

## Органическое связующее для толстопленочной технологии

Полежаева Наталья Ивановна, кандидат химических наук, доцент

Логачев Никодим Игоревич, студент

Вольф Валентин Андреевич, студент

Ламберг Екатерина Романовна, студент

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
(г. Красноярск)

*В работе показано, что разработанное органическое связующее –полиэфирная смола, модифицированная канифолью, по термической устойчивости отвечает требованиям, предъявляемым к органическому связующему, применяемому в трафаретной пасте.*

**Ключевые слова:** трафаретная паста, органическое связующее, толстопленочная технология.

Технология микроэлектроники является главным направлением современной технологии радиоаппаратостроения по эффективности производства. В её основу положен интегрально-групповой процесс, использующий экономические преимущества одновременной обработки многих объектов. Неинтегральный групповой процесс имеет особое значение для многономенклатурного производства и состоит в одновременной обработке различных изделий, объединенных на время обработки в группу по общему технологическому признаку. Интегрально-групповой процесс предполагает применение исходной общей заготовки для большого числа изделий, проходящих операции одновременной обработки в неразделенном состоянии вплоть до помещения в корпус. При интегрально-групповом процессе каждое изделие в свою очередь образуется не после сборки отдельно изготовленных частей, а как интегральный результат обработки отдельных участков поверхности подложки для придания им свойств в соответствии с электрической схемой [1].

Современная тенденция совершенствования радиоэлектронной аппаратуры – это увеличение плотности элементов в единице объема, т.е. широкое применение микросборок и функциональных микроэлектронных устройств. Среди разрабатываемых изделий микроэлектроники существенное место занимают изделия, выполняемые методами гибридной интегральной технологии. Пассивная часть гибридных интегральных микросхем (ГИС СВЧ) при этом может выполняться с использованием как толстопленочной, так и тонкопленочной технологии [2]. При установке компонентов на платы микросборок вручную трудоемкость монтажа составляет 50% общей трудоемкости изготовления ГИС СВЧ. Поэтому снижение трудоемкости операций монтажа является актуальной задачей [3].

Рассмотрим условия, которые обеспечат требуемую дисперсность частиц и равномерное перемешивание их между собой и со связующим веществом для того, чтобы получить трафаретную пасту. Трафаретной пастой называют краскоподобное композиционное вещество, пригодное для дозированного по толщине нанесения на подложку и состоящее из органического связующего, в котором гомогенизированы (равномерно перемешаны) составляющие пиромаль порошки в требуемой пропорции и дисперсности. Связующее не должно вступать в химические

реакции с порошками и должно выгорать на начальном этапе обжига без зольных остатков и без искажения контура рисунка [3].

Трафаретная печать позволяет получить рисунок с четким контуром и с шириной линий от 100 мкм. При приготовлении трафаретной пасты важное значение имеет гомогенное (равномерное) распределение порошка в связующем. Необходимо учитывать большую суммарную площадь поверхности частиц, которая на воздухе всегда покрыта адсорбционным слоем газа и воды, компенсирующим свободную энергию поверхности. При смачивании порошков связующим происходит вытеснение этих адсорбентов с поверхности.

Трафаретная паста должна обладать хорошей адгезией к подложке, что зависит от выбранного связующего и добавок к нему. Гомогенизация является физико-химическим процессом образования новой поверхности раздела фаз и сопровождается снижением запаса свободной энергии поверхности частиц порошка наполнителя вследствие адсорбции на них больших органических молекул пленкообразующих веществ связующего, обладающих поверхностно-активными свойствами. Молекулы частицы порошка, образующие поверхность раздела, отличаются от тех которые лежат в глубине. Они, находясь в поверхностном слое обладают избытком свободной энергии, поэтому поверхность раздела является местом концентрации примесей, которые растворены в жидкости. Если эти примеси поверхностно активны, то своим присутствием они уменьшают запас свободной энергии поверхности. Поверхность частиц громадна, поэтому адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ) интенсивна.

Молекула ПАВ имеет дифильное строение, т.е. состоит из полярной и неполярной частей, поэтому адсорбция носит ориентированный характер. Своей полярной частью молекулы ПАВ направлены к более полярной фазе. Благодаря ориентированному расположению молекул ПАВ поверхность металлических частиц становится лиофильной по отношению к дисперсионной среде, её смачиваемость увеличивается. Дисперсионная среда, окружающая частицу поверхностного ПАВ, образует сольватный слой из ориентированных молекул. Плотность сольватного слоя велика, что затрудняет спонтанную коагуляцию металлических коллоидных частиц.

Одним из основных компонентов паст, определяющих технологические свойства, является органическая связка. Наиболее часто в качестве основного компонента органической связки широко используются традиционные продукты лесохимической промышленности: канифоль или продукты ее переработки [4]. Анализ литературных данных и проведенные исследования показали, что растворы канифоли и полимерных материалов не обеспечивают необходимых технологических свойств паяльных паст.

Существенными недостатками канифоли являются: сравнительно низкая температура размягчения, высокое кислотное число, низкая водостойкость, мягкость, хрупкость, липкость и малая устойчивость к окислению на воздухе, приводящая к ее потемнению. Также в качестве связующего применяют углеводородные вещества – этилцеллюлозу, различные воски и др. Однако, многие растворы полимерных материалов непригодны для изготовления органической связки для низкотемпературных припойных паст из-за высокой температуры размягчения, вследствие чего не происходит отделения органики от припоя в процессе пайки.

Варьируя состав и соотношение этиленгликоля, глицерина, фталевого ангидрида и малеинового ангидрида, а также соотношение модифицирующей добавки – канифоли была синтезирована полиэфирная

смола, модифицированная канифолью, для трафаретной пасты, используемой в толстопленочной технологии [5].

Физические и электрические свойства толстых пленок обеспечиваются в результате термохимических реакций, протекающих в процессе термообработки – сушки и вжигании паст на подложке. Скорость реакции зависит от многих факторов, особенно от концентрации реагируемых материалов, температуры, времени и окружающей среды: инертной или окислительной. В зависимости от типа вжигаемых паст: резистивные, диэлектрические, проводящие, атмосфера печи различна, это может быть: кислород, водород, азот, воздух или сочетание различных газов.

Термический анализ полиэфирной смолы, модифицированной канифолью, проведен с помощью синхронного термоанализатора STA 449 Jupiter (фирмы NETZSCH), в динамической атмосфере аргона, при нагревании от 40 °С до 600 °С. Использовался платина/платино-родиевый держатель (TG-DSC сенсор типа S) в сочетании с корундовыми (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) тиглями с проколотыми крышками. Образец подвергался нагреванию от температуры 40°С до 600°С по температурной программе со скоростью 5 град/мин, в динамической атмосфере аргона (скорость потока газа: 30 мл/мин.) (рис.1).

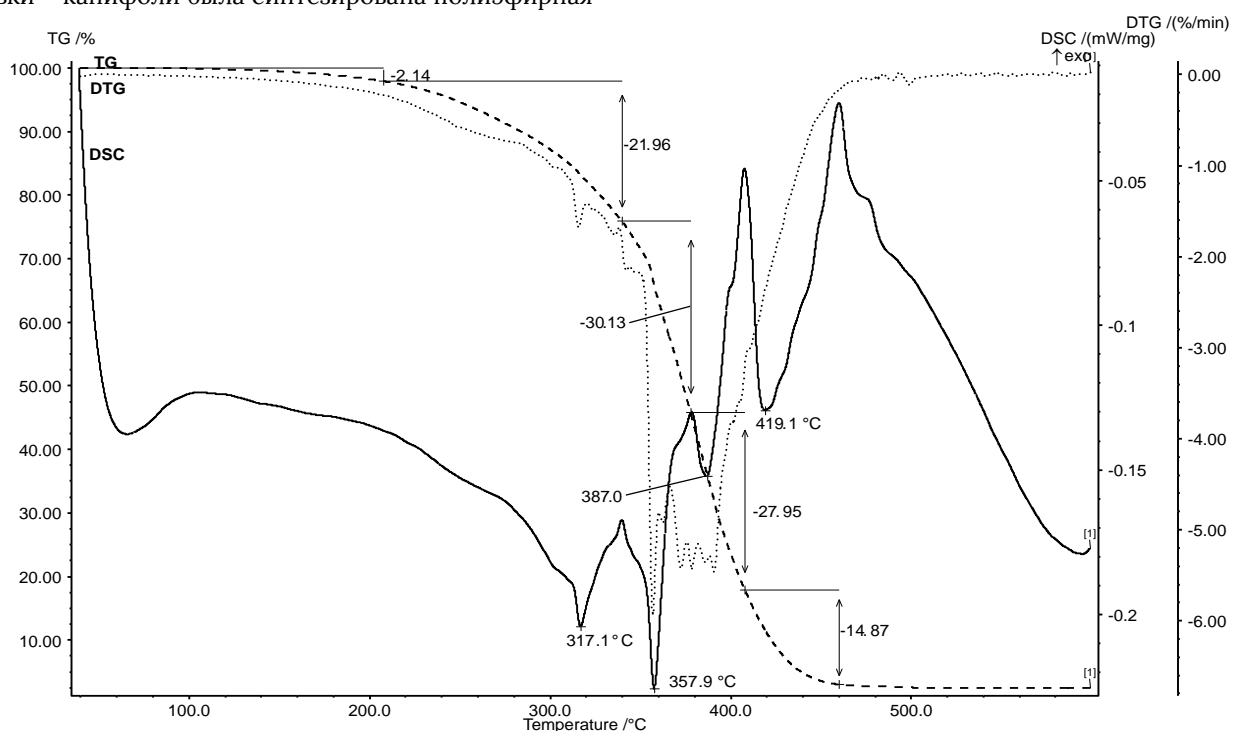


Рис. 1. Температурные зависимости изменения массы (кривая TG), скорости изменения массы (кривая DTG) и потока теплоты (кривая DSC) для полиэфирной смолы, модифицированной канифолью, при нагревании в инертной атмосфере

В таблице 1 приведены основные характеристики термостабильности полиэфирной смолы.

Таблица 1. Параметры термостойкости полиэфирной смолы, модифицированной канифолью

Образец	Температурная область разложения, °С	Температура экзотермы окисления, °С	Потеря массы, %
Полиэфирная смола	150-465	560	94

Таким образом, как показали результаты термического анализа, деструкция полиэфирной смолы наступает после 200 °С и протекает в несколько этапов [6]. Форма кривой DTG подтверждает многоступенчатый и взаимоперекрываемый характер процесса терморазложения модифицированной полиэфирной смолы (рис.1). Из анализа TG и DTG-кривых

следует, что существует несколько температурных областей термораспада полимера, которые показывают возможность применения полиэфирной смолы, модифицированной канифолью в качестве связующего для трафаретной пасты.

#### Литература:

1. Парфенов О.Д. Технология микросхем. М.: Высшая школа, 1986. – 320 с.
2. Джоветт Ч.Е. Технология тонких и толстых пленок для микроэлектроники. М.: Металлургия, 1980. – 112 с.
3. Красов В.Г., Петраускас Г.Б., Чернозубов Ю.С. Толстопленочная технология в СВЧ микроэлектронике. М: Радио и связь, 1985. – 168 с.
4. Пат. 2089367 Российская Федерация, МПК6 В 23 К 35/363. Флюс для низкотемпературной пайки / Шляшинский Р.Г., Клюев А.Ю., Кулевская И.В., Солдатов В.С., Титов А.И., Израилев А.Е., Пуят С.С., Новицкая Л.В., Стромский А.С., Зеленина Р.И., Антонович И.В.; № 93013412/08; заявл. 16.03.93; опубл. 10.06.2002. Бюл. № 16.
5. Полежаева Н.И., Полежаева И.В., Никулин М.Я., Левданский, В.А., Кузнецов Б.Н. Исследование устойчивости к термоокислительной деструкции полиэфирной смолы, модифицированной канифолью // Журнал прикладной химии. 2001. Т.74. Вып.4. – С.684–685.
6. Полежаева Н.И., Тарасова Л.С. Термическая деструкция полиэфирной смолы, модифицированной канифолью // Химия растительного сырья. 2010. №4. – С.161–166.