

КОМПОНЕНТЫ

Механический переключатель на основе полупроводниковой структуры

За последнее десятилетие создано большое количество кремниевых электронных приборов, заменяющих электромеханические переключательные и управляющие устройства, которые до этого выполнялись в виде громоздких переключателей, реле и соленоидов. Но этого мало — оказалось, что можно сделать кремниевые интегральные приборы, обладающие очень важными механическими характеристиками.

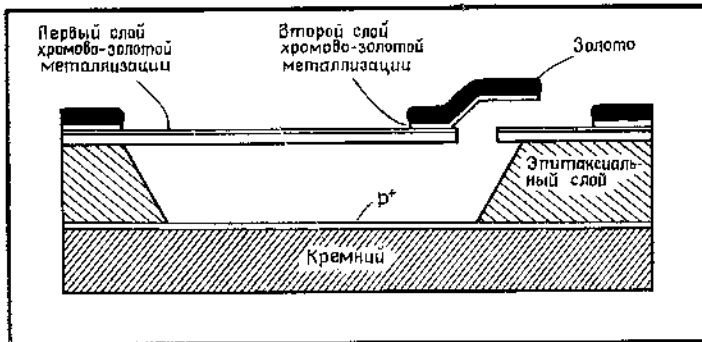
Петерсен из исследовательского отделения компании International Business Machines Corp. (Сан-Хосе, шт. Калифорния) разработал новые приборы, которые он назвал микромеханическими переключателями и схемами, изготавливаемыми на основе трехмерных полупроводниковых структур. По существу эти приборы представляют собой четырехконтактные переключатели, управляемые напряжением, технология изготовления которых совместима с технологическими методами производства типовых интегральных схем, говорится в его докладе на состоявшейся в начале декабря 1978 г. Международной конференции по электронным приборам.

Новые приборы открывают перспективы интеграции механических и электронных функций на одном схемном кристалле. В число предлагаемых Петерсеном возможных применений новых приборов входят переключение аналоговых сигналов и хранение оптических изображений.

Консольная конструкция. Основой микромеханического переключателя фирмы IBM является консольный элемент длиной 76 мкм, изготовленный в виде тонкой мембраны из двуокиси кремния, покрытой слоем металла. Эта мембрана толщиной 350 нм несет на себе узкий контактный электрод и более широкий отклоняющий электрод. Она расположена над полостью глубиной 7 мкм, вытравленной в кремниевом эпитаксиальном слое, как показано на рисунке.

Изготовление прибора начинается с формирования в кремниевой пластине сильно легированной бором диффузионной области р-типа. После этого выращивается эпитаксиальный слой, а следом за ним осаждается слой двуокиси кремния. На этот слой осаждается тонкий слой металлизации из хрома и золота. Затем с помощью набора фотолитографических операций, операций травления и операций осаждения золота формируется консольный контактный элемент. Для получения контактных электродов дополнительно осаждаются специальные золотые структуры.

Срабатывание переключателя происходит при электростатическом отклонении мембраны



Для изготовления микромеханического переключателя, разработанного специалистами фирмы IBM, используются методы полупроводниковой технологии. С их помощью в структуре создается консольный переключательный элемент, который можно отклонять электростатическим путем, как и обычный контакт переключателя.

внутрь полости в результате подачи напряжения между отклоняющим электродом и кремниевым р⁺-слоем на дне полости. При отклоняющих напряжениях около 60 В времена переключения прибора составили менее 40 мкс. Увеличение отклоняющего напряжения сокращает время срабатывания переключателя, однако может вызывать «дребезг» его контактов при замыкании.

Петерсен применяет свой микромеханический переключатель в оптическом запоминающем элементе, работа которого также основана на электростатическом отклонении тонких мембран. Вместо узкого консольного элемента он использует четыре прямоугольных металлизированных лепестковых элемента, закрепленных в одной общей точке и расположенных над полостью прибора.

Микромеханический переключатель, выполненный на той же самой подложке, подает на эти лепестки заряжающие или разряжающие импульсы. Если на контактный электрод подать напряжение 16 В, а переключатель замкнуть путем подачи 60-В импульса, то емкость между лепестками и подложкой зарядится до 16 В и лепестки отклонятся внутрь полости. По окончании 100-мкс управляющего импульса переключатель

разомкнется, а лепестки останутся заряженными и будут удерживаться в отклоненном положении в течение нескольких часов.

При наблюдении через оптическую систему с использованием метода полос каждая группа из четырех неотклоненных лепестков будет выглядеть темной, тогда как каждая группа из отклонившихся лепестков будет более яркой, так как свет падает на них под другим углом. Комбинируя группы таких лепестков, можно получить блок хранения оптического изображения с матричной адресацией. Специалисты фирмы IBM исследуют сейчас конструкцию такого дисплея на 1260 элементов, организованных в 36 точечных алфавитно-цифровых символов 5×7 точек каждый.

По словам Петерсена, со временем можно будет получить подобные приборы с временами срабатывания менее 10 мкс при управляющих напряжениях менее 30 В и максимальных токах через контакты более 100 мА. Некоторые из уже изготовленных переключателей продемонстрировали долговечность более 2 млн. срабатываний при плотностях тока $5 \cdot 10^4$ А/см². Следующий этап исследований этих новых и пока еще экспериментальных приборов — это интеграция на одном кристалле электронных и механических функций [рр. 32, 33].