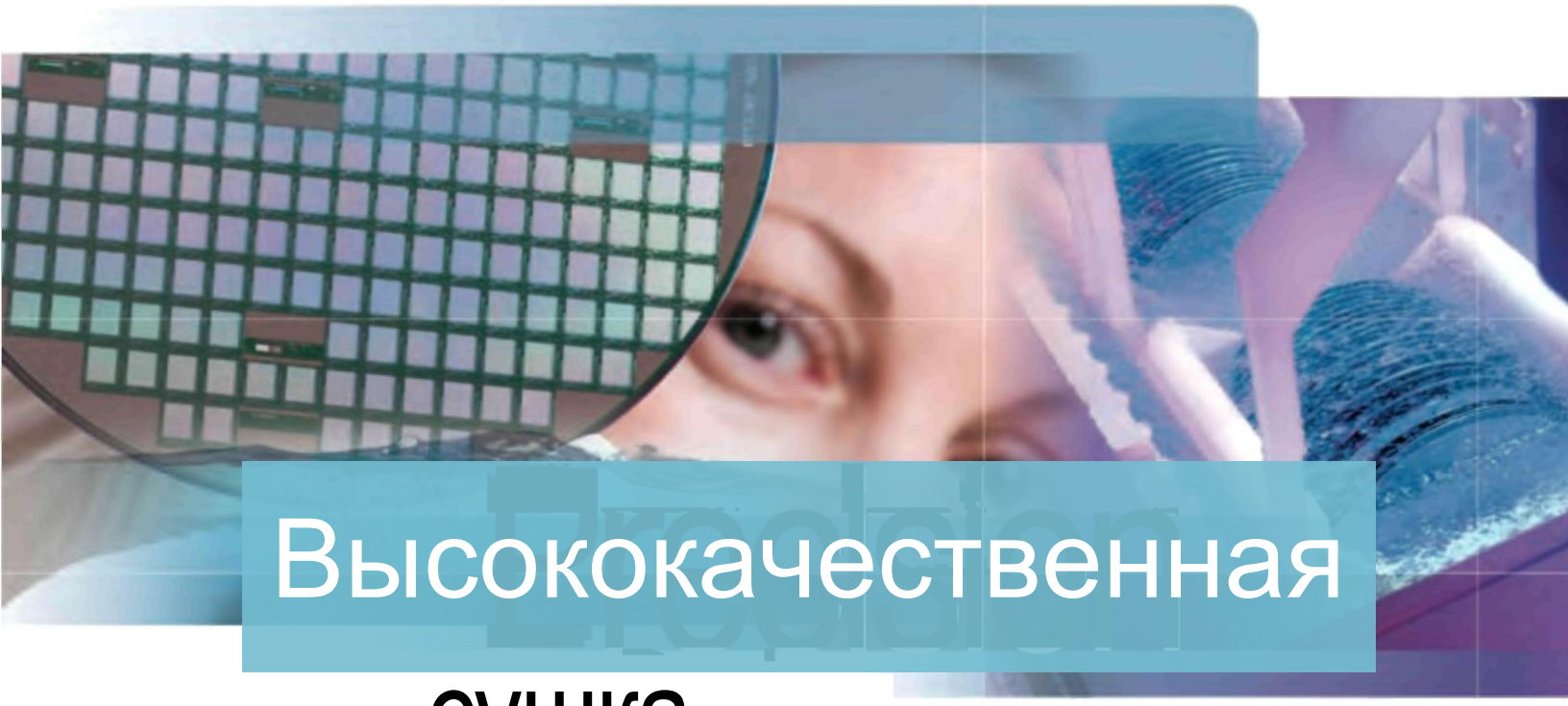
Специализированные жидкости 3M™ Novec™
Для паровой сушки полупроводниковых пластин



Высококачественная сушка

Негорючая, равноценная альтернатива изопропанолу.
Безопасна для чувствительных пленок и фоторезистов.

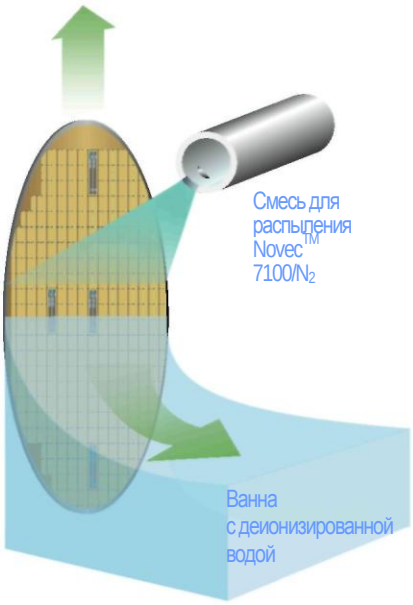
Технология с использованием растворителей для сушки полупроводниковых пластин

Эффект Марангони характеризует свойства жидкости на поверхности пластины в зависимости от перепада поверхностного натяжения на поверхности раздела газа/жидкости. Данный эффект приводит к затягиванию жидкости с поверхности пластины обратно в погружную ванну при удалении воды из бачка. Поскольку поверхностное натяжение изопропанола гораздо ниже (22 дин/см), чем у воды(73 дин/см), при растворении изопропанола из пара в воде на поверхности раздела газа/жидкости создается перепад поверхностного натяжения.

Изопропанол (IPA) в среде азота был основным средством, использовавшимся для сушки пластин в течение почти 20 лет[1,2], но данный процесс имеет определенные ограничения при использовании с наиболее современными полупроводниковыми приборами. Благодаря малой температуре воспламенения IPA необходимо ограничивать его количество в азоте до величины менее 2 % для поддержания негорючести. Кроме того, сообщалось[3,4], что IPA может оставаться на поверхности пластины после сушки, формируя осадок, который может образовывать связи Si-C в последующем высокотемпературном процессе, при этом снижая надежность тонких оксидов.

Специализированные жидкости 3M™ Novec™ являются альтернативой IPA благодаря своим физическим свойствам, которые позволяют преодолеть имеющиеся на данный момент ограничения по сушке. Специализированные жидкости 3M™ Novec™ 7100 и 71 IPA негорючи и совместимы с материалами, входящими в структуру системы паровой сушки IPA. Жидкости Novec™ обладают низкой растворимостью в воде и высоким давлением паров, которые позволяют предотвратить образование осадка на поверхностях по окончании этапа сушки.

Механизм сушки Марангони



Перепад поверхностного натяжения отводит воду с поверхности

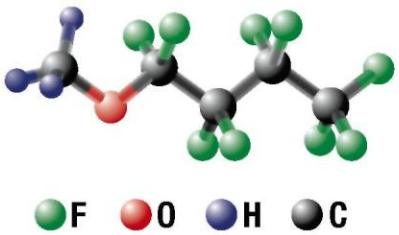
Экологичная высококачественная альтернатива IPA

Поскольку полупроводниковые приборы становятся все меньше по размеру, более компактными и плотно упакованными, все более актуальной становится проблема использования агрессивных растворителей, таких как IPA, в отдельных вариантах применения. Даже небольшая коррозия может стать причиной серьезных дефектов, которые повышают вероятность выхода приборов из строя и их отбраковки. В таких вариантах применения, как многослойные фоторезисты и двойное формирование рельефа, имеются тонкие детали, растворяющиеся в IPA. При использовании таких растворителей, как IPA, могут измениться наиболее важные габаритные размеры, что неблагоприятно скажется на работе устройства. Жидкости Novec™ не разъедают фоторезист.

Жидкость Novec™с 7100, метокси-нонафторбутан ($C_4F_9OCH_3$), представляет собой чистую бесцветную жидкость со слабым запахом, обладающую исключительным сочетанием характеристик в части безопасности, эксплуатации и окружающей среды. Сочетание уникальных физических свойств, включая низкое поверхностное натяжение, малую вязкость и высокое давление паров, делает жидкость Novec™ 7100 идеальным вариантом для использования при сушке с перепадом поверхностного натяжения. И поскольку жидкости Novec™ негорючи, их можно использовать в более широком диапазоне условий процесса, чем IPA, предел горючести в воздухе которого составляет 2 %.

Жидкость Novec™ 7100 малотоксична. Кроме того, у нее нулевой потенциал озоноразрушения и низкий потенциал глобального потепления. Поскольку данная жидкость не способствует формированию фотохимического смога, она не подпадает под определение летучего органического соединения (VOC).

Структура жидкости Novec™ 7100



Типичные физические свойства

	Novec™ 7100	Novec™ 71 IPA	IPA
Температура кипения (°C)	61	55	82
Давление пара (мм р.ст.)	200	207	44
Поверхностное натяжение (дин/см)	13,6	14,5	22
Вязкость (сПз)	0,58	0,75	2,27
Плотность (г/мл)	1,52	1,48	0,79
Температура воспламенения (°C)	Нет	Нет	12
Пределы воспламеняемости (%) в азоте	Нет	Нет	< 2 %

Согласно имеющейся в данном документе информации, жидкости Novec™ 7100 и Novec™ 71IPA (71IPA содержит 4,5 % IPA в весовом соотношении) имеют меньшее поверхностное натяжение по сравнению с IPA, но значительно более высокие давления пара. Благодаря указанным качествам и негорючести жидкости Novec™ 7100 и 71IPA можно эксплуатировать в гораздо более широком диапазоне концентраций, чем IPA.

Характеристики воздействия на окружающую среду, безопасность и нормативы воздействия

	Novec™ 7100
Нормативы воздействия (ppm), 8 часов, средневзвешенное по времени значение	750
Кратковременная концентрация LC_{50},	> 100 000
Потенциал озоноразрушения (Ozone Depletion Potential; ODP)	0,0
Время жизни в атмосфере (лет)	4,1
Потенциал глобального потепления (GWP)[1]	297
Опасный загрязнитель воздуха	Нет
Летучие органические соединения (по определению организации EPA, США)	Нет

[1] Специализированная жидкость 3M™ Novec™ 7100 аттестована для использования в качестве растворителя для чистки и сушки многими природоохранными регуляторными органами во всем мире. Например, они обозначены Американской организацией EPA как «Приемлемые без ограничений» У жидкостей Novec™ нулевой потенциал озоноразрушения, малое время жизни в атмосфере и низкий потенциал глобального потепления.

Результаты процесса

Новые исследования доказали, что специализированная жидкость 3M™ Novec™ 7100 может преодолеть эксплуатационные ограничения IPA при очистке и сушке пластин – и может использоваться в качестве эффективной и равноценной замены IPA при сушке с перепадом поверхностного натяжения. Разработка производственного процесса завершена для жидкостей Novec™ 7100 и 71 IPA. Жидкость Novec™ 71IPA представляет собой смесь жидкости Novec™ 7100 (95,5 % в весовом соотношении) и IPA (4,5 % в весовом соотношении).

В проведенных компанией 3M™ испытаниях оценивалось поведение частиц при использовании жидкости Novec™ 7100 в паровом осушителе с перепадом поверхностного натяжения. 200 мм пластины с кремниевым покрытием с открытой поверхностью были обработаны в автоматизированной системе очистки пластин с погружением. Обработка пластин осуществлялась с использованием смеси гидроксида аммония, перекиси водорода и деионизированной воды (SC-1) с последующей промывкой деионизированной водой. Затем пластины высушили с жидкостью Novec™ 7100 в азоте вместо IPA в азоте. Количество дефектов пластины подсчитано до и после сушки с помощью системы контроля состояния пластин KLA Tencor SP2, обнаруживающей дефекты с номинальным размером 45 нм или более. На Рисунках 1 и 2 показаны карты полупроводниковых пластин до и после очистки.

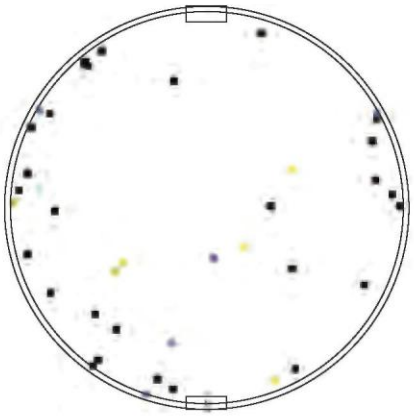


Рисунок 1. Предварительный снимок, сделанный с помощью SP2, на котором обнаруживаются 46 дефектов.

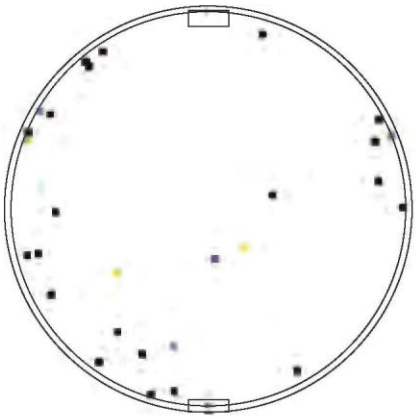
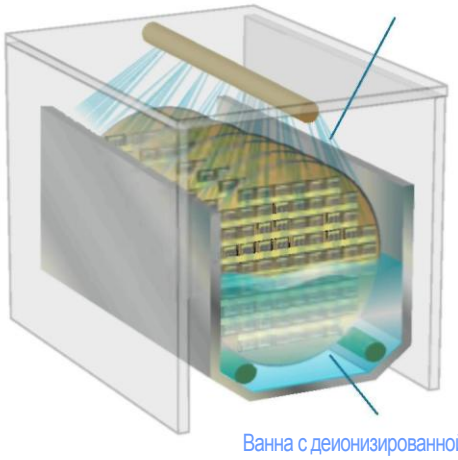


Рисунок 2. Предварительный снимок, сделанный с помощью SP2, на котором обнаруживаются 37 дефектов.

Переход с IPA на специализированные жидкости 3M™ Novec™

Конкретные детали меняются в зависимости от типа системы очистки. Далее приведены этапы, необходимые для обычной системы очистки:

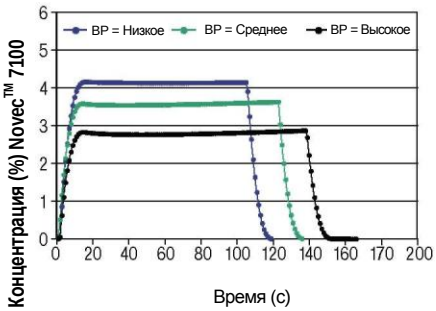
- Удалить IPA продувкой барботера фильтрованным азотом.
- Залить жидкость Novec™ и продуть фильтрованным азотом.
- Заполнить жидкостью Novec™
- Система готова для испытаний



Парообразование

Общепринятым методом образования потока пара в потоке сушащего реагента в азоте является барботирование. Далее приведена упрощенная конфигурация. При данной конфигурации газообразный азот барботируется в жидкость Novec™ 7100, образуя смесь жидкости Novec™ и азота, которая затем поступает в рабочую камеру. Расход азота можно контролировать с помощью регулятора массового расхода (MFC) и/или регулятора давления барботирования (BP). В некоторых системах предусмотрен подогреватель азота для повышения и регулирования температуры азота на входе.

Температура азота, расход и давление барботирования являются переменными для контроля окончательной концентрации газа. Дополнительно заказываемое контрольное устройство измеряет количество жидкости Novec™ 7100, используемой при сушке пластин.



Примечание. BP означает установку давления барботера, используемую для контроля жидкости Novec™ 7100 в газе-носителе азоте. Повышение давления в барботере приводит к уменьшению объема жидкости Novec™ 7100 в паровой

Ресурсы

Поддержка продуктов 3М™ Novec™ Engineered Fluid (специализированная жидкость) обеспечивается за счет глобальных ресурсов сбыта, технического и клиентского обслуживания при участии лабораторий технического обслуживания, расположенных в США, Европе, Японии, Тайване, Корее и Сингапуре. Пользователи выигрывают от того, что компания 3М™ обладает широкой технологической базой и уделяет постоянное внимание процессам разработки продуктов, решению вопросов, касающихся эксплуатационных свойств, безопасности и защиты окружающей среды. Дополнительную техническую информацию о жидкостях Novec™ в США или сведения о местном авторизованном дистрибьюторе можно получить, обратившись в подразделение 3М™ Electronics Markets Materials Division по телефону: 800-810-8513.

Список литературы

1. A. F M. Leenaars, J. A. M. Huethorst, J. J. van Oekel, *Marangoni Drying: A New Extremely Clean Drying Process.* American Chemical Society, 1990. Volume 6, p. 1701-1703/ Новые процессы исключительно чистой сушки. Американское общество ученых-химиков, 1990 г.Том 6, стр. 1701-1703.
2. J. Marra, J. A. M. Huethorst, *Physical Principles of Marangoni Drying.* American Chemical Society, 1991. Volume 7, p. 2748–2755/ Физические принципы сушки по технологии Марангони, Американское общество ученых-химиков, 1991 г. Том 7, стр. 2748–2755
3. K. Miya, T. Kishimoto, A. Izumi, *Non-IPA Wafer Drying Technology for Single-Spin Wet Cleaning* Electrochemical Society Proceedings, 2003. Volume 26, p. 57–63/ Технология сушки пластин без содержания IPA для односпиновой мокрой сушки, Труды электрохимического общества. 2003 г. Том 26, стр. 57–63
4. K. Motai, T. Itoga, T. Irie, *The Effect of Isopropyl Alcohol on the Electrical Characteristics of Thin Oxide.* Japanese Journal of Applied Physics, 1998. Volume 37, p. 1137–1139./Влияние изопропиловых спиртов на электрические характеристики тонких оксидов. Японский журнал по прикладной физике, 1998г., Том 37, стр. 1137–1139

Семейство торговых марок 3М™ Novec™

Торговая марка Novec™ присваивается широкому спектру запатентованных продуктов 3М™. Хотя каждый из них имеет свою уникальную формулу и эксплуатационные свойства, все продукты Novec™ в своей совокупности предназначены для обеспечения безопасных, эффективных и экологически рациональных решений для различных вариантов промышленного применения. К ним относятся чистка прецизионного и электронного оборудования, теплопередача, пожаротушение, нанесение смазочных материалов и ряд специализированных применений химических продуктов.

Специализированные жидкости 3М™ Novec™ • Аэрозольные очистители 3М™ Novec™ • Жидкий агент для пожаротушения 3М™ Novec™ 1230 • Покрытия 3М™ Novec™ для электронного оборудования • ПАВ-материалы 3М™ Novec™ для электроники

США	Китай	Европа	Япония	Корея	Сингапур	Россия
3М™ Electronics Markets	3М™ China Ltd.	3М™ Бельгия N.V	Sumitomo 3М™ Limited	3М™ Korea Limited	3М™ Singapore Pte. Ltd.	ЗАО «3М Россия»
Отдел материалов	86 21 6275 3535	32 3 250 7521	813 3709 8250	82 2 3771 4114	65 64508888	7 495 784 74 74
800 810 8513						

Использование продукта: Все утверждения, техническая информация и рекомендации, представленные в данном документе, основаны на результатах испытаний или опыте, которые компания 3М™ считает достоверными. Однако многие факторы, не зависящие от возможностей компании 3М™, могут влиять на особенности применения и эксплуатационные характеристики продуктов 3М™ в конкретных случаях; к ним относятся условия использования продукта, время и условия окружающей среды, в которых предполагается использовать тот или иной продукт. Поскольку эти факторы являются уникальными, известны пользователю и могут им контролироваться, пользователь должен оценить возможности использования продукта 3М™ для конкретной цели и его пригодность для конкретного метода применения.

Гарантия и частичное возмещение ущерба: Если не оговорено особо в документации на продукцию 3М™, дополнительных вкладышах в общей упаковке или в упаковке отдельных продуктов, компания 3М™ гарантирует, что каждый продукт 3М™ соответствует действующим спецификациям на момент его поставки. На отдельные продукты могут предоставляться дополнительные или иные гарантии, указанные в документации на продукт, на вкладышах в общей упаковке или в упаковках отдельных продуктов. 3М™ НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ИНЫХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ ПРОДУКТА ИЛИ ЕГО ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЯХ ИЛИ ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОРЯДКА ДЕЛОВЫХ ОТНОШЕНИЙ, ТАМОЖЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ИЛИ ТОРГОВОГО ОБЫКНОВЕНИЯ. Пользователь должен самостоятельно и под свою ответственность определить пригодность продукта 3М™ для использования по конкретному назначению и возможность его применения в предполагаемых пользователем целях. Если в течение гарантийного периода обнаружен дефект продукта 3М™, исключительным правом пользователя и единственной обязанностью 3М™ и продавца является, на усмотрение 3М™, замена продукта или возмещение его покупной стоимости.

Ограничение ответственности: За исключением случаев, предусмотренных законом, компания 3М™ и продавец не несут ответственности за любые прямые, косвенные, фактические или побочные убытки или ущерб, вызванные применением продукта 3М™, безотносительно заявленной теории права, включая ответственность по гарантийным обязательствам, контрактам, а также ответственность за ущерб от небрежного обращения с продуктом или объективную ответственность.

3М Россия

Технологии электронной промышленности

Москва, ул. Крылатская д.17 стр.3 Бизнес-парк «Крыласткие холмы» www.3mNovec.ru

Подлежит повторному использованию. Напечатано в США.

Выпуск: 5/09 ©3М™ 2009.

Все права защищены. 6761HB

60-5002-0400-7

3М™ и Novec™ являются товарными знаками компании 3М™. Используются по лицензии дочерними компаниями и филиалами 3М™.

ООО "ТЭКМАНН"
Официальный дистрибьютор
в России по направлению "Специальные жидкости, покрытия, аэрозоли"

Тел +7 800 500 66 76
Тел +7 812 748 22 02
Тел +7 495 638 22 02

info@techmann.ru
www.techmann.ru