

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

НТЦ "ЭЛИФОМ" ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Сейчас сложилось мнение, что производство фольгированных диэлектриков, печатных плат, узлов и блоков РЭА, бортовой аппаратуры и т.д. выгоднее располагать за рубежом (с точки зрения конечного потребителя), т.е. утверждается, что импортное лучше и выгоднее отечественного. Так можно пойти дальше: может быть и самолеты, и спутники делать в Китае?

Надежность и долговечность печатных плат в основном зависят от состава связующего в фольгированном диэлектрике, состава поверхностного слоя фольги и химического состава технологических растворов травления. И если для изготовления аппаратуры специального назначения применять фольгированные диэлектрики и технологические растворы зарубежного производства (хотя ЦНИИИ 22 МО РФ разрешение на применение импортных материалов для изделий спец аппаратуры не дает), то полученные результаты ресурсных испытаний изделий, изготовленных из этих материалов, соответствуют только одной конкретной партии, а не распространяются на изделия, изготовленные с применением других материалов.

Сложилось такое положение: государство вложило миллиарды рублей в производство микроэлектроники, но в производство фольгированных диэлектриков средств не вкладывается. Поэтому если не покупать отечественные материалы, то у их производителей не будет средств на модернизацию оборудования.

В силу исторических причин отечественные фольгированные диэлектрики менее удобны в производстве печатных плат, чем современные импортные. Однако диэлектрические и физико-механические свойства отечественных материалов не отличаются от свойств импортных, поэтому печатные платы имеют одинаковые характеристики независимо от страны производителя.

НТЦ "ЭЛИФОМ" – Научно-технический центр "Электроизоляционные и фольгированные материалы" образован на базе

отдела фольгированных диэлектриков института электроизоляционных материалов и подавляющее большинство отечественных диэлектриков для печатных плат были разработаны сотрудниками этого отдела.

В настоящее время НТЦ выпускаются фольгированные стеклотекстолиты, гибкие фольгированные диэлектрики на основе пленок, склеивающие и защитные материалы, раз-

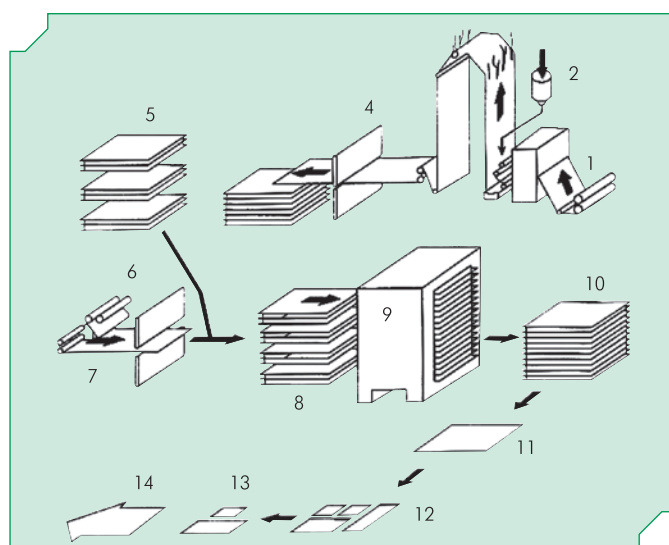


Рис. 1 Схема изготовления фольгированных материалов: 1 – рулон ткани, 2 – эпоксидная смола, 3 – сушка в вертикальной печи, 4 – разрезание препрега по длине, 5 – укладка в пакеты, 6 – медная фольга, 7 – разрезание по длине, 8 – пакеты препрега и фольги, 9 – пресс, 10 – выборочный контроль, 11 – обрезка облоя, 12 – раскрой в размер, 13 – контроль, 14 – отгрузка

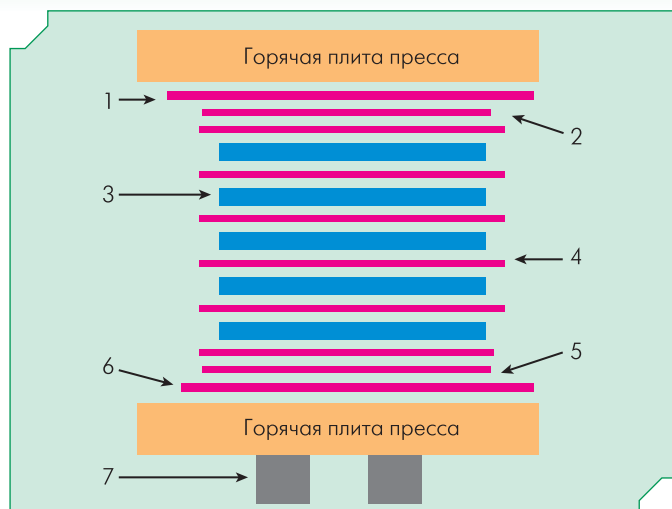


Рис.2 Порядок укладки пакетов препрега с фольгой и прокладочных листов между плитами пресса: 1 – верхний прокладочный стальной лист, 2 – прокладочный материал, 3 – слой пропитанной связующим стеклоткани с фольгой, 4 – прокладочные листы, 5 – прокладочный материал, 6 – нижний прокладочный стальной лист, 7 – шток (поршень) гидравлического пресса

рабатываются и новые диэлектрики. Широкий ассортимент производимых материалов позволяет удовлетворить практически любые требования конструкторов печатных плат в различных областях техники, от бытовой до аэрокосмической.

Основную долю в производстве составляют жесткие фольгированные стеклотекстолиты, облицованные с одной или двух сторон металлической фольгой толщиной 5–105 мкм, в основном медной, хотя есть опыт изготовления материалов с никелевой, алюминиевой, свинцовой и нихромовой фольгой.

На рис.1 показана технологическая схема процесса изготовления фольгированных диэлектриков. Это – приготовление раствора связующего необходимой концентрации, пропитка им стеклоткани, сушка, резка на листы, сборка пакетов и прессование. После этого следует сборка пакета: несколько листов пропитанной стеклоткани, фольга с одной или двух сторон, разделительные стальные листы укладывают между греющими плитами пресса и выдерживаются под давлением в течение времени, необходимого для завершения химических реакций взаимодействия полимеров связующего (рис.2).

При сушке пропитанной стеклоткани полимер переходит из олигомерного состояния в частично сшитое (стадия В). Далее при прессовании происходит дальнейшее взаимодействие и получается пространственно-сшитый полимер, который обеспечивает стабильность физико-механических свойств в процессе эксплуатации, высокие теплостойкость и химическую стойкость.

Другой способ производства фольгированных диэлектриков заключается в соединении слоев методом дублирования между нагретыми валами (рис.3) В частности, таким способом выпускается лавсан фольгированный.

Стеклотекстолиты общего назначения производятся на основе фенолформальдегидных и эпоксидных смол, в том числе негорючих на основе тетрабромдифенилолпропана.

Стеклотекстолиты различаются теплостойкостью, температурой стеклования (T_g) связующего, но разница T_g в 10–20°C практически не сказывается на электрических и физико-механических свойствах, они очень близки в силу одинаковой природы полимерной сетки.

Диэлектрические свойства эпоксидных связующих находятся на высоком уровне и незначительно меняются после выдержки в камере влажности (в течение 96 ч при 40°C и 93% влажности). Такие испытания являются гарантией стабильности эксплуатационных свойств материала.

Хорошие показатели влагостойкости фольгированного стеклотекстолита могут ухудшиться, если перетравить материал на стадии удаления фольги. На рис.4 можно видеть, что при перетравливании обнажаются нити стеклоткани, по ним вода может проникать внутрь материала и под металлические проводники, вызывая их отслоение, например, при пайке, так как вода, испаряясь, увеличивается в объеме.

Вообще процесс отмывки и сушки печатных плат после травления фольги очень важен. Адгезионный слой фольги яв-

Таблица 1. Характеристики фольгированных стеклотекстолитов

Свойства	Условия испытаний	СФ	СТФ	СТАП	СТФТ	СТНФ	СОНФ	СОНФМ	СОНФУ	ЭЛИФОМ-ФР-4	ЭЛИФОМ-АН	DURAVER-E-Cu quality 104/- ML	
Электрические свойства	Поверхностное электрическое сопротивление, Ом	C96/40/93+1/23/75	$1,3 \times 10^{12}$	$7,4 \times 10^{12}$	$7,1 \times 10^{12}$	$1,6 \times 10^{12}$	$5,4 \times 10^{12}$	$2,3 \times 10^{12}$	$2,8 \times 10^{12}$	$1,6 \times 10^{12}$	$3,3 \times 10^{12}$	$2,8 \times 10^{12}$	4×10^{12}
		E 1/125	$1,0 \times 10^{11}$	$6,3 \times 10^{11}$	$9,5 \times 10^{10}$	$9,5 \times 10^{10}$	$9,8 \times 10^{11}$	$6,2 \times 10^{11}$	$3,8 \times 10^{11}$	$9,5 \times 10^{10}$	$1,9 \times 10^{11}$	$3,8 \times 10^{11}$	7×10^{10}
	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	C 96/40/93+1/23/75	$7,6 \times 10^{12}$	$8,5 \times 10^{12}$	$7,0 \times 10^{12}$	$6,6 \times 10^{12}$	$8,7 \times 10^{12}$	$9,2 \times 10^{13}$	$3,4 \times 10^{12}$	$6,6 \times 10^{12}$	$8,8 \times 10^{12}$	$3,4 \times 10^{12}$	8×10^{12}
		E 1/125	$1,3 \times 10^{11}$	$9,8 \times 10^{11}$	$5,6 \times 10^{11}$	$1,6 \times 10^{12}$	$4,2 \times 10^{11}$	$3,8 \times 10^{11}$	$2,1 \times 10^{11}$	$1,6 \times 10^{12}$	$9,9 \times 10^{11}$	$2,1 \times 10^{11}$	8×10^{10}
	Диэлектрическая проницаемость при частоте 1 МГц	C96/40/93+1/23/75	5,0	4,8	4,7	5,1	5,0	5,0	5,2	5,1	5,0	5,2	4,6–4,9
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 1МГц	C96/40/93+1/23/75	0,029	0,027	0,03	0,03	0,031	0,026	0,03	0,03	0,022	0,03	0,019	
Неэлектрические свойства	Прочность на отслаивание фольги, Н/3 мм	После теплового удара в течение 30 с при 260°	6,4	5,6	5,7	5,8	6,9	5,4	5,7	5,8	6,2	5,7	6
		После воздействия сухого тепла 96 ч/125°С < 20%	6,4	4,2	4,4	6,0	6,8	5,4	6,6	6,0	6,2	6,6	5,7
		После воздействия гальванического раствора	6,3	5,3	5,2	6,0	6,9	5,1	5,9	6,0	6,0	5,9	6,0
	Время устойчивости к воздействию расплавленного припоя, с	260°С	Более 90										Более 10 (288°С)
	Водопоглощение, мг	D - 24/23	6,1	4,5	4,4	4,9	6,2	5,6	4,4	4,9	4,5	4,4	4,9
	Горючесть	A	–	–	–	–	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
	Температура стеклования, °С		95–105	115–120	115–120	–	118–120	–	110–120	110–120	125–135	138–145	135

ляется очень развитым с дендритами на поверхности конусов и пирамидок, и после удаления фольги с пробельных мест образуются глубокие кратеры разного размера.

Естественно, вода и соли травильных растворов, оставшись в порах, могут создать множество проблем. Тем более, что обычно на поверхность наносят защитный резист. Понятно, что любой локальный нагрев вызовет расслоения.

Сейчас много говорят об экологической и пожарной безопасности материалов в приборостроении. В Европе 95% печатных плат изготавливается в негорючем исполнении. Свойство самозатухания эпоксидным смолам придает использование тетрабромдифенилолпропана. Бром, находящийся в структуре макромолекулы, выделяется при горении. Однако он может выделяться и при переработке фольгиро-

ванных диэлектриков в печатные платы на стадии сверления, травления кислотами, обработки припоем при температуре 260–280°С. Происходит частичная механическая и химическая деструкция полимерной матрицы с выделением токсичных бромсодержащих соединений.

В НТЦ "Элифом" разработан фольгированный стеклотекстолит марки "Элифом-АН", содержащий в качестве антипирена красный фосфор. Продукты его горения менее токсичны, он более эффективен, придавая материалам свойство самозатухания (табл.1).

Таблица 3. Свойства диэлектрика СФВН

Наименование показателя	ЭЛИФОМ-СФВН	СТФ
Поверхностное электрическое сопротивление, Ом		
	– в исходном состоянии	$6,5 \cdot 10^{13}$
– после С-96 ч/40°С/93%	$6,4 \cdot 10^{13}$	$7,4 \cdot 10^{12}$
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см		
	– в исходном состоянии	$1,6 \cdot 10^{14}$
– после С-96 ч/40°С/93%	$2,6 \cdot 10^{14}$	$9,8 \cdot 10^{11}$
Тангенс угла диэлектрических потерь при f=1МГц	0,011	0,027
Диэлектрическая проницаемость при f=1МГц	4,3	4,8
Стойкость к термоудару, с (°С)	120 (280)	60 (260)
Температура стеклования, °С	290	120

Таблица 2. Характеристики стеклотекстолита марки Элифом-АН

Наименование показателя	СОНФ	ЭЛИФОМ-АН
Прочность на отслаивание фольги толщиной 35 мкм, Н /3 мм		
	– в исходном состоянии	5,5
– после термоудара в расплавленном припое при 260°С в течение 30 с	5,4	6,3
– после термообработки 180°С в течение 1ч	5,1	6,3
Температура стеклования, °С	120	145
Прочность при изгибе, Н мм ²	400	430

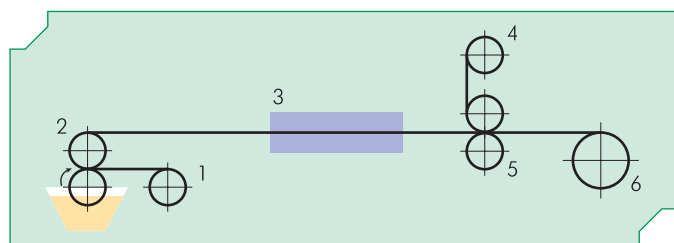


Рис.3 Схема производства рулонного фольгированного диэлектрика: 1 – размоточное устройство пленки, 2 – клееноносное устройство, 3 – камера сушки, 4 – размоточное устройство фольги, 5 – узел дублирования, 6 – узел смотки фольгированного материала

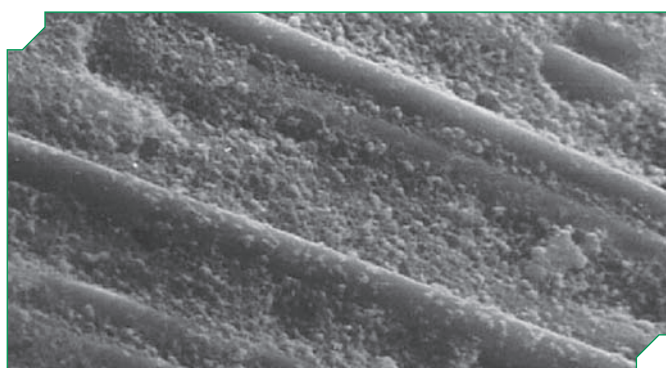


Рис.4 Перетравленная поверхность стелотекстолита

Эпоксидные полимеры не удовлетворяют жестким условиям эксплуатации печатных плат, например, повышенная температура, радиация. Этим требованиям удовлетворяет материал СФВН на бисмалеимидном связующем. Полимер в шитом состоянии имеет температуру стеклования 290°C (табл.2), хорошие диэлектрические свойства, мало изменяющиеся в условиях повышенной влажности. Главным достоинством его является длительная работоспособность при высокой температуре. Если сравнить прочность на отслаивание фольги для материалов СФВН и СТФ, СТФ, то из табл.2 видно, что СТФ после выдержки 100 ч при 250°C полностью теряет свою работоспособность, а СФВН имеет значительный запас прочности.

Помимо стеклотекстолитов в арсенале НТЦ "Элифом" есть гибкие фольгированные диэлектрики на основе пленок: полиимидной, лавсановой, полиэтиленовой, полипропиленовой.

Материалы выпускаются с фольгой и пленкой различной толщины. Ниже приведены основные свойства фольгированного полиимида:

Основные физико-механические свойства фольгированного полиимида

Прочность на отслаивание фольги (на ширину полоски 3 мм), Н, в исходном состоянии.....	3,8
Поверхностное электрическое сопротивление после кондиционирования в условиях 96 ч/40°C/93% и восстановления, Ом	$1,0 \cdot 10^{12}$
Удельное объемное электрическое сопротивление, после 96 ч/40°C/93% и восстановления, Ом·м	$9,0 \cdot 10^{11}$
Тангенс угла диэлектрических потерь после 96 ч/40°C/93% и восстановления	0,020

Таблица 4. Свойства склеивающего материала марки САФ

Наименование показателя	Норма
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 10 ⁶ Гц, не более – в исходном состоянии	0,025
Диэлектрическая проницаемость при частоте 10 ⁶ Гц, не более – в исходном состоянии	5,4
Прочность на отслаивания медной фольги толщиной 35 мкм, Н/3 мм не менее – исходном состоянии	4,5
Время устойчивости к воздействию расплавленного припоя при температуре (260 ± 5)°С, с, не менее	60
Массовая доля связующего, %	50–65
Текучесть связующего, %, не более	5,0

Диэлектрическая проницаемость после кондиционирования в условиях 96 ч/40°C/93% и восстановления..... 3,8
 Электрическая прочность перпендикулярно слоям, кВ/мм..... 45
 Стойкость к многократным перегибам (усталость от изгиба), число цикловболее 6000
 Помимо хороших диэлектрических свойств полиимид имеет высокую стойкость к многократным перегибам. Материал удобен для замены проводных соединений, при изготовлении гибко-жестких печатных плат, в том числе и многослойных.
 Отличительным достоинством полиимида является стойкость к рентгеновскому и электромагнитному излучению.

Таблица 5. Свойства клеев

Наименование показателя	Норма для клея			
	КП-3	КП-4	КПП-3	КПП-4
Внешний вид	Жидкость светло-желтого цвета		Пленка светло-желтого цвета	
Массовая доля сухого остатка, %	15±2	15±2		
Толщина пленки без подложки, мкм			20±5	15±5
Прочность на отслаивание медной фольги толщиной 35 мкм (на ширину полоски 3 мм), Н, не менее	2,1	3,5	2,1	3,5
Время устойчивости к воздействию расплавленного припоя				
а) при температуре 260°С, с, не менее	30	-	30	
б) при температуре 204°С, с, не менее	-	30		30

Материал работает в качестве плат детектора быстрых электронов ускорителя в Международном Институте ядерных исследований имени Плана в Женеве. Детектор находится в атмосфере жидкого аргона при -190°С.

Кроме фольгированных диэлектриков НТЦ предлагает клеивающие и защитные материалы: клеи-растворы (эпоксидные, полиимидные, полиуретановые, фенольные, эпоксикакрилатные); препреги (стеклоткань, пропитанная клеем), клеивающие, защитные пленки (пленки с клеевым слоем); пленочные клеи (клеи на антиадгезионной пленке).

Стеклоткани прокладочные традиционно используются для производства многослойных печатных плат (МПП).

Ниже представлены свойства стеклоткани прокладочной марки СТП-4 разной толщины (СТП-4-0,025 – СТП-4-0,180):

- Содержание смолы, % 40–60
- Текучесть смолы, % 20–40
- Содержание летучих веществ, % не более 0,75
- Время гелеобразования, с 300–550

Важен показатель – время гелеобразования (т.е. время до начала активного увеличения вязкости расплава смолы в ходе химической реакции пространственной сшивки).

Стеклоткань СТП-4 после прессования с медной фольгой имеет свойства, аналогичные фольгированному стеклотекстолиту марки СТФ.

Для склеивания различных слоев, в том числе гибко-жестких и с открытыми контактными площадками предлагается клеивающий материал марки САФ, представляющий собой стеклоткань, пропитанную эпоксидно-каучуковым связующим, имеющим высокую вязкость расплава (табл.3). Низкая текучесть при прессовании позволяет в производстве многослойных печатных плат делать очень глубокие колодцы методом открытых контактных площадок. Склеивающий материал САФ удобен в работе, так как отсутствует осыпание смолы и стекла при резке.

Из клеивающих материалов интересны пленочные клеи, представляющие собой слой клея толщиной 15–20 мкм, нанесенный на антиадгезионную полипропиленовую пленку (табл.4). Затем после вырезания заготовки нужного формата она переносится на теплую клеивающую поверхность, удаляется защитная полипропиленовая пленка, соединяются детали и склеиваются в процессе прессования. Получается заметный выигрыш в толщине многослойных конструкций. Пленочные клеи могут быть использованы для любых типов МПП ввиду малой текучести.

В комплекте с фольгированным полиимидом предлагается покрывная пленка (марка ППП – клей нанесен на одну сторону пленки) и клеивающая (марка ППС – клей с двух сторон), свойства которых представлены в табл.5.

Таблица 6. Физико-механические свойства покрывной и клеивающей пленок

Наименование показателя	Значение показателя
Прочность на отслаивание фольги (на ширину полоски 3 мм), Н, в исходном состоянии	3,8
Поверхностное электрическое сопротивление после кондиционирования в условиях 96 ч/40°С/93% и восстановления, Ом	1,0·10 ¹²
Удельное объемное электрическое сопротивление, после кондиционирования в условиях 96 ч/40°С/93% и восстановления, Ом·м	9,0·10 ¹¹
Тангенс угла диэлектрических потерь после кондиционирования в условиях 96 ч/40°С/93% и восстановления	0,020
Диэлектрическая проницаемость после кондиционирования в условиях 96 ч/40°С/93% и восстановления	3,8
Электрическая прочность перпендикулярно слоям, кВ/мм	45
Стойкость к многократным перегибам (усталость от изгиба), число циклов	более 6000

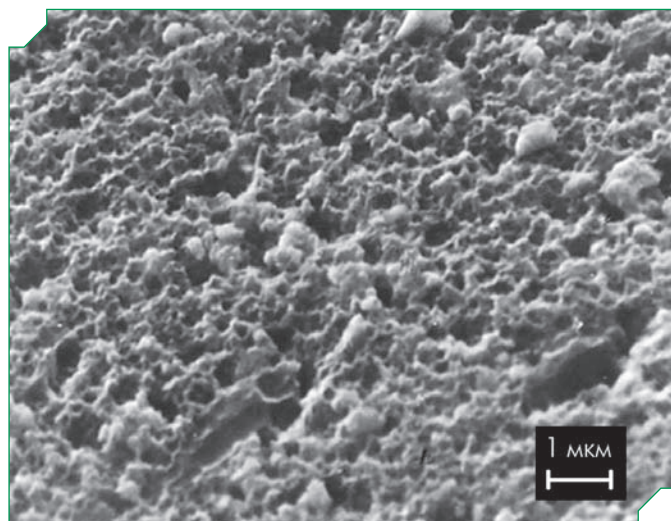



Рис.5 Поверхность стелотекстолита после удаления фольги

Покрывная пленка (ППП) служит для защиты рисунка на поверхности платы, склеивающая пленка (ППС) – для соединения слоев МПП, в случае, когда нужна серьезная диэлектрическая изоляция.

Новая из защитных, покрывных пленок – вариант с нанесенным на поверхность с одной стороны полиимидной пленки слоем фторопласта толщиной 10 мкм, а с другой – слоем клея. Фторопластовое покрытие усиливает защитный эффект от вредных воздействий окружающей среды.

На все материалы оформлены Технические условия, соответствующие ГОСТ 26246-87. 



Корпорация Fuji Machine наградила ЗАО Предприятие Остек

В связи с 50-летним юбилеем корпорация Fuji Machine MFG наградила своих наиболее успешных партнеров.

Отметив большой вклад в продвижение инновационных технологий, надежность и высокое качество сервисного обслуживания, корпорация Fuji Machine MFG наградила ЗАО Предприятие Остек, признав его одним из своих лучших партнеров. ЗАО Предприятие Остек прочно занимает лидирующие позиции в предоставлении комплексных решений для производства электроники, а корпорация Fuji Machine MFG является мировым лидером по производству сборочного оборудования с долей рынка 26%. Автоматы производства Fuji Machine MFG использует большинство ведущих мировых предприятий электронной отрасли. Сотрудничество двух компаний позволяет предоставить заказчикам выверенные индивидуальные решения на базе самого передового оборудования и создать, таким образом, дополнительные конкурентные преимущества для российских производителей электроники.

Официальное вручение награды состоялось 9 июня 2008 года в офисе ЗАО Предприятие Остек. Награда была вручена Евгению Борисовичу Липкину, начальнику отдела крупносерийного сборочного оборудования З. Как отметил Евгений Борисович, результатов, получивших признание корпорации



Fuji Machine MFG, удалось добиться, прежде всего, благодаря сплоченной работе команды, каждый член которой является профессионалом своего дела.

www.ostec-smt.ru