



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26643 (13) C1
(51)6 H 05 K 3/46ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ПЛАТИ З ПЕЧАТНИМ МОНТАЖЕМ

1

2

(21) 95028135
(22) 03.08.93
(24) 11.10.99
(31) 92202492.2
(32) 13.08.92
(33) EP
(85) 10.02.95
(86) /EP 93/02069 (03.08.93)
(46) 11.10.99. Бюл. № 6
(56) Патентная заявка Японии № 01283996,
кл. H 05 K 3/46, 1989.
(72) Мідделман Ерік (NL), Зуурінг Пітер
(NL)
(73) АМП-АКЦО ЛІНЛЕМ ВОФ (NL)

(57) 1. Способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, состоящий в соединении путем наслаивания под давлением по меньшей мере одной основной подложки с твердой сердцевинной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одной промежуточной подложки с твердой сердцевиной, в котором соединение осуществляют с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками, отличающийся тем, что слой адгезива наносят на снабженную схемой основную подложку на стороне, обращенной к промежуточной подложке, причем слой адгезива является текучим, и осуществляют наслаивание под таким давлением, которое приводит промежуточную подложку в контакт с проводящими дорожками основной подложки и к заполнению адгезивом пустот между дорожками, причем основная подложка и промежуточная подложка содержат армированный волокнами термостверждающийся матричный материал, причем армирование выполнено в виде гирекрестно расположенных слоев

однонаправленно ориентированных волокон.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что используют промежуточную подложку без покрытия.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что размещают промежуточные подложки по обеим сторонам основной подложки.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что используют основную подложку, покрытую с двух сторон слоями адгезива и снабженную проводящими дорожками на обеих сторонах, и промежуточные подложки, имеющие на сторонах, обращенных в сторону от основной подложки, проводящие дорожки или поверхность, пригодную для создания проводящих дорожек.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что размещают каждую промежуточную подложку между смежными основными подложками, на каждую сторону которых, обращенную к промежуточной подложке, наносят слой текучего адгезива и создают во время процесса наслаивания такое давление на полученную таким образом слоистую конструкцию, которое приводит промежуточную подложку или подложки в контакт с проводящими дорожками основных подложек и к заполнению пустот между этими дорожками на обеих сторонах промежуточной подложки или подложек адгезивным материалом.

6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что размещают каждую из множества n промежуточных подложек, где n = целое число больше 1, между смежными основными подложками, количество которых составляет $n + 1$, а затем наслаивают.

(19) UA (11) 26643 (13) C1

7. Способ по п. 5 или 6, отличающийся тем, что осуществляют наплавление при повышенном давлении и повышенной температуре.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что наносят слой теплового адгезива, толщина которого является величиной того же порядка, что и толщина проводящих дорожек.

9. Способ по п. 1, отличающийся тем, что используют промежуточные подложки, толщина каждой из которых является величиной того же порядка, что и толщина основных подложек.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что основные подложки снабжают проводящими переходными отверстиями.

11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что проводящие переходные отверстия создают в подложках после каждой операции наплавления.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что для нанесения слоя теплового адгезива на одну или обе стороны снабженной схемой основной подложки в качестве адгезива применяют клей на основе неотвержденного или только частично отвержденного термоотверждающегося синтетического материала.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что используют подложки, матрицу сердцевины которых выбирают из

следующей группы термоотверждающихся синтетических материалов: цианатные смолы, ненасыщенные полиэфирные смолы, виниловые эфирные смолы, акрилатные смолы, BT-эпоксидная смола, бисмалеимидная смола, полиимид, фенольные смолы, триазины, полиуретаны, бисцитраконовые смолы и комбинации этих смол.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что используют подложки, матрица сердцевины которых содержит термопластичный синтетический материал.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что используют подложки, матрица сердцевины которых содержит как термопластичный, так и термоотверждающийся синтетический материал.

16. Способ по п. 1, отличающийся тем, что материал армирующих волокон выбирают из следующей группы материалов: стекло А, стекло AR, стекло С, стекло D, стекло Е, стекло R, стекло S1, стекло S2, кварцкремнезем, парафенилентерефталат, полибензобисоксазол, полибензобистиазол и полибензоимидазол, полиэтилентерефталат и полифениленсульфид.

17. Способ по п. 1, отличающийся тем, что наносят слой адгезива, состоящий из термоотверждающегося синтетического материала.

Изобретение относится к способу изготовления многослойной платы с печатным монтажом. Такая плата с печатным монтажом содержит, по меньшей мере, три проводящих слоя, из которых обычно, по меньшей мере, два слоя представляют собой слои меди на внешних поверхностях и, по меньшей мере, одну внутреннюю схему. Способ, к которому относится настоящее изобретение, заключается в том, что соединяют путем наплавления, по меньшей мере, одну твердую основную подложку, снабженную проводящими дорожками, расположенными на, по меньшей мере одной стороне и, по меньшей мере, одну промежуточную подложку, причем операция соединения включает в себя нанесение слоя клея между двумя подложками.

Способ указанного типа раскрыт в Бюллетене Технических Решений, IBM, том 32, № 5В, стр. 355-556. В этом известном способе применяют, по меньшей мере, одну промежуточную подложку, которая содержит твердый слой сердцевины, снабженный слоем клея, по меньшей мере, на стороне, обращенной к проводящим дорожкам основной подложки. Этот способ предназначен для существенного уменьшения размерной нестабильности, которая обычно имеет место в процессах послойного формования композиционных материалов. Хотя этот способ можно признать как значительное усовершенствование в области изготовления многослойных плат, однако он не ставит своей целью решить еще более важную проблему,

связанную с изготовлением многослойных плат, а именно получение материала, имеющего достаточно низкий коэффициент теплового расширения (ТСР), который удовлетворял бы ТСР электронных элементов (микросхем), применяемых вместе с многослойной платой. Специалисту в данной области техники очевидно, что при применении тканой стеклоткани в качестве армирующего материала полученные коэффициенты теплового расширения являются относительно высокими. Следовательно, известные подложки и полученные многослойной платы требуют улучшенной размерной стабильности.

Подобные замечания относятся к патенту США № 3756891, который раскрывает способ изготовления многослойных плат с печатным монтажом, заключающийся в укладке в стопу монтажных плат с покрытыми клеем листами. Выбирают такой клей, который не будет затекать на участки межсоединений со сквозными отверстиями на платах.

Другим подходом к изготовлению многослойных плат с печатным монтажом является способ последовательного наклеивания, раскрытый в обзоре RCA, (1968), стр. 582-599, особенно на стр. 596-597. Хотя на основную подложку, имеющую с обеих сторон печатные схемы, наносят слой диэлектрика, покрытый клеем, слой, покрытый клеем, является не промежуточной подложкой между основными подложками в соответствии с изобретением, а служит подложкой для следующей печатной схемы. В этой публикации не раскрыт тип применяемой подложки, а только указано, что способ может решить проблему изготовления многослойных плат, имеющих достаточно низкие коэффициенты теплового расширения.

Платы с печатным монтажом, дающие преимущества в отношении коэффициентов теплового расширения, описаны в патенте США № 4943334. Описанный способ изготовления заключается в намотке армирующих нитей вокруг квадратной плоской оправки для образования множества слоев нитей, пересекающихся под углом 90°, образовании множества слоев с отверждаемым материалом матрицы и отверждении матрицы для образования материала основы для платы с печатным монтажом. Для изготовления платы с печатным монтажом в этом патенте предложен способ, заключающийся в обеспечении сборки платы с печатным монтажом в полости, вводе отверждаемого материала матрицы в полость и отверждении мат-

рицы для получения многослойной платы с печатным монтажом. Требуемое усиление матрицы достигается за счет присутствия волокон вокруг платы с печатным монтажом, которые во время процесса оказываются погруженными в отвержденную матрицу. Этот способ не обеспечивает соответствующих приемлемых результатов, в частности из-за отсутствия допуска на толщину.

В Справочнике по печатным схемам, С.Д. Соомbs, опубликованном Мак Гроу-Хилл, главы 31 и 32, а точнее в 33 и 34 описано изготовление многослойной платы с печатным монтажом, т.е. так называемой многослойной платы, способом, которым включают в себя следующие стадии:

изготавливают слоистый материал, покрытый с обеих сторон медной фольгой, из препрега стеклоткань-эпоксидная смола;

вытравляют требуемый рисунок в меди;

соединяют слои с выправленным рисунком путем прессования их вместе с промежуточными слоями препрега стеклоткань-эпоксидная смола.

Этот способ имеет ряд недостатков, например, высокая стоимость материалов из-за использования стеклоткани и высокое тепловое расширение из-за низкого содержания волокна в слоистых материалах, усиленных волокном. Другим большим недостатком этого способа является то, что совершенно отсутствуют допуски на толщину. Толщина многослойной платы, изготовленной этим способом, зависит от создаваемого удельного давления формования, температуры формования, скорости прогрева, "старения" применяемого препрега и некоторых других факторов, которые трудно контролировать.

Существует несколько вариантов этого последнего способа, как раскрыто, например, в патенте ЕР № 0231737 А2. В этом известном способе многослойную плату с печатным монтажом изготавливают в непрерывном процессе. В варианте выполнения, показанном на фиг. 2 в этом патенте, применяют простую плату с печатным монтажом (PWB), содержащую основу из двух слоев стеклоткани в отвержденной матрице из термореактивного синтетического материала, причем основа снабжена, на ее обеих сторонах, слоем медных дорожек, образованных субтрактивным методом из медной фольги, первоначально нанесенной на основу. На эту начальную плату с печатным монтажом

наносят с обеих сторон два слоя стеклоткани, слой жидкого терморезактивного материала, например, эпоксидной смолы и медную фольгу. После предварительного нагрева сборку соединяют в дублировочном прессе под действием тепла и давления. Таким образом, после охлаждения, когда заготовка сходится с дублировочного пресса, получают слоистый материал, который после образования медных дорожек в наружных слоях образует многослойную плату с печатным монтажом. И так, эта многослойная плата с печатным монтажом представляет собой слоистый материал, состоящий из трех подложек, изготовленных из стеклоткани, усиленной отвержденной эпоксидной смолой, и четырех слоев с медными дорожками.

Хотя достаточно приемлемые результаты могут быть достигнуты при применении многослойной платы с печатным монтажом, изготовленной в соответствии с этим известным способом, однако все же она имеет определенные недостатки. Особенным недостатком является то, что слои жидкой, а не отвержденной терморезактивной смолы должны сильно прессоваться вместе в дублировочном прессе, в результате толщина слоистого материала значительно меньше на выходе пресса, чем на его входе. Установлено, что в результате такого большого изменения в толщине трудно поддерживать с достаточной точностью постоянную толщину готового слоистого материала и готовой многослойной платы с печатным монтажом, которая требуется в конечном изделии. Отклонения в толщине многослойной платы с печатным монтажом имеют неблагоприятный эффект на ее электрические свойства, таким образом оказывая отрицательное влияние на качество такой платы с печатным монтажом. Другим недостатком известной многослойной платы с печатным монтажом является то, что усиление подложек тканями является сравнительно дорогостоящей операцией.

В DE № 4007558 A1 описана многослойная плата с печатным монтажом несколько другого типа. Между множеством смежных одиночных плат с печатным монтажом (фиг. 1, позиция в DE № 4007558 A1), каждая из которых состоит из подложки (фиг. 1, позиция 4), изготовленной из стеклоткани, пропитанной терморезактивным синтетическим материалом и снабженной на обеих сторонах медными дорожками (фиг. 1, позиция 5), расположена, в каждом случае, так называемая промежуточная подложка (фиг. 1, позиция 1-

а и 1-в). В этом случае промежуточная подложка (1) состоит из полиимидной пленки (1-а) толщиной 10 мкм, на обе стороны которой нанесен слой клея (1-в) толщиной 10 мкм или меньше. Температура плавления полиимидной пленки выше, чем температура, применяемая во время наслоения, тогда как слои клея имеют температуру плавления ниже, чем температура наслоения.

Недостатком этой известной многослойной платы с печатным монтажом является то, что в пустотах между медными дорожками (фиг. 1) присутствует воздух, который может оказывать неблагоприятное действие на свойства. Другие недостатки платы, описанной в патенте DE № 4007558 A1, включают в себя высокую стоимость материалов описанных элементов и продолжительное время, необходимое для обработки.

В патенте США № 4606787 описан способ изготовления многослойной печатной платы, который заключается в том, что сначала (фиг. 12) изготавливают пакет из множества простых печатных плат с расположенной между ними, в каждом случае, промежуточной подложкой из стекловолокна, пропитанного жидкой неотвержденной эпоксидной смолой. Затем пакет прессуют вместе под давлением и при повышенной температуре, при этом смола заполняет пустоты между проводящими дорожками (см. колонку 6, 11, 51, 52) и отверждается. Прессование слоев вместе приводит к значительному уменьшению его толщины, затрудняя поддержание, с достаточной точностью, постоянной требуемой общей толщины готового слоистого материала требуемой толщины отдельных промежуточных подложек. Это оказывает неблагоприятный эффект на электрические свойства платы с печатным монтажом и, следовательно, отрицательный эффект на ее качество.

Наиболее близким к заявляемому является способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, состоящий в соединении путем наслаивания под давлением по меньшей мере одной основной подложки с твердой сердцевиной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одной промежуточной подложки с твердой сердцевиной, в котором соединение осуществляют с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками (Патентная заявка JP-A-01283996, 15.11.89, кл. H 05 K 3/46, прототип). Описываемая

здесь многослойная плата базируется на наслаивании однонаправленно ориентированных (ОН) параллельных волокон, содержащих препрег, и поэтому имеет тот недостаток, что ориентация волокон может быть нарушена. Сохранение же ориентации является критическим для достижения преимуществ, связанных с ОН-армированием.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создать способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, в котором путем применения новых технологических приемов обеспечивается строгое сохранение ориентации армирующих однонаправленно ориентированных (ОН) волокон, что является критическим для достижения преимуществ, связанных с ОН-армированием.

Поставленная задача решена тем, что предложен способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, состоящий в соединении путем наслаивания под давлением по меньшей мере одной основной подложки с твердой сердцевинной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одной промежуточной подложки с твердой сердцевинной, в котором соединение осуществляют с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками, в котором, согласно изобретению слой адгезива наносят на снабженную схемой основную подложку на стороне, обращенной к промежуточной подложке, причем слой адгезива является текучим, и осуществляют наслаивание под таким давлением, которое приводит промежуточную подложку в контакт с проводящими дорожками основной подложки и к заполнению адгезивом пустот между дорожками, причем основная подложка и промежуточная подложка содержат армированный волокнами термоотверждающийся матричный материал, причем армирование выполнено в виде перекрестно расположенных слоев однонаправленно ориентированных волокон.

Такое решение полностью исключает какое-либо изменение ориентации армирующих волокон в основных и промежуточных подложках с твердой сердцевинной и, кроме того, обеспечивает получение многослойных плат с печатным монтажом заранее заданной толщины.

Предпочтительно использовать промежуточную подложку без покрытия и размещать промежуточные подложки по обеим сторонам основной подложки.

Такое решение позволяет снизить до минимума количество наносимого адгезива и в то же время полностью заполнить им пустоты между токопроводящими дорожками во избежание возникновения нежелательных полостей, заполненных воздухом.

Предпочтительно также использовать одну основную подложку, покрытую с двух сторон слоями адгезива и снабженную проводящими дорожками на обеих сторонах, и промежуточные подложки, имеющие на сторонах, обращенных в сторону от основной подложки, проводящие дорожки или поверхность, пригодную для создания проводящих дорожек.

Такое решение позволяет получить одним этапом способа многослойную плату с печатным монтажом, имеющую три слоя изолирующего материала и четыре проводящих слоя или по меньшей мере заготовку для изготовления такой платы, на внешние поверхности которой остается только нанести токопроводящие дорожки.

Целесообразно также размещать каждую промежуточную подложку между смежными основными подложками, на каждую сторону которых, обращенную к промежуточной подложке, наносят слой текучего адгезива и создают во время процесса наслаивания такое давление на полученную таким образом слоистую конструкцию, которое приводит промежуточную подложку или подложки в контакт с проводящими дорожками основных подложек и к заполнению пустот между этими дорожками на обеих сторонах промежуточной подложки или подложек адгезивным материалом.

При таком решении одним этапом получают готовую многослойную плату с печатным монтажом, имеющую заданную толщину, в которой элементы конструкции жестко связаны адгезивом, полностью заполняющим пустоты между токопроводящими дорожками.

Предпочтительно размещать каждую из множества n промежуточных подложек, где n = целое число больше 1, между смежными основными подложками, количество которых составляет $n + 1$, а затем наслаивают.

Такое решение обеспечивает получение многослойной платы с печатным монтажом, имеющей $2n + 1$ изолирующих слоев и $2(n + 1)$ проводящих слоев.

Целесообразно осуществлять наслаивание при повышенном давлении и повышенной температуре.

При таком решении повышается текучесть адгезива и облегчается приведение промежуточной подложки в контакт с токопроводящими дорожками основной платы при полном заполнении пустот между ними.

Предпочтительно наносить слой текущего адгезива, толщина которого является величиной того же порядка, что и толщина проводящих дорожек и использовать промежуточные подложки, толщина каждой из которых является величиной того же порядка, что и толщина основных подложек.

Такое решение сводит до минимума количество наносимого адгезива при полном заполнении полостей между токопроводящими дорожками и обеспечивает в готовой многослойной плате равные расстояния между проводящими слоями.

Предпочтительно основные подложки снабжать проводящими переходными отверстиями, причем проводящие переходные отверстия создавать в подложках после каждой операции наслаивания.

Такое решение облегчает совмещение отдельных слоев многослойной платы с печатным монтажом и облегчает в дальнейшем работу с ней.

Целесообразно для нанесения слоя текущего адгезива на одну или обе стороны снабженной схемой основной подложки в качестве адгезива применять клей на основе неотвержденного или только частично отвержденного термоотверждающегося синтетического материала.

При таком решении применение давления и повышенной температуры при изготовлении платы приводит первоначально к легкому растеканию клея, что облегчает приведение в контакт промежуточной подложки с токопроводящими дорожками и полное заполнение пустот между ними, а затем — к необратимому его отверждению, что жестко связывает воедино слоистую конструкцию и исключает возможность размягчения и течения клея в процессе эксплуатации платы при повышенных температурах.

Предпочтительно использовать подложки, матрицу сердцевины которых выбирают из следующей группы термоотверждающихся синтетических материалов: цианатовые смолы, ненасыщенные полиэфировые смолы, виниловые эфирные смолы, акрилатовые смолы, ВТ-эпоксидная смола, бисмалеимидная смола, полиимид, фенольные смолы, триазины, полиуретаны, бисцитраконовые смолы и комбинации этих смол.

Эти материалы по своим физико-механическим и электротехническим параметрам наиболее отвечают требованиям, предъявляемым современной промышленностью.

В способе можно использовать подложки, матрица сердцевины которых содержит только термопластичный синтетический материал, или как термопластичный, так и термоотверждающийся синтетические материалы.

Выбор материала определяется в зависимости от вида электрических схем, размещенных в плате, и условий эксплуатации, для которых она предназначена.

Предпочтительно материал армирующих волокон выбирать из следующей группы материалов: стекло А, стекло AR, стекло С, стекло D, стекло Е, стекло R, стекло S1, стекло S2, кварцкремнезем, парафенилентерафаламид, полибензобисоксазол, полибензобистиазол и полибензоимидазол, полиэтилентерефталат и полифениленсульфид.

Применение волокон из этих материалов и регулирование их плотности в материале матрицы позволяет создать многослойную плату с печатным монтажом, в которой КТР изолирующего материала близок к КТР деталей электрических схем, размещенных на этой плате.

Предпочтительно наносить слой адгезива, состоящий из термоотверждающегося синтетического материала.

Применение такого адгезива исключает возможную деформацию многослойной платы с печатным монтажом или сдвиг ее отдельных слоев при ее дальнейшей эксплуатации при повышенных температурах.

Заявляемый способ заключается в том, что для изготовления многослойной платы с печатным монтажом соединяют путем наслаивания по меньшей мере одну основную подложку с твердой сердцевиной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одну промежуточную подложку с твердой сердцевиной с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками. Особенность способа заключается в том, что слой адгезива наносят на снабженную схемой основную подложку на стороне, обращенной к промежуточной подложке, причем слой адгезива является текучим, и осуществляют наслаивание под таким давлением, которое приводит промежуточную подложку в контакт с проводя-

щими дорожками основной подложки и к заполнению адгезивом пустот между дорожками. При этом используют основную подложку и промежуточную подложку, содержащую армированный волокнами термоотверждающийся материал, причем армирование выполнено в виде перекрестно расположенных слоев однонаправленно армированных волокон.

Обычно текучим адгезивом является клей, который либо является жидким, либо его могут сделать жидким (обычно посредством повышенной температуры). Промежуточная подложка или подложки могут также быть покрыты клеем, хотя предпочтение отдается применению промежуточных подложек без покрытия.

Промежуточную подложку можно также снабдить проводящими дорожками или сделать ее пригодной для образования проводящих дорожек (например, снабдить медной фольгой или модифицировать для нанесения покрытия химическим путем) на одной стороне. Этот способ особенно подходит для изготовления так называемого masslat. В этом способе применяют одну основную подложку, покрытую с обеих сторон клеем и снабженную проводящими дорожками на обеих сторонах, и две промежуточные подложки — по одной на каждой стороне основной подложки, причем промежуточные подложки на стороне, обращенной в сторону от основной подложки, образуют с проводящими дорожками или ее поверхность делают пригодной для образования проводящих дорожек.

На плату печатной схемы слой текучего адгезива можно нанести несколькими способами, включая нанесение покрытия обратным валиком, распылением или другими способами нанесения покрытия, известными в данной области техники. Адгезив можно наносить из горячего расплава и также из раствора, после этого растворитель испаряется до операции наслоения. Можно также применять водорастворимый клей. Либо можно применять адгезив в форме твердого порошка и наносить его окутанием или в электрическом поле.

Предпочтительно, до операции наслоения текучий адгезив доводят до твердого, нелипнувшего состояния, например, посредством частичного отверждения или применения его при температуре ниже T_g (температура стеклования), конечно, при условии, что текучий адгезив может стать достаточно жидким для заполнения пустот между проводящими дорожками.

Действие адгезива можно активизировать путем подвергания основных подложек и/или промежуточных подложек поверхностной обработке, например, посредством придания шероховатости или модифицирования поверхности с использованием пескоструйной обработки, обработки абразивной бумагой или пемзой, обработки коронным разрядом, пламенной обработки, химического травления и т.п.

Для промежуточных и основных подложек применяют армированный матричный материал, который устраняет упомянутые недостатки и имеет достаточно низкий коэффициент теплового расширения и благоприятную плоскостность.

Этот материал содержит два или больше слоев армирующих волокон или нитей, заделанных в отвержденном термореактивном синтетическом материале на основе, например, эпоксидной смолы. Армирование выполняют в виде слоев, состоящих из множества взаимно параллельных вытянутых волокон, не связанных в форме ткани, причем они проходят по существу прямолинейно, причем волокна прилегающих друг к другу слоев располагаются в перекрестных направлениях. Этот тип армированного матричного материала будет называться как однонаправленно (ОН) армированный материал для краткости. Согласно настоящему изобретению, предпочтительно, чтобы три упомянутых слоя волокон, не связанных в форме ткани, были расположены в материале матрицы в зеркальном положении относительно плоскости симметрии, и чтобы волокна прилегающих слоев пересекались под углом предпочтительно примерно 90° . Этот ОН-армированный материал, точнее слой с пересекающимся расположением армирующих ОН-волокон, который является подходящим для применения в многослойной подложке с печатным монтажом, уравновешен и является симметричным относительно средней плоскости. Пример такого материала, используемого в подложке, описан в упомянутом патенте США № 4943334. Благодаря способу наслоения в соответствии с изобретением, позволившему использовать текучий адгезив, который, по существу, не присутствует между проводящими дорожками основной подложки и твердой матрицей смежной промежуточной подложки, преимущества однонаправленно ориентированного материала можно использовать в многослойной плате с печатным монтажом.

Эти преимущества включают в себя в частности благоприятную размерную стабильность. Также, применяемые подложки имеют относительно низкие коэффициенты теплового расширения (КТР) в направлениях X и Y, предпочтительно приблизительно равные коэффициенту теплового расширения применяемого электропроводящего материала (обычно медь). Кроме того, можно изготовить подложки, имеющие коэффициенты расширения в направлениях X и Y, примерно равные коэффициентам расширения электронных элементов, применяемых вместе с многослойной платой с печатным монтажом, особенно кремниевых кристаллов. Следует отметить, что эти элементы можно наносить на многослойную плату ("кристалл на плате") или их можно погрузить в подложку, например, в виде промежуточной подложки в соответствии с настоящим изобретением ("кристалл в плате"). Что касается последнего варианта выполнения изобретения, то подложку, покрытую адгезивом, следует снабдить открытыми полостями для погружения кристаллов. Конечно, кристаллы также можно вводить в полости, образованные в основной подложке. Эффективный способ изготовления конструкции "кристалл в плате" включает в себя размещение одного или нескольких кристаллов на основной подложке (и электрическое его соединение со схемой на основной подложке) и затем наслаивание на основную подложку, содержащую кристалл, покрытую клеем промежуточную подложку, снабженную соответствующими полостями, чтобы охватить кристалл или кристаллы, прикрепленные к основной подложке.

Многослойную плату с печатным монтажом, в соответствии с изобретением, можно легко получить, если каждую из $n-1$ промежуточных подложек ($n > 2$) разместить, в каждом случае, между n количеством смежных основных подложек и затем наслаивать их при повышенном давлении (и возможно при повышенной температуре), при вакууме или в комбинации при том и другом.

Предпочтительный вариант способа в соответствии с изобретением отличается тем, что толщина каждой промежуточной подложки составляет 0,025–0,6 мм, хотя, предпочтительно, толщина каждой промежуточной подложки является величиной того же порядка, что и толщина основной подложки. Толщина каждого, пластически деформируемого (текучего) слоя адгезива на одной или обеих сторонах основной

подложки с нанесенной схемой имеет величину того же порядка, что и проводящие дорожки, которые обычно имеют толщину 2–70 мкм. Предпочтительно способ, в соответствии с изобретением, отличается тем, что в качестве слоя текучего адгезива, наносимого на одну или обе стороны слоя твердой сердцевины на основной подложке, с нанесенной схемой, используют клей на основе еще неотвержденного или только частично отвержденного термореактивного синтетического материала, например, эпоксидная смола, которая отверждается после заполнения пустот между проводящими дорожками.

Сердцевину проводящей подложки и основной подложки можно образовать из множества однонаправленно ориентированных препрегов, уложенных в стопу таким образом, чтобы их армирующие волокна пересекались, причем также можно применять другой способ приготовления. В частности, основную и промежуточную подложки можно изготовить непрерывным способом, при котором слоистый материал, состоящий из требуемого количества слоев вытянутых армирующих волокон, не связанных в форме ткани, укладывают на конвейерную ленту так, чтобы волокна соседних слоев пересекали друг друга. На материал, образованный из слоев волокон, наносят жидкую термореактивную смолу, после этого слоистый материал с нанесенной смолой пропускают через дублировочный пресс, в котором, под действием тепла и давления, слои волокон пропитываются смолой, и смола отверждается. Когда материал выходит из дублировочного пресса, на этот полностью или частично отвержденный материал можно нанести, на одну или обе его стороны, относительно тонкий упомянутый слой нелипкого адгезива, после чего промежуточная подложка будет готова.

В соответствии с другим возможным способом, сердцевину для основной и промежуточной подложек изготавливают из нескольких однонаправленных слоистых материалов, которые предпочтительно пересекают друг друга под углом 90°, они полностью или необратимо отверждаются, и их связывают вместе при помощи слоя адгезива. Слоистые материалы на основе однонаправленно ориентированных материалов, связанных вместе слоем адгезива, можно изготовить в статических, многократно открывающихся прессах, а также в автоклавах, дублировочных прессах и в так называемых вакуумных камерах.



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26643 (13) C1

(51)6 H 05 K 3/46

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ПЛАТИ З ПЕЧАТНИМ МОНТАЖЕМ

1

2

(21) 95028135
(22) 03.08.93
(24) 11.10.99
(31) 92202492.2
(32) 13.08.92
(33) EP
(85) 10.02.95
(86) /EP 93/02069 (03.08.93)
(46) 11.10.99. Бюл. № 6
(56) Патентная заявка Японии № 01283996,
кл. H 05 K 3/46, 1989.
(72) Мідделман Ерік (NL), Зуурінг Пітер
(NL)
(73) АМП-АКЦО ЛІНЛЕМ ВОФ (NL)

(57) 1. Способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, состоящий в соединении путем наслаивания под давлением по меньшей мере одной основной подложки с твердой сердцевинной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одной промежуточной подложки с твердой сердцевинной, в котором соединение осуществляют с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками, отличающийся тем, что слой адгезива наносят на снабженную схемой основную подложку на стороне, обращенной к промежуточной подложке, причем слой адгезива является текучим, и осуществляют наслаивание под таким давлением, которое приводит промежуточную подложку в контакт с проводящими дорожками основной подложки и к заполнению адгезивом пустот между дорожками, причем основная подложка и промежуточная подложка содержат армированный волокнами термостверждающийся матричный материал, причем армирование выполнено в виде перекрестно расположенных слоев

однонаправленно ориентированных волокон.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что используют промежуточную подложку без покрытия.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что размещают промежуточные подложки по обеим сторонам основной подложки.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что используют основную подложку, покрытую с двух сторон слоями адгезива и снабженную проводящими дорожками на обеих сторонах, и промежуточные подложки, имеющие на сторонах, обращенных в сторону от основной подложки, проводящие дорожки или поверхность, пригодную для создания проводящих дорожек.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что размещают каждую промежуточную подложку между смежными основными подложками, на каждую сторону которых, обращенную к промежуточной подложке, наносят слой текучего адгезива и создают во время процесса наслаивания такое давление на полученную таким образом слоистую конструкцию, которое приводит промежуточную подложку или подложки в контакт с проводящими дорожками основных подложек и к заполнению пустот между этими дорожками на обеих сторонах промежуточной подложки или подложек адгезивным материалом.

6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что размещают каждую из множества n промежуточных подложек, где n = целое число больше 1, между смежными основными подложками, количество которых составляет $n + 1$, а затем наслаивают.

(19) UA (11) 26643 (13) C1

7. Способ по п. 5 или 6, отличающийся тем, что осуществляют наслаивание при повышенном давлении и повышенной температуре.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что наносят слой текучего адгезива, толщина которого является величиной того же порядка, что и толщина проводящих дорожек.

9. Способ по п. 1, отличающийся тем, что используют промежуточные подложки, толщина каждой из которых является величиной того же порядка, что и толщина основных подложек.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что основные подложки снабжают проводящими переходными отверстиями.

11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что проводящие переходные отверстия создают в подложках после каждой операции наслаивания.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что для нанесения слоя текучего адгезива на одну или обе стороны снабженной схемой основной подложки в качестве адгезива применяют клей на основе неотвержденного или только частично отвержденного термоотверждающегося синтетического материала.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что используют подложки, матрицу сердцевины которых выбирают из

следующей группы термоотверждающихся синтетических материалов: цианатовые смолы, ненасыщенные полиэфирные смолы, виниловые эфирные смолы, акрилатовые смолы, BT-эпоксидная смола, бисмалеимидная смола, полиимид, фенольные смолы, триазины, полиуретаны, бисцитраконовые смолы и комбинации этих смол.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что используют подложки, матрица сердцевины которых содержит термопластичный синтетический материал.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что используют подложки, матрица сердцевины которых содержит как термопластичный, так и термоотверждающийся синтетический материал.

16. Способ по п. 1, отличающийся тем, что материал армирующих волокон выбирают из следующей группы материалов: стекло А, стекло AR, стекло С, стекло D, стекло Е, стекло R, стекло S1, стекло S2, кварцкремнезем, парафенилентерафталамид, полибензобисоксазол, полибензобистиазол и полибензоимидазол, полиэтилентерефталат и полифениленсульфид.

17. Способ по п. 1, отличающийся тем, что наносят слой адгезива, состоящий из термоотверждающегося синтетического материала.

Изобретение относится к способу изготовления многослойной платы с печатным монтажом. Такая плата с печатным монтажом содержит, по меньшей мере, три проводящих слоя, из которых обычно, по меньшей мере, два слоя представляют собой слои меди на внешних поверхностях и, по меньшей мере, одну внутреннюю схему. Способ, к которому относится настоящее изобретение, заключается в том, что соединяют путем наслаивания, по меньшей мере, одну твердую основную подложку, снабженную проводящими дорожками, расположенными на, по меньшей мере одной стороне и, по меньшей мере, одну промежуточную подложку, причем операция соединения включает в себя нанесение слоя клея между двумя подложками.

Способ указанного типа раскрыт в Бюллетене Технических Решений, IBM, том 32, № 5B, стр. 355-556. В этом известном способе применяют, по меньшей мере, одну промежуточную подложку, которая содержит твердый слой сердцевины, снабженный слоем клея, по меньшей мере, на стороне, обращенной к проводящим дорожкам основной подложки. Этот способ предназначен для существенного уменьшения размерной нестабильности, которая обычно имеет место в процессах послойного формования композиционных материалов. Хотя этот способ можно признать как значительное усовершенствование в области изготовления многослойных плат, однако он не ставит своей целью решить еще более важную проблему,

связанную с изготовлением многослойных плат, а именно получение материала, имеющего достаточно низкий коэффициент теплового расширения (ТСР), который удовлетворял бы ТСР электронных элементов (микросхем), применяемых вместе с многослойной платой. Специалисту в данной области техники очевидно, что при применении тканой стеклоткани в качестве армирующего материала полученные коэффициенты теплового расширения являются относительно высокими. Следовательно, известные подложки и полученные многослойной платы требуют улучшенной размерной стабильности.

Подобные замечания относятся к патенту США № 3756891, который раскрывает способ изготовления многослойных плат с печатным монтажом, заключающийся в укладке в стопу монтажных плат с покрытыми клеем листами. Выбирают такой клей, который не будет затекать на участки межсоединений со сквозными отверстиями на платах.

Другим подходом к изготовлению многослойных плат с печатным монтажом является способ последовательного наложения, раскрытый в обзоре RCA, (1968), стр. 582-599, особенно на стр. 596-597. Хотя на основную подложку, имеющую с обеих сторон печатные схемы, наносят слой диэлектрика, покрытый клеем, слой, покрытый клеем, является не промежуточной подложкой между основными подложками в соответствии с изобретением, а служит подложкой для следующей печатной схемы. В этой публикации не раскрыт тип применяемой подложки, а только указано, что способ может решить проблему изготовления многослойных плат, имеющих достаточно низкие коэффициенты теплового расширения.

Платы с печатным монтажом, дающие преимущества в отношении коэффициентов теплового расширения, описаны в патенте США № 4943334. Описанный способ изготовления заключается в намотке армирующих нитей вокруг квадратной плоской оправки для образования множества слоев нитей, пересекающихся под углом 90°, образовании множества слоев с отверждаемым материалом матрицы и отверждении матрицы для образования материала основы для платы с печатным монтажом. Для изготовления платы с печатным монтажом в этом патенте предложен способ, заключающийся в обеспечении сборки платы с печатным монтажом в полости, вводе отверждаемого материала матрицы в полость и отверждении мат-

рицы для получения многослойной платы с печатным монтажом. Требуемое усиление матрицы достигается за счет присутствия волокон вокруг платы с печатным монтажом, которые во время процесса оказываются погруженными в отвержденную матрицу. Этот способ не обеспечивает соответствующих приемлемых результатов, в частности из-за отсутствия допуска на толщину.

В Справочнике по печатным схемам, С.Л. Coombs, опубликованном Мак Гроу-Хилл, главы 31 и 32, а точнее в 33 и 34 описано изготовление многослойной платы с печатным монтажом, т.е. так называемой многослойной платы, способом, которым включают в себя следующие стадии:

изготавливают слоистый материал, покрытый с обеих сторон медной фольгой, из препрега стеклоткань-эпоксидная смола;

вытравливают требуемый рисунок в меди;

соединяют слои с вытравленным рисунком путем прессования их вместе с промежуточными слоями препрега стеклоткань-эпоксидная смола.

Этот способ имеет ряд недостатков, например, высокая стоимость материалов из-за использования стеклоткани и высокое тепловое расширение из-за низкого содержания волокна в слоистых материалах, усиленных волокном. Другим большим недостатком этого способа является то, что совершенно отсутствуют допуски на толщину. Толщина многослойной платы, изготовленной этим способом, зависит от создаваемого удельного давления формования, температуры формования, скорости прогрева, "старения" применяемого препрега и некоторых других факторов, которые трудно контролировать.

Существует несколько вариантов этого последнего способа, как раскрыто, например, в патенте EP № 0231737 A2. В этом известном способе многослойную плату с печатным монтажом изготавливают в непрерывном процессе. В варианте выполнения, показанном на фиг. 2 в этом патенте, применяют простую плату с печатным монтажом (PWB), содержащую основу из двух слоев стеклоткани в отвержденной матрице из термореактивного синтетического материала, причем основа снабжена, на ее обеих сторонах, слоем медных дорожек, образованных субтрактивным методом из медной фольги, первоначально нанесенной на основу. На эту начальную плату с печатным монтажом

наносят с обеих сторон два слоя стеклоткани, слой жидкого термореактивного материала, например, эпоксидной смолы и медную фольгу. После предварительного нагрева сборку соединяют в дублировочном прессе под действием тепла и давления. Таким образом, после охлаждения, когда заготовка сходит с дублировочного пресса, получают слоистый материал, который после образования медных дорожек в наружных слоях образует многослойную плату с печатным монтажом. Итак, эта многослойная плата с печатным монтажом представляет собой слоистый материал, состоящий из трех подложек, изготовленных из стеклоткани, усиленной отвержденной эпоксидной смолой, и четырех слоев с медными дорожками.

Хотя достаточно приемлемые результаты могут быть достигнуты при применении многослойной платы с печатным монтажом, изготовленной в соответствии с этим известным способом, однако все же она имеет определенные недостатки. Особенным недостатком является то, что слои жидкой, а не отвержденной термореактивной смолы должны сильно прессоваться вместе в дублировочном прессе, в результате толщина слоистого материала значительно меньше на выходе пресса, чем на его входе. Установлено, что в результате такого большого изменения в толщине трудно поддерживать с достаточной точностью постоянную толщину готового слоистого материала и готовой многослойной платы с печатным монтажом, которая требуется в конечном изделии. Отклонения в толщине многослойной платы с печатным монтажом имеют неблагоприятный эффект на ее электрические свойства, таким образом оказывая отрицательное влияние на качество такой платы с печатным монтажом. Другим недостатком известной многослойной платы с печатным монтажом является то, что усиление подложек тканями является сравнительно дорогостоящей операцией.

В DE № 4007558 A1 описана многослойная плата с печатным монтажом несколько другого типа. Между множеством смежных одиночных плат с печатным монтажом (фиг. 1, позиция в DE № 4007558 A1), каждая из которых состоит из подложки (фиг. 1, позиция 4), изготовленной из стеклоткани, пропитанной термореактивным синтетическим материалом и снабженной на обеих сторонах медными дорожками (фиг. 1, позиция 5), расположена, в каждом случае, так называемая промежуточная подложка (фиг. 1, позиция 1-

а и 1-в). В этом случае промежуточная подложка (1) состоит из полиимидной пленки (1-а) толщиной 10 мкм, на обе стороны которой нанесен слой клея (1-в) толщиной 10 мкм или меньше. Температура плавления полиимидной пленки выше, чем температура, применяемая во время наслоения, тогда как слои клея имеют температуру плавления ниже, чем температура наслоения.

Недостатком этой известной многослойной платы с печатным монтажом является то, что в пустотах между медными дорожками (фиг. 1) присутствует воздух, который может оказывать неблагоприятное действие на свойства. Другие недостатки платы, описанной в патенте DE № 4007558 A1, включают в себя высокую стоимость материалов описанных элементов и продолжительное время, необходимое для обработки.

В патенте США № 4606787 описан способ изготовления многослойной печатной платы, который заключается в том, что сначала (фиг. 12) изготавливают пакет из множества простых печатных плат с расположенной между ними, в каждом случае, промежуточной подложкой из стекловолокна, пропитанного жидкой неотвержденной эпоксидной смолой. Затем пакет прессуют вместе под давлением и при повышенной температуре, при этом смола заполняет пустоты между проводящими дорожками (см. колонку 6, 11, 51, 52) и отверждается. Прессование слоев вместе приводит к значительному уменьшению его толщины, затрудняя поддержание, с достаточной точностью, постоянной требуемой общей толщины готового слоистого материала требуемой толщины отдельных промежуточных подложек. Это оказывает неблагоприятный эффект на электрические свойства платы с печатным монтажом и, следовательно, отрицательный эффект на ее качество.

Наиболее близким к заявляемому является способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, состоящий в соединении путем наслаивания под давлением по меньшей мере одной основной подложки с твердой сердцевиной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одной промежуточной подложки с твердой сердцевиной, в котором соединение осуществляют с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками (Патентная заявка JP-A-01283996, 15.11.89, кл. H 05 K 3/46, прототип). Описываемая

здесь многослойная плата базируется на наплавлении однонаправленно ориентированных (ОН) параллельных волокон, содержащих препрег, и поэтому имеет тот недостаток, что ориентация волокон может быть нарушена. Сохранение же ориентации является критическим для достижения преимуществ, связанных с ОН-армированием.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создать способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, в котором путем применения новых технологических приемов обеспечивается строгое сохранение ориентации армирующих однонаправленно ориентированных (ОН) волокон, что является критическим для достижения преимуществ, связанных с ОН-армированием.

Поставленная задача решена тем, что предложен способ изготовления многослойной платы с печатным монтажом, состоящий в соединении путем наплавления под давлением по меньшей мере одной основной подложки с твердой сердцевиной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одной промежуточной подложки с твердой сердцевиной, в котором соединение осуществляют с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками, в котором, согласно изобретению слой адгезива наносят на снабженную схемой основную подложку на стороне, обращенной к промежуточной подложке, причем слой адгезива является текучим, и осуществляют наплавление под таким давлением, которое приводит промежуточную подложку в контакт с проводящими дорожками основной подложки и к заполнению адгезивом пустот между дорожками, причем основная подложка и промежуточная подложка содержат армированный волокнами термоотверждающийся матричный материал, причем армирование выполнено в виде перекрестно расположенных слоев однонаправленно ориентированных волокон.

Такое решение полностью исключает какое-либо изменение ориентации армирующих волокон в основных и промежуточных подложках с твердой сердцевиной и, кроме того, обеспечивает получение многослойных плат с печатным монтажом заранее заданной толщины.

Предпочтительно использовать промежуточную подложку без покрытия и размещать промежуточные подложки по обеим сторонам основной подложки.

Такое решение позволяет снизить до минимума количество наносимого адгезива и в то же время полностью заполнить им пустоты между токопроводящими дорожками во избежание возникновения нежелательных полостей, заполненных воздухом.

Предпочтительно также использовать одну основную подложку, покрытую с двух сторон слоями адгезива и снабженную проводящими дорожками на обеих сторонах, и промежуточные подложки, имеющие на сторонах, обращенных в сторону от основной подложки, проводящие дорожки или поверхность, пригодную для создания проводящих дорожек.

Такое решение позволяет получить одним этапом способа многослойную плату с печатным монтажом, имеющую три слоя изолирующего материала и четыре проводящих слоя или по меньшей мере заготовку для изготовления такой платы, на внешние поверхности которой остается только нанести токопроводящие дорожки.

Целесообразно также размещать каждую промежуточную подложку между смежными основными подложками, на каждую сторону которых, обращенную к промежуточной подложке, наносят слой текучего адгезива и создают во время процесса наплавления такое давление на полученную таким образом слоистую конструкцию, которое приводит промежуточную подложку или подложки в контакт с проводящими дорожками основных подложек и к заполнению пустот между этими дорожками на обеих сторонах промежуточной подложки или подложек адгезивным материалом.

При таком решении одним этапом получают готовую многослойную плату с печатным монтажом, имеющую заданную толщину, в которой элементы конструкции жестко связаны адгезивом, полностью заполняющим пустоты между токопроводящими дорожками.

Предпочтительно размещать каждую из множества n промежуточных подложек, где n = целое число больше 1, между смежными основными подложками, количество которых составляет $n + 1$, а затем наплаивают.

Такое решение обеспечивает получение многослойной платы с печатным монтажом, имеющей $2n + 1$ изолирующих слоев и $2(n + 1)$ проводящих слоев.

Целесообразно осуществлять наплавление при повышенном давлении и повышенной температуре.

При таком решении повышается текучесть адгезива и облегчается приведение промежуточной подложки в контакт с токопроводящими дорожками основной платы при полном заполнении пустот между ними.

Предпочтительно наносить слой текущего адгезива, толщина которого является величиной того же порядка, что и толщина проводящих дорожек и использовать промежуточные подложки, толщина каждой из которых является величиной того же порядка, что и толщина основных подложек.

Такое решение сводит до минимума количество наносимого адгезива при полном заполнении полостей между токопроводящими дорожками и обеспечивает в готовой многослойной плате равные расстояния между проводящими слоями.

Предпочтительно основные подложки снабжать проводящими переходными отверстиями, причем проводящие переходные отверстия создавать в подложках после каждой операции наслаивания.

Такое решение облегчает совмещение отдельных слоев многослойной платы с печатным монтажом и облегчает в дальнейшем работу с ней.

Целесообразно для нанесения слоя такого адгезива на одну или обе стороны снабженной схемой основной подложки в качестве адгезива применять клей на основе неотвержденного или только частично отвержденного термоотверждающегося синтетического материала.

При таком решении применение давления и повышенной температуры при изготовлении платы приводит первоначально к легкому растеканию клея, что облегчает приведение в контакт промежуточной подложки с токопроводящими дорожками и полное заполнение пустот между ними, а затем — к необратимому его отверждению, что жестко связывает воедино слоистую конструкцию и исключает возможность размягчения и течения клея в процессе эксплуатации платы при повышенных температурах.

Предпочтительно использовать подложки, матрицу сердцевины которых выбирают из следующей группы термоотверждающихся синтетических материалов: цианатовые смолы, ненасыщенные полиэфировые смолы, виниловые эфирные смолы, акрилатовые смолы, BT-эпоксидная смола, бисмалеимидная смола, полиимид, фенольные смолы, триазины, полиуретаны, бисцитраконовые смолы и комбинации этих смол.

Эти материалы по своим физико-механическим и электротехническим параметрам наиболее отвечают требованиям, предъявляемым современной промышленностью.

В способе можно использовать подложки, матрица сердцевины которых содержит только термопластичный синтетический материал, или как термопластичный, так и термоотверждающийся синтетические материалы.

Выбор материала определяется в зависимости от вида электрических схем, размещенных в плате, и условий эксплуатации, для которых она предназначена.

Предпочтительно материал армирующих волокон выбирать из следующей группы материалов: стекло А, стекло AR, стекло С, стекло D, стекло Е, стекло R, стекло S1, стекло S2, кварцкремнезем, парафенилентерафталамид, полибензобисоксазол, полибензобистиазол и полибензоимидазол, полиэтилентерефталат и полифениленсульфид.

Применение волокон из этих материалов и регулирование их плотности в материале матрицы позволяет создать многослойную плату с печатным монтажом, в которой КТР изолирующего материала близок к КТР деталей электрических схем, размещенных на этой плате.

Предпочтительно наносить слой адгезива, состоящий из термоотверждающегося синтетического материала.

Применение такого адгезива исключает возможную деформацию многослойной платы с печатным монтажом или сдвиг ее отдельных слоев при ее дальнейшей эксплуатации при повышенных температурах.

Заявляемый способ заключается в том, что для изготовления многослойной платы с печатным монтажом соединяют путем наслаивания по меньшей мере одну основную подложку с твердой сердцевиной и проводящими дорожками и пустотами между дорожками по меньшей мере на одной стороне и по меньшей мере одну промежуточную подложку с твердой сердцевиной с применением слоя адгезива между двумя указанными подложками. Особенность способа заключается в том, что слой адгезива наносят на снабженную схемой основную подложку на стороне, обращенной к промежуточной подложке, причем слой адгезива является текучим, и осуществляют наслаивание под таким давлением, которое приводит промежуточную подложку в контакт с проводя-

щими дорожками основной подложки и к заполнению адгезивом пустот между дорожками. При этом используют основную подложку и промежуточную подложку, содержащие армированный волокнами термоотверждающийся материал, причем армирование выполнено в виде перекрестно расположенных слоев однонаправленно армированных волокон.

Обычно текучим адгезивом является клей, который либо является жидким, либо его могут сделать жидким (обычно посредством повышенной температуры). Промежуточная подложка или подложки могут также быть покрыты клеем, хотя предпочтение отдается применению промежуточных подложек без покрытия.

Промежуточную подложку можно также снабдить проводящими дорожками или сделать ее пригодной для образования проводящих дорожек (например, снабдить медной фольгой или модифицировать для нанесения покрытия химическим путем) на одной стороне. Этот способ особенно подходит для изготовления так называемого masslat. В этом способе применяют одну основную подложку, покрытую с обеих сторон клеем и снабженную проводящими дорожками на обеих сторонах, и две промежуточные подложки — по одной на каждой стороне основной подложки, причем промежуточные подложки на стороне, обращенной в сторону от основной подложки, образуют с проводящими дорожками или ее поверхность делают пригодной для образования проводящих дорожек.

На плату печатной схемы слой текучего адгезива можно нанести несколькими способами, включая нанесение покрытия обратным валиком, распылением или другими способами нанесения покрытия, известными в данной области техники. Адгезив можно наносить из горячего расплава и также из раствора, после этого растворитель испаряется до операции наслоения. Можно также применять водорастворимый клей. Либо можно применять адгезив в форме твердого порошка и наносить его окунанием или в электрическом поле.

Предпочтительно, до операции наслоения текучий адгезив доводят до твердого, нелипнущего состояния, например, посредством частичного отверждения или применения его при температуре ниже T_g (температура стеклования), конечно, при условии, что текучий адгезив может стать достаточно жидким для заполнения пустот между проводящими дорожками.

Действие адгезива можно активизировать путем подвергания основных подложек и/или промежуточных подложек поверхностной обработке, например, посредством придания шероховатости или модифицирования поверхности с использованием пескоструйной обработки, обработки абразивной бумагой или пемзой, обработки коронным разрядом, пламенной обработки, химического травления и т.п.

Для промежуточных и основных подложек применяют армированный матричный материал, который устраняет упомянутые недостатки и имеет достаточно низкий коэффициент теплового расширения и благоприятную плоскостность.

Этот материал содержит два или больше слоев армирующих волокон или нитей, заделанных в отвержденном термореактивном синтетическом материале на основе, например, эпоксидной смолы. Армирование выполняют в виде слоев, состоящих из множества взаимно параллельных вытянутых волокон, не связанных в форме ткани, причем они проходят по существу прямолинейно, причем волокна прилегающих друг к другу слоев располагаются в перекрестных направлениях. Этот тип армированного матричного материала будет называться как однонаправленно (ОН) армированный материал для краткости. Согласно настоящему изобретению, предпочтительно, чтобы три упомянутых слоя волокон, из связанных в форме ткани, были расположены в материале матрицы в зеркальном положении относительно плоскости симметрии, и чтобы волокна прилегающих слоев пересекались под углом предпочтительно примерно 90° . Этот ОН-армированный материал, точнее слой с пересекающимся расположением армирующих ОН-волокон, который является подходящим для применения в многослойной подложке с печатным монтажом, уравновешен и является симметричным относительно средней плоскости. Пример такого материала, используемого в подложке, описан в упомянутом патенте США № 4943334. Благодаря способу наслоения в соответствии с изобретением, позволившему использовать текучий адгезив, который, по существу, не присутствует между проводящими дорожками основной подложки и твердой матрицей смежной промежуточной подложки, преимущества однонаправленно ориентированного материала можно использовать в многослойной плате с печатным монтажом.

Эти преимущества включают в себя в частности благоприятную размерную стабильность. Также, применяемые подложки имеют относительно низкие коэффициенты теплового расширения (КТР) в направлениях X и Y, предпочтительно приблизительно равные коэффициенту теплового расширения применяемого электропроводящего материала (обычно медь). Кроме того, можно изготовить подложки, имеющие коэффициенты расширения в направлениях X и Y, примерно равные коэффициентам расширения электронных элементов, применяемых вместе с многослойной платой с печатным монтажом, особенно кремниевых кристаллов. Следует отметить, что эти элементы можно наносить на многослойную плату ("кристалл на плате") или их можно погрузить в подложку, например, в виде промежуточной подложки в соответствии с настоящим изобретением ("кристалл в плате"). Что касается последнего варианта выполнения изобретения, то подложку, покрытую адгезивом, следует снабдить открытыми полостями для погружения кристаллов. Конечно, кристаллы также можно вводить в полости, образованные в основной подложке. Эффективный способ изготовления конструкции "кристалл в плате" включает в себя размещение одного или нескольких кристаллов на основной подложке (и электрическое его соединение со схемой на основной подложке) и затем наслаивание на основную подложку, содержащую кристалл, покрытую клеем промежуточную подложку, снабженную соответствующими полостями, чтобы охватить кристалл или кристаллы, прикрепленные к основной подложке.

Многослойную плату с печатным монтажом, в соответствии с изобретением, можно легко получить, если каждую из $n-1$ промежуточных подложек ($n > 2$) разместить, в каждом случае, между n количеством смежных основных подложек и затем наслаивать их при повышенном давлении (и возможно при повышенной температуре), при вакууме или в комбинации при том и другом.

Предпочтительный вариант способа в соответствии с изобретением отличается тем, что толщина каждой промежуточной подложки составляет 0,025–0,6 мм, хотя, предпочтительно, толщина каждой промежуточной подложки является величиной того же порядка, что и толщина основной подложки. Толщина каждого, пластически деформируемого (текучего) слоя адгезива на одной или обеих сторонах основной

подложки с нанесенной схемой имеет величину того же порядка, что и проводящие дорожки, которые обычно имеют толщину 2–70 мкм. Предпочтительно способ, в соответствии с изобретением, отличается тем, что в качестве слоя "текучего адгезива, наносимого на одну или обе стороны слоя твердой сердцевины на основной подложке, с нанесенной схемой, используют клей на основе еще неотвержденного или только частично отвержденного термореактивного синтетического материала, например, эпоксидная смола, которая отверждается после заполнения пустот между проводящими дорожками.

Сердцевину проводящей подложки и основной подложки можно образовать из множества однонаправленно ориентированных препрегов, уложенных в стопу таким образом, чтобы их армирующие волокна пересекались, причем также можно применять другой способ приготовления. В частности, основную и промежуточную подложки можно изготовить непрерывным способом, при котором слоистый материал, состоящий из требуемого количества слоев вытянутых армирующих волокон, не связанных в форме ткани, укладывают на конвейерную ленту так, чтобы волокна соседних слоев пересекали друг друга. На материал, образованный из слоев волокон, наносят жидкую термореактивную смолу, после этого слоистый материал с нанесенной смолой пропускают через дублировочный пресс, в котором, под действием тепла и давления, слои волокон пропитываются смолой, и смола отверждается. Когда материал выходит из дублировочного пресса, на этот полностью или частично отвержденный материал можно нанести, на одну или обе его стороны, относительно тонкий упомянутый слой нелипкого адгезива, после чего промежуточная подложка будет готова.

В соответствии с другим возможным способом, сердцевину для основной и промежуточной подложек изготавливают из нескольких однонаправленных слоистых материалов, которые предпочтительно пересекают друг друга под углом 90°, они полностью или необратимо отверждаются, и их связывают вместе при помощи слоя адгезива. Слоистые материалы на основе однонаправленно ориентированных материалов, связанных вместе слоем адгезива, можно изготовить в статических, многократно открывающихся прессах, а также в автоклавах, дублировочных прессах и в так называемых вакуумных камерах.

В смолу матрицы можно добавлять известным способом также такие наполнители как, например, мелкий порошок кварца и порошкообразное стекло, например порошок боросиликатного стекла.

Хотя для матрицы основной подложки предпочтительно применять смолу на основе эпоксидной смолы, однако, в принципе, можно также применять другие смолы, например цианатовые, ненасыщенные полиэфировые, винилэфировые, акрилатовые смолы, BT-эпоксидные, бисмалеимидные (BM1) смолы, полиимид (P1), фенольные смолы, триазины, полиуретаны, бисцитраконовую смолу (BC1). Либо можно применять комбинации упомянутых смол и также можно смешивать упомянутые смолы с определенными соответствующими терморезактивными смолами, например PPO (полифениленоксид) PES, PSU и PE1.

Для описанного слоя адгезива могут быть пригодны различные полимеры, особенно, терморезактивные смолы, например эпоксидная смола (EP), полиуретан (PU), виниловый эфир (VE), полиимид (P1), бисмалеимид (BM1), бисцитраконовая смола (BC1), цианатовые эфиры, триазины, акрилаты и их смеси. До нанесения адгезива в него можно вводить различные добавки, например катализаторы, ингибиторы, загустители, усилители адгезии, подобные всем типам силановых связующих веществ, и особенно наполнители. Эти наполнители предпочтительно выбирают из следующей группы материалов: кварцевый, стеклянный, керамический порошки, например порошок глинозема. Предпочтительно, чтобы применяемые наполнители имели низкий коэффициент теплового расширения и низкую диэлектрическую постоянную. Благоприятные результаты могут быть получены при применении полых сфер в качестве наполнителя, которые могут быть из полимерного, керамического материалов или стекла.

Для упомянутых армирующих волокон предпочтительно использовать филаментные нити, хотя можно также применять несплошные волокна. Согласно изобретению армирующие волокна предпочтительно выбирают из следующей группы материалов: стекло, например стекло E (алюмоборосиликатное бесщелочное стекло), стекло A, стекло C, стекло D (борсодержащее стекло с низкой диэлектрической проницаемостью), стекло AR, стекло R, стекло S1 и стекло S2 (термостойкое магнийалюмосиликатное стекло), и различные керамические материалы, например

окись алюминия и карбид кальция. Также пригодны волокна на основе полимеров, особенно жидкие кристаллические полимеры, например парафенилентерфталамид (PPDT), полибензобисоксазол (PBO), полибензобистиазол (PBT) и полибензоимидазол (PB1), а также волокна на основе полиэтилентерфталата (PETP) и полифениленсульфида (PPS).

В объеме изобретения возможны различные изменения.

В качестве примера, который не является ограничительным, многослойную плату с печатным монтажом изготовили в соответствии с изобретением следующим образом.

Способом намотки, описанным в патенте США № 4943334, изготавливают основную подложку размером 400 x 400 мм. Изготавливают слоистый материал для лакирования его с обеих сторон дважды обработанной медной фольгой, имеющейся в продаже. Применяя обычный способ травления (см. С.Дж. Коомбз, Дж., "Справочник по печатным схемам", опубликованный Мак Гроу-Хилл, глава 14), вытравливают рисунок медных дорожек из слоев медной фольги, нанесенных на этот слоистый пластик, для получения двухсторонней платы с печатным монтажом.

На двухстороннюю плату с печатным монтажом наносят эпоксидный клей на основе 36,5 мас.% Epikote® 5050 (бромированный эпоксид, который представляет собой диглицидный эфир тетрабромбисфенола -А, имеющий содержание эпоксидной группы 2600 ммоль/кг), 63,5 мас.частей Epikote® 164 (твердая эпоксидная смола на основе крезолформальдегид новолак-полиглицидного эфира, имеющая содержание эпоксидной группы 4445 ммоль/кг), и 3 мас.частей латентного отвердителя, который представляет собой трехфтористый бор, образующий сложное соединение с моноэтиламинном, для изготовления покрытой адгезивом платы с печатным монтажом, то есть основной подложки, покрытой адгезивом, в соответствии с изобретением.

Изготавливают два других слоистых материала размером 400 x 400 мм с применением способа намотки нитей вокруг оправки, описанного в патенте США № 4943334. Слоистый материал изготавливают так, чтобы покрыть его с одной стороны медной фольгой. Другую сторону снабжают антиадгезионной пленкой политетрафторэтилена (в результате спо-

соба намотки вокруг оправки) для образования двух промежуточных подложек, каждая из которых имеет незащищенную поверхность на одной стороне в соответствии с изобретением.

После удаления антиадгезионной пленки упомянутые слоистые материалы укладывают в стопу в следующем порядке (сверху вниз):

– промежуточная подложка с незащищенной поверхностью, обращенной вниз, а медная фольга сверху,

– двухсторонняя основная подложка с нанесенной схемой, покрытая с обеих сторон адгезивом,

5 – промежуточная подложка, с незащищенной поверхностью, обращенной вверх, и со слоем медной фольги, обращенным вниз.

10 Стопу укладывают в вакуумный пресс, вакуумируют и прессуют, при этом ее нагревают до температуры 180°C. Спустя один час пресс открывают и получают многослойную плату с печатным монтажом в соответствии с изобретением.

Упорядник

Техред М. Келемеш

Коректор О.Обручар

Замовлення 520

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101