

## ПРЕИМУЩЕСТВА ГИБКИХ ФОЛЬГИРОВАННЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ С ПОЛНОЙ ИМИДИЗАЦИЕЙ ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЫ

А. В. Воробьев<sup>1</sup>, д. т. н. С. П. Тимошенко<sup>2</sup>, к. т. н. В. Д. Жора<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ООО НПП «Поликом», г. Красногорск, Московская обл., <sup>2</sup> НИИ «Московский институт электронной техники», г. Москва, Зеленоград, Россия;

<sup>3</sup> ГП «НИИ микроприборов» НТК «ИМК» НАН Украины, г. Киев, Украина  
vdzhora@gmail.com

*Применение лакофольговых диэлектриков типа «алюминий — полиимид» с полной имидизацией полимерной основы при изготовлении гибких полиимидных носителей обеспечивает исключение трудоемкой и энергоемкой операции финишной термообработки носителей, уменьшение их усадки и повышение качества изделий.*

*Ключевые слова:* лакофольговые диэлектрики гибкие, гибкие полиимидные носители.

Бурное развитие информационных технологий привело к резкому расширению области применения гибких фольгированных диэлектриков в электронной аппаратуре. Кроме традиционного использования этих материалов для изготовления гибких печатных плат [1], гибких полиимидных носителей (ГПН) [2, 3], шлейфов, гибких кабелей [4] и мембран акустических преобразователей [5] они в больших объемах применяются при получении RFID-антенн [4] и радиочастотных меток для защиты товаров от краж. Из широкого спектра выпускаемых фольгированных диэлектриков, изготавливаемых разными методами из самых различных материалов диэлектрического основания и металлических слоев [6], выгодно выделяются безадгезивные фольгированные диэлектрики. Такие материалы, как правило, выдерживают воздействие высоких температур, позволяют существенно повысить плотность элементов [1] и имеют лучшие качественные характеристики, чем адгезивные, поскольку адгезивы оказывают отрицательное влияние на электрические характеристики получаемых с их применением материалов [6]. Изготовление безадгезивных фольгированных диэлектриков чаще всего проводят путем нанесения жидкого лака на металлическую фольгу с последующим превращением его в полимерную пленку (лакофольговые диэлектрики) [7]. В [6] показано, что более высокие качественные характеристики материалов достигаются у лакофольговых диэлектриков с полной степенью имидизации [6].

В настоящем докладе показаны преимущества гибких фольгированных диэлектриков с полной имидизацией полимерной основы.

В соответствии с действующим стандартом ОСТ В11 1010-2001 изготовление гибких носителей и шлейфов проводится из лакофольгового диэлектрика типа «алюминий — полиимид», а конкретный тип материала в указывается в технических условиях на микросхему. Стандарт ориентирует изготовителей данных изделий на применение лакофольговых диэлектриков с пониженной степенью имидизации (ФДИ-АП50 и ФДИ-220) по следующим причинам:

- такие диэлектрики более доступны, т. к. выпускаются несколькими предприятиями;
- технологический процесс изготовления ГПН из таких материалов более отработан и допускает применение специализированной высокопроизводительной линии рулонной обработки «Ладога».

Однако техпроцессам изготовления ГПН из диэлектриков с пониженной степенью имидизации присущ ряд недостатков:

- изготовленные носители необходимо обязательно подвергать термообработке при 300°C для доведения степени имидизации до полной. Термообработка проводится в оснастке, требующей постоянной протирки для исключения загрязнения изделий, она является трудоемкой и энергоемкой операцией и не обеспечивает воспроизводимость пластичности выводов ГПН при сварке;
- для исключения влияния усадки изделий при отжиге необходимы упреждающие поправки;
- исходные лакофольговые материалы не подлежат длительному хранению.

Вместе с тем, имеется серийно выпускаемый широкий спектр новых материалов [6] с полной степенью имидизации и с разной толщиной фольги: алюминиевой — 10, 14, 20, 25 и 30 мкм (ФДИ-А24, ФДИ-А40 и др.), медной — 18, 35 и 50 мкм (ДЛ-ПМ) и никелевой — от 5 до 10 мкм (ЭФН-7). Применение этих материалов потребовало разработки новых технологий, включающих операции травления полностью имидизированных пленок, а также алюминиевой, медной и никелевой фольги.

Разработанные технологии и новые материалы хорошо себя зарекомендовали при изготовлении ГПН [3], шлейфов, гибких терморезисторов [5], мембран акустических преобразователей [6] и микрокабелей [8]. Используя новые безадгезивные диэлектрики [6], получаемые нанесением полиимидного лака на металлическую фольгу с полной имидизацией полимерной основы, можно:

- повысить плотность элементов изделий при шаге выводов до 80 [3] и даже до 50 мкм [8];
- расширить номенклатуру выпускаемых изделий за счет использования широкого спектра фольги как по толщине, так и по виду материала (алюминий, медь, никель их сплавы и пр.);
- обеспечить стабильность диэлектрика при хранении и режимов при изготовлении изделий;
- повысить качество фольгированных материалов за счет достижения полной имидизации.

При выпуске конкретных изделий использование новых технологий и безадгезивных фольгированных диэлектриков обеспечивает ряд дополнительных преимуществ. Так, при изготовлении ГПН и микрокабелей применение лакофольговых диэлектриков с полной имидизацией обеспечивает:

- существенное уменьшение усадки изделий [6]. При проектировании сложных многовыводных ГПН и микрокабелей отпадает необходимость введения упреждающей поправки на их усадку;
- исключение трудоемкой и энергоемкой операции финишной термообработки изделий при температуре 300°C, т. к. полная имидизация диэлектрика уже проведена [6]. При этом уменьшается загрязняемость ГПН и микрокабелей, что повышает качество сварки и надежность изделий;
- стабильность свойств ГПН и микрокабелей в пределах рулона лакофольгового диэлектрика, а не только в пределах партии изделий (постоянная пластичность алюминия при сварке выводов).

Таким образом, применение технологий изготовления изделий из безадгезивных гибких фольгированных диэлектриков нанесением полиимидного лака на металлическую фольгу с полной имидизацией полимерной пленки, позволяет при изготовлении электронной аппаратуры получить ряд существенных преимуществ, в частности повысить плотность монтажа изделий, снизить усадку полимерной основы и исключить трудоемкую операцию финишной термообработки изделий.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Медведев А.М. Материалы для гибких печатных плат // Технологии в электронной промышленности.— 2011.— № 3.
2. Важенин И. Н., Блинов Г. А., Коледов Л. А. и др. Микроэлектронная аппаратура на бескорпусных интегральных микросхемах.— Москва: Радио и связь, 1985.
3. Плис Н.И., Вербицкий В.Г., Жора В.Д. и др. Технология сборки микросхем на гибком полиимидном носителе // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2010.— №. 5—6.— С.43—45.
4. <http://www.gts-flexible.co.uk/>
5. Динев Д.А, Жора В.Д., Григорьева Н.Н. и др. Технология изготовления гибких терморезисторов на полиимидной основе // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2013.— № 1.— С. 38—41.
6. Воробьев А. В., Жора В. Д. Гибкие фольгированные диэлектрики: классификация и анализ направлений применения и совершенствования // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2014.— № 4.— С. 56—61.
7. Патент России 2240921. Способ получения полиимидного материала / В.Н.Воробьев, А.В.Воробьев.— 27.11.2004.
8. Борщев В.Н., Антонова В.А., Листратенко А.М. и др. Комплексный подход к выбору конструктивно-технологических решений гибко-жестких односторонних модулей для комптоновской медицинской томографии //Сцинтилляционные материалы. Инженерия, устройства, применение.— 2009.— С.111—127.

A. V. Vorobyev, S. P. Timoshenkov, V. D. Zhora

#### **The advantages of flexible foil dielectrics with a full degree of polymer base imidization**

*The technology developed for manufacturing of flexible polyimide carriers made of aluminum-polyimide type lacquer-foil dielectrics with full degree of imidization allows excluding labor-consuming and energy-intensive heat treatment operation, reduces the shrinkage of the product and improves its quality.*

*Keywords: flexible foil dielectric, flexible polyimide carrier.*