

Датчики. Принцип дії і класифікація

Датчики інформують про стан зовнішнього середовища шляхом взаємодії з ним і перетворення реакції на цю взаємодію в електричні сигнали. Існує безліч явищ і ефектів, видів перетворення властивостей і енергії, які можна використовувати для створення датчиків.

При класифікації датчиків як основа часто використовується принцип їх дії, який, у свою чергу, може базуватися на фізичних або хімічних явищах і властивостях.

Основні види

Температурні датчики.

Терморезистори опору, температура яких змінюється під впливом температури, використовуються досить часто в різноманітних пристроях завдяки порівняно малій вартості датчиків цього типу. Існує три види терморезисторів: з негативною характеристикою (їх опір зменшується з підвищенням температури), з позитивною характеристикою (з підвищенням температури опір збільшується) і з критичною характеристикою (опір збільшується при пороговому значенні температури). Звичайний опір під впливом температури змінюється досить різко. Для розширення лінійної ділянки цієї зміни паралельно і послідовно терморезистору приєднуються резистори.

Термопари особливо широко застосовуються в області вимірів. У них використовується ефект Зеебека: в спаї з різнорідних металів виникає ЕДС, приблизно пропорційна різниці температур між самим спаєм і його виводами. Діапазон вимірюваних термопарою температур залежить від використаних металів. У термочутливих феритах і конденсаторах використовується вплив температури відповідно на магнітну і діелектричну проникність, починаючи з деякого значення, яке називається температурою Кюрі і для конкретного датчика залежить від використаних в ньому матеріалів.

Термочутливі діоди і тиристори відносяться до напівпровідникових датчиків, в яких використовується температурна залежність провідності p - n -перехода (зазвичай на кристалі кремнію). Останнім часом практичне застосування знайшли так звані інтегральні температурні датчики, що є термочутливим діодом на одному кристалі з периферійними схемами, наприклад підсилювачем та ін.

Оптичні датчики. За принципом оптико-електричного перетворення ці датчики можна розділити на чотири типи: на основі ефектів фотоелектронної емісії, фотопровідності, фотогальванічного і піроелектричних. Фотогальванічна емісія, або зовнішній фотоэффект, - це випускання електронів при падінні світла фізичне тіло. Для вильоту електронів з фізичного тіла їм необхідно здолати енергетичний бар'єр. Оскільки енергія фотоелектронів пропорційна hc/l (де h - постійна Планка, c - швидкість світла, l - довжина хвилі світла), то, чим коротша довжина хвилі опромінюючого світла, тим більше енергія електронів і легше подолання ними вказаного бар'єру.

Ефект фотопровідності, або внутрішній фотоэффект, - це зміна електричного опору фізичного тіла при опроміненні його світлом. Серед матеріалів, що мають ефект фотопровідності, - ZnS , CdS , $GaAs$, Ge , PbS та ін. Максимум спектральної чутливості CdS приходить приблизно на світло з довжиною хвилі 500-550 нм, що відповідає приблизно середині зони чутливості людського зору. Оптичні датчики, що працюють на ефекті фотопровідності, рекомендується використовувати в експонетрах фото- і кінокамер, в автоматичних вимикачах і регуляторах світла, фіксаторів полум'я та ін. Недолік цих датчиків - уповільнена реакція (50 мс і більш).

Фотогальванічний ефект полягає у виникненні ЕДС на виводах p - n -перехода в опромінюваному світлом напівпровіднику. Під впливом світла усередині p - n -перехода з'являються вільні електрони і дірки і генерується ЕДС. Типові датчики, що працюють за цим принципом, - фотодіоди, фототранзистори. Такий же принцип дії має оптико-електрична частина двомірних твердотілих датчиків зображення, наприклад датчиків на приладах із зарядним зв'язком (ПЗС-датчиків). Як матеріал підкладки для фотогальванічних датчиків найчастіше використовується кремній. Порівняно висока швидкість реакції і велика чутливість в діапазоні від ближньої інфрачервоної (ГИК) зони до видимого світла забезпечує цим датчикам широку сферу застосування.

Піроелектричні ефекти - це явища, при яких на поверхні фізичного тіла внаслідок змін поверхневого температурного "рельєфу" виникають електричні заряди, відповідні цим змінам. У корпус датчика вбудований польовий транзистор, що дозволяє перетворювати високий повний опір піротехнічного елемента з його оптимальними електричними зарядами в нижчий і оптимальніший вихідний опір датчика. З датчиків цього типу найчастіше використовуються Ік-датчики.

Датчики тиску. У датчиках тиску завжди відчувається більша потреба, і вони знаходять дуже широке застосування. Принцип реєстрації тиску служить основою для багатьох інших типів датчиків, наприклад датчиків маси, положення, рівня і витрати рідини та ін. У переважній більшості випадків індикація тиску здійснюється завдяки деформації пружних тіл, наприклад діафрагми, трубки Прудона, гофрованої мембрани. Такі датчики мають достатню міцність, малу вартість, але в них ускладнено отримання електричних сигналів.

Потенціометричні (реостатні), ємності, індукційні, ультразвукові датчики тиску мають на виході електричний сигнал, але порівняно складні у виготовленні.

Нині як датчики тиску все ширше використовуються тензометри. Особливо перспективними представляються напівпровідникові тензометри дифузійного типу. Дифузійні тензометри на кремнієвій підкладці мають високу чутливість, малі розміри і легко інтегруються з периферійними схемами. Шляхом травлення за тонкоплівковою технологією на поверхні кристала кремнію з p-провідністю формується кругла діафрагма. На краях діафрагми методом дифузії наносяться плівкові резистори, що мають p-провідність. Якщо до діафрагми прикладається тиск, то опір одних резисторів збільшується, а інших - зменшується. Вихідний сигнал датчика формується за допомогою мостової схеми, в яку входять ці резистори.

Датчики вологості і газові аналізатори

Нині для визначення вологості використовується полімерна плівка, покрита хлористим літієм, що набрякає від вологи. Проте датчики на цій основі мають гістерезис, нестабільність характеристик в часі і вузький діапазон виміру. Сучаснішими є датчики, в яких використовуються кераміка і тверді електроліти. Одна з сфер застосування датчиків вологості - різноманітні регулятори атмосфери.

Газові датчики широко використовуються на підприємствах для виявлення різного роду шкідливих газів, а в домашніх приміщеннях - для виявлення витoku горючого газу. Газові датчики можуть бути виконані на основі МОП-транзисторів, гальванічних елементів, твердих електролітів з використанням явищ каталізу, інтерференції, поглинання інфрачервоних променів і так далі. Для реєстрації витoku побутового газу, наприклад зрідженого природного або горючого газу типу пропан, використовується головним чином напівпровідникова кераміка, зокрема, або пристрої, що працюють за принципом каталітичного горіння.

Магнітні датчики.

Серед магнітних датчиків добре відомі датчики Хола. Ефект Хола полягає у виникненні напруги в провіднику із струмом в магнітному полі. Виникаюча напруга перпендикулярно протікаючому струму і пропорційна магнітному потоку. Після посилення ця напруга використовується для управління вихідними каскадами датчиків і зовнішніми схемами.

Вихідні каскади датчиків можуть бути різних типів - аналогові, коли вихідний сигнал пропорційний магнітному потоку через датчик, і цифрові, два рівні сигналу, що мають, на виході. Аналогові каскади можуть бути виконані за схемою 'відкритий колектор' (NPN) і 'джерело струму' (PNP). По реакції на магнітне поле датчики розподіляються по трьох групах: біполярні, однополярні і уніполярні. Для включення біполярного датчика вимагається дія поля позитивної полярності, а для виключення - негативною. Однополярні датчики вимірюють поля будь-якої полярності, а уніполярні - тільки однієї (зазвичай позитивною).

Магнітне поле може бути сформоване постійними магнітами або електромагнітами. Зміна напруженості поля досягається шляхом переміщення магніта, зміни струму електромагніту або внесенням магнітного матеріалу до проміжку між датчиком і магнітом. Випускаються датчики, в яких використовуються зовнішні або вбудовані в корпус магніти. Останнім часом у вихідні каскади датчиків Хола вводяться спеціальні схеми зниження температурної нестабільності датчиків і магнітів, а також схеми лінеаризації аналогових виходів.

Список використаної літератури

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.