Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности

ИНФОМАЙН

исследовательская группа

www.infomine.ru

Обзор рынка оксидов индия-олова (indium-tin oxide, ITO) и материалов для их производства в мире

Москва

июль, 2014

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: http://www.infomine.ru/research/32/458

Общее количество страниц: 107 стр.
Стоимость отчета – 48 000 рублей (с НДС)

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИНФОМАЙН» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «ИНФОМАЙН».

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация..... 8

1. Общее описание материала оксид индия-олова. 9
1.1. Общие свойства материала оксид индия-олова (indium-tin oxide, далее – ITO), свойства соединения и его компонентов, описание опасности и токсичности. 9
1.2. Свойства ITO и области применения 12
1.3. Показатели опасности порошка ITO: 16

2. Прозрачные проводящие покрытия и области применения ITO. Основные характеристики рынков. 19
2.1. Рынок ЖК- (и плазменных) дисплеев. 21
2.2. Современное состояние рынка плоскопанельных дисплеев..... 27
2.3. Органические светодиоды (OLED)..... 33
2.4. Солнечные батареи..... 36
2.7. Ситуация с прозрачными проводящими и электрохромными стеклами в России. 38
2.8. Производство ITO и среднесрочные перспективы 41
2.9. Мировой рынок телевизоров (ЖК- и Плазменных)..... 42
2.10. Общий рынок мониторов всех типов – ноутбуки, телевизоры и проч и проч. 48
2.11. Смартфоны 49
2.12. Новые сектора потребления ITO - солнечная энергетика и перспективы ее развития..... 53
2.13. Итоговые цифры – потребносить в ITO и пргнозы..... 56

3. Сырьевые аспекты производства ITO. 57
3.1. Описание рынка индия..... 57
3.1.1. Сырье для производства индия..... 57
3.1.2. Мировое производство индия и цены в 2001-2013 гг. 57
3.1.3. Производители первичного индия. 59
3.1.4. Рынок индия России и СНГ..... 61
3.1.5. Потребление индия. 62
3.1.6. Прогноз потребности до 2020 г. и технологические аспекты извлечения индия. 63
3.2. Рынок олова..... 66
3.2.1. Мировая добыча олова..... 67
3.2.2. Состояние российского рынка олова..... 69

4. Возможности и проблемы потенциальных заменителей ITO. 72
Графен. его истоия и перспективы 75

Приложение 1: Производители ITO. 78
Приложение 2: Поставщики (торговые компании, трйдеры) ITO..... 86
Приложение 3: Потребители ITO 90
1. ЖК-экраны..... 90
2. Солнечные элементы (панели) 98
3. Стекла, окна, иллюминаторы и пр. 102
Приложение 4: Текущие цены на рынке ITO. 105
Европейский рынок 105
Азиатский рынок 106
Рынок США..... 107

Список таблиц

Таблица 1: Общие свойства ITO
Таблица 2: Доходы от продаж плоско-панельных дисплеев в мире в 2010-2012 гг.
Таблица 3: Увеличение среднего размера плоскопанельных дисплеев в мире в 2010-2013, дюйм, %
Таблица 4: Мировые объемы потребления стекол с ITO-покрытием для дисплеев, млн кв. фт
Таблица 5: Мировые мощности по производству мишеней из оксида индия-олова, тн/месяц
Таблица 6: Мировые поставки ТВ по технологии, тыс. шт.
Таблица 7: Топ-5 производителей плоскопанельных ТВ по объему выручки
Таблица 8: . Основные производители ФЭП на CdTe и их мощности на 2011-2012 гг, МВт
Таблица 9: Предприятия-производители индия в СНГ

Список рисунков

Рисунок 1: Структура ITO (химические формулы – молекулярная и эмпирическая)
Рисунок 2: Примеры кривых оптического пропускания ITO и стекол с покрытием ITO
Рисунок 3: Изображение кристаллографический ячейки оксида индия
Рисунок 4: Внешний вид ITO и микрофотография
Рисунок 5: Схема магнетронного распыления ITO и внешний вид мишеней
Рисунок 6: Схема зонной структуры нелегированного оксида индия и легированного оловом
Рисунок 7: Микроструктура порошка ITO и внешний вид упаковки с ITO
Рисунок 8: Схематическое изображение строения панели ЖК-диплея
Рисунок 9: Области применения ППП и прогноз развития до 2016 г. (в млн US$) прозрачных покрытий всех типов, включая ITO
Рисунок 10: Динамика развития (в US$) и прогноз до 2016 г. рынка прозрачных покрытий по типам используемых материалов
Рисунок 11: Изменение мирового производства плоских дисплеев (в млрд USD) 1998-2015 гг.
Рисунок 12: Производственная цепочка изготовления ЖК-дисплея (LCD-дисплея)
Рисунок 13: Схема работы дисплея с применением ITO в качестве прозрачного электрода

Рисунок 14: Структура светодиодного проектора с размещением набора светодиодов по трем сторонам поляризационной призмы (а) и проектора с полупроводниковыми лазерами (б)
Рисунок 15: Основные производители ЖК дисплеев по странам
Рисунок 16: Основные производители ЖК дисплеев по компаниям
Рисунок 17: Динамика спроса и предложения плоских панелей 2011-2014 гг.
Рисунок 18: Динамика роста поставщиков плоскопанельных дисплеев по регионам в 2010-2016 гг.
Рисунок 19: Схема строения OLED-дисплея
Рисунок 20: Смартфон Galaxy Round с изогнутым OLED-экраном
Рисунок 21: Структура солнечного эдемента на CdTe с использованием ITO
Рисунок 22: Эволюция развития каскадных солнечных элементов на a-Si:H, μc-SiH и Si-Ge с использованием ITO
Рисунок 23: Оптимальный раскрой материнских пластин разных поколений
Рисунок 24: Подложка G8 на фабрике AUO (на заднем плане — вакуумная установка) и фабрика G7.5, вид изнутри
Рисунок 25: Динамика производства телевизиоров в мире (катодно-лучевых и плоскопанельных)
Рисунок 26: Динамика общего производства ЖК-панелей (мониторы, телевизоры, ноутбуки и проч.) в 2007-2014 гг (в млн. шт)
Рисунок 27: Динамика продаж ЖК-дисплеев (с учетом органичеких OLED) в 2006-2015 гг
Рисунок 28: Динамика продаж моб. телефонов и смартфонов 1997-2014 г. в млн.шт
Рисунок 29: Рост продаж смартфонов по странам (%%) в 2011-2012 гг.
Рисунок 30: Структура солнечной энергетки по типам модулей и прогноз на 2020 г.
Рисунок 31: Рост потребления ITO (в млн м2) до 2018 г. в связи с развитием солнечной энергетики
Рисунок 32: Схематическое изображение современного кремниевого солнечного элемента
Рисунок 33: Производство стекла с ITO-слоем в млн $м^2$
Рисунок 34: Производство (тонн) и цены (долл/кг) первичного и вторичного индия в 1996-2013 гг.
Рисунок 35: Динамика цен на индий в 2001-2009 гг., долл/кг
Рисунок 36: Динамика производства первичного и переработки вторичного индия в Китае в 2000-2012 гг., тонн
Рисунок 37: Диаграмма производства индия - первичного(primary) и вторичного(secondary/recycled) по странам в 2013 г., тонн, %
Рисунок 38: Производство первичного индия в СНГ в 2002-2013 гг., тонн
Рисунок 39: Структура потребление индия в 2003 и 2011 гг., %
Рисунок 40: Динамика и прогноз до 2016 г. использования индия (в млн US$) в материалах для солнечной энергетики

Рисунок 41: Динамика и прогноз до 2016 г. использования индия (в млн US$) в солнечных элементах различных типов
Рисунок 42: Прогноз роста потребления индия 2011-2020 гг. по сферам применения, относит ед.
Рисунок 43: Динамика потребления индия до 2016 гг. по сферам применения, т.
Рисунок 44: Распеделение добычи и залежей олова по регионам мира, %
Рисунок 45: Динамика мировых цен на олово (1990-2012 гг.), долл/т и общего мирового производства олова (1952-2012 гг.), тыс.т.
Рисунок 46: Динамика потребления олова в США и регионах мира.
Рисунок 47: Сравнение свойств различных проводящих соединений
Рисунок 48: Схематическое изображение семейства прозрачных проводящих оксидов
Рисунок 49: Прогноз доли различных видов проводящих прозрачных соединений до 2018 г., млн. долл.
Рисунок 50: Прогноз развития рынка прозрачных проводящих покрытий не на основе ITO (в млн USD) до 2020 г.
Рисунок 51: Схематичное изображение углеродной нано-трубки
Рисунок 52: Структура графена
Рисунок 53: Алмазоподобная углеродная пленка: (РЭМ-изображение Carl Zeiss Supra 40-30-87) 6×6 мкм

Аннотация

Настоящий отчет является **первым изданием** исследования рынка оксида индия-олова (indium-tin oxide, ITO) и материалов для его производства в России и мире.

Мониторинг рынка ведется **с августа 2013 года**.

Цель исследования – анализ российского и мирового рынков ITO.

Объектом исследования является оксид индия-олова и материалы для его производства – индия и олова.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные института Industrial Technology Research Institute (Тайвань) аналитической компании NPD DisplaySearch (США), отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов предприятий-производителей ITO, а также данные полученные из телефонных интервью сотрудников компаний-потребителей данного продукта.

Хронологические рамки исследования: 1999-2013 гг.; прогноз – 2014-2020 гг.

География исследования: Российская Федерация и остальные страны мира.

Отчет состоит из 4 частей, содержит 107 страниц, в том числе 53 рисунков, 9 таблиц и 4 приложения.

В первой главе отчета дана краткая характеристика общих свойств материала оксид индия-олова (далее – ITO), свойства соединения и его компонентов, описание опасности и токсичности, свойства ITO и области применения, а также показатели опасности порошка ITO.

Во второй главе отчета приведены сведения о прозрачных проводящих покрытиях и области применения ITO. даны основные характеристики рынков.

Третья глава обзора посвящена сырьевым аспектам производства ITO. Дано описание рынка индия. рынок индия России и СНГ, дан прогноз потребности до 2020 г. и технологические аспекты извлечения индия.Описан рынок олова и мировая добыча олова.

В четвертой главе приводятся данные о взможностях и проблемах поенциальных заменителей ITO - графен, его истоия и перспективы.

В приложениях приведены данные о производителях, поставщиках (торговые компании, трейдеры) ITO, потребителях ITO и текущие цены на рынке ITO .

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка ITO – производители, потребители, трейдеры;- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке ITO.

1. Общее описание материала оксид индия-олова.

1.1. Общие свойства материала оксид индия-олова (indium-tin oxide, далее – ITO), свойства соединения и его компонентов, описание опасности и токсичности.

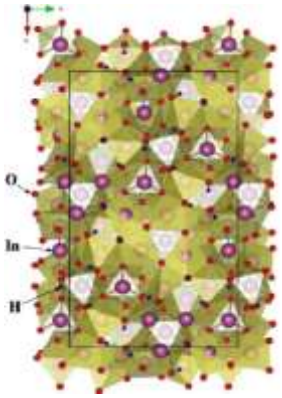
Оксид индия-олова (или индиево-оловянная окись, indium-tin oxide – ITO) является смесью оксида индия (III) (In_2O_3) и оксида олова (IV) (SnO_2), как правило, в соотношении 90% In_2O_3, + 10% SnO_2 по массе

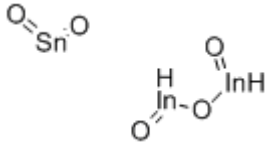
Международные обозначения соединения:
CAS Registry Number**:** 50926-11-9
MDL number**:** MFCD00171662

Общая информация о безопасности:
Код риска опасности: Xi, F
Отчеты о безопасности: 36/37/38-67-11
Официальный бюллетень: 7-16-24/25-26-36/37
Код ООН (RIDRAR): UN 12193/PG2

Физические свойства:
Молекулярный вес : 264.94
Молекулярная формула - $(In_2O_3)_{0.9}$-$(SnO_2)_{0.1}$
Физическое состояние: твердое
Цвет: бесцветный
температура плавления: 1800-2200 K (1526-1926 °C)
Плотность: 7120-7160 кг/m^3 при 293 K
Индекс отражения: n20/D 1.5290-1.5460(lit.)

Рисунок 1: Структура ITO (химические формулы – молекулярная и эмпирическая)





Общие свойства ITO сведены в таблице 1:

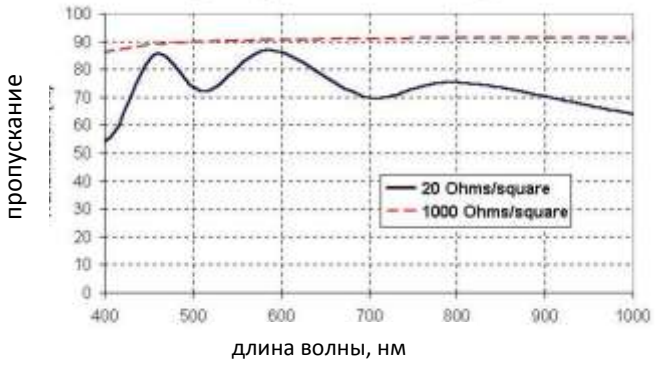
Таблица 1: Общие свойства ITO

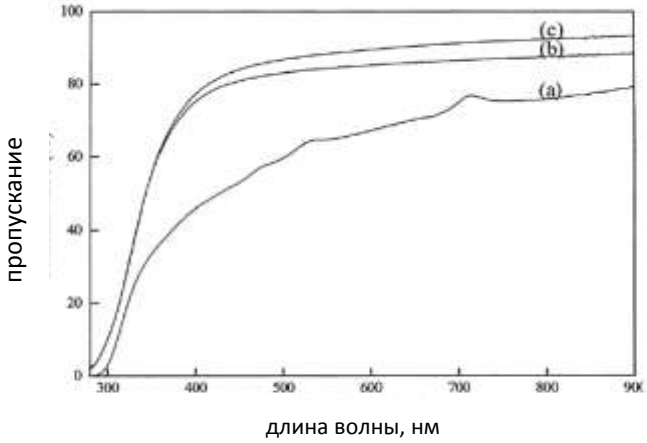
Оксид индия-олова	
Общие	
Традиционные названия	смешанный оксид индия-олова; ITO
Хим. формула	(In2O3)0,9 – (SnO2)0,1
Физические свойства	
Состояние	бесцветное твёрдое вещество, в массе – желтоватое
Молярная масса	264,94 г/моль
Плотность	7,12 г/см3 (25 °C) [1]
Химические свойства	
Растворимость в воде	нерастворим
Классификация	
Рег. номер CAS	50926-11-9
Приводятся данные для стандартных условий (25 °C, 100 кПа), если не указано иначе.	

Источник: научно-техническая литература

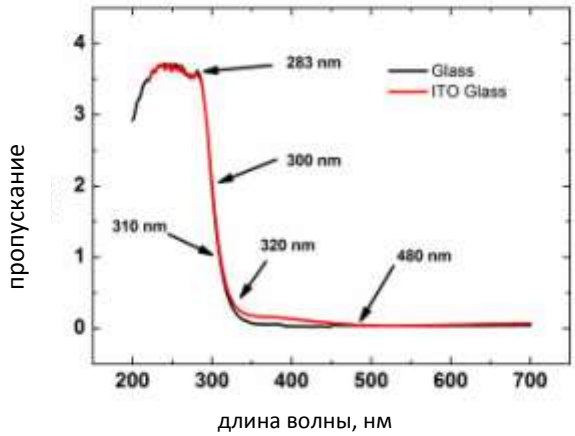
Оптические свойства ITO

Рисунок 2: Примеры кривых оптического пропускания ITO и стекол с покрытием ITO





а-400 °С, в – 500 °С, с- 600 °С)

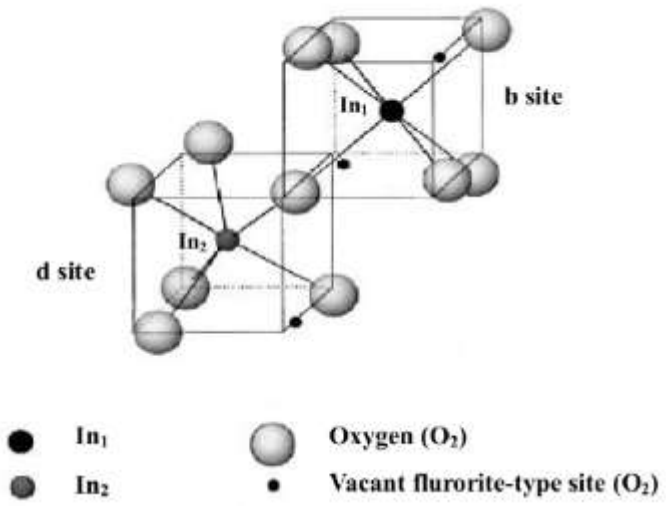


Источник: научно-техническая литература

1.2. Свойства ITO и области применения

Индиево - оловянная окись (ITO), как отмечалост выше, является смесью оксида индия (III) (In2O3) и оксида олова (IV) (SnO2), как правило, в соотношении 90% In2O3, + 10% SnO2 по массе. Является полупроводником n-типа с проводимостью, сравнимой с металлической, где ионы олова служат донорами электронов. В тонких слоях порядка 200 nm, нанесенный на стекло при около 400 0C демонстрирует высокую прозрачность и имеет поверхностное сопротивление около 6 ом/квадрат.

Рисунок 3: Изображение кристаллографический ячейки оксида индия

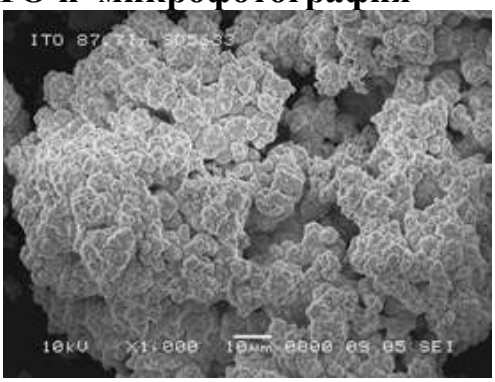


Источник: научно-техническая литература

В порошковой форме индиевая оловянная окись (ITO) желто-зеленого цвета, но прозрачна и бесцветна, будучи осажденной (например, на стекло) в виде тонкой пленки в диапазоне толщин 1000-3000 ангстремов. В таком случае, ITO функционирует как прозрачный и электрический проводящий слой.

Оксид индия-олова наносят различными методами, в зависимости от нужной прозрачности и материала подложки. При нанесении на стекло используется метод напыления в высоком вакууме, но при этом подложка, на которую наносят прозрачные электроды, может нагреваться до 400 градусов C. ITO обычно осаждается на стекло методом физического напыления (испарением), с помощью магнетрона постоянного тока или электронного луча. Реже ITO может входить в состав чернил, используя соответствующий полимер и раствор, и наноcться на стекло методом печати - хотя с более низкой прозрачностью и проводимостью по сравнению с процессом физического напыления

Рисунок 4: Внешний вид ITO и микрофотография



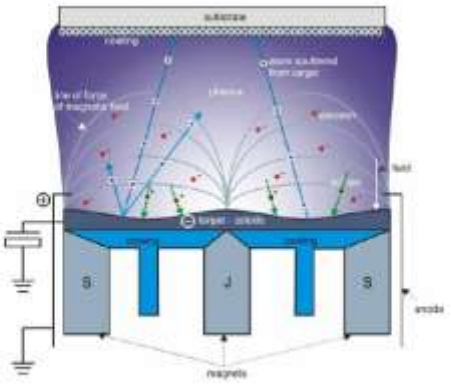
Источник: научно-техническая литература

Нанесение ITO на поверхность стекла, как првило, производят методом магнетронного распыления (Рис.5). Это способ нанесения прозрачного электропроводящего покрытия, включающий размещение в рабочей камере мишени магнетронного типа, создание основного магнитного поля, создание вспомогательного переменного магнитного поля, размещение подложки со стороны распыляемой поверхности мишени, вакуумирование рабочей камеры, подачу в нее смеси аргона и кислорода, подачу на мишень отрицательного потенциала, создание магнетронного разряда и распыление мишени с нанесением покрытия на подложку, например прозрачного электропроводящего покрытия, в том числе на основе оксидов индия и олова. Переменное вспомогательное магнитное поле создают с помощью соленоида, подключенного к источнику тока, управляемому генератором, с целью увеличения коэффициента использования массы мишени.

Еще одним способом, используемым в промышленности, является способ нанесения прозрачного электропроводящего покрытия ITO, включающий реактивное магнетронное распыление металлической мишени из сплава индия с оловом и осаждение в рабочей камере покрытия на стеклянную подложку в атмосфере смеси газов, содержащей инертный газ и кислород, с ионной стимуляцией процесса осаждения покрытия потоком ионов. При этом содержание кислорода в смеси газов 25-50%, а ионную стимуляцию процесса осаждения покрытия проводят при энергии ионов 50-100 эВ, что позволяет расширить диапазон технологических параметров получения прозрачных электропроводящих покрытий с высокими оптическими и электрическими свойствами. Недостатком способа является значительная деградация электрических свойств, осажденного этим способом прозрачного электропроводящего покрытия, при его работе в составе электрохромного оптически активного материала остекления, которая приводит к значительному сокращению срока службы электрохромного материала остекления.

Существует также ряд других методов, которые будут рассматриваться ниже.

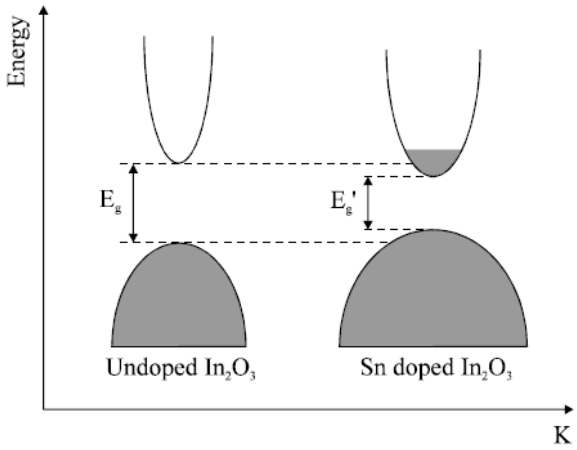
Рисунок 5: Схема магнетронного распыления ITO и внешний вид мишеней



Для изготовления мишеней используются порошки оксидов олова и индия с чистотой не хуже 99,9%.

Исходя из опытных результатов в области малых значениях содержания SnO_2 в мишени SnO_2:In_2O_3 (от 0 до10%) наблюдается увеличение концентрации носителей заряда. Это явление, объясняется тем, что Sn^{4+} является донором, и путем замещения In^{3+} в решетке In_2O_3 появляется дополнительный электрон, который соответственно увеличивает концентрацию свободных носителей заряда. Далее в области от 10 до 50 % содержания SnO_2 в мишени SnO_2:In_2O_3 наблюдается монотонное уменьшение концентрации носителей заряда. Таким образом, можно сказать, что наиболее оптимальный состав мишени при получении тонких пленок ITO: SnO_2 - 10%; In_2O_3 – 90%.

Рисунок 6: Схема зонной структуры нелегированного оксида индия и легированного оловом



Источник: научно-техническая литература

В целом, основная проблема формирования ITO- пленки заключается в том, что мельчайшие выступы, называемые наростами, образуются на участках эрозии поверхности мишени в результате напыления. Крупные зерна (частицы) держатся на поверхности в распылительной камере, что вызвано аномальным электрическим разрядом и разбрызгиванием из-за таких наростов. Такие частицы прилипают к образованной пленке и служат причиной ухудшения качества. Далее, упомянутый выше аномальный электрический разряд будет причиной нестабильного плазменного разряда, что является проблемой, так как в таком случае стабильное напыление не может быть осуществлено.

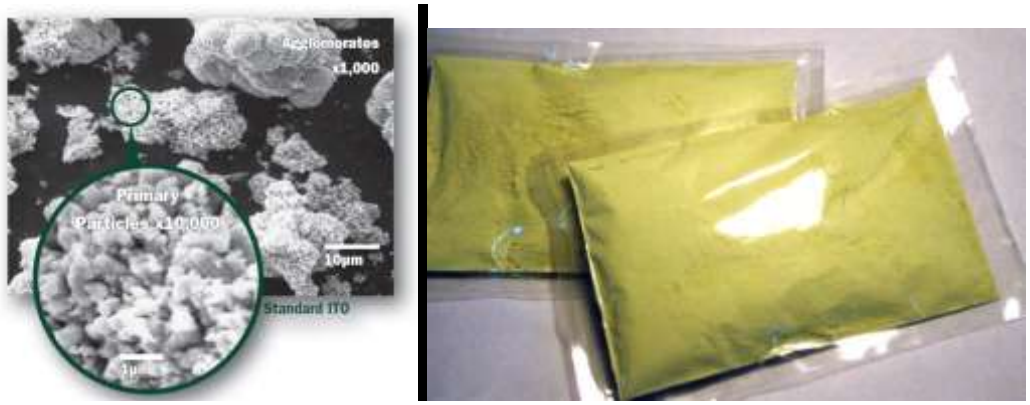
Поэтому при формировании проводящей пленки на подложке необходимо периодически удалять наросты, попавшие на распыляемую мишень, что является проблемой, так как это существенно ухудшает производительность. Таким образом, требуется мишень, которая не производит наросты или аномальный электрический разряд. В особенности в последнее время имеет место тенденция увеличения размеров дисплеев, при этом требуется напыление на большую площадь. Таким образом, в настоящее время, существует потребность в мишени, которая способна к стабильному напылению.

Прозрачные проводящие покрытия (ППО) с использованием окиси индия давно и широко используются в технике. Обычно такие покрытия получают путем магнетронного реактивного распыления мишени из металлического сплава. Однако такой способ требует точного поддержания парциального давления кислорода в рабочем газе, для чего используются сложные устройства эмиссионного контроля плазмы, кроме того, современные оптоэлектронные устройства (ЖК-,OLED дисплеи и т.п.) требуют повышенных характеристик ППО, что не обеспечивается при использовании сплавных мишеней.

Выходом из данной ситуации является использование оксидных керамических мишеней, которые изготавливаются методами порошковой металлургии. Это позволяет прецизионно контролировать состав исходного материала, а также отказаться от контроля состава рабочего газа. Чтобы соблюсти стехиометрию достаточно добавить до 5-7% кислорода в рабочий газ.

В дальнейшем, в данном Отчете будут рассматриваться преимущественно оксидные крерамические мишени, изготовленные из ITO.

Рисунок 7: Микроструктура порошка ITO и внешний вид упаковки с ITO



1.3. Показатели опасности порошка ITO:

Виды опасного воздействия и условия их возникновения:

Глаза: Может вызвать раздражение

Кожа: Обычно продукт не вызывает раздражение

Прием пищи: Воздействие индиевых составов может вызвать боли в костях. Возможно разрушение зубов и желудочно-кишечные расстройства. Эксперименты с животными указывают, что индиевые воздействия могут привести к потере веса, уменьшенному аппетиту и потреблению воды, почке и повреждению печени, параличу, и повреждать к мозгу, сердцу и селезенке.

Ингаляция: вызывает умеренное раздражение легких. Возмолжен легкий доброкачественный пневмокониоз (стеноз) как следствие хронического долгосрочного воздействия оловянной пыли и паров.

Возможное хроническое воздействие: Неорганические соли олова плохо поглощаются организмом. Когда соли олова попадают в организм парентеральным образом (в кровь. через вену) они очень токсичны. Оловянная окись, которую вдыхают как пыль, приводит к доброкачественному пневмокониозу без признака осложнения легочной функции. Никакой некроз или формирование коллагена не были замечены. Оловянные соли, которые получили доступ к кровотоку, очень токсичны и вызывают неврологическое повреждение и паралич. С наиболее распространенными оловянными солями профиль токсичности осложнен гидролизом в жидкости тела, производящие нефизиологические значения pH. Симптомы, о которых сообщают, гиперемии, сосудистых изменений с кровотечением в центральной нервной системе, печени, сердце и других органах могут произойти из-за самого олова или к нефизиологическим изменениям pH фактора. Прием пищи производит рвоту из-за раздражения желудка от деятельности оловянных составов. Инъекция неорганических оловянных солей вызывает диарею, паралич мышц и судороги.

Меры первой помощи:

При отравлении ингаляционным путем (при вдыхании): вывести пострадавшего из опасной зоны на свежий воздух, сменить одежду. Немедленно создать абсолютный физический покой. Предохранять от переохлаждения, ограничить прием жидкости. При отравлении пероральным путем (при проглатывании): принять сразу же молоко, затем вызвать рвоту. Срочно вызвать врача.

При воздействии на кожу: смыть с поверхности кожи проточной водой с мылом. При сильном раздражении или дерматите обратиться за медицинской помощью к дерматологу.

При попадании в глаза: незамедлительно начать промывание проточной водой в течении 10 минут при хорошо раскрытых веках. При необходимости в конъюнктивальный мешок закапать местно-анестезирующее средство для глаз.

Противопожарные меры:

Общая информация - Используйте стандартные противопожарные процедуры, которые включают ношение одобренного отдельного дыхательного аппарата (самоспасатель СПИ-20) , огне-и химически стойкой одежды, головных уборов, ботинок и перчаток.

Специфика при тушении: продукт не пожароопасный. используются стандартные меры тушения.

Меры по предупреждению ЧС:

Общие рекомендации: Приточно-вытяжная и местная системы вентиляции в помещениях для фасовки, затаривания, разгрузки и отбора проб. Использование оборудования и тары в герметичном исполнении. Исключить просыпания продукта образования пыли, аэрозоля. Соблюдать правила пожарной безопасности.

В производственных и складских помещениях запрещается обращение с открытым огнем.

Избегать контакта с продуктом. Хранить в герметичной таре изготовителя в крытых складских помещениях. Приточно-вытяжная и местная системы вентиляции в рабочих помещениях.

Осуществлять контроль за состоянием воздуха в рабочих помещениях. Использование индивидуальные средства защиты при проведении всех видов работ с продуктом.

Воздух рабочих помещений должен проходить очистку до установленных норм перед сбросом его в атмосферу. Сточные и смывные воды подлежат обязательной очистке в установленном порядке

Рекомендации по обезвреживанию утилизации или ликвидации отходов: Собрать в герметичную емкость и передать на переработку.

Рекомендации по защите окружающей среды: Не допускать попадания в водоемы и на почву. Воздух рабочих помещений должен проходить очистку до установленных норм перед сбросом его в атмосферу. Сточные и смывные воды подлежат обязательной очистке в установленном порядке.

Меры по ликвидации ЧС:

Необходимые действия общего характера - продукт собрать в транспортную тару или транспортное средство, плотно закрыть, промаркировать и отправить по назначению для переработки. Верхний слой грунта собрать и вывезти для ликвидации в согласованные места; места срезов засыпать свежим грунтом, промыть водой в контрольных, целях, почву перепахать.

Предотвращать попадание продукта, смывных вод в канализацию, дренажные сооружения, водоемы. Сточные воды нуждаются в очистке.

Меры и средства защиты персонала

Общие рекомендации: Приточно-вытяжная и местная системы вентиляции на рабочих местах, обеспечивающая состояние воздушной среды в соответствие с требованиями ГОСТ 12.1.005. Герметичное исполнение оборудования, емкостей для хранения и тары. Периодический контроль содержания ITO в воздухе рабочей зоны . Избегать контакта с продуктом. Использовать СИЗ.

Работающие с продуктом должны быть обеспечены бытовыми помещениями, помещения для приема пищи должны быть снабженными горячей водой. Работающие должны проходить периодические медицинские осмотры. Средства индивидуальной защиты применяются согласно действующим "Типовым отраслевым нормам выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим ". Применять защитные очки, перчатки.

Стабильность и активность

Химическая стабильность: стабильный

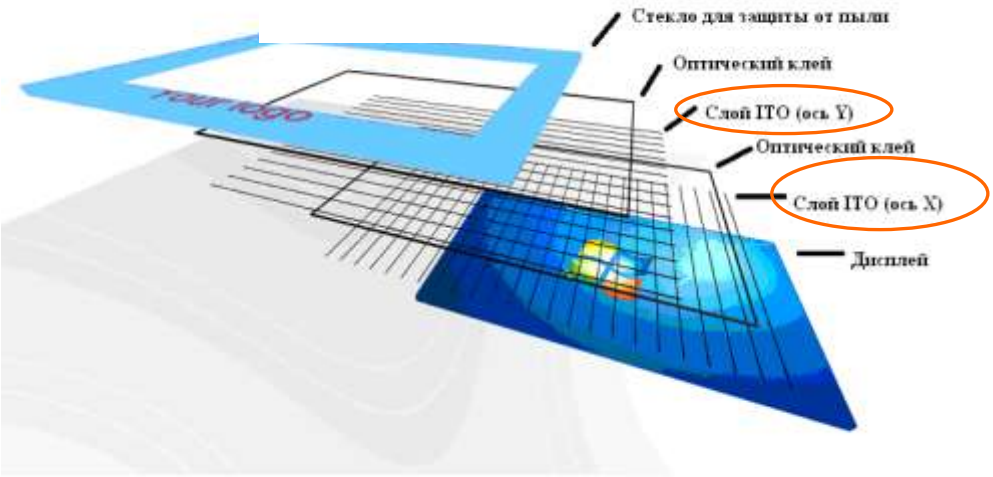
Несовместимость с другими материалами: Избегать кислот

Канцерогенность: Никакой компонент этого продукта не представляет опаснсти на уровнях, больше, чем 0.1%, Не идентифицирован как вероятное канцерогенное вещество для человека по требованиям IARC.

2. Прозрачные проводящие покрытия и области применения ITO. Основные характеристики рынков.

Благодаря сочетанию высокой прозрачности и проводимости, материал ITO используется как основной в производстве прозрачных электродов жидкокристаллических экранов, органических светодиодов (по-английски OLED — Organic Light Emitting Diode) и сенсорных экранов (Touchscreen). Находит также применение в тонкослойных фотопреобразователях и для создания прозрачных электродов в полупроводниковых фотоприёмниках. Инфракрасные лучи ITO отражает подобно металлическому зеркалу, что даёт возможность использовать его в теплозащите. Может использоваться для создания проводящих покрытий на других материалах, что защищает от электростатических зарядов. (Рис.8).

Рисунок 8: Схематическое изображение строения панели ЖК-диплея



красным цветом выделены области нанесения ITO

Источник: научно-техническая литература

На Рис. 9 приведены области применения и прогноз развития до 2016 г. (в млн US$) прозрачных проводящих покрытий (ППП) всех типов, включая ITO. Синим и красным цветом отмечены (снизу вверх столбчатой даиграммы) наиболее массовые области использования ITO- плоские дисплей (ЖК-/ плазма и проч) и touch-screen дисплеи соответственно.