ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ СОЗДАВАЕМЫХ ПРОИЗВОДСТВ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

REQUIREMENTS FOR ENGINEERING INFRASTRUCTURE OF MICRO- AND NANOELECTRONIC COMPONENTS PRODUCTION

УДК 697.941/624.92.01

БЫКОВ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ¹

BYKOV ALEXANDER V.¹

ВЫСОКИХ ЮРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ¹

VYSOKIKH YURY E.¹

КАРТАВЦЕВ ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ²

KARTAVTSEV VLADIMIR S.²

КРАСНОБОРОДЬКО СЕРГЕЙ ЮРЬЕВИЧ²

KRASNOBORODKO SERGEY YU.²

¹ ООО «СИТЭК»

¹ SITEC LTD

² ООО «СКТО ПРОМПРОЕКТ»

² SKTO PROMPROEKT LTD

При проектировании современных производств микро- и нанoeлектронных компонентов необходимо учитывать ряд требований, от которых зависит правильная работа инженерных систем и возможность создания производства.

Ключевые слова: микро- и нанoeлектронные компоненты; чистые производственные помещения; микроклимат; технологические газы; деионизованная вода.

When designing modern production of micro- and nanoelectronic components, it is necessary to take into account a number of requirements on which the proper operation of engineering systems and the possibility of creating production depend.

Keywords: micro- and nanoelectronic components; clean rooms; microclimate; process gases; deionized water.

Современные производства микро- и нанoeлектронных компонентов требуют создания специальной инженерной инфраструктуры, предъявляющей специальные требования к чистоте производственной среды, параметрам микроклимата, технологическим средам и т.д.

Стоит отметить ряд ключевых требований, которые необходимо учитывать на этапах проектирования, реконструкции и техперевооружения высокотехнологичных и наукоемких производств:

- требование к чистоте производственных участков и рабочих зон;
- требования к подготовке воздуха производственных участков;
- требования к подготовке технологических газов и химреактивов;
- требования к подготовке деионизованной воды.

ТРЕБОВАНИЕ К ЧИСТОТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ И РАБОЧИХ ЗОН

Объемно-планировочные решения здания должны определяться пространственной взаимосвязью функциональных зон: административно-бытовой, производственной, складской, технической.

Классы чистоты производственных участков, размещаемых в чистых помещениях (ЧП), задаются технологическими требованиями.

Чистые помещения (ЧП), размещаемые в производственной зоне, могут располагаться по принципу:

- двухсторонней или односторонней гребенки относительно проходного чистого коридора;
- зального типа с невыгороженной проходной зоной.

Размещаемые на основном производственном этаже ЧП, расположенные по принципу гребенки, связываются между собой чистым проходным коридором. По характеру планировочной взаимосвязи ЧП с чистым проходным коридором следует применять:

- при ширине здания 18 м и более двухстороннюю схему размещения ЧП относительно чистого проходного коридора;
- при ширине здания менее 18 м одностороннюю схему размещения ЧП относительно чистого проходного коридора.

Смежно с ЧП на основном производственном этаже размещаются сервисные (технические) помещения, которые имеют самостоятельные выходы в технические коридоры.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

Параметры технологического микроклимата в ЧП определяются техническими условиями на производимое изделие и технологией его изготовления. Кратность воздухообменов по помещениям определяется с учетом установленных нормативных требований.

Производственные участки обеспечиваются эффективной системой кондиционирования воздуха и вытяжной вентиляции с системой контроля и управления микроклиматом. Система контроля обеспечивает измерение температуры, влажности, скорости воздушного потока, эффективности фильтрации, перепада давления на фильтрах и перепада давления между соседними ЧП.

В ЧП для исключения проникновения загрязненного воздуха поддерживается избыточное воздушное давление по сравнению с окружающим пространством. Избыточное давление в смежных ЧП выбирается в пределах от 5–25 Па так, чтобы более высокому классу чистоты соответствовала большая величина избыточного давления.

Рекомендуемые авторами классы чистоты основных производственных участков

Наименование производственных подразделений	Классы чистоты помещений	Классы чистоты над рабочими местами и в зоне загрузки
Участок подготовки оснастки	8 ИСО	
Санпропускник материалов	6 ИСО	5 ИСО
Участок нанесения пленок металлов	6 ИСО	5 ИСО
Участок плазмохимического травления	6 ИСО	5 ИСО
Участок термических процессов	6 ИСО	5 ИСО
Участок имплантации	6 ИСО	5 ИСО
Участок жидкостной химической обработки	6 ИСО	5 ИСО
Участок фотолитографии	5 ИСО	4 ИСО
Участок лазерной литографии	5 ИСО	4 ИСО
Участок измерений	5 ИСО	4 ИСО
Участок контроля	6 ИСО	5 ИСО
Участок электрохимии	8 ИСО	
Участок сборки	8 ИСО	
Участок функционального контроля	8 ИСО	

Рекомендуемые авторами параметры микроклимата для основных производственных участков

Наименование производственных подразделений	Рекомендуемые параметры микроклимата (Т, ф)	Уровень избыточного давления в чистом помещении, Па
Участок подготовки оснастки	22±2 °С, 50±15 %	10 Па
Санпропускник материалов	22±2 °С, 50±10 %	20 Па
Участок нанесения пленок металлов	22±2 °С, 50±10 %	20 Па
Участок плазмохимического травления	22±2 °С, 50±10 %	20 Па
Участок термических процессов	22±2 °С, 50±10	20 Па
Участок имплантации	22±2 °С, 50±10 %	20 Па
Участок жидкостной химической обработки	22±2 °С, 50±10 %	20 Па
Участок фотолитографии	21±1 °С, 45±5 %	25 Па
Участок лазерной литографии	21±1 °С, 45±5 %	25 Па
Участок измерений	22±2 °С, 50±10 %	25 Па
Участок контроля	22±2 °С, 50±10 %	20 Па
Участок электрохимии	22±2 °С, 50±10 %	10 Па
Участок сборки	22±2 °С, 50±15 %	10 Па
Участок функционального контроля	22±2 °С, 50±15 %	10 Па

В ЧП основных производственных участков рекомендуется использовать открытую рециркуляцию воздуха через смежные сервисные (технические) помещения, кроме технически обоснованных случаев, учитывающих токсичность и взрывоопасность применяемых материалов и технологических сред. Для участков жидкостной химической обработки и приготовления химических растворов не рекомендуется использовать рециркуляцию воздуха. Для участков фотолитографии рекомендуется использовать рециркуляцию воздуха закрытого типа через выгороженные вентиляционные шахты.

Как правило, в системах кондиционирования для ЧП:

- классов чистоты от 9 ИСО до 5 ИСО используют 3-ступенчатую фильтрацию воздуха (не считая возможной дополнительной фильтрации на рабочем месте);

- классов чистоты от 4 ИСО до 1 ИСО используют 4-ступенчатую фильтрацию воздуха (не считая возможной дополнительной фильтрации на рабочем месте).

Система фильтрации воздуха включает грубую фильтрацию (классы фильтров G и F) и тонкую фильтрацию (классы фильтров EPPA, HEPPA, ULPA). Предварительная грубая фильтрация 1-й и 2-й ступеней снижает засорение последующих дорогостоящих тонких фильтров 3-й и 4-й ступеней фильтрации и продлевает в несколько раз их срок службы.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ И ХИМРЕАКТИВОВ

В технологических процессах производств микро- и нано-электронных компонентов применяется большое количество

магистральных и специальных электронных газов и жидкостных химвеществ, которые доставляются до технологического оборудования с помощью трубопроводных распределительных сетей.

В качестве источников магистральных газов (азот, водород, кислород, аргон, гелий) используют, как правило, установки заводского изготовления. Газовые установки размещают на территории предприятий на подготовленных площадках. В качестве источника сжатого воздуха используют безмасляные компрессоры, устанавливаемые в компрессорных помещениях.

В качестве источников специальных электронных газов используют газовые баллоны, устанавливаемые в газобаллонные шкафы, которые размещаются в соответствующих газобаллонных помещениях.

В качестве источников специальных технологических химвеществ используют химические емкости, устанавливаемые в химические шкафы, которые размещаются в соответствующих технических помещениях.

Магистральные трубопроводы технологических газов и жидкостных химвеществ прокладывают вне производственных зон ЧП, в зоне технических коридоров.

Распределительные газовые и жидкостные химические трубопроводы прокладываются в сервисных или технических зонах под фальшполом, за исключением пожароопасных и взрывоопасных газов и жидкостей, трубопроводы которых должны прокладываться в видимой зоне производственных, сервисных и технических помещений. Распределительные газовые и химические шкафы и панели, как правило, устанавливаются в смежных сервисных и технических зонах ЧП.

Сети распределения технологических газовых и жидкостных сред прокладываются, как правило, на самостоятельных общих подвесках горизонтально или вертикально.

Токсичные баллонные газы прокладываются коаксиальными трубопроводами, жидкостные химвещества, как правило, прокладываются труба в трубе.

Трубопроводы распределения кислорода нужно прокладывать на адекватном расстоянии от огнеопасных газов, обычно с другой стороны подвески.

Трубопроводы распределения водорода нужно прокладывать на адекватном расстоянии от прочих огнеопасных газов

и кислорода, обычно с вводом его непосредственно в помещение потребления. Транзитная прокладка трубопроводов водорода через помещения, где он не используется, запрещена. На вводе в здание на трубопроводе водорода следует устанавливать два последовательных автоматических отсечных клапана.

Вакуумные системы направляют послепроцессные следы токсичных и взрывопожароопасных технологических газов и их соединений в скрубберы для нейтрализации и последующего удаления вытяжной вентиляцией. На скрубберы подключаются и системы продувки вышеуказанных газов.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ДЕИОНИЗОВАННОЙ ВОДЫ

Сверхчистая вода (UPW) является водой, которая производится в соответствии с жесткими требованиями к количеству посторонних примесей. В РФ используется термин «деионизованная вода» (DI), который согласно устаревшему советскому ОСТ 11-029.003-80 предъявляет к воде требования по удельному сопротивлению, перманганатной окисляемости, содержанию кремниевой кислоты, железа, меди, микроорганизмов и микрочастиц. Других отечественных нормативных документов, регламентирующих качество сверхчистой воды в микроэлектронике в полупроводниковой промышленности, пока не выпущено.

Неотъемлемыми элементами станций получения сверхчистой воды, помимо ионного обмена, ультрафиолетовой обработки и различных видов фильтрации, стали системы обратного осмоса, электродеионизации, вакуумной дегазации, применяемые на различных этапах обработки.

Сверхчистая вода максимальной очистки применяется в микроэлектронике в основном на критичных операциях отмывки после химической обработки, для приготовления химических растворов, там, где даже самые минимальные количества примесей в воде могут привести к фатальным последствиям для конечного продукта.

В докладе рассмотрены и систематизированы основные факторы, влияющие на качество проектирования, реконструкции и техперевооружения производств микро- и нанoeлектронных компонентов и дальнейшую правильную работу инженерных систем, представлены актуальные решения.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"

Цена 840 руб.

ЛАЗЕРНЫЕ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛ Л. А. Скворцов

В книге рассмотрены основные методы лазерной спектроскопии, используемые для дистанционного обнаружения и идентификации на поверхности тел следов взрывчатых веществ (ВВ), отравляющих (ОВ), наркотических (НВ) и токсичных веществ промышленного происхождения.

Книга будет полезна широкому кругу читателей, интересующихся новейшими достижениями в области дистанционного химического анализа и их практическими применениями, разработчикам предназначенной для этого аппаратуры, научным работникам силовых структур и ведомств, а также студентам, аспирантам и преподавателям вузов соответствующих специальностей.

М: ТЕХНОСФЕРА, 2018. – 208 с.
ISBN 978-5-94836-387-5

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 (495) 234-0110; ☎ +7 (495) 956-3346; knigi@technosphere.ru, sales@technosphere.ru