

МАГНИТНЫЕ ДАТЧИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ.

© Дудаева Малика Ахметовна (а), Алиев Ислам Магомедович (б),
Алиева Амина Магомедовна (с)

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория металлов, сплавов и композиционных материалов, мнс, malika478_81@mail.ru
- (б) Чеченский государственный университет им А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный. Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория металлов, сплавов и композиционных материалов, снс, к.ф-м.н., ialiew@mail.ru
- (с) Чеченский государственный университет им А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; магистр 1 года обучения, направление подготовки «Радиофизика»

Аннотация. В данной работе рассмотрены основные принципы работы магнитных датчиков. Классификация магнитных датчиков. Проведен обзор магнитных датчиков, которые на данный момент времени находятся в производстве и находят широкое применение в различных областях народного хозяйства.

Ключевые слова: Магнитное поле, магнитные датчики, магнит, магниторезистивный эффект, магнитный датчик приближение.

MAGNETIC SENSORS AND THEIR USE IN VARIOUS FIELDS.

© Dudaeva Malika Akhmetovna (a), Aliev Islam Magomedovich (b),
Alieva Amina Magomedovna (c)

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of metals, alloys and composite materials, malika478_81@mail.ru
- (b) Chechen State University named after A.A. Kadyrova, Russian Federation, Grozny. Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of metals, alloys and composite materials, ialiew@mail.ru
- (c) Chechen State University named after A.A. Kadyrova, Russian Federation, Grozny; master of the 1st year of study, direction of study "Radiophysics"

Abstract. In this paper, the basic principles of operation of magnetic sensors are considered. Classification of magnetic sensors. We reviewed magnetic sensors, which are currently in production and are widely used in various areas of the national economy.

Key words: Magnetic field, magnetic sensors, magnet, magnetoresistive effect, magnetic proximity sensor.

Введение

Измерение расстояния, положения, а также смещение объектов очень важны в некоторых приложениях, которые включают положение клапана, определение уровня, безопасность, управление машиной и управление технологическим процессом. Есть много компаний-производителей, предлагающих магнитные датчики, которые используются во многих приложениях, где необходимы высоконадежные и оптимизированные по стоимости решения. Недавнее открытие позволило улучшить эти датчики. Национальный институт стандартов и технологий обнаружил, что слияние слоев магнитного сплава с нанослоями серебра увеличивает магнитную чувствительность. Возможность использовать чрезвычайно тонкие пленки (магнитный датчик) имеет важное значение в таких приложениях, как медицинские устройства и хранение данных.

Магнитный датчик - это датчик, который используется для обнаружения возмущений, а также изменений в магнитном поле, таких как сила, направление и поток. Существуют различные типы датчиков [1] обнаружения, которые могут работать с такими характеристиками как свет, давление, температура. Эти датчики разделены на две группы. Первый используется для расчета полного магнитного поля, тогда как второй используется для расчета векторных составляющих поля.



Рис. 1. Магнитный датчик

Компоненты вектора в магнитном поле представляют собой отдельные точки, и методы, которые используются для изготовления этих датчиков [2], в основном связаны с электроникой и физикой.

Принцип работы магнитного датчика

Магнитный датчик содержит микросхему с магниторезистивным компонентом, который используется для обнаружения магнитного вектора, и магнит, предназначенный для смещения магнитного вектора, который может быть обнаружен магниторезистивным компонентом.

Чип, который используется в датчике, можно использовать для определения изменения магнитного вектора. Этот вектор замечает поведение магнитного тела в зависимости от изменения величины сопротивления магниторезистивной составляющей.

Всякий раз, когда магнитное смещение вектора происходит из-за взаимодействия магнита с магнитным телом, это будет движение внутри сенсорного чипа. Этот датчик можно использовать для функции компаса, которая доступна в меню навигации.

Типы магнитных датчиков

Классификация магнитных датчиков может быть выполнена на основе обнаружения несходства магнитных датчиков, таких как датчики слабого поля, поля земли и датчиков магнитного поля смещения.



Рис. 2. Типы магнитных датчиков

1) Датчики слабого поля

Эти датчики используются для обнаружения чрезвычайно низких значений магнитных полей, таких как $1 \text{ мкГс} = 1 \text{ Гаусс}$ равен 10^{-4} Тесла. Применение датчиков слабого поля в основном включает в себя ядерной, а также медицинской областях.

2) Датчики поля Земли

Диапазон магнитного поля для этого типа датчика составляет от 1 мкГс до 10 Гс . Этот датчик использует магнитное поле Земли в нескольких приложениях, таких как транспортное средство, а также навигационное обнаружение.

3) Датчики магнитного поля смещения

Эти датчики используются для обнаружения огромных магнитных полей выше 10 Гаусс . Большинство датчиков, используемых в промышленности, используют постоянные магниты в качестве источника наблюдаемого магнитного поля. Эти магниты будут смещать, в противном случае намагничивать ферромагнитные объекты, находящиеся рядом с

датчиком. Датчики этого типа в основном включают датчики Холла, датчики GMR и герконы.

Как правило, магнитное поле окружено электрическим током. Примером этого является магнитное поле Земли, которое измеряется и отслеживается с помощью магнитных датчиков. Это элементы навигационных инструментов, которые разработаны разными компаниями-производителями, такими как Honeywell. Большинство этих датчиков применимы для измерений в навигационных инструментах, научных измерениях и промышленных процессах.

Датчик приближения - это метод обнаружения присутствия или отсутствия объекта с использованием критического расстояния. Магнитные бесконтактные датчики представляют собой бесконтактные устройства, которые обнаруживают магнитные объекты (например, постоянные магниты). Они чувствуют присутствие магнитного объекта.

Основы магнитного датчика приближения

Магнитные бесконтактные датчики используются для бесконтактного определения положения за нормальными пределами индуктивных датчиков. В сочетании с отдельным «демпфирующим» магнитом магнитные датчики обеспечивают очень большой диапазон чувствительности при небольшом размере упаковки и могут обнаруживать магниты сквозь стенки из цветного металла, нержавеющей стали, алюминия, пластика или дерева.

В зависимости от ориентации магнитного поля датчик демпфируется спереди или сбоку. В пищевой промышленности магнитный датчик используется в сочетании с очистительными устройствами, которые проходят внутри труб.

Выходной сигнал датчика магнитного поля может быть линейным, при котором его выходное напряжение линейно зависит от напряженности магнитного поля, воздействующего на детектор, или бинарным, при котором выходной сигнал находится в одном состоянии, когда измеренная напряженность магнитного поля превышает определенный порог, и в другое состояние, когда измеренная напряженность магнитного поля меньше порогового значения. Бинарные бесконтактные датчики используются для замены простых механических переключателей с определением положения, поскольку они не имеют движущихся частей, которые могут изнашиваться или заедать, и поэтому они более надежны, чем их механические аналоги.

Особенности магнитного датчика приближения

- Обнаружение через пластик, дерево и любые немагнитные металлы
- Небольшие корпуса с очень большим диапазоном чувствительности до 70 мм
- Цилиндрические и прямоугольные конструкции подходят для приложений с ограниченным пространством
- Высокая механическая стабильность в случае ударов или вибрации
- Установка заподлицо или незаподлицо в немагнитных металлах

Принцип работы магнитного датчика приближения

Существует несколько используемых принципов работы, включая герконовые переключатели, датчик с переменным магнитным сопротивлением, магниторезистивный датчик или датчик на эффекте Холла.

Переменное сопротивление

Датчики приближения состоят из постоянного магнита и приемной катушки. Датчик VR, используемый в качестве простого датчика приближения, может определять положение механического звена в промышленном оборудовании.

Датчик положения коленчатого вала (в автомобильном двигателе) используется для передачи углового положения коленчатого вала на блок управления двигателем. Затем блок управления двигателем может рассчитать частоту вращения двигателя (угловую скорость). Звукосниматель, используемый в электрогитаре или другом музыкальном инструменте, улавливает вибрации металлических «струн».

Магниторезистивный

Бесконтактные датчики измеряют магниторезистивный эффект или удельного сопротивления ферромагнитного материала в присутствии магнитного поля. Магнитосопротивление - это тенденция материала изменять значение своего электрического сопротивления во внешнем магнитном поле [3,4].

Герконовые переключатели

Герконовые переключатели представляют собой переключатели с магнитным приводом. Обычно они изготавливаются с двумя ферромагнитными язычками (контактными лезвиями), которые запечатаны в стеклянную капсулу. Они состоят из двух ферромагнитных язычков с низким магнитным сопротивлением, заключенных в стеклянные колбы, содержащие инертный газ.

Магнитное поле от электромагнита или постоянного магнита заставит язычки притягиваться друг к другу, чтобы установить электрическую цепь. Примером применения геркона является обнаружение открытия двери при использовании в качестве бесконтактного переключателя для охранной сигнализации.

Гигантский магниторезистивный эффект

Магнитные датчики используют технологию GMR (Giant Magneto-Resistive Effect). Измерительная ячейка состоит из резисторов с несколькими чрезвычайно тонкими ферромагнитными и немагнитными слоями.

Два из этих резисторов GMR используются для формирования обычной мостовой схемы Уитстона [5], которая создает сильный сигнал, пропорциональный магнитному полю, когда магнитное поле присутствует. Пороговое значение определяет и выходной сигнал переключается через компаратор.

Основное применение GMR – датчики магнитного поля, которые используются для считывания данных с жестких дисков, биосенсоры, микроэлектромеханические системы (МЭМС) и другие устройства. Многослойные структуры GMR также используют в магниторезистивной оперативной памяти (MRAM) в качестве ячеек, хранящих один бит информации.

Датчик Холла

Датчик Холла представляет собой устройство, которое используется для измерения величины магнитного поля. Его выходное напряжение прямо пропорционально напряженности магнитного поля через него.

Датчики на эффекте Холла, используемые для датчиков приближения, позиционирования, определения скорости и измерения тока. Часто датчик Холла сочетается с обнаружением порога, так что он действует как переключатель.

Преимущества магнитного датчика приближения

- Контакты хорошо защищены от пыли, окисления и коррозии благодаря герметичной стеклянной колбе и инертному газу; контакты активируются с помощью магнитного поля, а не механических частей;
- Специальная обработка поверхности контактов обеспечивает длительный срок службы контактов;
- Бесплатная поддержка;
- Простота в эксплуатации;
- Уменьшенный размер.

Применение магнитного датчика приближения

Магнитные датчики используются во многих промышленных приложениях для бесконтактного измерения тока, измерения линейного и углового положения и вращения. Магнитные датчики Socus предназначены для обеспечения превосходной производительности во всех этих приложениях.

Магнитные датчики для PDU

PDU (блок распределения питания) является важной частью инфраструктуры центра обработки данных. Оборудование PDU используется для подачи электроэнергии переменного или постоянного тока на серверы. Как правило, PDU обеспечивает фильтрацию мощности и интеллектуальную балансировку нагрузки вместе с удаленным мониторингом.

Робототехника и автоматизация производства

В промышленной автоматизации измерение как линейного, так и углового положения необходимо для выполнения сложных движений двигателя с высокой точностью, повторяемостью и аккуратностью. В связи с потребностью в более быстрых и эффективных производственных линиях магнитные датчики также используются для линейного и углового измерения, предохранительных выключателей и обнаружения приближения.

Бытовая техника

Новые нормативные требования по экономии энергии и воды в бытовых приборах могут быть выполнены за счет дополнительных интеллектуальных датчиков. Магнитные датчики Socus обеспечивают дополнительный интеллект для обнаружения открытия/закрытия двери, уровня жидкости и бесконтактного измерения тока.

Используется в зеленой энергетике

Когда дело доходит до альтернативной энергии, такой как ветер и солнечная энергия, магнитные датчики обеспечивают бесконтактное измерение тока, определение углового положения и переключатели. Для ветроэнергетики определение углового положения обеспечивает оптимальную выработку ветровой энергии, а бесконтактные датчики тока обеспечивают решения для инверторов мощности и солнечных сумматоров. Выключатели также могут помочь в обеспечении безопасности в условиях высокого напряжения.

Заключение

В заключении можно сказать, что применение магнитных датчиков перекрывают большинство практических приложений, начиная от простых устройств с минимальным уровнем автоматизации и заканчивая сложными промышленными и автоматизированными системами с наивысшими требованиями к функциональной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абубакаров, А.Г. Повышение термической устойчивости функциональных материалов для датчиковой аппаратуры // Физические явления и процессы в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: сборник трудов секции № 19 XXXII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2022 года / ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. С. 57-61. EDN ANLEAF.
2. Гинзбург В.Б. Магнитоуправляемые датчики. М.: Энергия, 1970.
3. Мостик Витстона // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1890-1907.
4. Hari Singh Nalwa. Handbook of thin film materials: Nanomaterials and magnetic thin films. Academic Press, 2002. Vol. 5. Pp. 514-633 p.
5. Vorob'ev V.N., Sokolov Yu.F. «Determination of the mobility in small sample of gallium arsenide from magnetoresistive effects» // Sov. Phys. Semiconductors. 1971. Vol. 5. 616 p.

REFERENCES

1. Abubakarov, A.G. Increasing the thermal stability of functional materials for sensor equipment // Physical phenomena and processes in natural and man-made emergencies: Proceedings of Section No. 19 of the XXII International Scientific and Practical Conference, Khimki, March 01, 2022 / FSBEI HE "Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia" . - Khimki: Academy of Civil Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, 2022. Pp. 57-61. EDN ANLEAF.
2. Ginzburg V.B. Magnetic sensors. M.: Energy, 1970.
3. Wheatstone's bridge // Encyclopedic Dictionary of Brockhaus and Efron: in 86 volumes (82 volumes and 4 additional). St. Petersburg, 1890-1907.
4. Hari Singh Nalwa. Handbook of thin film materials: Nanomaterials and magnetic thin films. Academic Press, 2002. Vol. 5. Pp. 514-633.
5. Vorob'ev V.N., Sokolov Yu.F. «Determination of the mobility in small sample of gallium arsenide from magnetoresistive effects» // Sov. Phys. Semiconductors. 1971. Vol. 5. 616 p.