Понятие датчика

Человек глазами воспринимает форму, размеры и цвет окружающих предметов, ушами слышит звуки, носом чувствует запахи. Обычно говорят о пяти видах ощущений, связанных со зрением, слухом, обонянием, вкусом и осязанием. Для формирования ощущений человеку необходимо внешнее раздражение определенных органов - "датчиков чувств". Для различных видов ощущений роль датчиков играют определенные органы чувств:

Зрение......Глаза

Слух........Уши

Вкус........Язык

Обоняние....Нос

Осязание....Кожа

Однако, для получения ощущения одних только органов чувств недостаточно. Например, при зрительном ощущении совсем не значит, что человек видит только благодаря глазам. Общеизвестно, что через глаза раздражения от внешней среды в виде сигналов по нервным волокнам передаются в головной мозг и уже в нем формируется ощущение большого и малого, черного и белого и т.д. Эта общая схема возникновения ощущения относится также к слуху, обонянию и другим видам ощущения, т.е. фактически внешние раздражения как нечто сладкое или горькое, тихое или громкое оцениваются головным мозгом, которому необходимы датчики, реагирующие на эти раздражения.

Аналогичная система формируется и в автоматике. Процесс управления заключается в приеме информации о состоянии объекта управления, ее контроле и обработке центральным устройством и выдачи им управляющих сигналов на исполнительные устройства. Для приема информации служат датчики неэлектрических величин. Таким образом, контролируется температура, механические перемещения, наличие или отсутствие предметов, давление, расходы жидкостей и газов, скорость вращения и т.п.

Принцип действия и классификация

Датчики информируют о состоянии внешней среды путем взаимодействия с ней и преобразования реакции на это взаимодействие в электрические сигналы. Существует множество явлений и эффектов, видов преобразования свойств и энергии, которые можно использовать для создания датчиков. В табл. 1 приведен сравнительно скромный перечень.

При классификации датчиков в качестве основы часто используется принцип их действия, который, в свою очередь, может базироваться на физических или химических явлениях и свойствах.

Основные виды

Температурные датчикия. С температурой мы сталкиваемся ежедневно, и это наиболее знакомая нам физическая величина.

Среди прочих датчиков температурные отличаются особенно большим разнообразием типов и являются одним из самых распространненых.

Стеклянный термометр со столбиком ртути известен с давних времен и широко используется в наши дни. Терморезисторы сопротивления которых изменяется под влиянием температуры, используются довольно часто в разнообразных устройствах благодаря сравнительно малой стоимости датчиков данного типа. Существует три вида терморезисторов: с отрицательной характеристикой (их сопротивление уменьшается с повышением температуры), С положительной характеристикой (с повышением температуры сопротивление увеличивается) и с критичной характеристикой (сопротивление увеличивается при пороговом значении температуры). Обычно сопротивление под влиянием температуры изменяется довольно резко. Для расширения линейного участка этого изменения параллельно и последовательно терморезистору присоединяются резисторы.

Термопары особенно широко применяются в области измерений. В них используется эффект Зеебека: в спае из разнородных металлов возникает ЭДС, приблизительно пропорциональная разности температур между самим спаем и его выводами. Диапазон измеряемых термопарой температур зависит от применяемых металлов. В термочувствительных ферритах и конденсаторах используется влияние температуры соответственно на магнитную и диэлектрическую проницаемость, начиная с некоторого значения, которое называется температурой Кюри и для конкретного датчика зависит от применяемых в нем материалов.

Термочувствительные диоды и тиристоры относятся к полупроводниковым датчикам, в которых используется температурная зависимость проводимости p-n-перехода (обычно на кристалле кремния). В последнее время практическое применение нашли так называемые интегральные температурные датчики, представляющие собой термочувствительный диод на одном кристалле с периферийными схемами, например усилителем и др.

Оптические датчикия. Подобно температурным оптические датчики от личаются большим разнообразием и массовостью применения. Как видно из табл. 3, по принципу оптико-электрического преобразования эти датчики можно разделить на четыре типа: на основе эффектов фотоэлектронной эмиссии, фотопроводимости, фотогальванического и пироэлектрических.

Фотогальваническая эмиссия, или внешний фотоэффект, - это испускание электронов при падении света физическое тело. Для вылета электронов из физического тела им необходимо преодолеть энергетический барьер. Поскольку энергия фотоэлектронов пропорциональна hc/л (где h - постоянная Планка, с - скорость света, л - длина волны света), то, чем короче длина волны облучающего света, тем больше энергия электронов и легче преодоление ими указанного барьера.

Эффект фотопроводимости, или внутренний фотоэффект, - это изменение электрического сопротивления физического тела при облучении его светом. Среди материалов, обладающих эффектом фотопроводимости, - ZnS, CdS, GaAs, Ge, PbS и др. Максимум спектральной чувствительности CdS приходится приблизительно на свет с длиной волны 500-550 нм, что соответствует приблизительно середине зоны чувствительности человеческого зрения. Оптические датчики, работающие на эффекте фотопроводимости, рекомендуется использовать в экспонометрах фото- и кинокамер, в автоматических выключателях и регуляторах света, обнаружителях пламени и др. Недостаток этих датчиков - замедленная реакция (50 мс и более).

Фотогальванический эффект заключается в возникновении ЭДС на выводах p-n-перехода в облучаемом светом полупроводнике. Под воздействием света внутри p-n-перехода появляются свободные электроны и дырки и генерируется ЭДС. Типичные датчики, работающие по этому принципу, - фотодиоды, фототранзисторы. Такой же принцип действия имеет оптико-электрическая часть двухмерных твердотельных датчиков изображения, например датчиков на приборах с зарядовой связью (ПЗС-датчиков). В качестве материала подложки для фотогальванических датчиков чаще всего используется кремний. Сравнительно высокая скорость отклика и большая чувствительность в диапазоне от ближней инфракрасной (ИК) зоны до видимого света обеспечивает этим датчакам широкую сферу применения.

Пироэлектрические эффекты - это явления, при которых на поверхности физического тела вследствие изменений поверхностного температурного "рельефа" возникают электрические заряды, соответствующие этим изменениям. Среди материалов, обладающих подобными свойствами: и множество других так нызываемых пироэлектрических материалов. В корпус датчика встроен полевой транзистор, позволяющий преобразовывать высокое полное сопротивление пиротехнического элемента с его оптимальными электрическими зарядами в более низкое и оптимальное выходное сопротивление датчика. Из датчиков этого типа наиболее часто используются ИК-датчики.

Среди оптических датчиков мало найдется таких, которые обладали бы достаточной чувствительностью во всем световом диапазоне. Большинство датчиков имеет оптимальную чувствительность в довольно узкой зоне ультрафиолетовой, или видимой, или инфракрасной части спектра.

Основные преимущества перед датчиками других типов:

1. Возмож ность бесконтактного обнаружения.

2. Возможность (при соот ветствующей оптике) измерения объектов как с чрезвычайно большими, так и с необычайно малыми раз мерами.

3. Высокая скорость отклика.

4. Удобство применения интегральной технологии (оптические датчики, как правило, твердотельные и полупроводниковые),

обеспечивающей малые размеры и большой срок службы.

5. Обширная сфера использования: измерение различных физических величин, определение формы, распознавания объектов и т.д.

Наряду с преимуществами оптические датчики обладают и некоторыми недостатками, а именно чувствительны к загрязнению, подвержены влиянию постороннего света, светового фона, а также температуры (при полупроводниковой основе).

Датчики давления. В датчиках давления всегда испытывается боль шая потребность, и они находят весьма широкое применение. Принцип регистрации давления служит основой для многих других типов датчиков, например датчиков массы, положения, уровня и расхода жидкости и др. В подавляющем большинстве случаев индикация давления осуществляется благодаря деформации упругих тел, например диафрагмы, трубки Прудона, гофрированной мембраны. Такие датчики имеют достаточную прочность, малую стоимость, но в них затруднено получение электрических сигналов. Потенциалометрические (реостатные), емкостные, индукционные, магнитнострикционные, ультразвуковые датчики давления имеют на выходе электрический сигнал, но сравнительно сложны в изготовлении.

В настоящее время в качестве датчиков давления все шире используются тензометры. Особенно перспективными представляются полкпроводниковые тензометры диффузионного типа. Диффузионные тензометры на кремниевой подложке обладают высокой чувствительностью, малыми размерами и легко интегрируются с периферийными схемами. Путем травления по тонкопленочной технологии на поверхности кристалла кремния с n-продимостью формируется круглая диафрагма. На краях диафрагмы методом диффузии наносятся пленочные резисторы, имеющие p-проводимость. Если к диафрагме прикладывается давление, то сопротивление одних резисторов увеличивается, а других - уменьшается. Выходной сигнал датчика формируется с помощью мостовой схемы, в которою входят эти резисторы.

Полупроводниковые датчики давления диффузионного типа, подобные вышеописанному, широко используются в автомобильной электронике, во всевозможных компрессорах. Основные проблемы - это температурная зависимость, неустойчивость к внешней среде и срок службы.

Датчики влажности и газовые анализаторы

Влажность - физический параметр, с которым, как и с температурой, человек сталкивается с самых древних времен; однако надежных датчиков не было в течение длительного периода. Чаще всего для подобных датчиков использовались человеческий или конский волос, удлиняющиеся или укорачивающиеся при изменении влажности. В настоящее время для определения влажности используется полимерная пленка, покрытая хлористым литием, набухающим от влаги. Однако датчики на этой основе обладают гистерезисом, нестабильностью характеристик во времени и узким диапазоном измерения. Более современными являются датчики, в которых используются керамика и твердые электролиты. В них устранены вышеперечисленные недостатки. Одна из сфер применения датчиков влажности - разнообразные регуляторы атмосферы.

Газовые датчики широко используются на производственных предприятиях для обнаружения разного рода вредных газов, а в домашних помещениях - для обнаружения утечки горючего газа. Во многих случаях требуется обнаруживать определенные виды газа и желательно иметь газовые датчики, обладающие избирательной характеристикой относительно газовой среды. Однако реакция на другие газовые компоненты затрудняет создание избирательных газовых датчиков, обладающих высокой чувствительностью и надежностью. Газовые датчики могут быть выполнены на основе МОП-транзисторов, гальванических элементов, твердых электролитов с использованием явлений катализа, интерференции, поглощения инфракрасных лучей и т.д. Для регистрации утечки бытового газа, например сжиженного природного или горючего газа типа пропан, используется главным образом полупроводниковая керамика, в частности, или устройства, работающие по принципу каталитического горения.

При использовании датчиков газа и влажности для регистрации состояния различных сред, в том числе и агрессивных, часто возникает проблема долговечности.

Магнитные датчикия. Главной особеностью магнитных датчиков, как и оптических, является быстродействие и возможность обнаружения и измерения бесконтактным способом, но в отличие от оптических этот вид датчиков не чувствителен к загрязнению. Однако в силу характера магнитных явлений эффективная работа этих датчиков в значительной мере зависит от такого параметра, как расстояние, и обычно для магнитных датчиков необходима достаточная близость к воздействующему магнитному полю.

Среди магнитных датчиков хорошо известны датчики Холла. В настоящее время они применяются в качестве дискретных элементов, но быстро расширяется применение элементов Холла в виде ИС, выполненных на кремниевой подложке. Подобные ИС наилучшим образом отвечают современным требованиям к датчикам.

Магниторезистивные полупроводниковые элементы имеют давнюю историю развития. Сейчас снова оживились исследования и разработки магниторезистивных датчиков, в которых используется ферромагнетики. Недостатком этих датчиков является узкий динамический диапазон обнаруживаемых изменений магнитного поля. Однако высокая чувствительность, а также возможность создания многоэлементных датчиков в виде ИС путем напыления, т. е. технологичность их производства, составляют несомненные преимущества.

Список использованной литературы

1. Како Н., Яманэ Я. Датчики и микро-ЭВМ. Л: Энергоатомиз дат, 1986г.

2. У.Титце, К.Шенк. Полупроводниковая схемотехника. М: Мир, 1982г.

3. П.Хоровиц, У.Хилл. Искусство схемотехники т.2, М: Мир, 1984г.

4. Справочная книга радиолюбителя-конструктора. М: Радио и связь, 1990г.