

Настоящее изобретение относится к структурам в виде металлического слоистого листа и, более конкретно, к структурам слоистого листа с формуемым металлическим сердечником и способам, и система их изготовления.

Слоистые структуры с металлическим сердечником известны в данной области техники. Например, в патенте США № 3525663, Hale и в патенте США № 4035536, Morrison, раскрыты металлические слоистые структуры, имеющие формованный металлический сердечник, припаянный твердым припоем к двум внешним металлическим листам. Однако считается, что структуры, раскрытые Hale и Morrison, и другие аналогичные обычные слоистые структуры с формованным металлическим сердечником с трудом поддаются формованию с получением составных кривых и других сложных форм без расслоения, сморщивания и/или другой потери конструктивной целостности листа. Поэтому слоистые структуры с металлическим сердечником предшествующего уровня техники плохо подходят для вариантов применения, в которых требуется формирование составных кривых, например, без расслаивания или сморщивания во время процесса формования.

Другие типы слоистых структур с металлическим сердечником, такие как сотовые слоистые структуры, описаны, например, в патенте США № 6544623, Straza. Хотя такие слоистые структуры с сотовым сердечником обеспечивают улучшенную формуемость по сравнению с другими слоистыми структурами с металлическим сердечником, они являются относительно дорогостоящими при производстве и поэтому плохо подходят для большинства коммерческих вариантов применения, в которых требуется обеспечить малую стоимость (например, для изготовления кузовов автомобилей).

Поэтому существует потребность в улучшенной слоистой структуре с металлическим сердечником, которая была бы более экономичной при производстве и которая проявляла бы улучшенные характеристики формования, без нарушения конструктивной целостности и прочности.

Изобретение решает указанные выше и другие проблемы путем создания улучшенной металлической слоистой структуры, которая включает в себя формованный металлический сердечник, который припаян твердым припоем или соединен с двумя внешними плоскими металлическими листами. Из такой улучшенной металлической слоистой структуры можно формовать сложные формы, которые сохраняют свою конструктивную целостность. Такая улучшенная металлическая слоистая структура также является более простой и более экономичной при производстве, чем слоистые структуры с сотовым сердечником предшествующего уровня техники, в то время как они обеспечивают прочность и характеристики, аналогичные структуре с сотовым сердечником.

В одном варианте воплощения изобретения способ производства слоистой структуры с металлическим сердечником включает в себя следующие этапы: обеспечивают формованный металлический сердечник, который имеет малый вес и является намного более жестким, чем обычный листовый металл, и из которого можно легко формовать изогнутые структуры, а также структуры, имеющие составные кривые, которые, например, изгибаются в двух или больше направлениях одновременно. В одном варианте воплощения лист с металлическим сердечником прокатывают, штампуют или прессуют с получением гофрированной формы, имеющей множество ячеек, содержащих чередующиеся передние и задние выступы, продолжающиеся наружу, вперед и назад от средней плоскости, причем каждый выступ имеет площадь соединительной поверхности или площадку, выполненную с возможностью пайки твердым припоем или соединения с соответствующими внешними металлическими листами с обеих сторон формованного листа металлического сердечника. Множество микроцарапин или выемок выполнены на соединительных площадках, что обеспечивает возможность более прочного соединения пайкой твердым припоем между металлическим сердечником и внешними металлическими листами, что способствует улучшенному капиллярному воздействию металлического сердечника во время процесса пайки твердым припоем. Улучшенные паяные соединения обеспечивают лучшую связь, поэтому полученная в результате структура многослойного листа не будет растрескиваться или расслаиваться во время формования. Из полученной в результате слоистой структуры проще формировать сложные кривые и формы при сохранении ее конструктивной целостности. Таким образом, улучшенная металлическая слоистая структура хорошо приспособлена для различных вариантов применения, в которых важно обеспечить возможность формования и конструктивной целостности (например, при применении для автомобильного кузова).

В другом варианте воплощения изобретение касается устройства для формования улучшенного листа с металлическим сердечником. Устройство включает в себя пресс или форму, которой прессуют (путем растяжения и/или сборки) лист металлического сердечника для формирования требуемой волнистой структуры сердечника. В требуемых местах на поверхности прессы микровыступы и/или микроребра, и/или микролинии (все вместе называемые здесь "микровыступами") продолжают наружу от поверхностей прессования таким образом, что во время формования листа с металлическим сердечником, микроцарапины и/или микроканавки, и/или микроканалы (все вместе называемые здесь "микроцарапинами") формируются так, что они продолжают внутрь на требуемой площади поверхности формованного металлического сердечника. Такие микроцарапины позволяют обеспечить улучшенную пайку твердым припоем между формованным металлическим сердечником и двумя внешними металлическими листами, благодаря улучшенному капиллярному воздействию металлического сердечника во время пайки твердым припоем.

В дополнительном варианте воплощения листы внешнего слоя скрепляют с помощью электросварки прихваточными швами с формованным сердечником перед пайкой твердым припоем или связыванием, что позволяет обеспечить улучшенное качество последующей пайки твердым припоем и получить улучшенную слоистую структуру. В одном варианте воплощения изобретение касается нового устройства электросварки прихваточными швами, предназначенного для сварки прихваточными швами формованного сердечника с внешними металлическими листами перед пайкой твердым припоем.

В различных вариантах воплощения изобретения различные формы и конфигурации ячейки, такие как шестиугольная, квадратная, восьмиугольная или другие формы могут быть сформированы в листе сердечника, а также могут применяться разные размеры ячейки в соответствии с требуемыми характеристиками формуемости, жесткости и разламывания. Например, может быть желательным, чтобы некоторые зоны в слоистой структуре легче разламывались (например, для получения "зоны деформации при столкновении" в каркасе автомобильного кузова) или должны быть выполнены более жесткими или более гибкими. Например, когда требуется обеспечить зоны деформации при столкновении автомобиля, слоистая структура (или, по меньшей мере, специальные области слоистой структуры) могут быть разработаны так, чтобы они легко ломались, что может помочь избежать ранений при ударе автомобиля, в то время как другие области корпуса автомобиля (например, крыша) могут быть выполнены более жесткими, что обеспечивает лучшую защиту от разлома металла внутрь салона автомобиля.

Сущность изобретения поясняется на чертежах, где

на фиг. 1 показан вид в перспективе листа металлического сердечника после его формования, в соответствии с одним вариантом воплощения изобретения;

на фиг. 2А - вид сверху формованного листа металлического сердечника по фиг. 1;

на фиг. 2В - вид сбоку в разрезе формованного металлического листа по фиг. 1 и 2А вдоль линии разреза, обозначенной линиями 2В-2В на фиг. 2А;

на фиг. 3А - вид сверху листа металлического сердечника, формованного в виде волнистой шахматной структуры, в соответствии с другим вариантом воплощения изобретения;

на фиг. 3В - вид сбоку в разрезе формованного металлического сердечника по фиг. 3А вдоль линии 3В-3В на фиг. 3А;

на фиг. 4 - вид сбоку листа металлического сердечника, сформованного между двумя пресс-плитами или формами, в соответствии с одним вариантом воплощения изобретения;

на фиг. 5 - вид сбоку с покомпонентным представлением деталей слоистой структуры металлического сердечника перед пайкой твердым припоем в соответствии с одним вариантом воплощения изобретения;

на фиг. 6 - слоистая структура с металлическим сердечником по фиг. 4 после пайки твердым припоем;

на фиг. 7 - вид в перспективе устройства сварки для электросварки прихваточными швами, используемого для сварки прихваточными швами слоистой структуры с металлическим сердечником перед пайкой твердым припоем, в соответствии с дополнительным вариантом воплощения изобретения.

Предпочтительные варианты воплощения изобретения подробно описаны ниже со ссылкой на фигуры, на которых одинаковые элементы на всех чертежах обозначены одинаковыми номерами ссылочных позиций. Следует понимать, что фигуры не обязательно вычерчены в масштабе, но предназначены исключительно для иллюстрации некоторых новых аспектов, свойств и процессов в соответствии с изобретением.

На фиг. 1 представлен вид в перспективе формованного металлического сердечника 10, изготовленного в соответствии с одним вариантом воплощения изобретения. В этом варианте воплощения металлический сердечник 10 сформован в виде волнистой структуры, имеющей множество ячеек 12, содержащих чередующиеся передние и задние выступы, продолжающиеся наружу вперед и назад от средней плоскости 14, причем каждый выступ имеет площадь поверхности соединения или площадку 16, выполненную с возможностью ее пайки твердым припоем или соединения с соответствующими внешними металлическими листами (не показаны) с обеих сторон средней плоскости 14. Как показано на фиг. 1, множество микроцарапин или углублений 18 сформовано на соединительных площадках 16. Как поясняется подробно ниже, микроцарапины 18 обеспечивают более прочные соединения при пайке твердым припоем, формируемые между металлическим сердечником 10 и внешними металлическими листами, чему способствует улучшенное капиллярное воздействие металлического сердечника 10 во время процесса пайки твердым припоем.

На фиг. 2А представлен вид сверху формованного металлического сердечника 10 по фиг. 1. Металлический сердечник 10 включает в себя множество выступающих вверх ячеек 12А и множество выступающих вниз ячеек 12В. Также показаны соединительные площадки 16 выступающих вверх ячеек 12А, в то время как соединительные площадки 16 выступающих вниз ячеек 12В расположены на противоположной стороне сердечника 10 и, следовательно, не показаны на фиг. 2А. Множество микроцарапин или выемок 18 сформованы на соединительных площадках 16 каждой ячейки 12А и 12В, что способствует улучшенному капиллярному действию металлического сердечника 10 во время пайки твердым припоем.

На фиг. 2В представлен вид сбоку в разрезе металлического сердечника 10 вдоль соответствующей

линии 2В-2В, обозначенной на фиг. 2А. Как показано на фиг. 1, 2А и 2В, в одном варианте воплощения, каждая ячейка 12А и 12В сформована с приданием ей формы восьмиугольника. Однако следует понимать, что изобретение не ограничивается какой-либо конкретной формой, размером и/или конфигурацией ячеек 12А, 12В. Любую требуемую форму, размер и конфигурацию ячеек можно использовать для получения различных требуемых физических характеристик получаемой в результате слоистой структуры с металлическим сердечником в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 3А представлен вид сверху альтернативного, примерного формованного металлического сердечника 30, имеющего множество ячеек 32А и 32В квадратной формы в шахматной конфигурации. Ячейки 32А представляют выступающие вверх ячейки, и ячейки 32В представляют выступающие вниз ячейки. Каждая ячейка 32А и 32В имеет соответствующую соединительную площадку 34, и множество микроцарапин 36 сформовано на поверхности каждой соединительной площадки 34. На фиг. 3В иллюстрируется вид сбоку в разрезе формованного металлического сердечника 30 по фиг. 3А, вдоль линии 3В-3В, обозначенной на этой фигуре.

На фиг. 4 представлен вид сбоку в поперечном сечении металлического сердечника 30, в том виде, как он формируется между двумя прессами 42 и 44, имеющими соответствующие формованные структуры и конфигурации для формования металлического сердечника 30 с получением требуемой формы и конфигурации. Во время формования плоский лист металлического материала 30 размещают между верхним и нижним прессами 42 и 44 соответственно. Когда верхний и нижний прессы 42 и 44 сжимают вместе, металлический сердечник 30 формируется путем растяжения и/или сборки материала 30 металлического листа для формования ячеек 32А и 32В в шахматной конфигурации. Следует понимать, что прессы 42 и 44 представляют собой только примеры и, что прессы, имеющие другую требуемую формованную структуру и конфигурацию, можно использовать для формования металлического сердечника, имеющего ячейки различной формы (например, восьмиугольники, шестиугольники, пятиугольники, квадраты, треугольники и т.д.), и с другими размерами, и конфигурацией.

В одном варианте воплощения микроцарапины 36, представленные на фиг. 3А, например, сформированы во время прессования металлического сердечника 30. Множество микровыступов, ребер и/или линий (все вместе называемые здесь "микровыступами") (не показаны) выполнено на выбранных поверхностях 46 и 48 верхнего и нижнего прессов 42 и 44 соответственно. Во время прессования металлического сердечника 30, микровыступы формируют множество микроцарапин 36 на соединительных площадках 34 ячеек 32А, 32В формованного металлического сердечника 30. В одном варианте воплощения микровыступы сформованы на поверхностях прессов 42 и 44, соответствующих соединительным площадкам 34 формованного металлического сердечника 30. В одном варианте воплощения микровыступы сформованы на соответствующих поверхностях пресса, используя тонкое вытравливание пресующих поверхностей, с использованием известных средств и методик (например, электрического травления металла, химического травления, пескоструйной обработки, дробеструйной обработки и т.д.). В одном варианте воплощения микровыступы сформованы так, что они образуют микроцарапины 36, имеющие глубину и/или ширину от 0,0005 дюймов (0,0127 мм) до 0,002 дюймов (0,0508 мм) и охватывают приблизительно 50-80% площади поверхности соединительных площадок 34. В различных вариантах воплощения царапины 36 могут представлять собой, по существу, параллельные каналы, могут иметь перекрещивающуюся конфигурацию или каналы, продолжающиеся в случайных направлениях, и/или изогнутые каналы. В альтернативных вариантах воплощения микроцарапины могут быть сформованы с помощью процессов электроэрозионной обработки (EDM, ЭЭО), которые хорошо известны в данной области техники. В других вариантах воплощения микроцарапины 36 могут быть сформованы на соединительных площадках 34 металлического сердечника 30, после прессования и формования металлического сердечника 30. Следует, однако, понимать, что при использовании прессов 42 и 44 с заранее сформированными микровыступами, которые автоматически формируют микроцарапины 36 на металлическом сердечнике 30 во время прессования, можно сэкономить значительное количество времени и трудозатрат по сравнению с формованием микроцарапин 36 вручную или индивидуально для каждого металлического сердечника 30 после прессования.

В альтернативных вариантах воплощения металлический сердечник 10, 30 может быть сформован после того, как материал для пайки твердым припоем будет размещен с каждой стороны сердечника 10, 30. Таким образом, лист металлического сердечника плюс материал для пайки твердым припоем с каждой стороны листов металлического сердечника, прессуют и формируют вместе с использованием прессов 42 и 44. Материал для пайки твердым припоем может быть размещен на поверхности металлического сердечника 10, 30 перед формованием сердечника 10, 30 путем напыления порошка для пайки твердым припоем на лист сердечника, который должен быть сформован, или путем размещения листов материала 50 для пайки твердым припоем с обеих сторон формируемого листа сердечника. При использовании соответствующей величины давления во время формования материал для пайки твердым припоем внедряется в лист сердечника. Это способствует последующему процессу пайки твердым припоем, благодаря равномерному распределению материала для пайки твердым припоем по поверхности формируемого листа сердечника. В этих вариантах воплощения микроцарапины 18, 36 формируют, и они проходят через материал для пайки твердым припоем на соединительные площадки 16, 34 формованного металлического

сердечника 10, 30. После этого формованный металлический сердечник 10, 30, а также формованные листы материала для пайки твердым припоем соединяют слоями между двумя внешними металлическими листами и паяют твердым припоем при высокой температуре (например, 670-730°C) при пониженном атмосферном давлении или в вакуумной печи для получения слоистой структуры с металлическим сердечником в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 5 представлен вид сбоку в разрезе с покомпонентным представлением деталей примерного формованного металлического сердечника 10 (фиг. 1), зажато между двумя листами материала 50 для пайки твердым припоем, которые, в свою очередь, зажаты между двумя внешними металлическими листами 60. В данном варианте воплощения листы материала 50 для пайки твердым припоем не были спрессованы и сформованы с металлическим сердечником 10, как описано выше. На фиг. 6 представлен вид сбоку в поперечном сечении полученной в результате слоистой структуры 70 с металлическим сердечником после окончания пайки твердым припоем металлического сердечника 10 с внешними металлическими листами 60. Микроцарапины 18 (фиг. 2А) позволяют обеспечить улучшенный капиллярный эффект таким образом, что материал 50 для пайки твердым припоем после плавления более легко протекает в поры соединительных площадок 16 (фиг. 1 и 2А), и, таким образом, обеспечивается более прочное соединение при пайке твердым припоем между плотно прижатыми поверхностями соединительных площадок 16 и внешними металлическими листами 60. Улучшенный капиллярный эффект и, следовательно, улучшенное соединение при пайке твердым припоем, обеспечиваемое благодаря микроцарапинам 18, позволяет получить более прочную слоистую структуру с металлическим сердечником 70, из которой могут быть сформованы составные кривые и другие формы и которые более легко формуются без расслоения, образования морщин или другой потери ее конструктивной целостности. В дополнительных вариантах воплощения микроцарапины также могут быть сформованы на внутренней поверхности внешних металлических листов 60 для улучшения капиллярного эффекта внешних металлических листов 60 во время пайки твердым припоем.

В дополнительном варианте воплощения изобретения перед пайкой твердым припоем все слои металлической слоистой структуры 70, содержащие формованный металлический сердечник 10, листы 50 материала для пайки твердым припоем и два внешних металлических листа 60, сваривают вместе электросваркой прихваточными швами для закрепления множества слоев друг с другом и исключения относительного движения во время процесса пайки твердым припоем. Это дополнительно улучшает прочность соединений при пайке твердым припоем, сформированных между соединительными площадками 16 сердечника 10 и внешними металлическими листами 60, для обеспечения более высокого качества готового продукта.

На фиг. 7 показан вид в перспективе нового сварочного устройства 100 для сварки прихваточными швами, которое можно использовать совместно с настоящим изобретением. Устройство 100 включает в себя компьютер и/или управляемую с помощью электронного средства коробку 102 привода, которая содержит стандартные электронные и механические компоненты (например, зубчатые передачи, переключатели, источник питания и т.д.) для управления движением рычага 104 привода, который управляет движением верхней пластины 106. Слоистую структуру 70 с металлическим сердечником (фиг. 5 и 6) размещают между верхней пластиной 106 и нижней заземленной пластиной 108. Как показано на фиг. 7, верхняя пластина 106 для сварки прихваточными швами содержит множество подсекций 110, которые электрически изолированы друг от друга. В одном варианте воплощения подсекции 110 могут быть изготовлены из меди или медного сплава и изолированы друг от друга изолирующим материалом (например, керамикой). Каждая из подсекций 110 электрически соединена с соответствующим электропроводным проводом 112 через соответствующие контакты 114. Электропроводные провода 112 соединены с коробкой 116 выключателя источника питания, которая управляет подачей электрического тока в каждый индивидуальный провод 112. Коробкой 116 выключателя источника питания можно управлять с помощью компьютера или процессора (не показан).

В одном варианте воплощения ток низкого напряжения с большой энергией последовательно подают в каждую подсекцию 110 для сварки прихваточными швами соответствующего участка слоистой структуры 70 с металлическим сердечником, расположенным между соответствующей подсекцией 110 и нижней заземленной пластиной 108. В одном варианте воплощения к верхней и нижней пластинам 106 и 108, соответственно, прикладывают равномерное давление через слоистую структуру 70. Последовательность прихваточных швов быстро формируется в разных областях слоистой структуры 70, путем последовательной подачи электрического тока в каждую подсекцию 110 верхней пластины 106. Благодаря последовательной сварке прихваточными швами участков слоистой структуры 70 только по одному одновременно, такой процесс сварки прихваточными швами позволяет управлять нагревом и охлаждением слоистой структуры 70, что, в свою очередь, обеспечивает улучшенные прихваточные швы. Таким образом, участки слоистой структуры 70 после сварки прихваточными швами оставляют остывать, в то время как другие участки сваривают прихваточными швами. Такой способ охлаждения обеспечивают лучшую сварку прихваточными швами, и полученная в результате слоистая структура 70 обладает меньшей тенденцией расслоения на отдельных сварных прихваточных швах. Другими словами, нагрев и охлаждение структуры 70 в разных областях во время ее сварки прихваточными швами помогает предот-

вернуть разделение отдельных прихваточных швов. После сварки вместе прихваточными швами в слоистой структуре 70 с металлическим сердечником, как описано выше, структуру 70 затем помещают в печь для пайки твердым припоем.

Слоистая структура 70 с металлическим сердечником может включать в себя металл любого типа и/или сплавы металлов, такие как формованный сердечник 10, 30 и внешние металлические листы 60, такие как, например, сталь A1 или D2. Следует понимать, что любые металлы, сплавы металлов или их комбинации, которые пригодны для пайки твердым припоем, можно рассматривать, как находящиеся в пределах объема настоящего изобретения (например, медь, алюминий, титан, и т.д.). Кроме того, любой тип известного материала для пайки твердым припоем, например, в форме листов, фольги, распыляемых материалов, порошков, пасты или суспензий можно использовать в соответствии с настоящим изобретением. Кроме того, предусматривается, что в некоторых вариантах воплощения изобретения могут использоваться неметаллические материалы сердечника и металлические внешние листы. Например, известные синтетические и/или полимерные материалы (например, Kevlar) можно использовать для формирования сформованного путем впрыска под давлением сердечника, и после этого его можно соединить (например, с помощью сварки ультразвуком и/или сварки вибрацией) с синтетическими и/или полимерными внешними листами. Микроцарапины формируют на площадках соединения неметаллического сердечника, что способствует захвату между сердечником и внешними листами во время и после сварки.

Различные предпочтительные варианты воплощения изобретения были описаны выше. Однако следует понимать, что эти различные варианты воплощения представляют собой только примеры и не должны ограничивать объем изобретения, который определен в формуле изобретения, представленной ниже. Различные модификации предпочтительных вариантов воплощения, описанные выше, могут быть воплощены специалистами в данной области техники без излишних экспериментов. Считается, что такие различные модификации находятся в пределах объема и сущности изобретения, которые определены в формуле изобретения, приведенной ниже.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления слоистой структуры с металлическим сердечником, в котором формируют металлический сердечник, имеющий множество ячеек, выступающих вперед и назад, причем каждая ячейка имеет соответствующую обращенную вперед и назад соединительную площадку; формируют микроцарапины на соединительных площадках каждой ячейки; размещают материал для пайки твердым припоем с обеих сторон формованного металлического сердечника; размещают первый и второй металлические листы с обеих сторон формованного металлического сердечника, образуя таким образом слоистую структуру, в которой материал для пайки твердым припоем расположен между формованным металлическим сердечником и первым и вторым металлическими листами с каждой стороны формованного металлического сердечника; и нагревают слоистую структуру для пайки твердым припоем формованного металлического сердечника с первым и вторым металлическими листами, в котором микроцарапины обеспечивают улучшенное капиллярное действие на соединительных площадках ячеек.
2. Способ по п.1, в котором дополнительно осуществляют сварку прихваточными швами слоистой структуры перед нагревом.
3. Способ по п.2, в котором действие сварки прихваточными швами содержит последовательную сварку прихваточными швами под областей слоистой структуры, таким образом, что обеспечивается возможность охлаждения одной подобласти, в то время как другую подобласть подвергают сварке прихваточными швами.
4. Способ по п.1, в котором ячейки выполнены так, что они имеют форму, выбранную из группы, состоящей из восьмиугольников, шестиугольников, пятиугольников, квадратов, прямоугольников, треугольников и кругов.
5. Способ по п.1, в котором микроцарапины содержат канавки, которые имеют глубину приблизительно от 0,0005 (0,0127 мм) до 0,002 (0,0508 мм) дюйма.
6. Способ по п.1, в котором микроцарапины покрывают приблизительно 50-80% площади поверхности соединительных площадок.
7. Способ по п.1, в котором микроцарапины формируют на соединительных площадках во время формования металлического сердечника.
8. Слоистая структура с металлическим сердечником, содержащая металлический сердечник, имеющий множество выступающих вперед и назад ячеек, причем каждая ячейка имеет соответствующую обращенную вперед или назад соединительную площадку; и первый и второй металлические листы, припаянные твердым припоем на соединительной площадке множества ячеек с обеих сторон формованного металлического сердечника, в результате чего образуется слоистая структура, в которой множество микроцарапин сформованы на соединительных площадках ячеек перед пайкой твердым припоем, что обеспечивает улучшенное капиллярное действие на соединительных площадках ячеек.

тельных площадках ячеек.

9. Структура по п.8, в которой металлический сердечник и первый и второй металлические листы сваривают вместе сваркой прихваточными швами перед пайкой твердым припоем.

10. Структура по п.9, в которой структуру последовательно сваривают прихваточными швами в подбластих структуры, обеспечивая возможность охлаждения одной подбласти, в то время как в другой подбласти выполняют сварку прихваточными швами.

11. Структура по п.8, в которой ячейки выполнены так, что они имеют форму, выбранную из группы, состоящей из восьмиугольников, шестиугольников, пятиугольников, квадратов, прямоугольников, треугольников и кругов.

12. Структура по п.8, в которой микроцарапины содержат канавки, которые имеют глубину приблизительно от 0,0005 до 0,002 дюйма (от 0,0127 до 0,0508 мм).

13. Структура по п.8, в которой микроцарапины охватывают приблизительно 50-80% площади поверхности соединительных площадок.

14. Структура по п.8, в которой микроцарапины формируют на соединительных площадках во время формования металлического сердечника.

15. Формованный металлический сердечник, выполненный с возможностью соединения по меньшей мере с одним внешним листом металла для получения слоистой структуры с металлическим сердечником, причем формованный металлический сердечник содержит

множество выступающих вперед и назад ячеек, причем каждая ячейка имеет соответствующую обращенную вперед или назад соединительную площадку; и

множество микроцарапин, сформированных на соединительных площадках ячеек перед пайкой твердым припоем, что обеспечивает улучшенное капиллярное воздействие на соединительных площадках ячеек.

16. Формованный металлический сердечник по п.15, в котором ячейки выполнены так, что они имеют форму, выбранную из группы, состоящей из восьмиугольников, шестиугольников, пятиугольников, квадратов, прямоугольников, треугольников и кругов.

17. Формованный металлический сердечник по п.15, в котором микроцарапины содержат канавки глубиной приблизительно от 0,0005 до 0,002 дюйма (от 0,0127 до 0,0508 мм).

18. Формованный металлический сердечник по п.15, в котором микроцарапины охватывают приблизительно 50-80% площади поверхности соединительных площадок.

19. Формованный металлический сердечник по п.15, в котором микроцарапины сформированы на соединительных площадках во время формования металлического сердечника.

20. Устройство для формования металлического сердечника, выполненного с возможностью соединения с двумя внешними металлическими листами для получения слоистой структуры с металлическим сердечником, содержащее

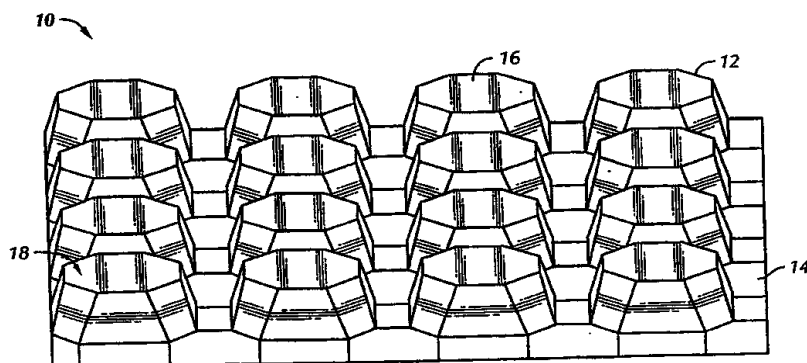
верхний пресс и

нижний пресс, выполненный с возможностью работы совместно с верхним прессом, для формования металлического листа с требуемой формой, имеющей множество выступающих вперед и назад ячеек, причем каждая ячейка имеет соответствующие обращенные вперед и назад соединительные площадки; и

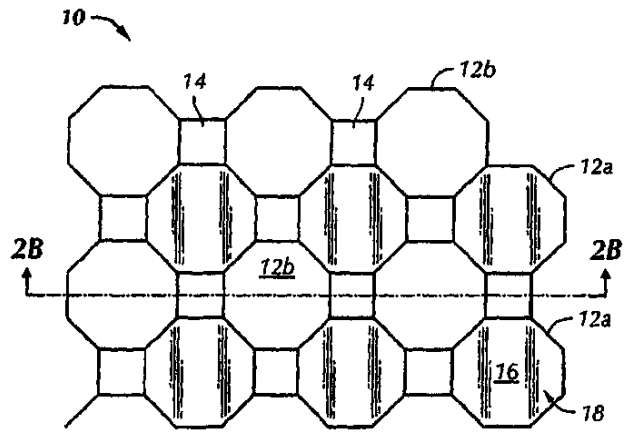
в котором верхний и нижний прессы, каждый содержит множество микровыступов для формования множества микроцарапин на соединительных площадках ячеек, что обеспечивает улучшенное капиллярное действие на соединительных площадках ячеек.

21. Устройство по п.20, в котором микровыступы выполнены с возможностью формирования микроцарапин, которые имеют глубину приблизительно от 0,0005 до 0,002 дюйма (от 0,0127 до 0,0508 мм).

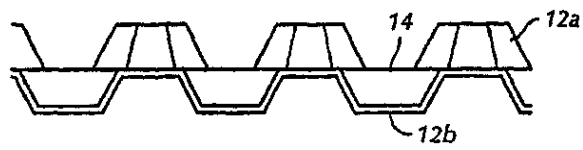
22. Устройство по п.20, в котором микровыступы выполнены с возможностью формирования микроцарапин, которые охватывают приблизительно 50-80% площади поверхности соединительных площадок.



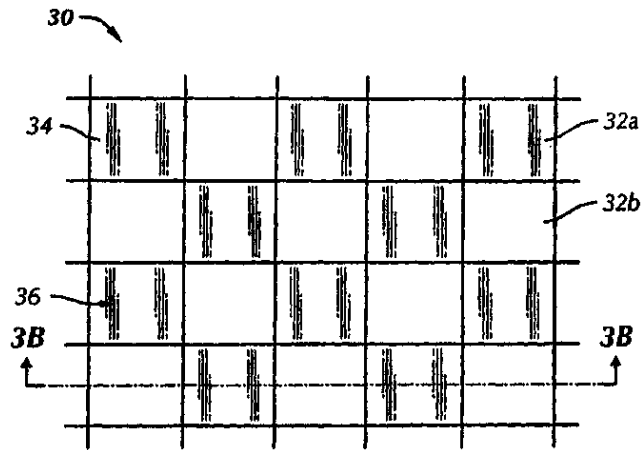
Фиг. 1



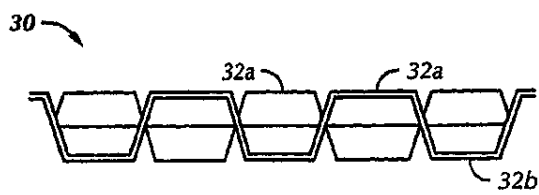
Фиг. 2А



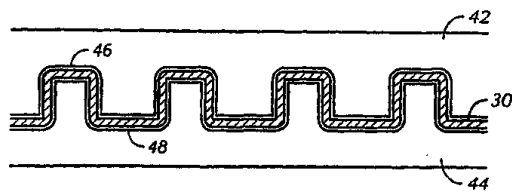
Фиг. 2В



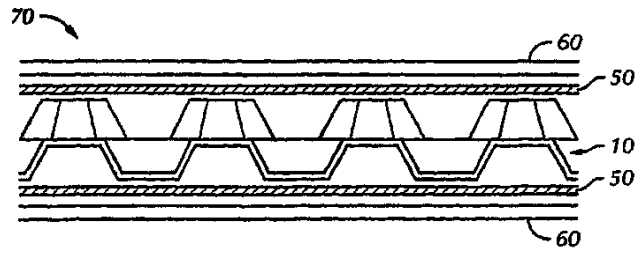
Фиг. 3А



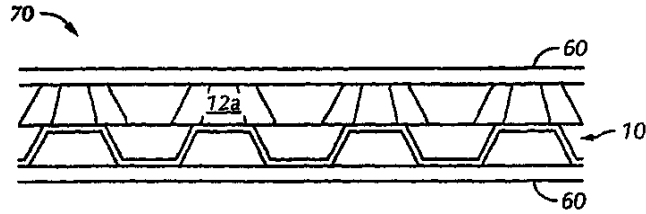
Фиг. 3В



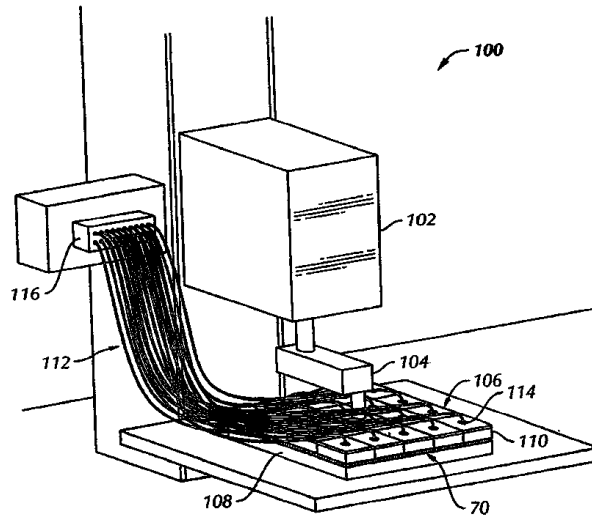
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7