

Сенсорные панели – взгляд изнутри

В данной статье приведен краткий обзор конструкций и схемотехники графических устройств ввода информации типа “сенсорная панель” или “сенсорный экран”, а также описание контроллеров TouchScreen различных производителей.

Использование сенсорных экранов в качестве компьютерного интерфейса становится в настоящее время широко распространенным явлением. Популярность последних обусловлена достигаемой с их помощью простотой интерфейса пользователя. Интерфейс на основе сенсорного экрана позволяет исключить применение крупноформатных клавиатур, а также обеспечивает удобную контекстную систему пользовательского меню.

В настоящее время разработчикам электронной аппаратуры доступны как готовые сенсорные экраны на основе графических ЖКЭ и сенсорных панелей со своим контроллером, так и отдельные сенсорные панели (рис. 1). Однако цена готовых сенсорных экранов достаточно высока, к тому же ограниченная номенклатура устройств данного типа не всегда позволяет выбрать подходящий по конструкции тип сенсорного экрана. Заказ на проведение разработки сенсорного экрана с заданными параметрами – очень дорогое удовольствие, которое вряд ли окупится при малых объемах выпуска. В этой ситуации следует правильно оценивать возможности и стоимость сенсорного экрана по сравнению с конкурирующим стандартным и проверенным решением – интерфейсом на основе ЖКИ с фиксированными знаками и функциональной клавиатурой на 4–16 клавиш. Но если все-таки использование сенсорного экра-

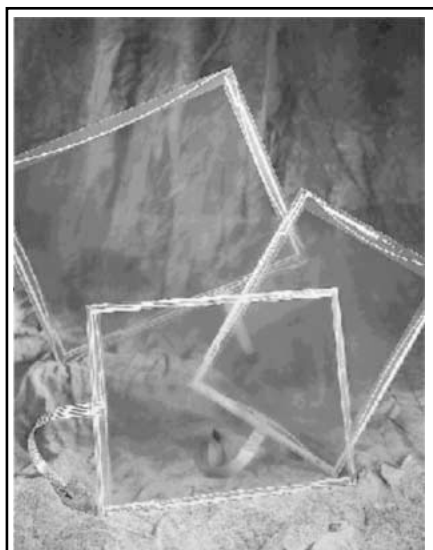


Рис. 1. Сенсорные панели фирмы Bergquist

на в данном изделии позволяет реализовать все достоинства пользовательского интерфейса при разумной цене, то существует путь его реализации. Для этого можно использовать стандартный модуль ЖКЭ (малоформатный графический) и готовую накладную сенсорную панель, конструктивно и оптически сопрягаемую с рабочей площадью ЖКЭ. Имеется ряд производителей, которые поставляют стандартные накладные резистивные сенсорные панели [2, 3, 5]. Производителями также обеспечивается проведение разработки и выпуска небольшим тиражом заказных сенсорных панелей в соответствии со спецификацией, заданной пользователем.

В этом случае для реализации интерфейса сенсорного экрана необходимо разработать свой контроллер, который будет обеспечивать поддержку функций обнаружения касания и определения координат точки касания.

Типы сенсорных панелей

В сенсорных панелях могут быть использованы различные физические эффекты, обеспечивающие сенсорную чувствительность. Доминируют, главным образом, две технологии, основанные на резистивной и емкостной чувствительности. Есть и другие способы, также применяемые в практических конструкциях сенсорных панелей, основанные на использовании ИК-сканирования (матрица ИК-светодиодов и фотоприемников), ультразвукового сканирования и электромагнитных эффектов. Однако, по сравнению со всеми остальными типами, резистивные и емкостные панели обеспечивают гораздо меньшую стоимость и лучшее разрешение.

Использование резистивной технологии имеет некоторые преимущества по сравнению с емкостной, поскольку позволяет пользователю работать в резиновых перчатках.

Следует отметить, что и у других сенсорных технологий есть свои преимущества. Например, дискретный сенсорный экран, основанный на ИК-сканировании, позволяет получить фиксацию координат касания до прикосновения (и

без прикосновения). Такой тип сенсорной панели используется в некоторых моделях логических анализаторов Hewlett-Packard.

Емкостные сенсорные экраны широко используются в различных игровых и торговых терминалах, в терминалах справочных систем аэропортов и вокзалов. Они наиболее устойчивы против вандализма, поскольку чувствительная поверхность и экран ЭЛТ отделены от пользователя прочным прозрачным защитным цитом.

Наибольшее распространение в сенсорных экранах портативных устройств имеет резистивная технология. Данная статья посвящена описанию конструкции и схемотехники сенсорных панелей, использующих именно этот тип сенсорной технологии.

Конструкция и технология резистивных сенсорных панелей

Сенсорная резистивная панель состоит из двух склеенных плоскопараллельных прозрачных подложек, на внутренней поверхности которых нанесено прозрачное проводящее покрытие – пленка ITO – In_2O_3 (двуокись индия). В качестве нижней подложки используется стеклянная пластина толщиной 0,8...2,5 мм, а в качестве верхней – майларовая пленка толщиной около 100 мкм или тонкое стекло (рис. 2). С наружной стороны, обращенной к пользователю, верхняя подложка покрыта антибликовым слоем и слоем, обеспечивающим устойчивость сенсор-

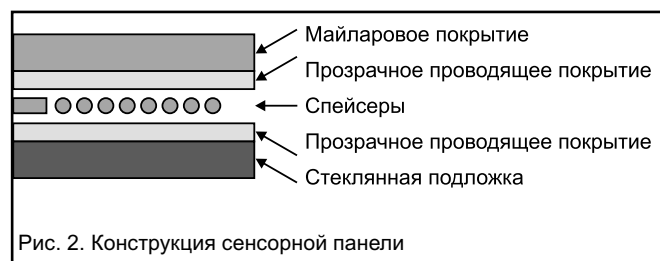


Рис. 2. Конструкция сенсорной панели

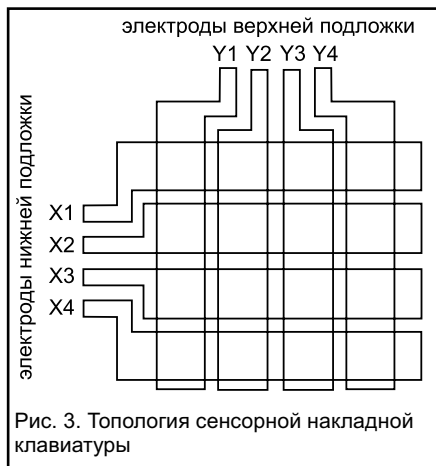
ной панели к царапинам, а также к воздействию различных химических веществ. Рабочий зазор, изолирующий проводящие слои подложек друг от друга, задается с помощью прозрачных спейсеров, имеющих, как правило, сферическую форму. В качестве материала для спейсеров используется стекло (калиброванные стеклянные шарики) или же специальный пластик. Спейсеры могут быть нанесены посредством различных технологий, в частности шелкографии. Известен и другой способ создания изолирующего зазора – посредством селективного вытравливания столбиков-спейсеров на внутренней поверхности стеклянной подложки полирующим травителем.

Спейсеры должны быть нанесены на поверхность нижней подложки равномерно, с шагом 1...20 мм. Топологически спейсеры образуют сетчатый рисунок. В идеале они не должны быть

заметны, только при рассмотрении поверхности сенсорного экрана под определенным углом может быть заметен едва различимый сетчатый узор. Величина зазора как и шаг сетки спейсеров, может варьироваться в широких пределах и выбирается конкретным приложением сенсорной панели. Механически верхняя пленка эквивалентна системе дискретных микробалок, образованных сегментами пленки, опирающимися на спейсеры. При нажатии на верхнюю пленку происходит локальный прогиб микробалки и замыкание двух проводящих слоев. Сенсорная чувствительность – минимальное давление нажатия, при котором происходит замыкание слоев, — зависит от величины зазора между подложками, толщины верхней пленки и шага спейсеров.

Дискретные и аналоговые типы сенсорных панелей

В самом простом варианте сенсорную панель можно организовать как матричную клавиатуру (рис. 3). Топология электродов верхней и нижней подложки в этом случае аналогична топологии пленочной клавиатуры. Такие сенсорные панели можно использовать в качестве устройства ввода информации в сочетании как с матричными символьными ЖКИ, так и с графическими ЖКЭ. На экране ЖКИ или ЖКЭ можно организовать систему меню, где пользователю достаточно только выбрать нужную из предложенных опций в окне.



Сканирование сенсорной клавиатуры осуществляется точно так же, как и сканирование обычной клавиатуры с матричным размещением контактов. У такого типа сенсорных панелей, кроме одного достоинства – простоты, есть и недостатки: большое число выводов и ограниченные возможности при создании пользовательского интерфейса. К тому же, для получения рисунка электродов требуется операция шелкографии. Однако в простых устройствах и такая сенсорная панель может обеспечить удобный пользовательский интерфейс.

Показанную на рис. 4 топологию сенсорной панели можно отнести к промежуточному типу – дискретно-аналоговому.

По сути, это аналоговая сенсорная панель, поскольку для получения координаты точки касания требуется использование АЦП. У данной топологии только одно достоинство: ее применение

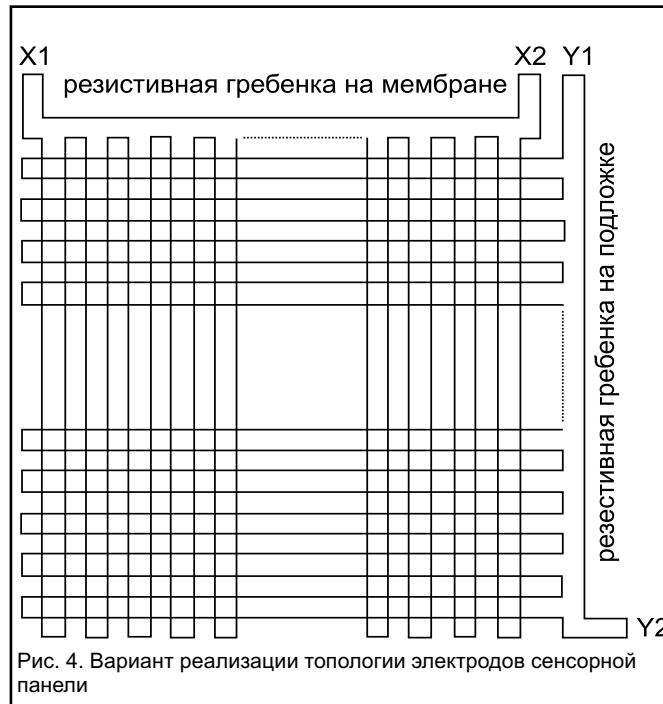


Рис. 4. Вариант реализации топологии электродов сенсорной панели

позволяет снизить требования к однородности сопротивления проводящей пленки. Недосток заключается в том, что необходимо проводить фотолитографию и травление рисунка электродов для каждой подложки. В настоящее время такой тип практически не используется, поскольку есть поставщики готовых стеклянных подложек, а также пленок с нанесенным слоем ИТО, обладающих высокой линейностью сопротивления, по разумной цене. К таким фирмам относится, например, Asahi Glass Co., которая является крупнейшим в мире поставщиком стеклянных подложек с нанесенным ИТО для большинства известных производителей ЖКИ и ЖКЭ. Asahi Glass является учредителем широко известного производителя ЖК-дисплеев – фирмы Optrex.

При изготовлении современных аналоговых резистивных панелей не требуется использование операций фотолитографии и травления по проводящему слою.

Типы топологических схем аналоговых сенсорных панелей

Существуют две топологические схемы, по которым реализуются аналоговые сенсорные панели: четырехпроводная и пятипроводная (рис. 5). Эти два типа панелей различаются не только числом соединительных проводов, используемых при сканировании, но и конструкцией, а также алгоритмом получения координат. На рис. 6 показаны конструкции этих типов сенсорных резистивных панелей.

Четырехпроводная схема

В четырехпроводной конструкции используются две равнозначных проводящих поверхности: одна – определяющая положение координаты по оси X (–X\+X), другая – по оси Y (–Y\+Y). Сканирование производится за две фазы. В первой фазе к электродам проводящего слоя пластины X прикладывается тестовое напряжение (например, к электроду –X подключен потенциал Gnd, а к +X – потенциал Vref). Проводящая поверхность подложки Y в данной фазе служит для съема потенциала, образованного интегральным резистивным делителем в точке касания. Таким образом, выводы –X и +X в данной фазе являются выходами, и к ним подключен источник опорного напряжения, а выводы –Y и +Y являются входными и подключаются ко входу АЦП. В процессе аналого-цифрового преобразования в данной фазе получаем величину, пропорциональную координате по оси X. Соответственно, во второй

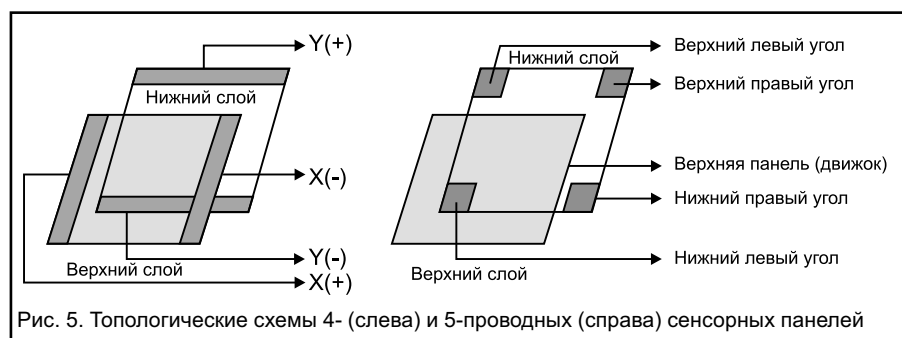


Рис. 5. Топологические схемы 4- (слева) и 5-проводных (справа) сенсорных панелей

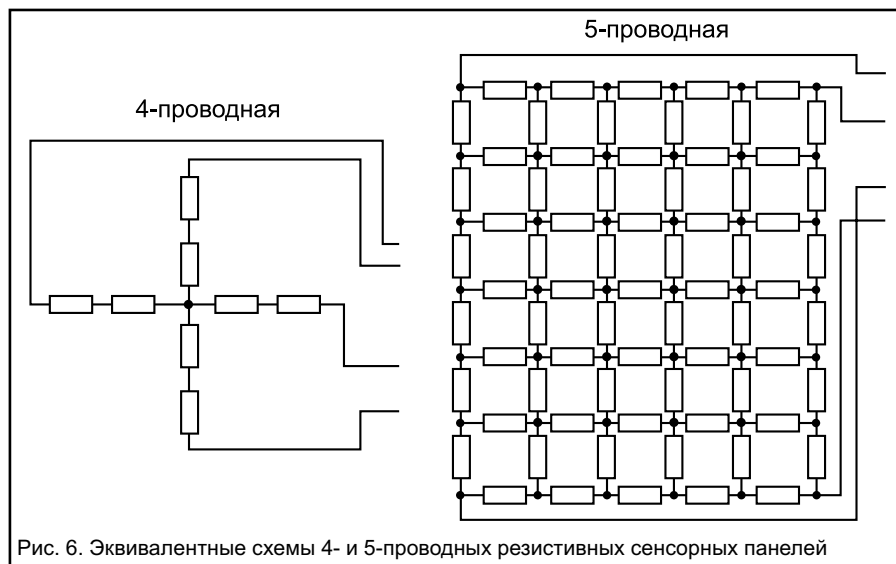


Рис. 6. Эквивалентные схемы 4- и 5-проводных резистивных сенсорных панелей

фазе производится симметричная процедура, и получается вторая координата по оси Y.

Для получения равномерного распределения потенциалов вдоль проводящей пленки, к торцам которой прикладывается опорное напряжение, используются шунтирующие металлические торцевые полоски (рис. 7). Полоски выполнены из серебра. Если посмотреть более внимательно к изображению сенсорной резистивной панели на рис. 1, то можно заметить, что шунтирующие полоски электродов имеют сферическую форму. Это сделано для того, чтобы компенсировать влияние краевого эффекта в пленочном интегральном резисторе. Сферическая форма электродов позволяет улучшить линейность распределения потенциала в резистивном слое вблизи границ пленки. В большинстве случаев это позволяет отказаться от необходимости программной коррекции координатной карты резистивного слоя.

Основные характеристики сенсорных резистивных панелей:

- линейность проводящего покрытия подложек панели – до 97%;
- прозрачность панели (коэффициент пропускания на длине волны 550 нм) – 82...87%;

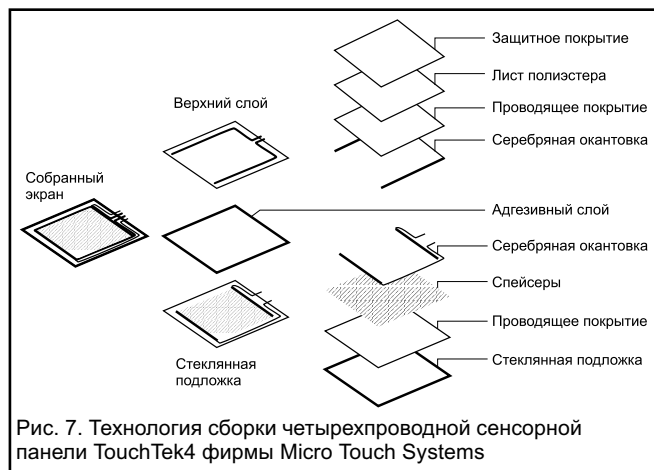


Рис. 7. Технология сборки четырехпроводной сенсорной панели TouchTek4 фирмы Micro Touch Systems

- удельное сопротивление проводящих покрытий – 325...500 Ом/м для верхней пленки и 400...600 Ом/м для нижней пленки;
- величина прогиба при нажатии (Actuation Travel) – 25...75 мкм;
- износостойкость (гарантированное число нажатий) – до 30 млн (у Bergquist);
- сенсорная чувствительность (минимальное усилие при нажатии) – 15...500 гр.;
- гарантийный срок эксплуатации – до 5 лет (у панелей фирмы Bergquist).

На рис. 8 показан один из вариантов практической реализации сенсорного экрана в карманном компьютере Palmtop III на основе резистивной четырехпроводной сенсорной панели, а на рис. 9 – вид снятой панели.

Пятипроводная схема

В этой схеме четыре вывода всегда являются входами, к которым прикладываются тестовые напряжения, а пятый всегда является выходом, с которого производится съем потенциалов, соответствующих координатам точки замыкания при касании. Четыре вывода соединяются с четырьмя угловыми электродами проводящей пленки на нижней стеклянной подложке, а пятый вывод имеет контакт с проводящей пленкой на верхней подложке сенсорной панели.

Верхняя пленка при замыкании является эквивалентом ползунка (wiper) в переменном резисторе, образованном нижней резистивной пленкой. Измерение имеет две фазы. В первой фазе потенциал Gnd приложен к электродам двух смежных углов



Рис. 8. Внешний вид сенсорного экрана используемого в Palmtop III

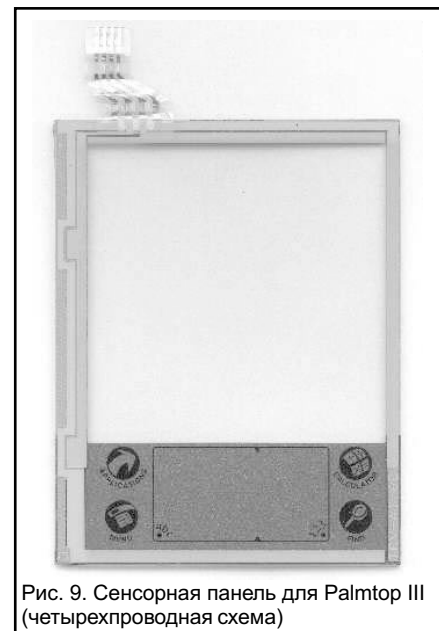


Рис. 9. Сенсорная панель для Palmtop III (четырепроводная схема)

пленки, а опорное напряжение Uref – к остальным двум электродам. В идеале желательно получить линейное распределение потенциалов вдоль поверхности пленки от электродов Uref до электродов Gnd. В действительности это не совсем так, поскольку в данной схеме гораздо сильнее, чем в четырехвыводной, проявляются граничные эффекты. В итоге при использовании пятипроводной схемы требуется программная коррекция координат, которая основана на табличном методе. Таблица зашита в отдельной микросхеме EEPROM.

Александр Самарин,
samar@zelax.ru

Окончание следует