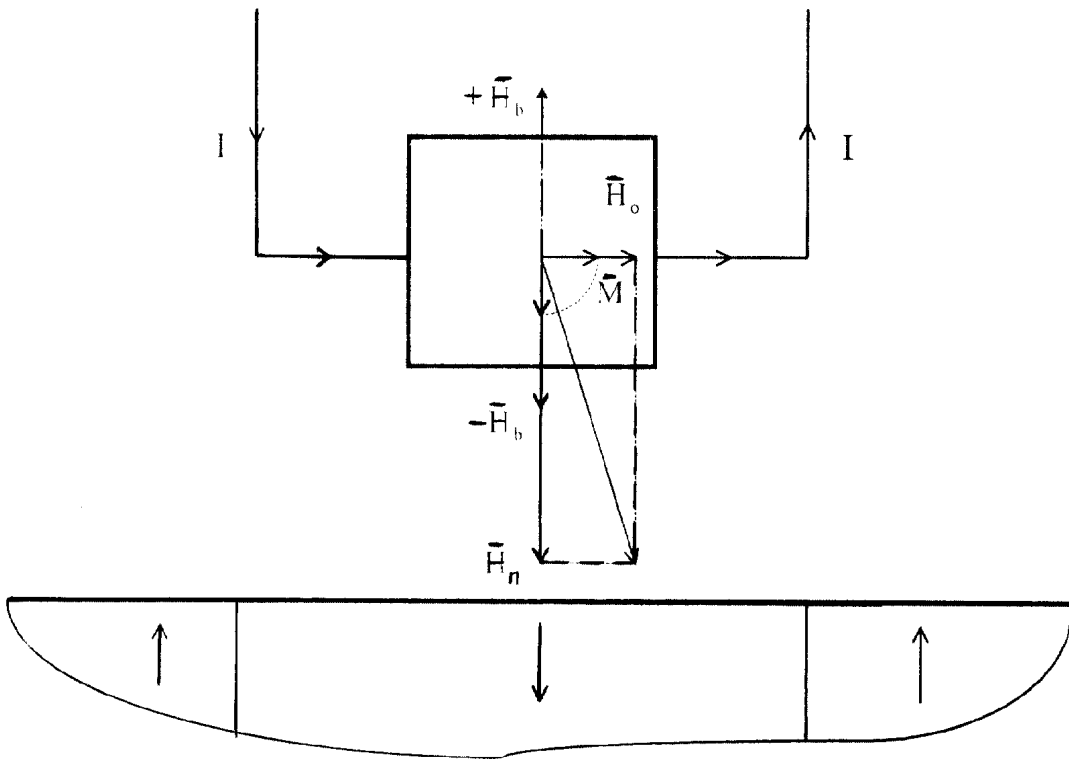
Формула изобретения:

Магниторезистивный преобразователь для считывания информации с магнитных носителей, включающий считывающий узел, состоящий из расположенных вдоль одной линии ферромагнитных магниторезисторов, подключенных к многоканальному источнику тока, отличающийся тем, что он дополнительно содержит высокочастотный генератор с усилителем, источником постоянного тока, многоканальным резонансным усилителем и многоканальным фазовым детектором, при этом ферромагнитные магниторезисторы по горизонтали охвачены общей обмоткой, подключенной к выходу усилителя, который соединен с выходом высокочастотного генератора, а по вертикали охвачены обмотками, которые электрически соединены в последовательную цепь, подключенную к источнику постоянного тока, при этом ферромагнитные магниторезисторы одними своими концами подсоединены к многоканальному источнику тока и одновременно к входам многоканального резонансного усилителя, а другими своими концами подключены к общему проводу, выводы многоканального резонансного усилителя подключены к первым входам многоканального фазового детектора, а вторые его входы объединены между собой и подключены к выходу высокочастотного генератора.

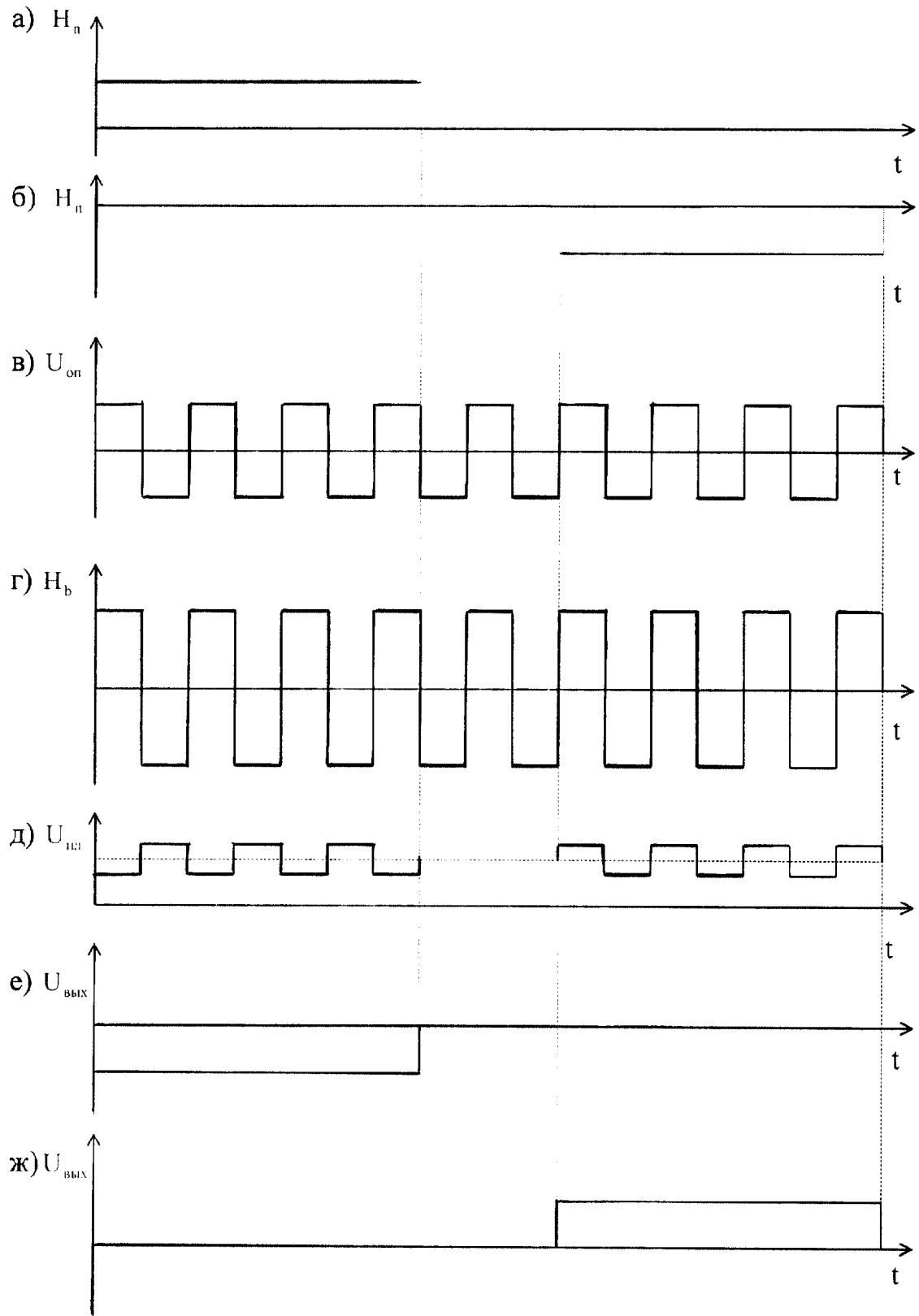
a)



b)



Фиг.2



Фиг.3