

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ В ОПТИКЕ

Абель О. Я., Кузнецов М. М., Соснов А. Н., Соснова Н. К.

ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», Новосибирск, Россия (630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10), e-mail: a9214439@yandex.ru

В статье рассказывается о возможном использовании халькогенидных материалов в современной оптической промышленности. Высокое значение показателя преломления, высокая относительная плотность пленок, возможность использования в видимой и инфракрасной областях делают их незаменимыми для решения целого ряда прикладных задач. В силу того, что кристаллическое и аморфное состояние халькогенидов кардинально отличается электрическим сопротивлением, применение для нового типа энергонезависимой памяти открывает более широкие перспективы их использования в науке и технике. Еще одним из возможных применений халькогенидных слоев является их использование для оптической коммутации. В работе показаны их основные преимущества. По результатам исследования в статье делается вывод о том, что использование халькогенидных материалов в современной оптической промышленности является весьма перспективным.

Ключевые слова: халькогенидные материалы, асферическая поверхность.

USEIN OPTICS CHALCOGENIDES

Abel O. Y., Kuznetsov M. M., Sosnov A. N., Sosnova N. K.

FGBOU VPO "SibirskayaGosudarstvennayaGeodezicheskayaAkademiya", Novosibirsk, Rossiya (630108, Novosibirsk, Plakhotnogo St., 10), e-mail: a9214439@yandex.ru

The article discusses the possible use of chalcogenide materials in modern optical industry. The high value of the refractive index, high relative density of the films, the use of visible and infrared regions make them indispensable for a wide range of applications. Due to the fact that the crystalline and amorphous chalcogenides radically different electrical resistance, the use of new-type nonvolatile memory opens up broad prospects for their use in science and technology. Another possible application of chalcogenide word s is their use for optical switching. In showing their A major advantage. According to a study in the article concludes, the use of chalcogenide materials in modern optical indus-is very promising. The high value of the refractive index, you-sokaya relative density of films, the use of visible and the infrared regions make them indispensable for a wide range of applications. Due to the fact that the crystalline and amorphous chalcogenide Cardy-tionally different electrical resistance, the use of a new type of energy storage gonezavisimoy opens up broad prospects for their use in science and technology. Another possible application of chalcogenide layers is their use for optical switching.

Keywords: halkogenidny materials, aspherical surface.

Халькогениды (от греч.χαλκος – руда и греч.γενος – рождающий) – бинарные химические соединения элементов шестой группы периодической системы (халькогенов, к которым относятся кислород, сера, селен, теллур, полоний) с металлами.

Халькогениды были названы так потому, что в природе чаще всего встречаются (кроме кислорода) в виде соединений меди (сульфидов, теллуридов). Большинство соединений с переходными металлами труднорастворимы [10].

Халькогениды являются исходными материалами для создания методом резистивного или электронно-лучевого испарения прозрачных тонкопленочных интерференционных покрытий, изменяющих и регулирующих оптические свойства деталей из стекла, кварца, монокристаллов.

Основное их применение – изготовление однослойных и многослойных (в качестве компонент высокого преломления) оптических покрытий, охватывающих видимый и инфра-

красный диапазоны спектра. Для выполнения просветляющей (антиотражающей) и отражающей функций, в роли интерференционных фильтров, светоделителей, диэлектрических и защитных покрытий в системах оптического приборостроения различного назначения (например, в качестве диэлектрических отражающих покрытий на разные области спектра и в ряде других применений).

Полупроводниковые свойства халькогенидных материалов обуславливают их использование в интерференционной оптике в спектральном диапазоне, соответствующем энергиям, меньшим ширины запрещенной зоны. Характерными признаками являются:

- высокое значение показателя преломления;
- высокая относительная плотность пленок;
- хорошее совмещение стандартного материала оптических покрытий для видимой и

инфракрасной областей, каким являются цинксульфид, с другими полупроводниками (получение толстых пленок, обладающих прочностью при работе в инфракрасном диапазоне) и фторидными пленками (повышение эффективности просветления и улучшение эксплуатационных свойств) [1].

Еще одно из применений халькогенидов – это создание phase-changememory – нового типа энергонезависимой памяти – памяти на основе фазового перехода (также известна как PCM, PRAM, PCRAM, OvonicUnifiedMemory, Chalcogenide RAM и C-RAM). PRAM основывается на уникальном поведении халькогенида, который при нагреве может «переключаться» между двумя состояниями: кристаллическим и аморфным. В последних версиях смогли добавить ещё два дополнительных состояния, эффективно удвоив информационную емкость чипов. PRAM – одна из новых технологий памяти, созданная в попытке превзойти в области энергонезависимой памяти почти универсальную флеш-память, обладающую некоторым количеством практических проблем, решить которые как раз надеялись в PRAM.

Свойства халькогенидов с точки зрения потенциальной технологии памяти впервые были исследованы Стэнфордом Овшинским из компании EnergyConversionDevices в 1960-х. В 1970 года в сентябрьском выпуске Electronics Гордон Мур, один из основателей Intel, опубликовал статью, касающуюся технологии. Однако качество материала и энергопотребление не позволили перевести технологию в коммерческое русло. Уже гораздо позже вновь возник интерес к этой технологии, равно как и исследования по ней, тогда как технологии флеш- и DRAM-памяти (Dynamicrandomaccessmemory – Динамическая память с произвольным доступом) согласно расчетам должны были столкнуться с проблемами масштабирования при уменьшении размерности процессов литографии чипов.

Кристаллическое и аморфное состояния халькогенида кардинально различаются электрическим сопротивлением, а это лежит в основе хранения информации. Аморфное состоя-

ние, обладающее высоким сопротивлением, используется для представления двоичного 0, а кристаллическое состояние, обладающее низким уровнем сопротивления, представляет 1. Халькогенид – это тот же самый материал, что используется в перезаписываемых оптических носителях. В таких носителях оптические свойства материала поддаются управлению лучше, чем его электрическое сопротивление, так как показатель преломления халькогенида также меняется в зависимости от состояния материала.

Хотя PRAM пока не достиг коммерческого успеха в области бытовой электроники, почти все прототипы используют халькогениды в сочетании с германием, сурьмой и теллуrom, сокращенно именуемыми GST. Стехиометрический состав или коэффициенты элементов Ge:Sb:Te равны 2:2:5. При нагревании GST до высокой температуры его халькогенидная составляющая теряет свою кристаллическую структуру. При остывании она превращается в аморфную стеклоподобную форму, а его электрическое сопротивление возрастает. При нагревании халькогенида до температуры выше его точки кристаллизации, но ниже температуры плавления, он переходит в кристаллическое состояние с существенно более низким сопротивлением. Время полного перехода к этой фазе зависит от температуры. Более холодные части халькогенида дольше кристаллизуются, а перегретые части могут расплавиться. В общем случае, используемое время кристаллизации составляет порядка 100 нс. Это несколько дольше, чем у обычной энергозависимой памяти, как например, современные DRAM-чипы, чье время переключения составляет порядка двух наносекунд. Однако в январе 2006 года корпорация Samsung Electronics запатентовала технологию, свидетельствующую о том, что PRAM может достигать времени переключения в пять наносекунд.

Более поздние исследования Intel и ST Microelectronics позволили контролировать состояние материала более тщательно, позволяя ему превращаться в одно из четырёх состояний: два предыдущих и два новых. Каждое из этих состояний обладает собственными электрическими свойствами, которые могут замеряться при чтении, позволяя одной ячейке хранить два бита, удваивая тем самым плотность памяти [2].

В работе [7] показаны преимущества использования технологий с применением халькогенидных слоев для области применения – оптические коммуникации. В качестве примера рассмотрены схемы переключателей оптоволоконных каналов.

В предложенном в работе примере принципиально важными параметрами являются скорость перемещения отражателя, его масса, форма и технологичность изготовления.

Если требования к быстродействию должны быть определены в единицы микросекунд, то исполнительным устройством для предполагаемого перемещения могут служить пьезоактуаторы, скорости перемещения у которых зависят от частоты колебаний, так что

любая закрепленная на них масса снизит их резонансную частоту и соответственно – скорость.

Что касается формы зеркала, то для компенсации астигматизма целесообразно отражать выходящий из волокна свет с помощью внеосевых парабол. Необходимость изготовления внеосевых параболических зеркал и закрепление таких отражателей на пьезоактуаторе представляется если и возможным, то дорогостоящим и не технологичным. Вопрос геометрического формообразования асферических поверхностей рассмотрен авторами в работе [3].

В работах [4, 5] автора [9] подробно рассмотрен вопрос возможности обеспечения контроля оптических деталей методом псевдоцветового кодирования оптических изображений, однако данный метод оказался не пригоден для контроля асферических поверхностей, в связи с чем предлагается окончательный контроль изготовленных деталей проводить на интерферометре. Вопрос о чувствительности данного метода для реальных исследований подробно рассмотрен в работах [6,8].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что использование халькогенидных материалов в современной оптической промышленности является весьма перспективным. Высокое значение показателя преломления, высокая относительная плотность пленок, возможность использования в видимой и инфракрасной областях делают их незаменимыми для решения целого ряда прикладных задач. В силу того, что кристаллическое и аморфное состояние халькогенидов кардинально отличается электрическим сопротивлением, применение для нового типа энергонезависимой памяти открывает более широкие перспективы их использования в науке и технике. Еще одним из возможных применений халькогенидных слоев является их использование для оптической коммутации.

Список литературы

1. ЗАО НПФ «Люминофор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.luminophor.ru/catalog/khalkogenidy-catalog-24-1.html>.
2. Компьютеры – память с изменением фазового состояния. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://chinapads.ru/c/s/pamyat_s_izmeneniem_fazovogo_sostoyaniya.
3. Кузнецов М. М. Методы геометрического формообразования асферических поверхностей. [Текст] / М. М. Кузнецов, А. Н. Соснов, Н. К. Соснова, Л. А. Канушина // Сб. матер. Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь 2011», г. Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т. 5, ч.1. – С 116-119.
4. Кузнецов М. М. Контроль оптических деталей методом псевдоцветового аналогового кодирования [Текст] / М. М. Кузнецов // Сб. матер. VI Междунар. науч. конгресса «ГЕО-

Сибирь-2010», 19–29 апреля 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2010. – Т. 5, ч. 1. – С. 190–192.

5. Кузнецов М. М. Повышение контраста и информативности изображений на основе спектральной и пространственно-угловой фильтрации излучения [Текст] / М. М. Кузнецов, О. К. Ушаков, В. М. Тымкул, М. Ф. Носков // Вестник СГГА. – 2010. – № 2(13). – С. 96–100.

6. Кузнецов М. М. Метод выделения экстремумов полос путем нелинейной фоторегистрации интерференционной картины [Текст] / М. М. Кузнецов, М. Ф. Носков // Сб. матер. V Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», 21–28 апреля 2009 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2009. – Т. 5, ч. 2. – С. 185–187.

7. Наливайко В. И. Использование халькогенидных материалов для решения задач современных оптических технологий. [Текст] / В. И. Наливайко, А. Н. Покровский, М. А. Пономарев, О. Я. Абель, А. Н. Соснов // Сб. матер. Междунар. науч. конгресс Интерэкспо Гео-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгресс 10–20 апреля 2012. – Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Специализированное приборостроение, метрология, теплофизика, микротехника и нанотехнологии»: Сб. матер.: в 2 т. Т. 1. Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 121-125.

8. Носков М. Ф. Чувствительность оптических интерферометров [Текст] / М. Ф. Носков, М. М. Кузнецов // Естественные и технические науки. – 2009. – № 2 (40). – С. 302–305.

9. Ученые России. Кузнецов М. М. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.famous-scientists.ru/13155>.

10. Халькогениды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Халькогениды>.

Рецензенты:

Носков Михаил Федорович, доктор технических наук, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», г. Новосибирск.

Воронин Михаил Яковлевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», г. Новосибирск.