

ISSN 1811-1858

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ



С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ
ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІ

ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СЕРИЯ



1-2'2012

ПІМУ ХАБАРШЫСЫ
ВЕСТНИК ПГУ

УДК 621.314.263

В.П. МАРКОВСКИЙ, А.У. ГАБДУЛОВ
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ
МАТРИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ.

В последнее время внимание разработчиков радиоэлектронной аппаратуры все чаще акцентируется на элементной базе для средств неразрушающего контроля качества различных материалов и изделий. Для получения

визуального отображения дефектов внутренней структуры ферромагнитных материалов наиболее широко распространены магнитные методы, основанные на регистрации и отображении магнитных полей рассеяния от дефектов. В последние годы к известным методам диагностики ферромагнитных материалов, таким как магнитопорошковый и магнитографический, добавился метод магнитной интроскопии, основанный на электронном сканировании приповерхностного магнитного поля объекта контроля и отображении его на экране видеоконтрольного устройства или персонального компьютера [1-4]. Достоинство магнитной интроскопии заключается в возможности проводить неразрушающий контроль ферромагнитных материалов, путем их локального намагничивания и регистрации карты распределенного магнитного поля от имеющихся структурных дефектов.

Линии магнитного поля, огибающие дефект в структуре ферромагнитного материала, имеют нормальную и тангенциальную составляющие вектора индукции B . С помощью матричного преобразователя магнитных полей состоящего из сенсоров, чувствительных к нормальной составляющей вектора индукции B_n , можно определить границы области дефекта, а с помощью матричного преобразователя магнитных полей состоящего из сенсоров, чувствительных к тангенциальной составляющей вектора B_t , можно определить центр области дефекта. Для полной характеристики структурного дефекта необходимы матричные преобразователи магнитных полей, состоящие из сенсоров чувствительных ко всем составляющим вектора магнитной индукции B .

Магнитный интроскоп для визуализации структурных дефектов ферромагнитных материалов, состоит из передвижного намагничивающего устройства, сканера распределенного магнитного поля, системы обработки и отображения информации на экране монитора или жидкокристаллическом индикаторе. Ядром сканера магнитного поля, является матричный преобразователь (МП) магнитного поля. Известны матричные преобразователи магнитных полей из дискретных магнитодиодов или магнитотранзисторов [5]. Недостатками МП, состоящих из дискретных магниточувствительных элементов (МЧЭ) является то, что они имеют не только большие габариты с большим количеством информационных выводов, но и низкую пространственную разрешающую способность, составляющую единицы миллиметров [5]. Разориентация кристаллов МЧЭ, возникающая при их монтаже на плату, приводит к разбросу основного параметра - магниточувствительности, что в свою очередь снижает точность диагностики. Известны также МП магнитных полей в виде матрицы из магниторезисторов [5]. Недостатками данных преобразователей является низкая пространственная разрешающая способность, большой ток потребления. МП состоящие из элементов Холла имеют большое количество информационных выводов, что ведет к увеличению пассивной площади кристалла, занимаемой контактными площадками.

В связи с выше изложенным актуальной является задача разработки и комплексного исследования МП магнитного поля с высоким уровнем разрешения, малой потребляемой мощностью, минимальным числом выводов, обладающих высокой надежностью и низкой стоимостью.

Установлено, что наиболее часто в качестве чувствительных элементов в МП используются дискретные элементы Холла и магниторезисторы [5]. МП на основе дискретных элементов имеют большие габариты, низкую разрешающую способность, высокий уровень токопотребления, большое количество информационных выводов, разброс чувствительности, низкую надежность. Совокупность всех этих недостатков является основным препятствием в разработке нового контрольно-измерительного оборудования для неразрушающего контроля. Известны также интегральные полупроводниковые матричные преобразователи (ИПМП), разработанные зарубежными специалистами, отличающиеся лучшими технико-экономическими показателями. Однако они имеют высокий уровень потребления.

Особенностью ИПМП на основе МОП-транзисторов является то, что при регистрации токов одной ячейки, или блока ячеек, происходит исключение их взаимовлияния, за счет ограничения по электрическому режиму включения.

В результате моделирования найден оптимальный режим включения БМТ, позволяющий избежать прямого смещения р-п перехода карман-подложка на величину напряжения, при котором возникает нестабильность работы БМТ. За счет настройки физических (время жизни носителей заряда, скорости поверхностной рекомбинации, холловский коэффициент подвижности и т.п.) и геометрических параметров удалось добиться того, что отличие между экспериментальными и расчетными характеристиками БМТ не превышало 10-15%.

Установлено, что пространственная разрешающая способность разработанных ИПМП на основе МОП магнитотранзисторов составляет 300 мкм, а потребляемая мощность и величина относительной магниточувствительности имеет значение 0,54 мВт и 4,0 %/Тл, соответственно. ИПМП, разработанные на основе двухколлекторных биполярных магнитотранзисторов имеют следующие параметры: пространственная разрешающая способность составляет 200 мкм, при температуре 300 К. Величина относительной магниточувствительности и потребляемая мощность равны 10 %/Тл и 7,2 мВт, соответственно.

В результате исследования макета строки из биполярных транзисторов установлено, что разработанные конструкции ИПМП с высокой разрешающей способностью могут применяться в контрольно-измерительной аппаратуре для неразрушающего контроля качества ферромагнитных материалов и сооружений из них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Неразрушающий контроль и диагностика, Справочник. Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1995, 488 с.

- 2 Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия деталей и узлов. - М.: ГПНТЦ «Эксперт», 1995, 224 с.
- 3 Хусанов М.Х. Магнитографический контроль сварных швов. - М.: Недра, 1973, 216 с.
- 4 Сухоруков В.В., Вайнберг Э.И., Кажис Р-Й.Ю., Абакумов А.А. Неразрушающий контроль. В 5 . кн. Кн. 5. Интроскопия и автоматизация неразрушающего контроля: Практ. пособие. Под ред. Сухорукова В.В. - М.: Высш. шк., 1993, с. 290-322.
- 5 Амеличев В.В., Галушков А.И., Романов И.М., Чаплыгин Ю.А., Патент N2055422 от 11.04.96 г., «Двухстоковый МОП-магнитотранзистор», патентообладатель МИЭТ. 6. Амеличев В.В., Галушков А.И., Чаплыгин Ю.А., Шубин С.В Интегральные магниточувствительные матрицы с высоким уровнем разрешения // Известия вузов, Электроника, №1, 2000г., - с. 45-50.

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар. Материал поступил в редакцию 19.06.2012.

В.П. МАРКОВСКИЙ, А.У. ГАБДУЛОВ
МАГНИТТІК ӨРІСТІҢ ИНТЕГРАЛДЫ ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ
МАТРИЦАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРІ
V. P. MARKOVSKIИ, A.U. GABDULOV
INTEGRAL SEMICONDUCTOR MATRIX TRANSFORMERS OF
MAGNETIC FIELD

Түйіндемe

Ферромагнитті материалдың ішкі құрылымының ақау көрініс бейнесін алу, онда көбінесе магниттік әдістер кең тараған ақаудан магниттік егістігінің шашиылдын бейнелеу және тіркелуге негізделген.

Resume

For visualization of defects of the internal structure of ferromagnetic materials the most prevalent magnetic methods are based on the registration and mapping of the magnetic stray fields of the defects.