

Современные технологии защиты микросборок и кристаллов при транспортировке, хранении и обращении с ними



Текст: Александр Вотинцев

В статье рассматриваются вопросы, связанные с выбором надежной упаковки для обращения, хранения и транспортировки хрупких и дорогостоящих изделий, таких как микросборки, кристаллы, кремниевые пластины и т.д. Многие предприятия микроэлектроники, полупроводниковой и электронной промышленности используют множество различных типов упаковок, которые не обеспечивают надлежащего сохранения изделий при операциях с ними и не отвечают требованиям антистатической защиты. А ведь более 50 % всех дефектов возникают от таких явлений как электростатический разряд (ESD) и/или электрическое перенапряжение (EOS). Поэтому при обращении с чувствительными элементами требуется применять специальную антистатическую тару. К операциям с изделиями можно отнести: обращение с ними, транспортировку, хранение, защиту поверхности, визуальный осмотр, сборку, механическое утонение, финишную обработку и многие другие действия. Широкая номенклатура продукции, используемой на предприятиях, требует значительных инвестиций как на приобретение различной упаковки, так и на затраты по её хранению.

Американская компания Gel-Pak начала выпуск уникальной упаковочной продукции в 1980 году прошлого столетия и сегодня, применяя передовые технологии для создания своих продуктов, является одним из ведущих производителей в области обеспечения безопасной перевозки и хранения компонентов. Разработка специализированной упаковки была обусловлена новыми требованиями полупроводниковой и электронной промышленности, т.к. потребовалась упаковка для транспортировки без риска повреждения небольших и хрупких элементов — диодов с балочными выводами.

Специалисты компании Gel-Pak успешно используют уникальную технологию производства собственных эластомеров для изготовления инновационных продуктов для безопасной доставки и обращения с чувствительными устройствами. Сердцем уникальной линейки продуктов Gel-Pak является эластомер гель (гель-плёнка), который надёжно удерживает на месте хрупкие детали во время их перемещения. Такая упаковка обеспечивает более высокий уровень защиты устройств от повреждений, чем традиционные контейнеры типа Waffle Pack и Waffle Tray, имеющие ячейки или полости для размещения изделий.

Более 10 000 компаний во всём мире — от небольших начинающих производителей, университетов и лабораторий до крупных промышленных предприятий — оценили надёжность контейнеров Gel-Pak, используя их для защиты своих изделий от повреждений. Основные потребители такой упаковки, кроме компаний полупроводниковой и электронной промышленности, это производители и заказчики медицинских изделий, автомобилестроительные компании, производители устройств для хранения данных и СВЧ устройств, предприятия аэрокосмической промышленности, производители оптоэлектроники и телекоммуникаций.

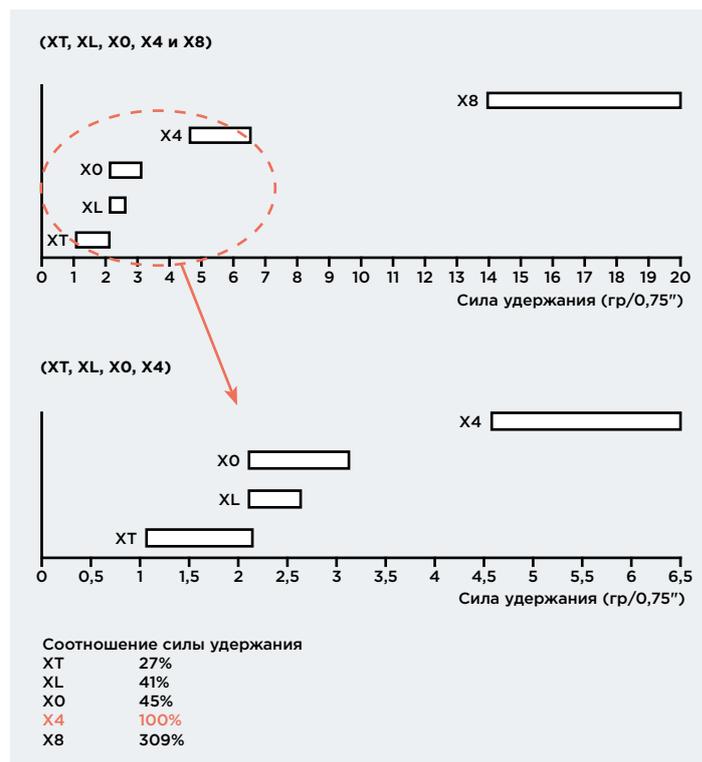
Гелевая технология

Изделия Gel-Pak изготовлены из запатентованного сильно сшитого полимерного материала — геля. Этот материал фиксирует изделие во время контакта за счет силы поверхностного натяжения материала. Величина удерживающей силы зависит от клейкости материала геля — его удерживающей способности. Гель прочно держит компонент как в вертикальном направлении, так и в направлении сдвига, однако в направлении отрыва сила невелика, что позволяет легко снять изделие с поверхности. Материал пригоден для многократного использования и имеет гарантированный срок хранения 2 года, что позволяет хранить изделия в упаковке Gel-Pak в течение длительного времени, также это чрезвычайно прочный и практичный материал, сохраняющий свои свойства при температурах от -40 °C до 220 °C.

Многие предприятия микроэлектроники, полупроводниковой и электронной промышленности используют множество различных типов упаковок, которые не обеспечивают надлежащего сохранения изделий при операциях с ними и не отвечают требованиям антистатической защиты

Удерживающая способность

Компания Gel-Pak проводит постоянные усовершенствования химического состава геля, чтобы обеспечивать широкий диапазон удерживающей способности (клейкости). Такой гель применим для удержания как небольших оптических изделий, так и больших керамических подложек. Существует несколько уровней удерживающей способности по возрастанию: XT, XL, X0, X4, X5, X8 РИС 1.



1 Уровни и сила удерживающей способности

Оптимальная удерживающая способность подбирается в зависимости от типа материала, шероховатости поверхности, размера изделия, его толщины и веса. Точной формулы для определения рекомендуемой удерживающей способности для компонента нет, однако существуют общие рекомендации:

- XT — сверхнизкая удерживающая способность, предназначена для специальных применений;
- XL и X0 — низкая удерживающая способность, подходит для полированных поверхностей;
- X4 и X5 — средняя удерживающая способность, подходит для травлёных поверхностей;
- X8 — высокая удерживающая способность, подходит для шероховатых поверхностей, например, керамики.

Компания Gel-Pak производит два вида геля: стандартный и сверхчистый. Сверхчистый гель рекомендуется для использования с высокочувствительными компонентами.

Типы контейнеров и пластин Gel-Pak и области их применения

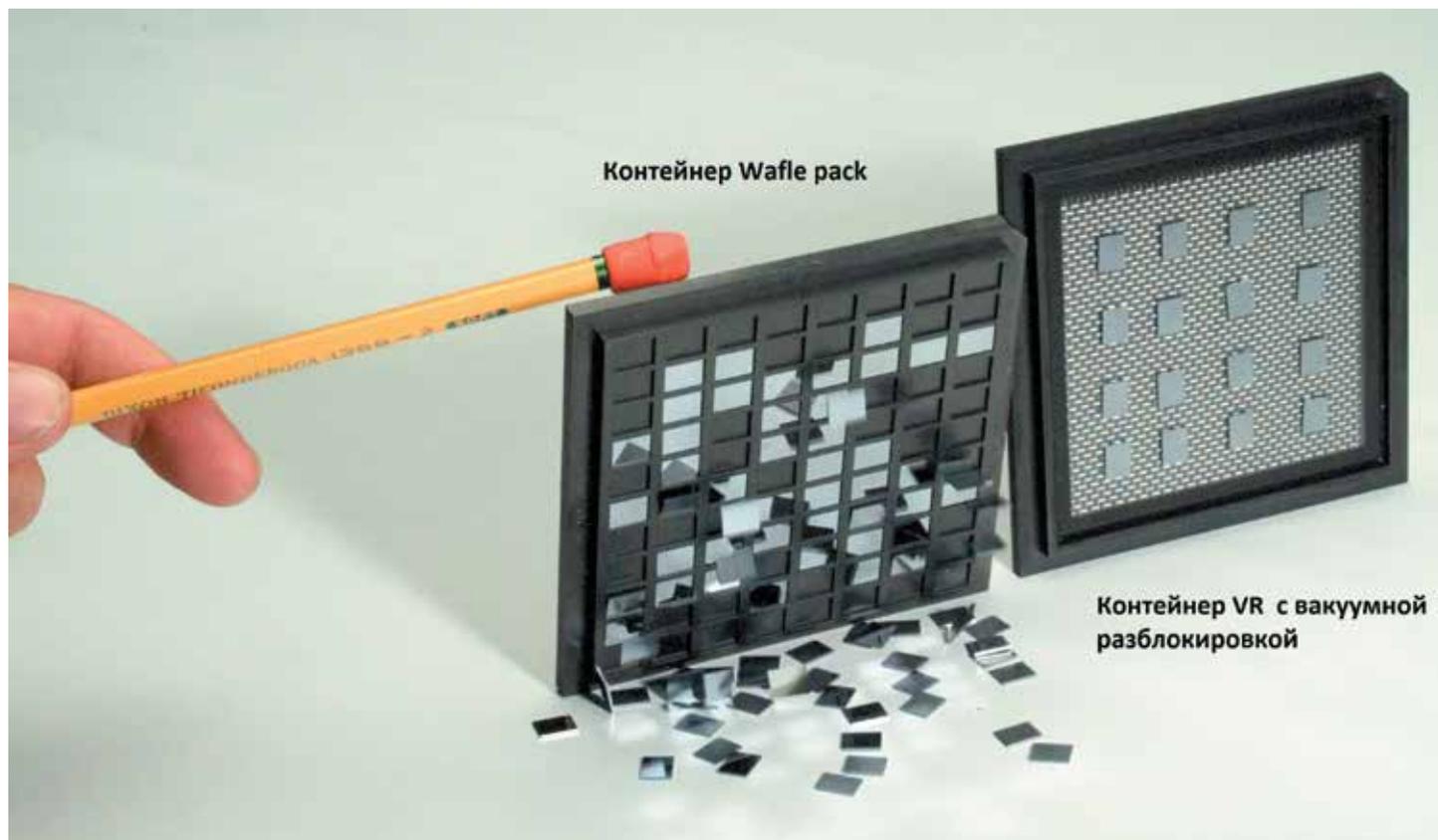
Модельный ряд контейнеров Gel-Pak включает контейнеры серии Gel-Box, Gel-Tray™, Gel-Slide, VR, NTD, MB, а также форматные гель-плёнки. Продукция, разработанная компанией Gel-Pak, предназначена для безопас-

ного удержания и фиксации устройств только по задней контактирующей поверхности, что предотвращает потенциально опасный контакт по боковой и верхней поверхностям, характерный для традиционных контейнеров Waffle Pack или Waffle Tray. Устройства надежно удерживаются в упаковке, оставаясь на месте, даже если контейнер перевернуть или уронить **рис 2**.

Контейнеры изготавливают из прозрачных, проводящих или антистатических пластиков, на них можно нанести логотип компании заказчика и/или маркировку поверхности, помогающую при идентификации устройств. Универсальность продукции Gel-Pak в том, что в одном и том же контейнере можно разместить устройства с разными габаритными размерами. Это позволяет сократить номенклатуру упаковки и, соответственно, расходы на её приобретение и хранение. Вся продукция может использоваться в чистых комнатах.

Серия продуктов Gel-Box и Gel-Tray™ идеально подходит для ручных применений, когда изделие загружается в контейнер обычным пинцетом или вручную. Контейнеры Vacuum Release™ (VR) с вакуумной разблокировкой изделий предназначены для автоматического оборудования, в котором выгрузку изделий выполняют вручную или автоматическим вакуумным пинцетом.

Рассмотрим контейнеры Gel-Box™ (серия AD), Gel-Tray™ (серия BD) и Gel-Slide™ (серия CD) для ручной загрузки и выгрузки изделий более подробно **рис 3**.



Контейнер Waffle pack

Контейнер VR с вакуумной разблокировкой



Контейнер AD-23T



Контейнер BD-22CC



Контейнер CD-22T

3 Контейнеры Gel-Box™, Gel-Tray™ и Gel-Slide™ для ручной загрузки и выгрузки изделий

Серия AD — это оригинальные «клеякие» контейнеры с откидной крышкой, в которых гель-пленка нанесена непосредственно на основание. Они идеальны для обращения, хранения и транспортировки медицинских, оптических и других небольших микроэлектронных изделий. Стандартные размеры контейнеров Gel-Box лежат в пределах от 1” x 1” до 5” x 7”. Извлекают изделия из таких контейнеров вручную или пинцетом. Контейнеры Gel-Box могут быть изготовлены из проводящего полипропилена или поликарбоната (С), прозрачного стирола (Т) или прозрачного антистатического АБС пластика (АС). Эти безъячейчатые контейнеры также идеальны для сборочных узлов, гибридных модулей и упакованных устройств.

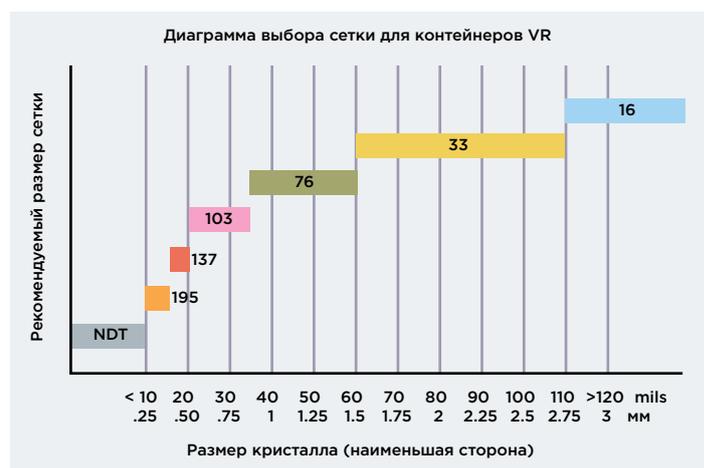
Серии BD и CD — это безъячейчатые контейнеры размером 2” x 2”, изделия выгружаются пинцетом. Гель-пленка в таких контейнерах нанесена непосредственно на пластиковую (BD) или стеклянную (CD) пластину, устанавливаемую в пластиковую коробку с откидной крышкой. Эти изделия имеют те же функциональные возможности, что и Gel-Box, однако в них, благодаря конструкции, поддон легко извлекается, обеспечивая простоту использования. Пластиковые пластины могут быть изготовлены из токопроводящего поликарбоната (С) или прозрачного стирола (Т). Серия BD рекомендуется для обработки и транспортировки GaAs полевых транзисторов, лазерных диодов, диодов с балочными выводами, малогабаритных тонкопленочных пассивных устройств, дорогостоящих медицинских устройств и компонентов оптических фильтров.

В отличие от пластиковых пластин, которые могут использоваться только при температурах 70-80 °С, стеклянные пластины спроектированы для термических процессов, таких как склеивание и оплавление при температурах до 220 °С. Пластины CD могут широко использоваться в областях, где необходима визуальная инспекция материалов под микроскопом.

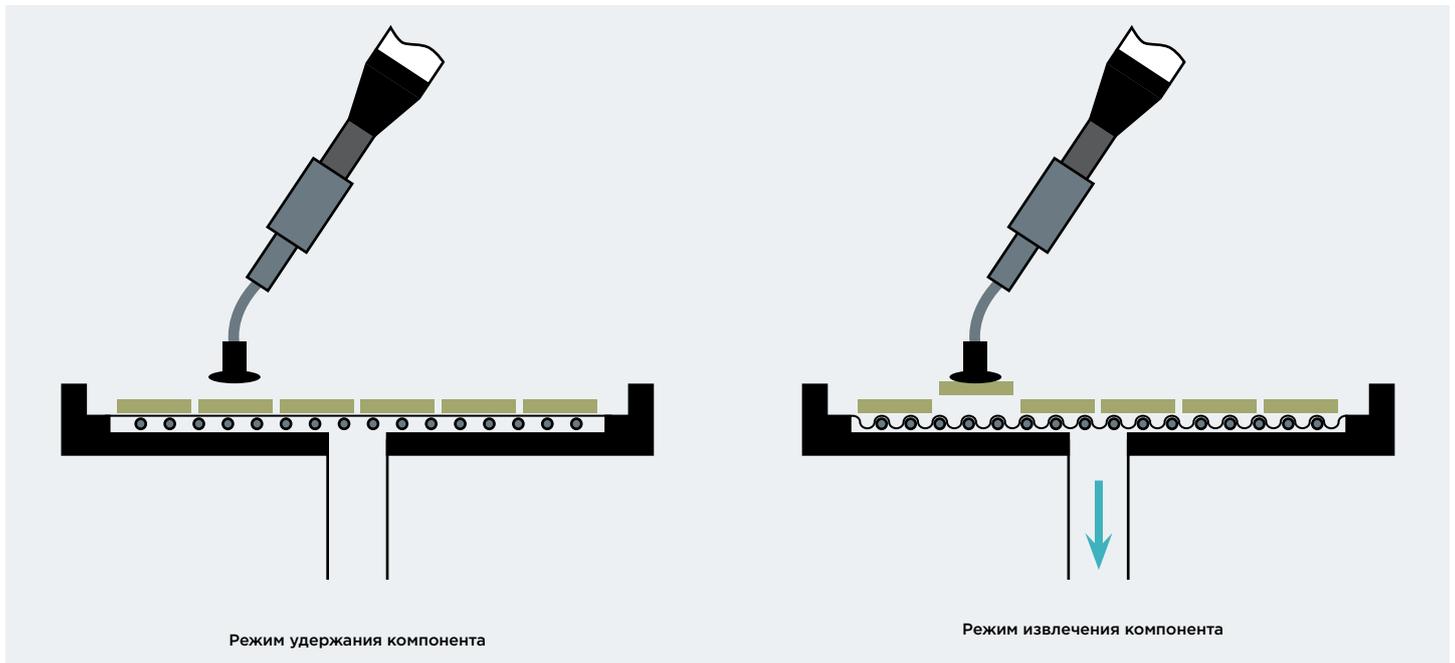
Материалы, из которых изготовлены контейнеры Gel-Trays и Gel-Slide, аналогичны изделиям серии Gel-Box. Контейнеры Gel-Box, Gel-Tray и Gel-Slide поставляются со стандартным гелем.

Серия VR — это контейнеры, предназначенные для автоматической выгрузки изделий. Запатентованная компанией Gel-Pak технология вакуумной разблокировки (US Patent # 4,667,944 4,711,014 4,778,326) позволяет безопасно обращаться с устройствами любого размера: от небольших транзисторов и диодов размером 0,25 мм до больших интегральных схем и пластин размером 300 мм.

Гель-пленка в таких контейнерах располагается на сетке. Размер ячейки сетки определяется размером изделия рис 4. Благодаря созданному под контейнером вакууму происходит просадка гель-пленки на нитях сетки. При этом площадь контакта между гель-пленкой и нижней поверхностью изделия сокращается, уменьшая силу извлечения объекта из контейнера, что немаловажно для автоматического оборудования рис 5. Снятие вакуума обладает обратным эффектом: гель-пленка возвращается в нормальное состояние, площадь контакта снова становится максимальной, обеспечивая надежное удержание изделий.



4 Тип сетки в зависимости от размера изделия



5

Технология Gel-Pak вакуумной разблокировки изделий

Контейнеры не имеют ячеек и полостей, что дает возможность размещать в них изделия различных размеров. Размер контейнера серии VR — 2" x 2" или 4" x 4" — позволяет разместить на основании большое количество кристаллов. Возможна установка этих контейнеров на автоматическом оборудовании, например, на оборудовании Datacon, ESEC, Dr.Tresky, Palomar, F&K Delvotec, BESI, Newport и Royce.

VR-пластины с вакуумной разблокировкой подходят для кремниевых подложек или крупноформатных изделий размером от 75 мм до 450 мм, нарезанных пластин на пленочных рамках и высокообъемных тонких подложек, например, пластин InP, AFM и МЭМС рис 6. Эти пластины позволяют исключить механический контакт с верхней и боковой поверхностями, обеспечивая безопасную транспортировку, хранение или обращение с изделиями. Для пластин используются те же гель-пленки, что и в контейнерах серии VR с вакуумной разблокировкой. Разница только в том, что поверхность с вакуумной разблокировкой встроена в большую пластину вместо внутреннего литого поддона. VR-пластины поставляются как отдельно, так и вместе с защитным контейнером. Также доступны специальные версии крупногабаритных контейнеров для транспортировки 200 мм и 300 мм подложек, смонтированных на пленочных рамках. VR-пластины сделаны из фенюплата (С) коричневого цвета или прозрачного акрила (Т). Маркировка (разлиновка, наименование компании, логотип и т.д.) наносится по запросу. В контейнерах



Контейнер VR-R927CC
Ø 150 мм



Контейнер VR-R300T
Ø 300 мм



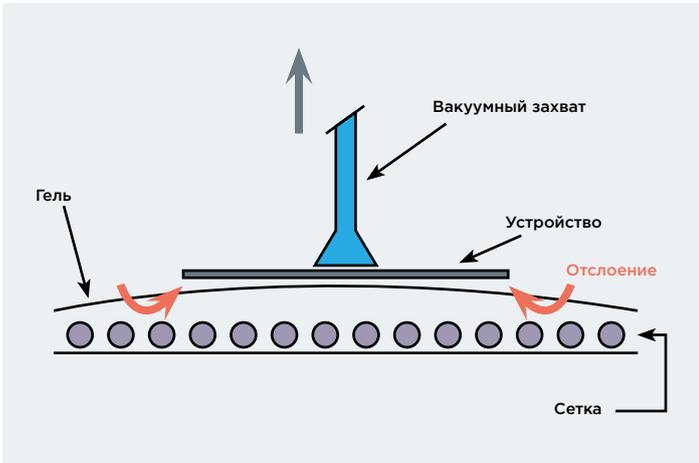
Контейнер VR-R927TT
Ø 150 мм

6

Контейнеры с вакуумной разблокировкой для пластин

и пластинах с вакуумной разблокировкой серии VR используется сверхчистый гель.

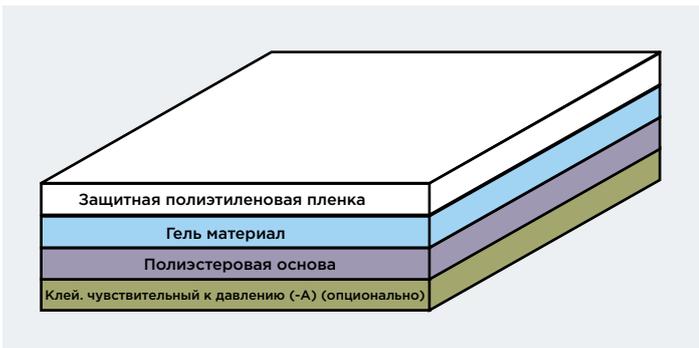
Контейнеры серии NTD (Nano Device Tray) спроектированы специально для транспортировки, хранения и обращения с особенно мелкими устройствами, их рекомендуется использовать вместо контейнеров серии VR. Размер таких устройств может составлять 250 x 250 мкм и менее, в них используется наименьшая из сеток с плот-



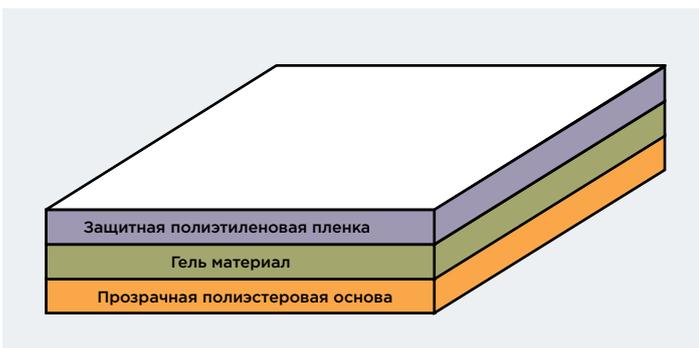
7 Извлечение микроустройств из контейнера

ностью 195 нитей на дюйм, но вакуум под контейнером не создаётся, т.к. можно повредить изделия. Извлекают микроустройства из контейнера ручным вакуумным пинцетом или вакуумным пинцетом автоматического оборудования рис 7.

Хотя контейнеры серии NDT и имеют схожую с контейнерами серии VR конструкцию, для выгрузки изделий не требуется вакуум. Упругая гелевая мембрана может выгибаться, что позволяет без затруднений



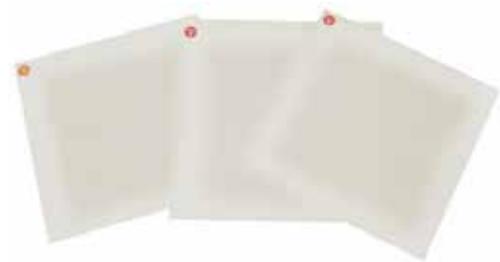
10 Структура гелевой плёнки серии WF



11 Структура гелевой плёнки серии PF



8 Гель-плёнка серии WF



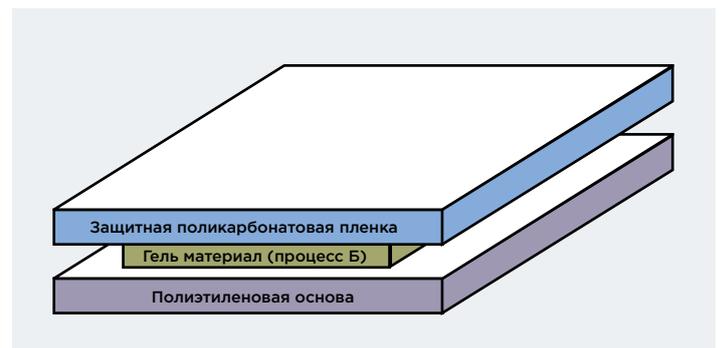
9 Гель-плёнки серии PF и DGL

отделить устройство от геля. При извлечении скорость выгрузки должна быть уменьшена.

Для данного типа контейнеров используется гелевая плёнка только с наименьшей удерживающей способностью XT, а для совместимости с видеосистемой оборудования фон сетки может быть белым или чёрным.

Форматные гелевые плёнки изготавливаются из такого же запатентованного геля, обычно имеют стандартную форму: квадрат, прямоугольник или круг, но по требованию заказчика возможно изготовление плёнок любой формы и размеров. Доступны три модификации: WF, PF и DGL рис 8, 9.

Наиболее широко применяется гелевая плёнка серии WF рис 9, которая выпускается с самоклеющейся основой или без неё. Основные области применения гелевой плёнки серии WF с клеящей основой: притирка пластин, фикс-



12 Структура гелевой плёнки серии DGL

сация и обращение с объектами, лазерная подрезка гибких схем, комплектация мелких компонентов, термическая обработка объектов при температуре до 150 °С. Плёнки серии WF без клеящей основы применяются для защиты поверхности, полировки оптики, защиты при скрайбировании и разламывании пластин, покрытия экранов плоских дисплеев, утонения обратной стороны пластин, а также для процессов термической обработки при температуре до 150 °С.

Структура гель-плёнки серии WF представляет собой гель, прикреплённый к металлизированной полиэфирной подложке рис 10. Уровни удерживающей способности: X0, X4, X8.

Пленки серии PF и DGL обычно используются для удержания объектов, требующих прозрачности плёнки, например при распознавании отпечатков пальцев или проведении процессов термической обработки.

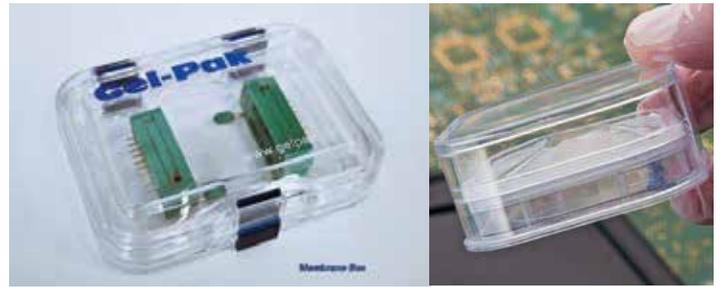
Структура плёнок PF и DGL аналогична продукту WF. Различие в том, что гель не закреплен на полиэфирной подложке, обеспечивая лёгкое извлечение рис 11. Такие продукты иначе называют «свободным гелем». Доступны уровни удерживающей способности: XT, X0, X4, X8.

Наиболее часто гель-плёнки серии DGL используют для двухстороннего применения при скрайбировании и разламывании пластин, притирке дисков, процессах вакуумного нанесения покрытий, а также для продолжительных процессов термической обработки при температуре до 225 °С.

Пленка серии DGL — это «свободный гель», имеющий высокую степень очистки и оптическую прозрачность. В ее структуре полиэтиленовая основа и легко удаляемая защитная поликарбонатная плёнка рис 12.

Мембранные контейнеры серии MB рекомендуются для устройств или больших объектов неправильной формы или имеющих неплоскую контактирующую поверхность (что затрудняет контакт с гель-пленкой). Такие контейнеры идеальны для транспортировки трехмерных изделий, например разъемов, оптических элементов, призм, линз, кристаллов и т.д.

В конструкции мембранной упаковки использована тонкая высокоэластичная прозрачная мембрана, смонтированная на верхней и нижней частях прозрачного полистиролового контейнера рис 13. Когда контейнер закрыт, изделие надежно закреплено между двумя прозрачными мембранами. Хорошие оптические свойства материала контейнера позволяют провести визуальный осмотр изделия без его извлечения из контейнера. Мембранные контейнеры пригодны для многократного использования и разработаны для объектов различной формы и размеров.



13

Использование мембранного контейнера для переноски изделий

Оснастка и аксессуары

Широкая номенклатура сопутствующей оснастки и инструментов рис 14 позволяет легко и просто извлекать изделия из контейнеров Gel-Pak. К оснастке можно отнести: ручные вакуумные пинцеты с вакуумными присосками и иглами, вакуумные столики различных типоразмеров с ручными или аккумуляторными вакуумными насосами или без них, а также вакуумную станцию, объединяющую все перечисленные элементы.

Благодаря современным типам упаковки и материалам компании Gel-Pak, созданным по новейшим технологиям, можно надежно хранить, транспортировать и выполнять различные операции с хрупкими и дорогостоящими изделиями в различных областях деятельности. Широкая номенклатура и возможности контейнеров Gel-Pak позволяют значительно снизить затраты на их приобретение и хранение. ▣



14

Аксессуары Gel-Pak