

Инженерное пособие. Технологические материалы для LTSS технологии



2013/14





О Компании

Уважаемые конструкторы, разработчики, технологи

ЗАО Предприятие Остек предлагает Вашему вниманию цикл инженерных и технологических пособий в новом формате. В пособиях мы рассмотрим современные технологические решения, материалы и процессы для производства электронной техники.

Целью инженерных пособий является ознакомление специалистов отечественных предприятий с современными технологиями и материалами для сборки электроники, а также помощь в подборе материала для конкретной задачи. В этой группе пособий мы рассмотрим следующие вопросы:

- Спектр материалов для решения конструкторских и технологических задач.
- Основные характеристики материалов предлагаемых для решения задачи.
- Рекомендации по выбору материалов.

Сегодня мы предлагаем следующие инженерные пособия:

- Технологические материалы для сборки и герметизации полупроводниковых приборов.
- Технологические материалы для производства светодиодов (LED) и светодиодной техники.
- Технологические материалы для производства силовых полупроводниковых приборов и модулей.
- Специальные технологические материалы для производства мощных электронных устройств.
- Специальные технологические материалы для производства электронных устройств, работающих в жестких климатических условиях.
- Материалы для пайки и ремонта печатных узлов.
- Отмычка печатных узлов.
- Передовые технологии и инновационные материалы.

Мы будем рады, если наша работа и наши знания будут полезны Вам в решении производственных и конструкторских задач. Если Вас заинтересовали темы приведенных пособий, пожалуйста, обращайтесь к специалистам отдела технологических материалов ЗАО Предприятие Остек. Наши издания предоставляются бесплатно.

Наши знания и опыт, а также возможности наших партнеров к Вашим услугам!



Инженерное пособие.

Технологические материалы для LTCC технологии

Содержание

Остек	1. Введение.....	3
	2. Схема типового процесса производства изделий по LTCC технологии.....	4
	3. LTCC системы Ferro.....	6
	4. LTCC система Ferro A6M-E.....	8
	4.1. Общее описание для LTCC системы Ferro A6M-E.....	8
	4.2. Типы металлизации для LTCC системы Ferro A6M-E.....	10
	4.3. Рекомендации по технологическому процессу для LTCC системы Ferro A6M-E.....	12
	5. LTCC система Ferro L8.....	14
	5.1. Общее описание для LTCC системы Ferro L8.....	14
	5.2. Типы металлизации для LTCC системы Ferro L8.....	16
	5.3. Рекомендации по технологическому процессу для LTCC системы Ferro L8.....	18
	Для заметок.....	20

1

Введение



Технология низкотемпературной совместно спекаемой керамики (LTCC) используется в различных отраслях промышленности на протяжении многих лет. Усовершенствование материалов, технологических процессов и методов производства привело к снижению стоимости и улучшению технических характеристик электронных изделий из низкотемпературной керамики. Это существенно увеличило интерес к LTCC технологии со стороны производителей высокочастотной техники, оптоэлектроники и микроэлектромеханических систем. Новые возможности открываются для производства электронных изделий в таких направлениях как телекоммуникации, медицина, автомобильная, военная и космическая техника.

Среди основных преимуществ и особенностей LTCC технологии и материалов следует отметить следующие:

- Стабильность электрических характеристик до миллиметровых длин волн.
- Рабочий диапазон температур от -60°C до $+150^{\circ}\text{C}$.
- Превосходная механическая стабильность и сохранение линейных размеров.
- Низкий КТЛР ($5-8 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$).
- Хорошая теплопроводность (2 Вт/мК) и возможность создания теплопроводящих паст из Ag-содержащих паст.
- Возможность 3D интеграции.
- Герметичность.
- Возможность использования высокотемпературной пайки AuSn/AuGe/AuSi.
- Устойчивость к воздействию влаги, грибов, плесени.

В дополнение к этому технология LTCC доказала свою надёжность и экономическую эффективность в широком спектре задач СВЧ электроники. Благодаря всем вышеперечисленным

факторам, данная технология нашла широкое применение в создании многослойных плат для высокочастотных электронных приборов, корпусов микросхем и выступает в качестве альтернативы многослойным печатным платам из стеклотекстолита и высокотемпературной керамики. Микросхемы с корпусами на основе низкотемпературной совместно спекаемой керамики успешно применяются в автомобильной, потребительской электронике, телекоммуникациях, спутниковых системах и в военных изделиях. Миллионы устройств уже созданы на основе LTCC технологии и функционируют в настоящее время.

В данном пособии представлены современные LTCC системы компании Ferro, доказывающие свою эффективность в миллионах электронных изделий, выпускаемых ежегодно.

Надеемся, что наши возможности позволят специалистам отечественных предприятий находить эффективные решения для большинства конструкторских и производственных задач в области создания многослойных керамических плат и корпусов, а также будут способствовать развитию электроники в России.

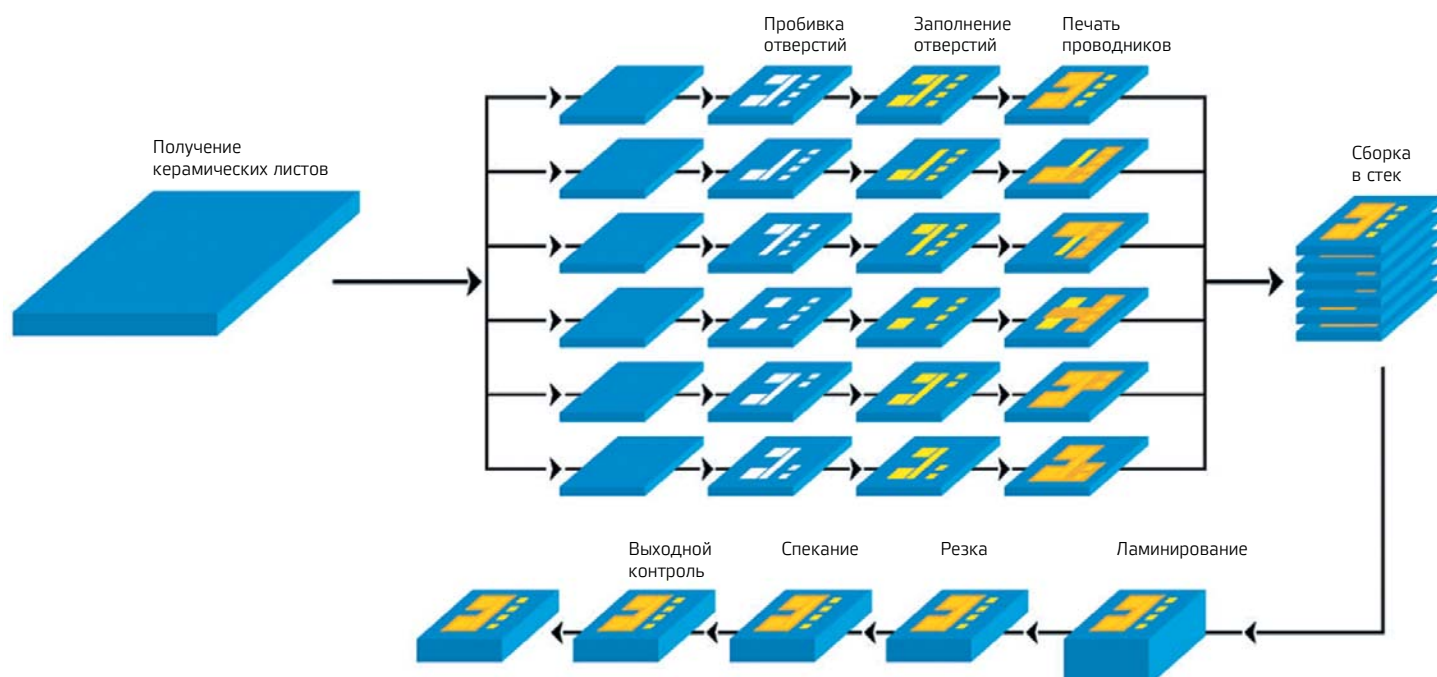
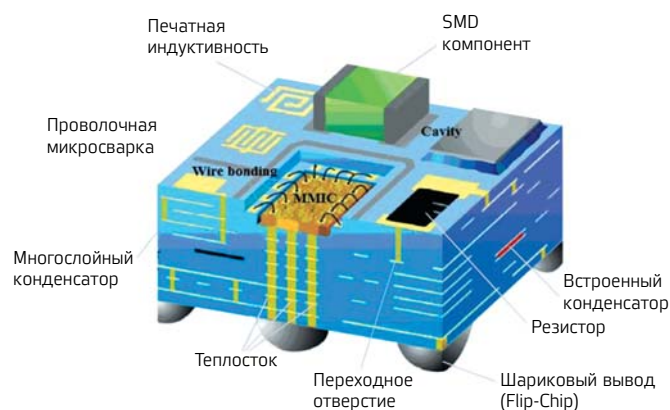


2

Схема типового процесса производства изделий по LTCC технологии

Процесс производства LTCC керамики начинается с создания керамической суспензии путём смешивания керамического порошка, органических связующих, растворителей и модифицирующих добавок. Из суспензии впоследствии формируется керамическая лента. Лента нарезается на листы необходимых размеров в соответствии с имеющимся оборудованием.

Как правило, изготовители изделий из LTCC керамики получают уже готовые листы и пасты и начинают производство с формирования переходных отверстий. Далее происходит их заполнение проводящей пастой и формирование топологического рисунка на каждом слое керамики с помощью специальных проводящих и резистивных паст. Далее керамические листы совмещаются, ламинируются, разрезаются на отдельные элементы и спекаются. Процесс обжига керамики, как правило, состоит из этапа выжигания органики при температурах 450-500°C в течение 2-2,5 часов, затем следует обжиг при температуре 850°C в течение 10-60 минут.



Типовое комплексное решение для производства изделий по LTCC технологии



Пробивка отверстий



Трафаретная печать



Сборка в стек



Изостатическое прессование



Нарезка



Спекание



KEKO Equipment Ltd. – мировой лидер в производстве оборудования для изготовления LTCC-керамики, многослойных керамических подложек и корпусов, пассивных электронных компонентов, пьезокомпонентов, солнечных и топливных элементов. В линейке производственного оборудования компании представлены как высокопроизводительные системы для массового производства, так и системы для мелкосерийного производства. Отличительной особенностью компании является нацеленность на предоставление заказчикам комплексных решений, включающих оборудование и технологию.

3 LTCC системы Ferro



Компания Ferro получила широкую известность среди разработчиков и производителей СВЧ электроники благодаря высоким техническим характеристикам, надёжности и качеству своих материалов.

Низкотемпературная совместно спекаема керамика Ferro более 20 лет присутствует на рынке СВЧ электроники. Активно применяется ведущими производителями для создания радаров, антенн, фильтров, спутников и телекоммуникационных изделий.

Постоянные глубокие исследования в области материалов позволяют компании Ferro занимать лидирующие позиции на рынке.

LTCC системы Ferro включают в себя полный набор материалов, необходимых для создания керамических корпусов и многослойных плат – керамические ленты и листы, керамические порошки, пасты для изготовления внешних и внутренних проводников, пасты для металлизации переходных отверстий, резистивные и диэлектрические пасты.



Ferro представляет две основных системы материалов для LTCC технологии:

Система Ferro A6M-E

Это основной компонент LTCC технологии компании Ferro. Керамика представляет собой запатентованный стеклокерамический кристаллизующийся материал, предназначенный для производства высокочастотных (до 110 Гц) приборов с низким значением вносимых потерь. Эта система разработана специально для изделий с высокими требованиями к надёжности. Материал керамики поставляется в виде ленты или листов необходимого размера. Система совместима с золотой, серебряной и смешанной (золото + серебро) металлизацией.

Система Ferro L8

Это экономически эффективная LTCC система для создания керамических корпусов, модулей, подложек, а также сложных LTCC компонентов. Отличается стабильным значением диэлектрической проницаемости и малыми диэлектрическими потерями (до 40 Гц). Применяется для изготовления телекоммуникационных приборов, радарных систем, спутниковой техники, авионики и других задач. Поставка керамики осуществляется в виде порошка, ленты или листов. Система совместима с серебряной, золотой или смешанной металлизацией (золото + серебро). Данная система пригодна для металлизации поверхности методом химического осаждения (Ni/Au).



LTCC система Ferro A6M-E
(до 110 ГГц)



4

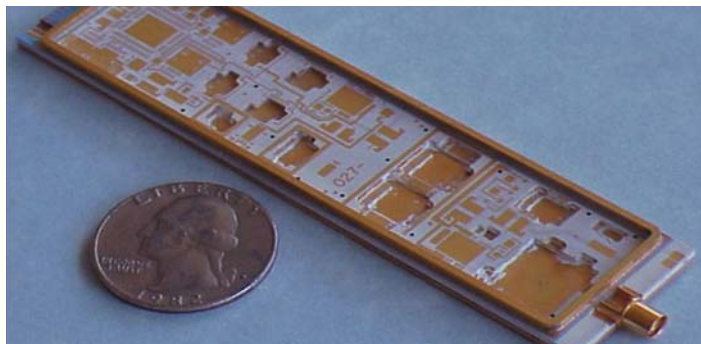
LTCC система Ferro A6M-E



Низкотемпературная керамика Ferro A6M-E – один из лучших современных LTCC материалов для микроволновых электронных приборов, требующих высочайшего уровня надёжности. Система Ferro A6M-E используется для изготовления корпусов СВЧ монокристаллических микросхем и полупроводниковых приборов, а также многослойных коммутационных плат, работающих в жёстких климатических условиях на частотах до 110 ГГц в военной, авиационной и космической отраслях промышленности.

Стабильная низкая диэлектрическая проницаемость и уникально низкие потери в широком диапазоне частот делают материал Ferro A6M-E лучшим выбором для огромного количества передовых корпусов и многослойных керамических плат для СВЧ электронных изделий.

4.1. Общее описание



Материал сочетает в себе лидирующие в отрасли высокочастотные параметры с усовершенствованными механическими свойствами сырой «зелёной» ленты:

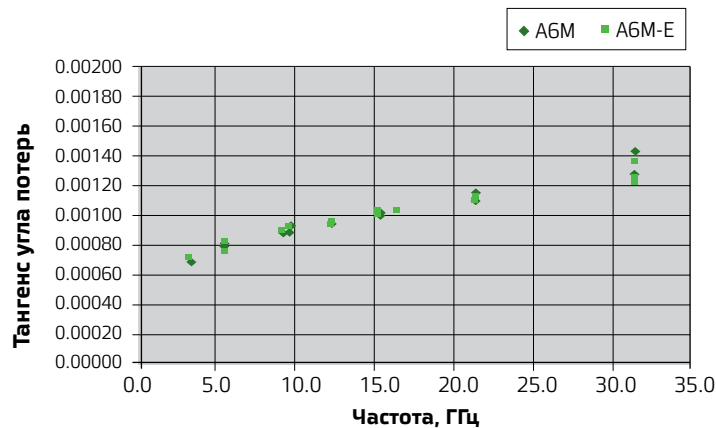
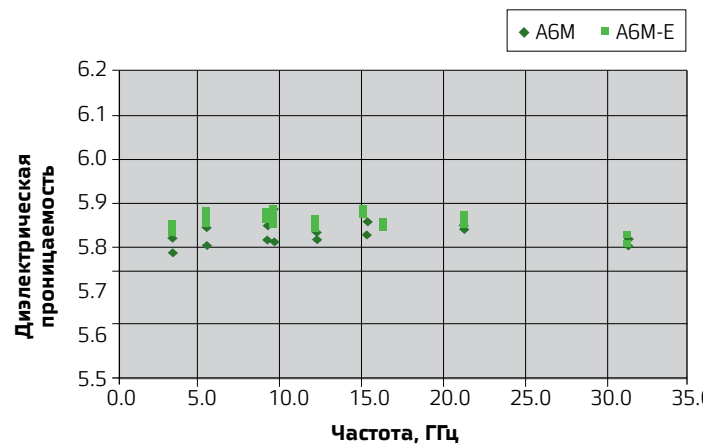
- Повышенная прочность и жесткость в «зеленом» состоянии.
- Повышенная плотность после ламинирования.
- Может быть нарезана в зеленом состоянии с хорошим качеством кромки.
- Совместима с существующими системами паст на основе золота и серебра.

Керамика Ferro A6M-E поставляется в виде ленты или листов со стандартной толщиной 127 мкм и 254 мкм с шириной до 35 см. Материал Ferro A6M-E не содержит свинец и кадмий и позволяет выполнять совместное спекание керамики и золотой/серебряной металлизации в воздушной среде.



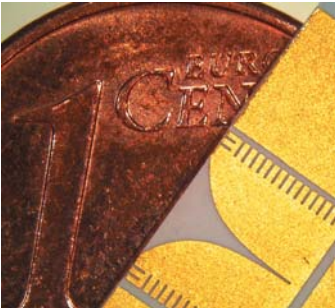
Типовые характеристики LTCC керамики Ferro A6M-E

Коэффициент теплового расширения, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	7
Усадка керамики при обжиге, %	
	X,Y 15.4 +/- 0.3
	Z 24 +/- 0.3
Плотность керамики после обжига, г/см ³	>2.45
Предел прочности на изгиб (3-х точечный метод), МПа	170
Модуль Юнга, ГПа	92
Модуль сдвига, ГПа	32
Коэффициент теплопроводности, В/мК	2
Диэлектрическая проницаемость (1-100ГГц)	5.9 +/- 0.2
Коэффициент затухания (1-100ГГц), %	<0.2
Удельное объёмное электрическое сопротивление, Ом-см	>10 ¹²
Напряжение пробоя, В/слой	>5000
Электролитический ток утечки, мкА/Кл	<1



Зависимость диэлектрических характеристик LTCC керамики Ferro A6M-E от частоты электромагнитного излучения.

4.2. Типы металлизации для LTCC системы Ferro A6M-E



LTCC система – комплекс технологических материалов, включающий в себя керамические листы, проводящие, резистивные и диэлектрические пасты.

Проводники, совместимые с керамикой А6, являются важной частью LTCC системы Ferro. Компания Ferro предлагает полный спектр проводящих паст для создания электронных компонен-

тов для СВЧ техники по толстоплёночной технологии. Пасты разделены на три группы: золотая металлизация, серебряная металлизация и смешанная металлизация (золото + серебро). Пасты для металлизации Ferro обладают типовыми свойствами, характерными для толстоплёночных паст, такими как высокое качество, разрешение печати и т.д. В совместно спекаемой системе проводники должны помимо всего прочего быть согласованы по коэффициентам усадки и коэффициентам теплового расширения с диэлектрическими лентами и иметь полную химическую совместимость.

Проводящие пасты Ferro созданы с учётом полного соответствия с керамикой А6 и образуют единую, надёжную технологическую систему.

LTCC система Ferro A6M-E включает в себя зелёные листы, проводящие, резистивные и диэлектрические пасты. Полный список материалов указан ниже:

LTCC система Ferro A6M-E. Металлизация на основе золота

Материал	Металл	Тип*	Назначение
A6M-E	-	LTCC	LTCC керамика. Зелёные листы/ленты толщиной 127 и 254 мкм
CN30-025 JH	Au	СВПП	а) для внутренних проводников б) для поверхности под микросварку Au проволокой (диаметром до 30 мкм) с) подслои для пасты Ferro 4007 под пайку AuGe/AuSi/AuSn
CN30-078	Au	СВПП	для металлизации переходных отверстий
CN30-080	Au	СВПП	для поверхности под микросварку Au проволокой
CN36-020	AuPdPt	СВПП	для поверхности под пайку
CN31-014,-017	PtAu	ПВПП	для поверхности под пайку
C3068N	Au	ПВПП	для поверхности под микросварку Al-Si проволокой
CN30-079	Au	ПВПП	для поверхности под пайку сплавом BiSn
4007	Au	ПВПП	для поверхности под пайку сплавами AuGe/AuSi/AuSn
FX87 серия	Ru	СВРП	для создания внутренних и поверхностных резисторов
DL10-088	-	СВДП	диэлектрическая паста



LTCC система Ferro А6М-Е. Металлизация на основе серебра

Паста	Металл	Тип	Назначение
А6М-Е	-	LTCC	LTCC керамика. Зелёные листы/ленты толщиной 127 и 254 мкм
CN33-398	Ag	СВПП	для внутренних проводников
CN33-407	Ag	СВПП	для металлизации переходных отверстий
CN33-391	Ag	СВПП	для поверхности под пайку
С3309	Ag	ПВПП	для поверхности под пайку
FX87 серия	Ru	СВРП	для создания внутренних и поверхностных резисторов
DL10-088	-	СВДП	диэлектрическая паста

LTCC система Ferro А6М-Е. Смешанная металлизация (Au + Ag)

Паста	Металл	Тип	Назначение
А6М-Е	-	LTCC	LTCC керамика. Зелёные листы/ленты толщиной 127 и 254 мкм
CN33-398	Ag	СВПП	для внутренних проводников
CN33-407	Ag	СВПП	для металлизации переходных отверстий
CN39-005	AuPdPt	СВПП	для перехода с Ag на Au
CN36-020	AuPdPt	СВПП	для поверхности под пайку
CN30-080	Au	СВПП	для поверхности под микросварку Au проволокой
CN30-025 JH	Au	СВПП	а) подслон для пасты Ferro 4007 под пайку AuGe/AuSi/AuSn b) для поверхности под микросварку Au проволокой (диаметром до 30мкм)
С3068N	Au	ПВПП	для поверхности под микросварку Al-Si проволокой
CN30-079	Au	ПВПП	для поверхности под пайку сплавом BiSn
4007	Au	ПВПП	для поверхности под пайку сплавами AuGe/AuSi/AuSn
FX87 серия	Ru	СВРП	для создания внутренних и поверхностных резисторов
DL10-088	-	СВДП	диэлектрическая паста

* СВПП – Совместно-вжигаемая проводящая паста

ПВПП – Пост-вжигаемая проводящая паста

СВРП – Совместно-вжигаемая резистивная паста

СВДП – Совместно-вжигаемая диэлектрическая паста

4.3. Рекомендации по технологическому процессу для LTCC системы Ferro A6M-E

Пробивка отверстий:

Пробивку отверстий рекомендуется выполнять на автоматических установках пробивки. Рекомендованный диаметр отверстий в керамике Ferro A6M-E от 100 до 625 мкм.

Металлизация отверстий:

- **Трафарет:** Металлический (нержавеющая сталь или латунь) толщиной от 50 до 70 мкм.
- **Основание:** Пористый камень или металлический столик с вакуумом. Основание закрывается бумагой во время печати.
- **Заполнение отверстий:** Ракель (полимерный, твёрдость 90, ромбовидный 3/8 дюйма). Двойной проход при печати. Скорость печати 15 мм/сек. Вакуум 0.7-0.8 атм.
- **Сушка паст в отверстиях:** 10-30 минут при максимальной температуре 70°C.

Печать проводников:

- **Сеткотрафарет:** 325 или 400 меж с толщиной эмульсии 15-25 мкм. Толщина высушенной пасты от 8 до 20 мкм (см. описание паст).
- **Сушка проводниковых паст:** 5-15 минут при максимальной температуре 70°C или 30-60 минут при комнатной температуре (см. описание паст).

Печать резисторов:

- **Сеткотрафарет:** 325 меж с толщиной эмульсии 15 мкм.
- **Сушка резистивных паст:** 5-10 минут при максимальной температуре 70°C или 15-60 минут при комнатной температуре (см. описание паст).

Сборка в стек:

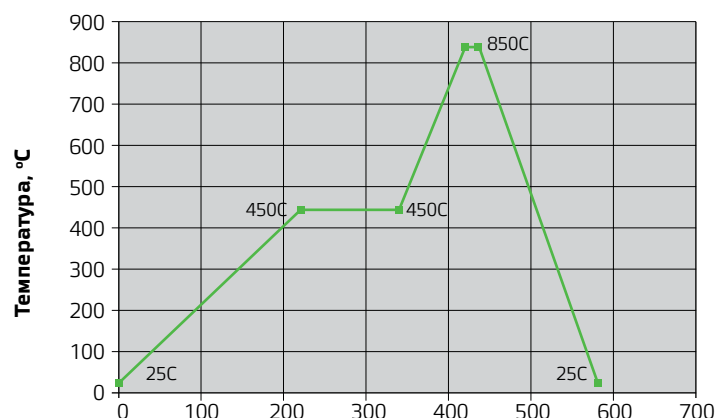
Рекомендуется осуществлять сборку в стек на специализированных установках с оптическим совмещением или вручную со штыревым совмещением.

Изостатическое прессование:

- **Параметры прессования:** Прогрев 70°C@10минут. Затем изостатическое прессование 21МПа@70°C@10минут.
- **Контроль качества прессования:** Осуществляется по измерению плотности спрессованной керамики. Плотность керамики Ferro A6M-E должна составлять ~1.72 г/см³ (рассчитывается путём замера габаритов и веса спрессованного многослойного образца без металлизации). Плотность спрессованной керамики определяет такие параметры спечённой керамики как усадка, герметичность и электрические характеристики.

Спекание керамики:

- **Выжигание органики:** Нагрев до 450°C со скоростью ≤2°C/мин. Выдержка при 450°C в течение минимум 2 часов.
- **Спекание:** Нагрев с 450°C до 850°C со скоростью 6-8°C/мин. Выдержка при 850°C в течение минимум 10 минут.
- **Подложки:** Из кварца или циркониевого волокна.



Температурный профиль для обжига керамики Ferro A6M-E.



LTCC система Ferro L8
(до 40 ГГц)



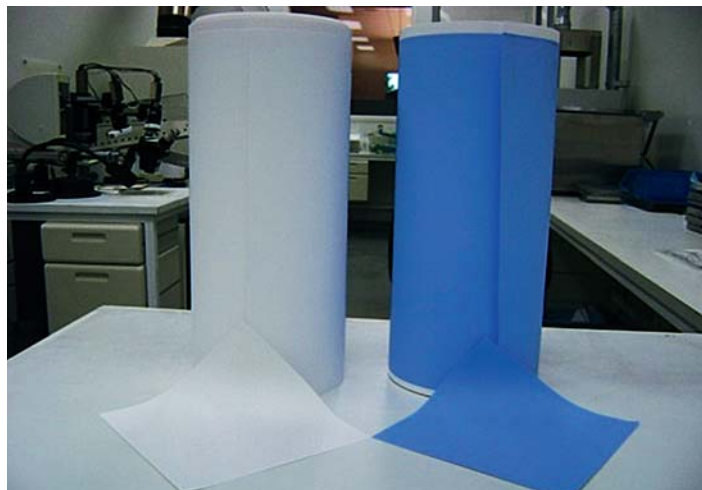
5

LTCC система Ferro L8



LTCC система Ferro L8 представляет собой стеклокерамическую композитную низкотемпературную совместно спекаемую керамику. Используется для изготовления корпусов СВЧ микросхем и полупроводниковых приборов, а также многослойных коммутационных плат, работающих в жёстких климатических условиях на частотах до 40 ГГц для телекоммуникационного, автомобильного и медицинского оборудования.

5.1. Общее описание



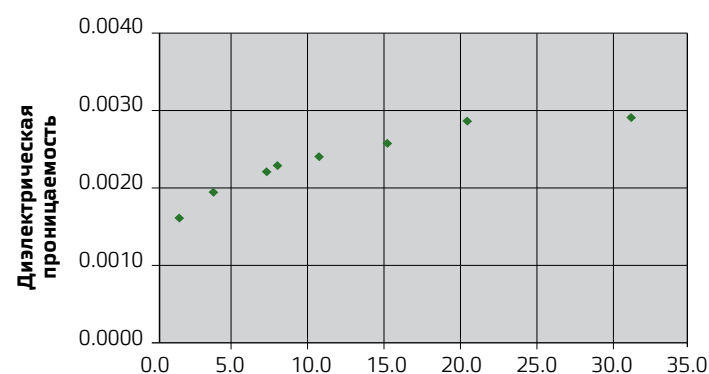
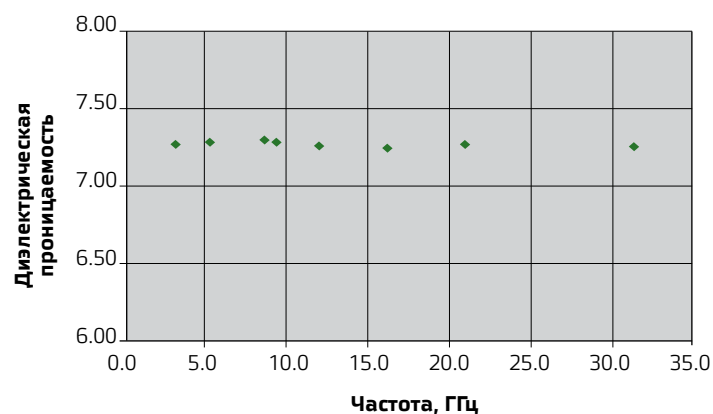
Керамика L8 характеризуется стабильной диэлектрической проницаемостью в диапазоне до 40 ГГц и демонстрирует один из самых низких тангенсов угла потерь среди стеклокерамических составов. Материал Ferro L8 поставляется в форме ленты толщиной 127 и 254 мкм. Керамика Ferro L8 может быть легко ламинирована и разрезана в сыром виде. Материал Ferro L8 может обжигаться как в камерных печах, так и в конвейерных. Согласованные системы серебряной и смешанной (Ag+Au) металлизаций для LTCC системы Ferro L8 обеспечивают отличные характеристики конструкций, чувствительных к стоимости. Ferro L8 также совместима с золотой металлизацией от Ferro A6M, которая используется при наличии высоких требований к надежности.

LTCC система Ferro L8 имеет в своём составе специализированную проводящую пасту, совместимую с процессом химической металлизации Ni/Au.



Типовые характеристики LTCC керамики Ferro L8

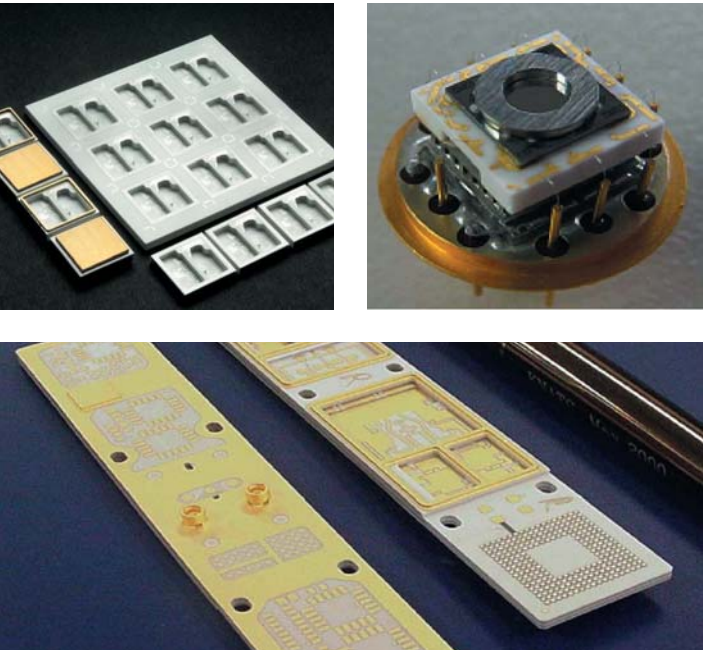
Коэффициент теплового расширения, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	6
Усадка керамики при обжиге, %	
X,Y	13.3 +/- 0.3
Z	17
Плотность керамики после обжига, г/см ³	3.1
Предел прочности на изгиб (3-х точечный метод), МПа	>275
Коэффициент теплопроводности, В/мК	>3
Диэлектрическая проницаемость (3 ГГц)	7.3 +/- 0.2
Коэффициент затухания (3 ГГц)*, %	<0.18%
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	>10 ¹²
Электролитический ток утечки, мкА/Кл	<1
Напряжение пробоя, В/слой	>5000



Зависимость диэлектрических характеристик LTCC керамики Ferro L8 от частоты электромагнитного излучения.

5.2. Типы металлизации для LTCC системы Ferro L8

LTCC система – комплекс технологических материалов, включающий в себя керамические листы, проводящие, резистивные и диэлектрические пасты.



Проводники, совместимые с керамикой L8, являются важной частью LTCC системы Ferro. Компания Ferro предлагает полный спектр проводящих паст для создания электронных компонентов для СВЧ техники по толстоплёночной технологии. Пасты разделены на три группы: золотая металлизация, серебряная металлизация и смешанная металлизация (золото + серебро). Пасты для металлизации Ferro обладают типовыми свойствами, характерными для толстоплёночных паст, такими как высокое качество, разрешение печати и т.д. В совместно спекаемой системе проводники должны помимо всего прочего быть согласованы по коэффициентам усадки и коэффициентам теплового расширения с диэлектрическими лентами и иметь полную химическую совместимость. Проводящие пасты Ferro созданы с учётом полного соответствия с керамикой L8 и образуют единую, надёжную технологическую систему. Отличительной особенностью LTCC системы Ferro L8 является наличие специализированной серебряной пасты под химическое осаждение. Это позволяет создавать Ni/Au химическую металлизацию керамических плат под пайку и под микросварку в едином цикле, что даёт возможность снизить стоимость используемых материалов и изделия в целом.

LTCC система Ferro L8 включает в себя зелёные листы, проводящие, резистивные и диэлектрические пасты. Полный список материалов указан ниже:

LTCC система Ferro L8. Металлизация на основе золота

Материал	Металл	Тип*	Назначение
L8	-	LTCC	LTCC керамика. Зелёные листы/ленты толщиной 127 и 254 мкм
CN30-025 JH	Au	СВПП	а) для внутренних проводников б) для поверхности под микросварку Au проволокой (диаметром до 30 мкм) с) подслой для пасты Ferro 4007 под пайку AuGe/AuSi/AuSn
CN30-078	Au	СВПП	для металлизации переходных отверстий
CN30-080	Au	СВПП	для поверхности под микросварку Au проволокой
CN36-020	AuPdPt	СВПП	для поверхности под пайку
4007	Au	ПВПП	для поверхности под пайку сплавами AuGe/AuSi/AuSn
FX87 серия	Ru	СВРП	для создания внутренних и поверхностных резисторов
DL10-088	-	СВДП	диэлектрическая паста



LTCC система Ferro L8. Металлизация на основе серебра

Паста	Металл	Тип	Назначение
L8	-	LTCC	LTCC керамика. Зелёные листы/ленты толщиной 127 и 254мкм
CN33-498	Ag	СВПП	для внутренних проводников
CN33-493	Ag	СВПП	для металлизации переходных отверстий
CN34-491	AgPd	СВПП	для поверхности под пайку
CN34-495	Ag	СВПП	для поверхности под химическое осаждение
C3309	Ag	ПВПП	для поверхности под пайку
FX87 серия	RuO	СВРП	для создания внутренних и поверхностных резисторов
DL10-088	-	СВДП	диэлектрическая паста

LTCC система Ferro L8. Смешанная металлизация (Au + Ag)

Паста	Металл	Тип	Назначение
L8	-	LTCC	LTCC керамика. Зелёные листы/ленты толщиной 127 и 254 мкм
CN33-498	Ag	СВПП	для внутренних проводников
CN33-493	Ag	СВПП	для металлизации переходных отверстий
CN39-005	AuPdPt	СВПП	для перехода с Ag на Au
CN36-020	AuPdPt	СВПП	для поверхности под пайку
CN30-080	Au	СВПП	для поверхности под микросварку Au проволокой
CN30-025 JH	Au	СВПП	а) подслон для пасты Ferro 4007 под пайку AuGe/AuSi/AuSn б) для поверхности под микросварку Au проволокой (диаметром до 30мкм)
C3068N	Au	ПВПП	для поверхности под микросварку Al-Si проволокой
4007	Au	ПВПП	для поверхности под пайку сплавами AuGe/AuSi/AuSn
FX87 серия	Ru	СВРП	для создания внутренних и поверхностных резисторов
DL10-088	-	СВДП	диэлектрическая паста

* СВПП – Совместно-вжигаемая проводящая паста

ПВПП – Пост-вжигаемая проводящая паста

СВРП – Совместно-вжигаемая резистивная паста

СВДП – Совместно-вжигаемая диэлектрическая паста



5.3. Рекомендации по технологическому процессу для LTCC системы Ferro L8

Пробивка отверстий:

Пробивку отверстий рекомендуется выполнять на автоматических установках пробивки. Рекомендованный диаметр отверстий в керамике Ferro L8 от 100 до 625 мкм.

Металлизация отверстий:

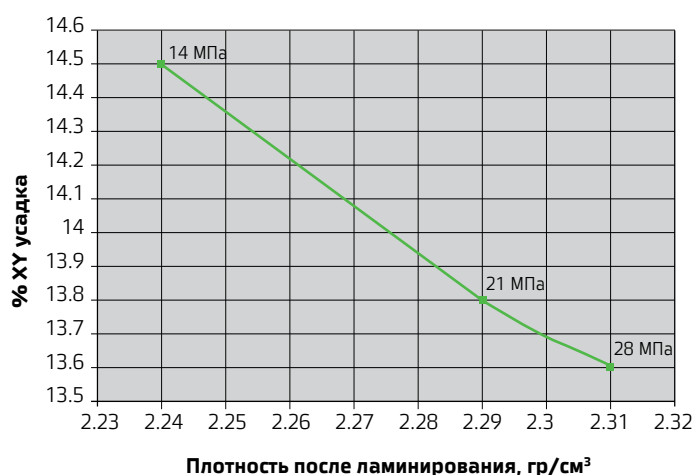
- **Трафарет:** Металлический (нержавеющая сталь или латунь) толщиной от 50 до 70 мкм.
- **Основание:** Пористый камень или металлический столик с вакуумом. Основание закрывается бумагой во время печати.
- **Заполнение отверстий:** Ракель (полимерный, твёрдость 90, ромбовидный 3/8 дюйма). Двойной проход при печати, Скорость печати 15 мм/сек. Вакуум 0.7-0.8 атм.
- **Сушка паст в отверстиях:** 10⁻³⁰ минут при максимальной температуре 70°C.

Печать проводников:

- **Сеткотрафарет:** 325 меж с толщиной эмульсии 15 мкм. Толщина высушенной пасты от 12 до 18 мкм (см. описание паст).
- **Выравнивание:** 10-15 минут при комнатной температуре
- **Сушка проводниковых паст:** 5-15 минут при максимальной температуре 70°C (см. описание паст).

Печать резисторов:

- **Сеткотрафарет:** 325 меж с толщиной эмульсии 15 мкм.
- **Сушка резистивных паст:** 5-10 минут при максимальной температуре 70°C или 15-60 минут при комнатной температуре (см. описание паст).



Зависимость усушки керамики Ferro L8 от давления при ламинировании.

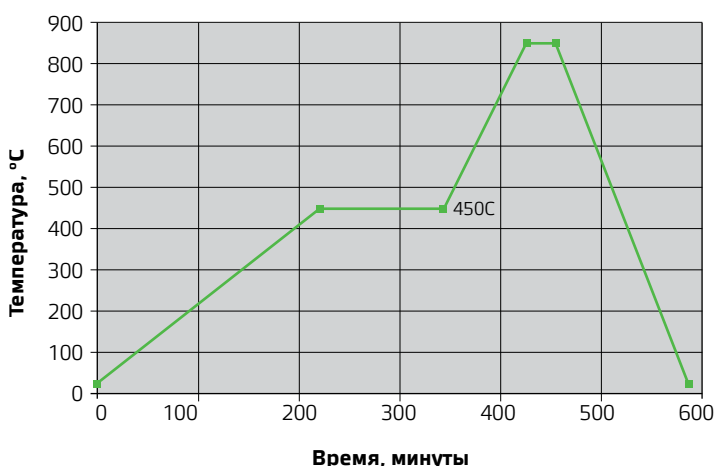


Сборка в стек:

Рекомендуется осуществлять сборку в стек на специализированных установках с оптическим совмещением или вручную со штыревым совмещением.

Изостатическое прессование:

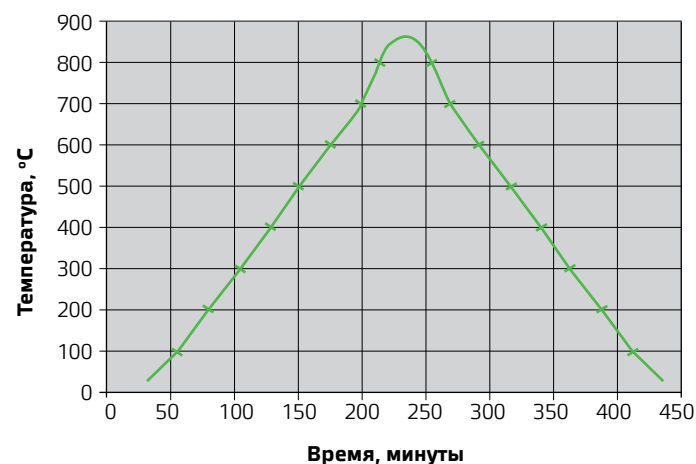
- **Параметры прессования:** Прогрев 70°C@10минут. Затем изостатическое прессование 21МПа@70°C@10минут.
- **Контроль качества прессования:** Осуществляется по измерению плотности спрессованной керамики. Плотность керамики Ferro L8 должна быть ~2.27 г/см³ (рассчитывается после замера габаритов и веса спрессованного многослойного образца без металлизации). Плотность спрессованной керамики определяет такие параметры спечённой керамики как усадка (см. график), герметичность и электрические характеристики.



Температурный профиль для обжига керамики Ferro L8 в камерной печи.

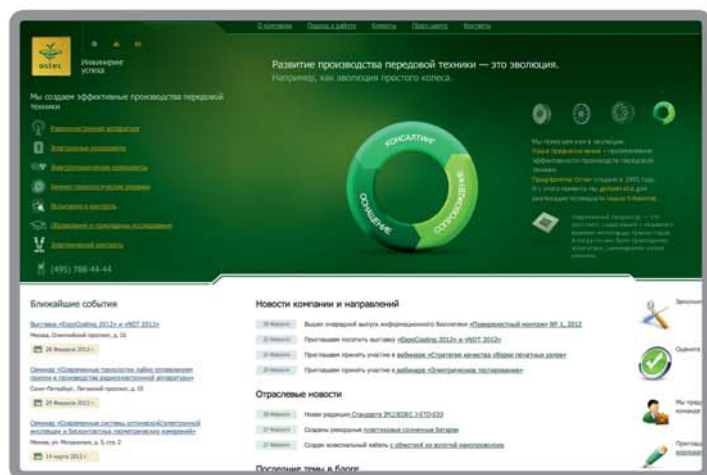
Спекание керамики:

- **Выжигание органики:** Нагрев до 450°C со скоростью ≤2°C/мин. Выдержка при 450°C в течение минимум 2 часов.
- **Спекание:** Нагрев с 450°C до 850°C со скоростью 6-8°C/мин. Выдержка при 850°C в течение минимум 30 минут.
- **Подложки:** Из кварца или циркониевого волокна.

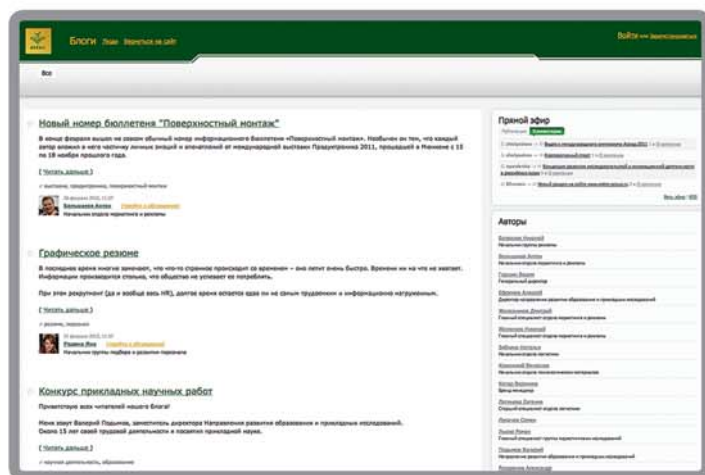


Температурный профиль для обжига керамики Ferro L8 в конвейерной печи.

Интернет-пространство Группы компаний Остек



 **Корпоративный сайт Остек**
www.ostec-group.ru
ostec-zao.pf



 **Блог Остек**
blog.ostec-group.ru



 **Направление производств радиоэлектронной аппаратуры**
www.ostec-smt.ru
поверхностный-монтаж.pf



 **Направление производств электронных компонентов**
www.ostec-micro.ru
микро.pf



 **Направление испытаний и контроля**
www.ostec-test.ru
испытания-контроль.pf



 **Направление производств электротехнических компонентов**
www.ostec-cable.ru
провода-кабели.pf



 **Направление технологических материалов**
www.ostec-materials.ru



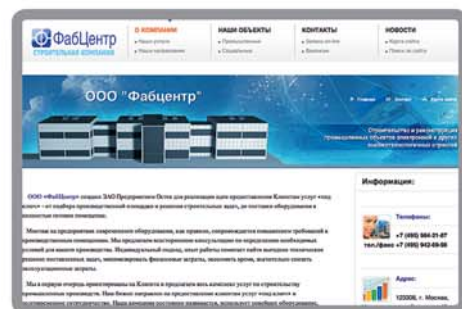
 **Направление химико-технологических решений**
www.ostec-st.ru
ост.pf



 **Направление электрического контроля**
www.ostec-electro.ru
электрический-тест.pf



 **«АртТул»**
www.arttool.ru
арттул.pf



 **«ФабЦентр»**
www.fabcenter.ru
фабцентр.pf



Группа компаний Остек
Оснащение технологическими
материалами

121467, Российская Федерация
г. Москва, ул. Молдавская 5/2
телефон: +7 (495) 788-44-44
факс: +7 (495) 788-44-42
e-mail: info@ostec-group.ru
www.ostec-materials.ru



Узнайте больше
на нашем интернет-сайте