

УДК 621.37.46

## ФОРМИРОВАНИЕ НЕПРОЗРАЧНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ ДИСПЛЕЕВ

Е.А. ХОХЛОВ, А.С. МЫСЛИВЕЦ, А.Г. СМИРНОВ\*

ООО «Изовак», ул. Богдановича 155, Минск, 220040, Беларусь

*\*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 13 мая 2014*

Описаны процессы формирования непрозрачных диэлектрических декоративных покрытий для сенсорных дисплеев. Представлены их электрические и оптические характеристики, а также интерференционные структуры, позволяющие управлять цветом покрытия без изменения их диэлектрических свойств.

*Ключевые слова:* устройства отображения информации (дисплеи), сенсорная панель, интерференционные структуры.

### Введение

Традиционно сенсорный дисплей представляет собой многослойную структуру, состоящую из защитного стекла, сенсора и самого дисплея. Для уменьшения габаритов и массы сенсорного дисплея в последнее время предпринимаются попытки создания сенсора непосредственно на защитном стекле, что вызывает технологические сложности из-за применения декоративных полимерных покрытий, которые скрывают разводку контрактных площадок сенсора [1, 2]. Нанесение прозрачного токопроводящего покрытия высокого качества, необходимого для создания сенсора, требует высокотемпературного нагрева, что невозможно из-за наличия полимерного покрытия [3]. В данной работе описана технология, позволяющая формировать такие покрытия методами вакуумного напыления, что решает данную проблему [4, 5].

### Экспериментальная часть

Нанесение пленок нитрида производилось методом магнетронного и ионно-лучевого распыления мишени германия в среде смеси аргона и азота. Пленки оксидов наносились методом ионно-лучевого распыления. Магнетроны работали на постоянном токе при мощности 500 Вт. Для ионно-лучевого распыления использовался кольцевой источник типа «ускоритель анодного слоя». Работы проводились на лабораторном оборудовании Аспира-150. Мишени представляли собой диск диаметром 4 дюйма и толщиной 0,25 дюйма. В качестве подложек применялось стекло фирмы Corning Gorilla Glass. Напыление проводилось при комнатной температуре подложки. Оптические характеристики пленок были измерены на спектрофотометре SP-1024-USB. Показатель преломления и коэффициент поглощения определялись аналитическим методом по спектрам отражения и пропускания с помощью программы расчета оптических покрытий OptiLayer. Для формирования прозрачного окна использовалась фотолитография.

Схема поперечного сечения сенсорного дисплея представлена на рис. 1. Он состоит из самой подложки (в нашем случае это упрочненное стекло), декоративного непрозрачного покрытия (маски), прозрачного токопроводящего покрытия, металлических контактов.

Прозрачное токопроводящее покрытие является одной из обкладок емкостной сенсорной панели. Металлический контакт необходим для подключения к электрическому разъему ячеек сенсора. Декоративное непрозрачное покрытие скрывает от пользователя разводку, поэтому оно должно быть диэлектрическим, чтобы не влиять на работоспособность сенсора. Традиционно такое покрытие формируется печатью органических полимерных покрытий.

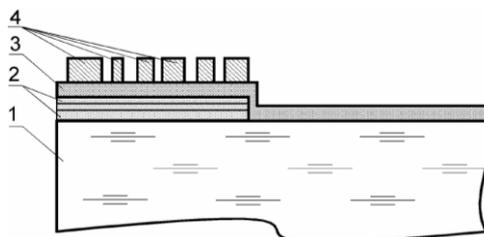


Рис. 1. Схема поперечного сечения сенсорного дисплея: 1 – стекло, 2 – декоративное непрозрачное покрытие, 3 – прозрачное токопроводящее покрытие, 4 – металлические контакты

После нанесения маски необходимо нанести прозрачное токопроводящее покрытие с максимально возможной степенью прозрачности. Известно, что для получения пленок высокого качества необходимо применять высокотемпературный процесс нанесения, однако органический полимер не может быть нагрет до высоких температур. В этом и заключается одна из основных технологических сложностей создания сенсорного дисплея непосредственно на поверхности защитного стекла.

Как правило, использование неорганических материалов позволяет решить обозначенную нами проблему нагрева, однако традиционно используемые декоративные непрозрачные покрытия, формируемые из металлов, например хрома, либо их оксидов, не обладают требуемыми диэлектрическими свойствами. Их поверхностное сопротивление меньше  $2 \times 10^{12}$  Ом/квадрат, что неприемлемо.

Применение полупроводниковых материалов, например, кремния, также не дает требуемых диэлектрических свойств, а его оксиды и нитриды, которые, с одной стороны, обладают приемлемыми диэлектрическими свойствами, с другой стороны прозрачны в видимом диапазоне спектра.

Нами предлагается использовать в качестве поглощающего слоя пленок на основе германия, позволяющих достигать поверхностного сопротивления на уровне 100 МОм/кв. и выше. Так, например, пленки нитрида германия обладают как требуемыми диэлектрическими свойствами, так и достаточным коэффициентом поглощения для возможности их применения в сенсорных дисплеях. Следует отметить, что метод нанесения существенно влияет на коэффициент их поглощения. Так, например, пленки, формируемые с помощью ионного источника, обладают большим коэффициентом поглощения, чем при магнетронном распылении, что объясняется более высокой плотностью пленки (см. таблицу).

**Зависимость коэффициента пропускания пленки нитрида германия от толщины и метода нанесения**

Метод нанесения	Толщина, нм	Пропускание на 550 нм, %	Поверхностное сопротивление, ГОм/кв
Магнетрон	100	1,5	>200
Магнетрон	200	<0,1	>200
Ионный источник	100	0,8	>200
Ионный источник	200	<0,1	>200

Экспериментально установлено, что однослойное покрытие нитрида германия имеет «серый» цвет с небольшим металлическим оттенком, поскольку коэффициент отражения пленки достаточно высокий, что обуславливается высоким коэффициентом преломления материала. Применение интерференционной структуры на основе пленок оксида ниобия и германия (рис. 2), позволяет уменьшить коэффициент отражения до единиц процентов, что обеспечивает «черный» цвет покрытия (рис. 3).

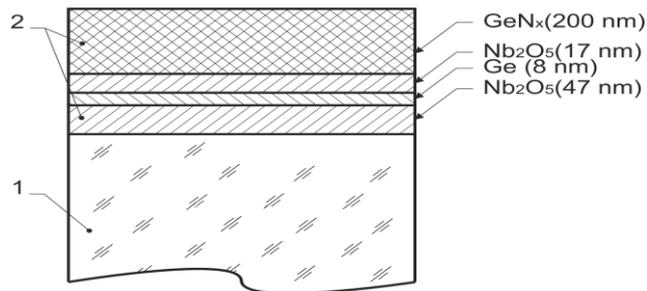


Рис. 2. Структура слоев «черного» цвета: 1 – стекло, 2 – покрытие.

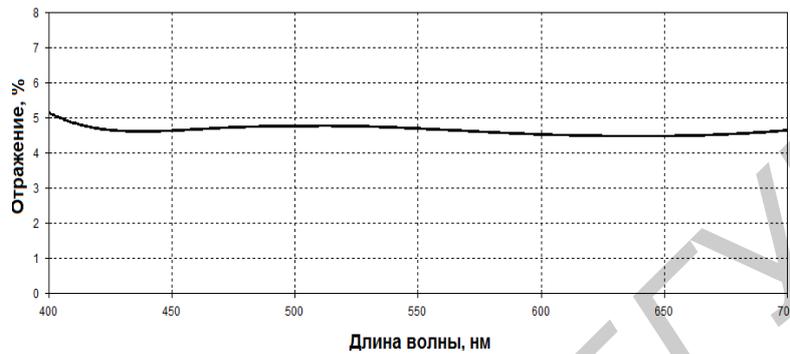


Рис. 3. Спектральная зависимость коэффициента отражения «черного» покрытия

Применение многослойных интерференционных покрытий на основе кремния и оксида кремния (рис. 4) позволяет получать покрытия других цветов.

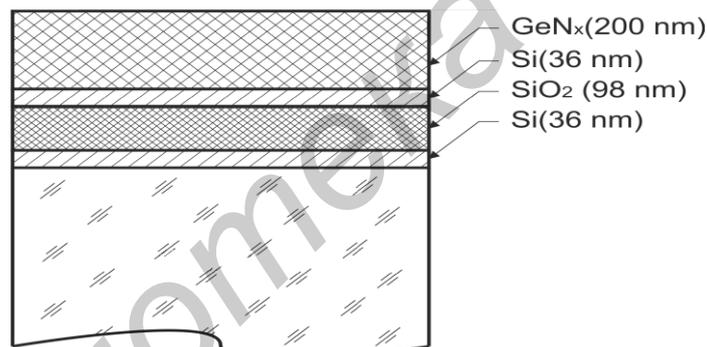


Рис. 4. Структура слоев «золотого» цвета

Увеличение коэффициента отражения в областях спектра, соответствующих «желтому» и «красному» диапазону, одновременно с уменьшением отражения «синей» области спектра, придает покрытию «золотистую» окраску (рис. 5).

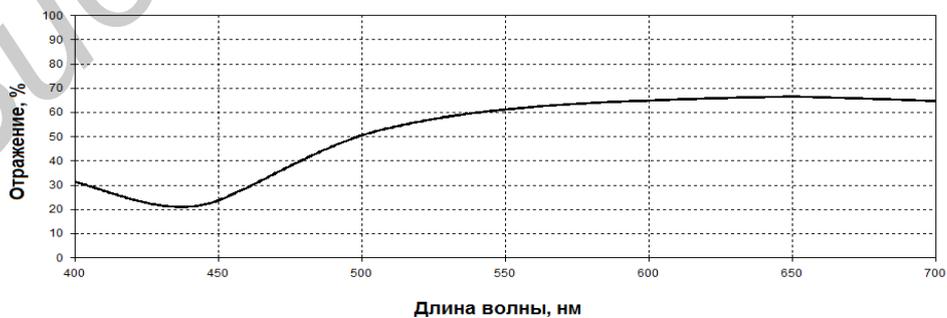


Рис. 5. Спектральная зависимость коэффициента отражения «золотого» покрытия

Изменяя толщину слоев интерференционной структуры и материалы покрытий, можно добиваться широкой гаммы цветов декоративного покрытия.

## Заключение

В работе были показаны зависимость оптических свойств пленок нитрида германия от толщины и метода нанесения. Использование неорганических декоративных покрытий вместо органических в современных сенсорных дисплеях дает возможность увеличения температуры последующих технологических операций, что существенно улучшает потребительские свойства дисплея, позволяет уменьшать общую толщину сенсора и, соответственно, устройств, в которых они используются. Возможность создания покрытий различного цвета также является существенным преимуществом перед органическими непрозрачными покрытиями. Применяемые методы нанесения давно используются в дисплейной промышленности, поэтому разработанная нами технология может быть успешно внедрена в существующие производства.

## FORMATION OF A NON TRANSPARENT DIELECTRIC DECORATIVE COATING FOR SENSOR DISPLAYS

E.A. KHOKHLOV, A.S. MISLIVETS, A.G. SMIRNOV

### Abstract

The processes of formation of opaque dielectric decorative coatings for touch screens is described. Their electrical and optical properties, as well as interference structures that control the color of the coating without changing of their dielectric properties are presented.

### Список литературы

1. *Ching-Tai Chen, Frank C. Sulzbach*. Opaque low reflecting coating aperture on glass / Патент US6071616A.
2. *Robert Bellman, Ljerka Ukrainczyk*. Opaque chrome coating suitable for etching / Патент US7459095B2.
3. *Robert Bellman, Ljerka Ukrainczyk*. Opaque chrome coating having increased resistance to pinhole formation // Патент US7160628B2.
4. *Ширшов В.Я., Марышев С.П., Хохлов Е.А., Len Sen Lim*. Дисплейное сенсорное стекло, покрытие для светонепроницаемой диэлектрической маски для дисплейного сенсорного стекла и способ нанесения такого покрытия / Патент ЕА01200613.
5. *Ширшов В.Я., Марышев С.П., Хохлов Е.А.* Дисплейное сенсорное стекло, покрытие светонепроницаемой маски и способ нанесения такого покрытия / Патент ЕА201300333