

КАК СДЕЛАТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО БЕЗОПАСНЫМ И ЭФФЕКТИВНЫМ

Н.Шадская
natalia@tronic.com.sg

В микроэлектронике постоянно появляются новые идеи и технические решения. С каждым годом совершенствуется автоматизация производства, технология требует все более высокой точности. Основными этапами производства полупроводниковой продукции являются: вакуумное осаждение, экспонирование, травление, ионная имплантация и диффузия примесей. Во всех этих процессах используются специальные и гидридные газы, многие из которых – легковоспламеняющиеся, отравляющие и агрессивные. В статье рассматривается система газораспределения на производстве, обеспечивающая стабильную и высокоточную подачу газов потребителю без снижения уровня его чистоты.

Современное производство требует соблюдения точных технологических параметров, обеспечивающих его жизнеспособность. Важное место среди систем жизнеобеспечения в микроэлектронном производстве занимает распределение особо чистых специальных и гидридных газов.

На российском рынке имеется достаточный выбор оборудования для систем газораспределения. Несмотря на то, что принцип работы различного оборудования отличается не сильно, однако класс его исполнения различен. Интересно рассмотреть оборудование газораспределения "бизнес класса".

В состав системы газораспределения (рис.1). производственного предприятия обычно входят: газовые кабинеты

и стойки, модульные газовые кабинеты, распределительные модули (VMB), детекторы газа, система управления газораспределением. Рассмотрим каждую подсистему подробнее.

Газовый кабинет

Для безопасного использования токсичных и гидридных газов все элементы системы с потенциальной возможностью утечки (запорная арма-

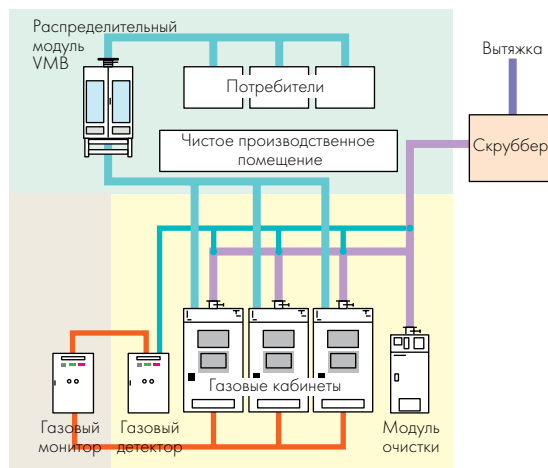


Рис.1. Система газораспределения



Рис. 2. Газовый кабинет

тура, разъемные соединения и т. п.) должны быть размещены в газовых кабинетах. В переводе с английского gas cabinet – это именно газовый кабинет. На первый взгляд, на кабинет он вовсе не похож, но если заглянуть внутрь, становится понятно – это достаточно сложное техническое устройство, которое просто шкафом не назовешь.

Газовый кабинет (рис.2) оснащен автоматическим управлением и редуцированием га-

зовых потоков, системами безопасности, подогрева сжиженных газов, контроля расхода газов, датчиками для контроля остаточного давления в баллонах.

Особенно важна функция вытяжки. В целях снижения риска нежелательных последствий при утечке опасных газов или увеличении давления в баллонах для сброса газа на скруббер и дальнейшей очистки в соответствии с нормами ПДК используется технологическая вытяжка.

В каждом газовом кабинете устанавливаются датчики утечки газа, чтобы в экстренном случае его подача блокировалась автоматически. Возможная конфигурация газового кабинета приведена в табл.1.

Газовая стойка

Если газы не представляют опасности, например N_2O , SF_6 , He, то баллоны с ними можно устанавливать в газовую стойку (рис.3), в которой без дополнительных кожухов защиты расположены вентили, регуляторы, сенсоры и фитинги.



Рис.3. Газовая стойка



Рис.4. Блок управления

Блок управления

Блок управления – это то, что отличает высококлассное оборудование от недорогих аналогов.

Каждый газовый кабинет и газовая стойка "бизнес класса" оснащаются блоком управления (рис.4), состоящим из PLC-контроллера и сенсорного дисплея. Такой блок позволяет легко и быстро настроить (запрограммировать) газовый кабинет в соответствии с поставленными производственными задачами.

Модульный газовый кабинет

Специалистам хорошо знакома проблема быстрого расхода "популярного" на производстве газа и ажиотаж, связанный с частой заменой баллонов с ним. Решить эту задачу позволяет модульный кабинет (рис.5). При большом расходе конкретного газа конструиру-

Таблица 1. Конфигурация газового кабинета

№	Наименование	Размер	Скорость потока	Продувка при давлении, Бар
1	Клапан продувки N_2	1/4"	45–60 л/мин	4,8–6,8
2	Гелевый теческатель	1/4"	–	10^3
3	Процессный клапан	1/4–1/2"	–	–
4	Заглушка	100–150	4–5,5 м ³ /мин	
5	Спринклер	1/2"	145,5 л/мин	2
6	Клапан сжатого воздуха или N_2	1/2–3/8"	30–45 л/мин	4,8–6,8
7	Система вентиляции		50–60 л/мин	
8	Клапан общего азота	1/4"	45–60 л/мин	4,8–6,8





Рис.5. Модульный газовый кабинет

ется единый модуль, состоящий из основного газового кабинета и нескольких связанных с ним второстепенных кабинетов для газа одной марки. Особенность такого модуля – единый блок управления и система запорной арматуры, расположенные в основном газовом кабинете. Таким образом, можно разместить до 14 баллонов с одним и тем же газом, что позволяет избежать их частой замены.

Распределительный модуль

Обычно на производстве имеется более одной точки потребления газа, например, два имплантера. В таком случае устанавливается распределительный модуль (valve manifold box – VMB). Используя его, можно подключить до восьми различных потребителей в разных точках производственного помещения. VMB имеет функцию автоматической продувки, что значительно упрощает весь процесс обслуживания системы. Кроме того, существует возможность объединения



Рис.6. Система трубопроводов

VMB в одну систему с газовыми шкафами, контроллерами и управлением газораспределением.

Трубопроводы

Важно отметить отличительные особенности системы трубопровода специальных газов (рис.6). Монтаж их производится методом орбитальной бесприсадочной сварки неплавящимся электродом в среде аргона (снаружи и внутри трубы). На трубопроводах вне газовых кабинетов не допускаются разъемные соединения. Для транспортировки специальных газов используются трубы из коррозионно-стойких материалов (обычно из нержавеющей стали марки 316L с электрохимической полировкой внутренней поверхности). Для обеспечения требований чистоты и отсутствия влаги вся система продувается инертным газом (N₂).

После завершения монтажа системы необходимо провести серию тестов по следующим параметрам:

- качество сварных соединений;
- работоспособность системы при избыточном и пониженном давлении;
- наличие частиц;
- влажность;
- содержание кислорода.

Системы очистки выбросов

Эта система предназначена для удаления загрязняющих веществ, образующихся в процессе работы технологического оборудования, и для очистки воздуха при экстренном сбросе опасных газов из газовых кабинетов. Она включает в себя вытяжные системы кислото-, щелочесодержащих и растворяющих веществ.

Для очистки воздуха используются термальные скрубберы с водяным орошением и скрубберы сухой очистки. Термальные скрубберы обеспечивают температурный режим до 1000°C с производительностью до 1000 л/мин. Параметры системы проектируются в соответствии с нормами ПДК, установленными региональным законодательством, причем в случае аварийной ситуации или отключения энергоснабжения для обеспечения безопасности персонала система должна продолжить работу.

Автоматическая система управления газораспределением

Это основа системы газораспределения (рис.7), вся информация о ее функционировании аккумулируется в блоках контроля и мониторинга, что позволяет уменьшить число отказов или, в случае необходимости, моментально внести коррек-

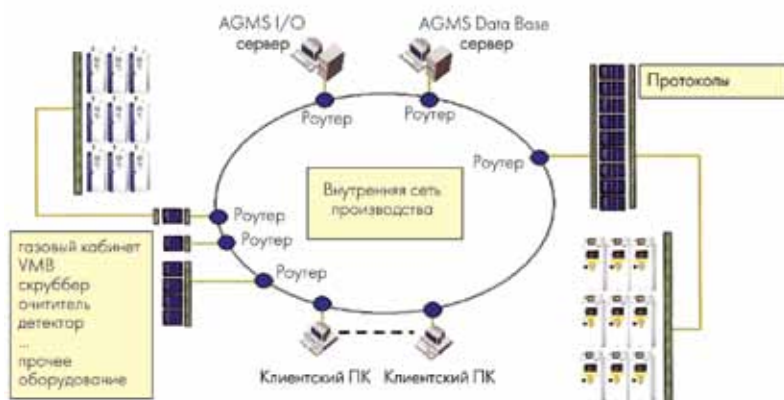


Рис.7. Система управления газораспределением



тировку в ход работы системы, тем самым в значительной степени снизив производственные дефекты.

В любой момент времени возможны наблюдение и управление графиком давления,

статусом запорной арматуры и сигнализацией, а также контроль объема оставшегося в баллонах газа и его температуры. В случае неисправности система подает сигнал, указывая точное место и причи-

ну произошедшего. Оператор, имеющий доступ к системе управления, вход в которую защищен паролем, в случае экстренной необходимости может отключить систему газораспределения.

Таблица 2. Взаимодействие газов

Table with 28 columns (gases) and 28 rows (gases). Cells contain values 0, 1, 2, or 3, representing the interaction level between the gases. The table is symmetric.

- 0 Не взаимодействуют
1 Низкая вероятность реакции
2 Высокая вероятность реакции
3 Взрыв

Система контроля

При изготовлении составляющих системы газораспределения важно выполнение жестких требований к комплектующим, средствам производства и производственным помещениям, причем на каждом его этапе контроль качества осуществляется по стандартам ISO 9000–2001. Все комплектующие проходят входной контроль, основными критериями которого являются качество внутренней полировки поверхности запорной арматуры и трубопроводов, а сборка газораспределительных систем производится только в чистых помещениях.

Детекторы газа

В чистых помещениях для решения проблем безопасности, устанавливаются детекторы газа, чувствительность сенсоров которых настолько высока, что они способны обнаружить даже миллионные доли вещества на самых ранних этапах утечки.

Размещение оборудования на производстве

Газы, представляющие особую опасность и способные входить во взрывоопасную реакцию друг с другом (табл. 2), следует размещать в разных помещениях, категорию опасности которых определяет проектная организация. Все подобные помещения в соответствии с их категорией должны отвечать требованиям взрыво- пожаро- безопасности.

Таким образом, при выборе оборудования для оснащения производства рекомендуется руководствоваться следующими критериями:

- легкость наладки и технического обслуживания;
- минимизация риска скопления опасных газов;
- эффективная программа автоматической очистки;
- минимизация занимаемого оборудованием пространства;
- высокий уровень безопасности работы оператора;

- легкость программирования и управления оборудованием;

- возможность производства оборудования на заказ в соответствии с выдвигаемыми требованиями.

Проектирование и монтаж системы газораспределения требуют опыта и профессионализма, поэтому работы, связанные с такими системами, должны выполняться специализированными и лицензированными организациями.

Важно также не экономить на качестве оборудования, отдавая предпочтение зарекомендовавшим себя маркам. Только в этом случае можно гарантировать, что производство станет по-настоящему безопасным и эффективным.

Более подробную информацию о возможностях фирмы-производителя и поставляемой продукции можно получить по телефону 8(495) 276-10-30 ■