

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОСХЕМ ДЛЯ ОСЦИЛЛОГРАФОВ AGILENT INFINIUM 90000 X И ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ПРОБНИКОВ INFINIIMAX III

MICROCIRCUIT TECHNOLOGY FOR AGILENT'S INFINIUM 90000 X-SERIES OSCILLOSCOPES AND INFINIIMAX III OSCILLOSCOPE PROBES

Льюис Дав (Lewis Dove), научный сотрудник/технолог Agilent Technologies

ВВЕДЕНИЕ

Новые осциллографы серии Infiniium 90000 X (см. рис. 1) и осциллографические пробники Infiniimax III компании Agilent Technologies используют несколько специализированных микросхем, которые созданы с применением собственных патентованных толсто пленочных технологических процессов и методов проектирования компании Agilent. Технология их изготовления называется Quick Film 3D Microcircuits и реализуется с применением сравнительно нового класса толсто пленочных диэлектриков. В отличие от традиционных толсто пленочных диэлектриков, диэлектрики по технологии Quick Film характеризуются очень хорошими электрическими свойствами в широкой полосе частот с сохранением стабильности параметров даже в диапазоне СВЧ. Толсто пленочные диэлектрики, выполненные по традиционной технологии, обычно отличаются слишком



Рис. 1. Осциллограф серии Agilent Infiniium 90000 X

малой и слишком неоднородной толщиной нанесения, что делает их непригодными для применения на высоких частотах. Однако, в ходе почти 15-летних исследований, компания Agilent научилась наносить диэлектрические пасты достаточно толстым слоем с малым разбросом по толщине, интегрировать их с толсто пленочными проводящими и резистивными па-



Agilent Technologies

стами, а также оптимизировать все технологические процессы для применения в высокочастотной контрольно-измерительной аппаратуре. Это позволяет изготавливать трехмерные компоненты и цепи, включая печатные квазикоаксиальные экранированные линии с жестко контролируемым характеристическим сопротивлением (Z_0). В результате получились компактные, легкие, самоэкранированные микросхемы, обеспечивающие исключительное качество высокочастотных сигналов и электрической изоляции, которые идеально подходят для ответственных приложений. Эти микросхемы были применены для создания новых наборов микросхем на фосфиде индия (InP) для осциллографов и осциллографических пробников, что позволило получить импульсную характеристику исключительного качества, малые значения джиттера и плоскую АЧХ. На рис. 2 показана промежуточная стадия изготовления Quick Film, хорошо демонстрирующая ее 3-мерную топологию. Рис. 3 показывает полностью экранированную квазикоаксиальную линию передачи, подходящую к InP ИС.

ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ QUICK FILM

Процесс изготовления начинается с нанесения золотого слоя заземления на верхнюю сторону керамической подложки, а не на нижнюю, как в случае традиционной технологии. Затем наносится толстый слой диэлектрика по технологии Quick Film с очень малым разбросом по толщине < 5 мкм. Компания Agilent разработала метод нанесения этого материала достаточно толстым слоем с типовой толщиной от 125 до 200 мкм, в отличие от 25 мкм, характерных для традиционных толсто пленочных диэлектриков. Это позволило использовать относительно широкие 50 Ом линии передачи, что важно для минимизации

потерь в проводниках. Золото наносится на верхнюю сторону первого диэлектрического слоя Quick Film и затем выполняется фотолитографический процесс травления этого слоя для точного формирования линий передачи и пассивных цепей. Затем выполняется нанесение верхнего толстого слоя диэлектрика с перекрытием. Глубину травления проводника и толщину диэлектрика можно выбрать по результатам

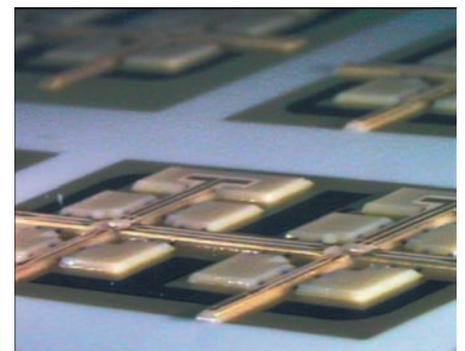


Рис. 2. Фотография промежуточной стадии изготовления, показывающая несколько микросхем Quick Film

анализа рефлектограмм на соответствие Z_0 . Конечное значение Z_0 линии передачи контролируется с погрешностью не более $\pm 1,5$ Ом, что почти вдвое превышает точность стандартных толсто пленочных процессов и от двух до трех раз превышает точность, которую обычно удается получить для печатных плат. Превосходная воспроизводимость процесса очень важна для обеспечения отличных высокочастотных характеристик.

Боковые стороны диэлектрика Quick Film имеют наклон от 45 до 60 градусов. Компания Agilent разработала процесс нанесения золота поверх всей структуры, что позволяет создавать полностью экранированные квазикоаксиальные линии передачи. Возможно также создание легко закрываемых полостей экранированной цепи. Это дает существенные преимущества для широкополосных приложений,

устраняя дисперсию фазы линии передачи и сводя к минимуму перекрестные помехи и потери на излучение.

ТЕХНОЛОГИЯ QUICK FILM 3D MICROCIRCUITS

Микросхемы Quick film 3D Microcircuits могут легко подключаться с помощью экранированных прямых или фланцевых СВЧ соединителей. Кроме того, компания Agilent разработала многовыводной корпус для этих микросхем, предназначенный для поверхностного монтажа, который получил название MCBGA. В таком корпусе собрана микросхема предусилителя/дискретизатора осциллографа Infiniium 90000 X, как показано на рис. 4. Ее размер составляет примерно 50×50 мм. На этой микросхеме Quick Film можно разглядеть пять

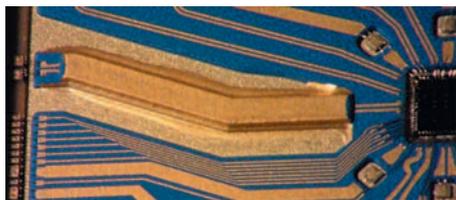


Рис. 3. Фотография дифференциальной квазиокоаксиальной линии передачи

InP ИС: два предусилителя, два триггера и дискретизатор. Микросхема Quick Film монтируется на основании, представляющем собой печатную плату, которая используется для разводки питания, линий управления, тактовой частоты и сигналов данных. Высокочастотные разъемы (не видны) прикреплены к задней части керамической пластины. Вся критическая обработка высокочастотных сигналов выполняется на Quick Film. Соединения между толстопленочным модулем и печатной платой выполняются проволочными проводниками. На завершающем этапе сборки поверх микросхемы устанавливается плоская заземленная крышка, а на круглые

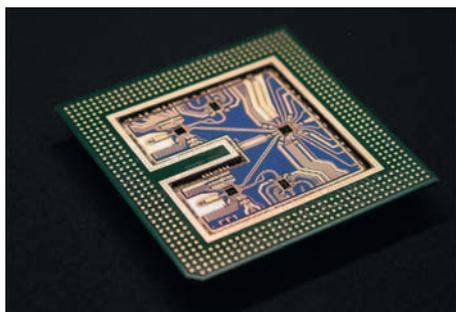


Рис. 4. MCBGA предусилителя/дискретизатора для осциллографа Infiniium 90000 X, выполненная методом поверхностного монтажа

площадки в верхней части печатной платы наносятся шарики припоя. Затем MCBGA припаивается к материнской плате лицевой стороной вниз.

Agilent может использовать технологию Quick film на подложках из алюмооксидной керамики или из нитрида алюминия (AlN). Преимущество AlN заключается в том, что он имеет высокую теплопроводность, близкую к теплопроводности металлических спла-

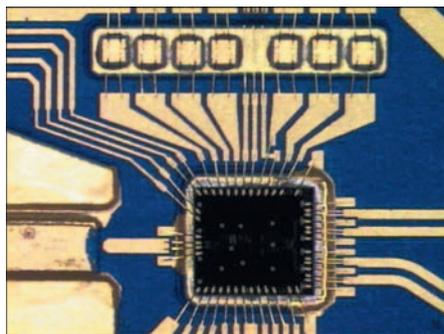


Рис. 5. Крупное изображение InP предусилителя, вставленного в полость Quick Film. Над ИС виден ряд конденсаторов, вставленных в свои собственные полости Quick Film

вов. Недостаток AlN в том, что его сложно применять для изготовления толстопленочных ИС. Но в ходе обширных исследований паст, оптимизированных для применения с AlN, компании Agilent удалось реализовать его огромные преимущества в теплопроводности. MCBGA предусилителя/дискретизатора использует AlN, поскольку кристаллы InP обладают чрезвычайно высокой удельной мощностью. Каждый

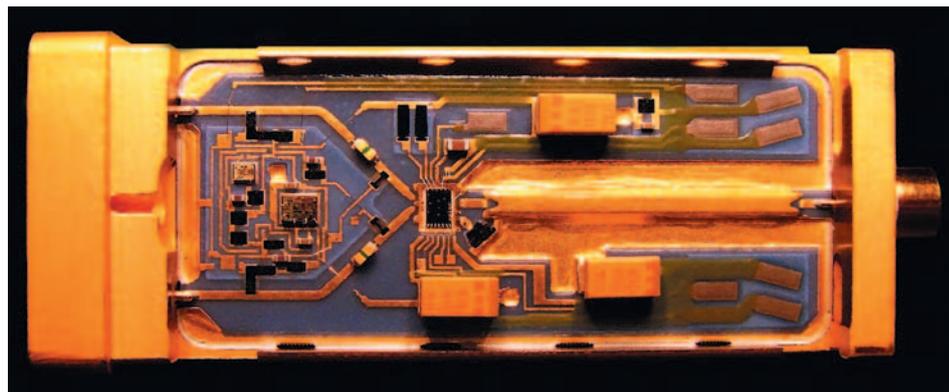


Рис. 6. Микросхема усилителя пробника Infiniimax III. Обратите внимание на квазиокоаксиальную линию передачи между InP ИС в центре подложки и СВЧ соединителем

кристалл InP устанавливается прямо на поверхность подложки из AlN в полость, образованную диэлектриком. Чрезвычайно высокая теплопроводность AlN обеспечивает исключительную надежность этих высокоскоростных, мощных кристаллов. Он характеризуется температурой, более чем на 50°C ниже, по сравнению с алюмооксидной керамикой!

Характерное преимущество технологии Quick Film и MCBGA заключается в том, что площадки соединительных проводников, окружающие полость кристалла, могут располагаться в одной плоскости с поверхностью ИС на очень малом расстоянии от контактных площадок ИС. Это обеспечивает превосходные высокочастотные характеристики соединения между кристаллом и Quick Film. Также, обратите внимание, что расположение заземляющего слоя на верхней стороне подложки позволяет обойтись без земляных переходных отверстий — доступ к земле осуществляется простым вскрыти-

ем слоя диэлектрика. Таким образом, индуктивность переходных отверстий полностью отсутствует. Это снижает шум и улучшает качество сигналов. На рис. 5 показана установленная в полость InP ИС предусилителя и несколько установленных в полости СВЧ конденсаторов, соединенных проволочными проводниками с Quick Film.

На рис. 6 показан усилитель пробника Infiniimax III, изготовленный по технологии Quick Film 3D Microcircuits. На рисунке видны толстопленочные резисторы (черные компоненты), пассивные и активные компоненты, установленные методом поверхностного монтажа. Резисторы интегрированы в микросхему путем нанесения их на нижнем слое Quick Film, после чего выполнялась лазерная подгонка для удовлетворения жестких требований к допускам. Небольшой размер резисторов минимизирует паразитное влияние на тракты высокочастотного сигнала.

Уникальные технологии Quick Film 3D Microcircuits и MCBGA компании Agilent являются ключевым фактором, позволившим создать новое поколение осциллографов и осциллографических

пробников, укрепив лидирующее положение Agilent по качеству сигналов. Их исключительная способность рассеивать мощность и превосходная теплопроводность предотвращают перегрев активных устройств и гарантируют соответствие этих микросхем высоким стандартам надежности компании Agilent. ☑

The article tells about the innovative microcircuits production technology used in the new Agilent Infiniium 90000 X-Series oscilloscopes and Infiniimax III oscilloscope probes. Several high performance microcircuits are constructed using patented, Agilent Technologies proprietary, advanced thick film processes and design techniques. They are called Quick Film 3D Microcircuits and are fabricated using a relatively new class of thick film dielectrics.