



(19) **UA** (11) **77 348** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: а200504087, 11.09.2003

(24) Дата начала действия патента: 15.11.2006

(30) Приоритет: 30.09.2002 GB 0222624.9
17.02.2003 GB 0303619.1

(46) Дата публикации: 15.11.2006В23К 15/08
20060101CFI20051220RHUA В23К
26/08 20060101CLI20060717RHUA

(86) Заявка РСТ:
РСТ/GB03/03927, 20030911

(72) Изобретатель:

Данс Брюс Гай Ирвайн, GB,
Келлар Юен Джеймс Крофорд, GB

(73) Патентовладелец:

ДЗЕ ВЕЛДИНГ ИНСТИТУТ, GB

(54) модификация структуры заготовки

(57) Реферат:

Предложен способ модификации структуры заготовки (1). Способ содержит первый этап, при котором осуществляют относительное перемещение между энергетическим лучом и заготовкой (1) таким образом, что область (3) заготовки (1) плавится и расплавленный материал смещается, образуя выступ (2) на одном участке области (3) и отверстие (4) на другом участке области. Потом расплавленному материалу дают, по крайней мере, частично, застыть, после чего

первый этап повторяется один или больше раз, причем область, которая соответствует каждому повтору, пересекает область (3), в которой осуществляют первый этап.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2006, N 11, 15.11.2006. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **77 348** (13) **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a200504087, 11.09.2003

(24) Effective date for property rights: 15.11.2006

(30) Priority: 30.09.2002 GB 0222624.9
17.02.2003 GB 0303619.1

(46) Publication date: 15.11.2006B23K 15/08
20060101CFI20051220RHUA B23K
26/08 20060101CLI20060717RHUA

(86) PCT application:
PCT/GB03/03927, 20030911

(72) Inventor:

Dance Bruce Guy Irvine, GB,
Kellar Ewen James Crawford, GB

(73) Proprietor:

THE WELDING INSTITUTE, GB

(54) **method of modifying structure of workpiece**

(57) Abstract:

A method of modifying the structure of workpiece (1) is provided. The method comprises a first step of causing relative movement between a power beam and the workpiece (1) so that a region (3) of the workpiece (1) is melted and the melted material displaced to form a projection (2) at a first location in the region (3) and a hole (4) at a different location in the region. The melted material is then allowed to at least partially

solidify after which the first step is repeated one or more times, with the region ' corresponding to each repeat intersecting the region (3) of the first step.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2006, N 11, 15.11.2006. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **77 348** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
а200504087, 11.09.2003

(24) Дата набуття чинності: 15.11.2006

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької
конвенції : 30.09.2002 GB 0222624.9
17.02.2003 GB 0303619.1

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.11.2006B23K 15/08
20060101CFI20051220RHUA B23K
26/08 20060101CLI20060717RHUA

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору РСТ:
РСТ/GB03/03927, 20030911

(72) Винахідник(и):

Данс Брюс Гай Ірвайн, GB,
Келлар Юен Джеймс Крофорд, GB

(73) Власник(и):

ДЗЕ ВЕЛДІНГ ІНСТІТЮТ, GB

(54) МОДИФІКУВАННЯ СТРУКТУРИ ЗАГОТОВКИ

(57) Реферат:

Запропонований спосіб модифікування
структури заготовки (1). Спосіб містить перший
етап, при якому здійснюють відносне переміщення
між енергетичним променем і заготовкою (1) так,
що область (3) заготовки (1) плавиться і
розплавлений матеріал зміщується, утворюючи

виступ (2) на одній ділянці області (3) і отвір
(4) на іншій ділянці області. Потім розплавленому
матеріалу дають, щонайменше частково,
застигнути, після чого перший етап повторюється
один або більше разів, причому область, що
відповідає кожному повторенню, перетинає
область (3), в якій здійснюють перший етап.

Опис винаходу

Даний винахід відноситься до способу модифікування структури заготовки і до заготовок, модифікованих таким способом.

Застосування енергетичних променів, наприклад, електронних променів (ЕП) або лазерних променів, для модифікування поверхні вже добре відоме. Існує декілька різних способів для зміни поверхневих властивостей матеріалу, в яких застосовуються енергетичні промені для видалення, хімічного модифікування або переміщення матеріалу на поверхні виробу. Декілька з них вже є об'єктами заявлених і запатентованих винаходів.

Традиційний процес свердління за допомогою електронних променів для більшості металів та інших матеріалів, які можуть переходити у рідку фазу, проходить таким чином. По-перше, промінь високої енергетичної густини пробиває глухий "ключовий отвір" у матеріалі. Цей "ключовий отвір" звичайно являє собою вузький глибокий отвір. По сторонах цього отвору знаходиться шар розплавленого матеріалу. Отвір утримується відкритим переважно за рахунок тиску пари матеріалу, який знаходиться в або біля своєї точки кипіння в області найбільш високої густини енергії променя. По-друге, промінь утримують протягом часу, достатнього для того, щоб отвір став швидше проникним, ніж глухим. По-третє, промінь утримують трохи довше в одному положенні так, щоб промінь досяг матеріалу підкладки, який щільно прилягає до задньої сторони виробу. Цей матеріал підкладки є летким і утворює викид газоподібного матеріалу, який видаляє майже весь розплавлений матеріал зі сторін отвору.

Потрібно відмітити, даний тип свердління не може давати чистих "глухих" отворів, тому що відсутня сила, що забезпечує витіснення усього рідкого матеріалу.

У випадку матеріалу, який не може існувати у рідкій фазі або може бути хімічно перетворений безпосередньо у газоподібну фазу, свердління або різання можуть виконуватися без матеріалу підкладки. У цьому випадку можливе виконання глухих отворів.

У багатьох випадках, наприклад, при застосуванні лазера, використовується також "газова домішка", при якій до розплавленого матеріалу підводиться струмина газу для того, щоб перемістити його з метою різання або свердління.

Існують різні способи, які включають в себе застосування енергетичних променів для видалення матеріалу з поверхні виробу для того, щоб залишити бортики по суті незміненого матеріалу, і таким чином сформувати функціональну поверхню.

Існують також технології, в яких матеріал може бути переміщений у рідкій фазі для того, щоб змінити функціональність поверхні. В одному варіанті матеріал текстурується енергетичним променем, який або залишається нерухомим відносно поверхні рухомої заготовки, або рухається відносно поверхні у тому ж напрямі, в якому рухається заготовка у постійній системі координат. Таким способом звичайно роблять неглибокі отвори круглої або подовженої форми з приблизно рівномірно підвищеним краєм. Поверхневі текстури даного типу використовуються у виготовленні валків для обробки сталі, від яких текстура передається прокатаному сталевому продукту.

У другому процесі "текстурування поверхні" електронний (або лазерний) промінь спрямовують у різних напрямках на ділянки кожного отвору для надання переміщеному матеріалу специфічної форми. Якщо суміжні елементи створюються, поки попередні ще залишаються розплавленими, або, щонайменше, дуже гарячими, переміщений розплавлений матеріал з різних отворів може бути об'єднаний, або ціла поверхня може бути добре сплавлена. Отже, ця друга технологія забезпечує створення широкого набору функціональних поверхонь. Це описується у патенті Великобританії GB-A-2375728.

Обидві технології переміщення матеріалу, згадані вище, призводять до одержання характерних поверхонь. У першому випадку переміщений матеріал рівномірно розподіляється, тільки якщо отвори є відносно неглибокими відносно їх діаметра. У другому випадку отвори можуть мати глибину, порівнянну з їх шириною, забезпечуючи те, що матеріал, переміщуваний з них, переноситься у правильному напрямі від отвору. Матеріал, переміщений з отворів, сам або в об'єднанні з іншим розплавленим переміщеним матеріалом із сусідніх отворів затвердіває у характерні утворення. Вони подібні один до одного тільки у тому випадку, якщо їх форма визначається певною мірою силами поверхневого натягу.

Для більшості металів переміщений матеріал намагається, де, можливо, прийняти квазі-сферичну форму. Зв'язок між переміщеним матеріалом і субстратом і, отже, форма осадженого переміщеного матеріалу залежать від площі змочування і температури як субстрату, так і переміщеного матеріалу. Результатом є те, що для більшості металів елементи, що виступають над поверхнею вихідного субстрату, обмежені відношенням висота/ширина. Зокрема, висота будь-якої вибраної області осадженого матеріалу над поверхнею вихідного субстрату не перевищує істотно його ширину.

У даному винаході описується нова обробка енергетичними променями, в якій передбачена нова обробка переважно переміщеного матеріалу у рідкій фазі для створення нових типів структур. У даному винаході ділянка заготовки зазнає впливу рухомого енергетичного променя специфічним чином два або більше, переважно безліч разів. На відміну від попередніх описаних способів, матеріалу, переміщеному з кожної ділянки, дозволяють по суті затвердіти у новому місцеположенні, перш ніж енергетичний промінь буде знову застосований у тому ж або безпосередньо сусідньому місці.

Результатом є те, що переміщений матеріал від одного опромінення окремої ділянки на поверхні заготовки може згодом бути покритий додатковим переміщеним матеріалом. Це може бути або додатковий матеріал з тієї

ж ділянки, або додатковий матеріал, переміщений з альтернативної ділянки. Також отвори, сформовані в результаті переміщення матеріалу, можуть бути перекриті з метою одержання нового типу структури.

Дана технологія не обмежується одержанням нових поверхневих структур, оскільки її також можна застосовувати для модифікування структури глибше всередині заготовки, одержуючи правильну модифікацію структури в об'ємі матеріалу.

Результатом цього нового процесу є те, що звичайні описані вище обмеження, викликані геометрією матеріалу, що твердне, (і також утворюваних отворів), не є далі безперечними. Використовуючи дану технологію, можна "виросити" нові елементи на поверхні, застосовуючи послідовні опромінення окремої ділянки. Глибокі отвори також можуть бути сформовані всередині матеріалу, і вони можуть супроводжуватися або відповідними локалізованими поверхневими виступами, або пологими ділянками, що містять переміщений матеріал. Подібні елементи можуть бути у багато разів більшими за висотою/глибиною, ніж шириною, на відміну від елементів, вироблених за допомогою існуючих технологій.

Відповідно до першого аспекту даного винаходу, у способі модифікування структури заготовки

1) забезпечують відносний рух енергетичного променя і заготовки таким чином, що область заготовки плавиться, і розплавлений матеріал переміщується, утворюючи виступ на першій ділянці згаданої області та отвір на іншій ділянці області;

2) дозволяють розплавленому матеріалу, щонайменше частково, затвердіти; і після цього

3) повторюють етап 1) один або більше разів, причому область, що відповідає кожному повторенню, перетинає область етапу 1).

Винахід, таким чином, забезпечує новий спосіб модифікування структури заготовки, причому він включає в себе модифікування структури поверхні і/або об'єму.

Виступи, що утворюються при використанні даного способу, можуть набувати численних різних форм, таких як горби, шипи, плато і так далі. Отвори також можуть мати різноманітні форми. Вони включають в себе проникні отвори, глухі отвори, западини, кратери, канали, заглиблення, а також вкладені отвори, які забезпечують пористість. Деякі особливі приклади цих виступів та отворів обговорюються далі. Кожний з цих елементів, загалом, визначений згідно з формою матеріалу, який оточує його у безпосередній близькості. Отже, виступи можуть бути одержані у межах отворів всередині заготовки так само, як отвори можуть бути виконані у виступах, які самі підняті над загальною поверхнею заготовки. Отвори також можуть бути зроблені у межах внутрішніх поверхонь, що обмежують існуючі отвори, і, подібно до цього, виступи можуть бути сформовані поверх інших виступів.

Спосіб забезпечує засіб радикальної зміни структури заготовки або локально, або екстенсивно. Це, у свою чергу, можна застосовувати для регулювання різних локальних або екстенсивних властивостей. Наступні об'єми (ізотропні/анізотропні) і/або поверхневі властивості є деякими прикладами тих властивостей, які можуть бути модифіковані застосуванням даного способу: електричні, магнітні, механічні, хімічні, навантажувальні, змочування, фрикційні, еластичні, термічні, випромінюючі, аеродинамічні, гідродинамічні, деформаційні, гістерезис, густина, плинність, конформація, кристалографічна орієнтація, корозія, адгезія.

Сама заготовка, як правило, є заготовкою з одного матеріалу. Однак вона може мати форму двох або більше заготовок, як складена заготовка, з областю(ми) поверхні поділу між складовими заготовками. У цьому випадку спосіб можна застосовувати для з'єднання заготовок разом, що необхідно, наприклад, для забезпечення електричного з'єднання між складовими заготовками.

Область(ті) плавлення може мати деяку кількість форм. Вигляд кожної області переважно визначений променем, який переміщували відносно заготовки вздовж деякої траєкторії від початкового положення до кінцевого положення. Отже, можуть міститися форми, що включають в себе подовжені області, які можуть бути зігнутими або прямолінійними або цілком, або частково, і мати зміщені початкові і кінцеві точки відносного переміщення променя. Бажано, щоб довжина такої траєкторії становила, щонайменше, три діаметри променя. Найпростішим прикладом подовженої області є прямокутна область. Однак інші форми області плавлення включають в себе криві і петлі, як, наприклад, різні частини траєкторії окружності, що визначає коло.

Як правило, промінь спрямовують по певній траєкторії так, що положення виступу і отвору знаходяться на протилежних кінцях траєкторії променя. Однак, внаслідок фізики процесу, виступ, як правило, утворюється на початку траєкторії променя, а отвір - у кінці траєкторії. Розплавлений матеріал у кожному випадку тече таким чином, що по суті відповідає області, що розглядається. Однак така відповідність може не бути повною внаслідок більшого об'єму матеріалу у рідкій фазі у порівнянні з об'ємом матеріалу твердої матриці, з якої він утворюється, і внаслідок динаміки потоку процесу.

У деяких випадках різні траєкторії, які проходить промінь, відносно заготовки в одному або більше подальших етапів не ідентичні. Це дозволяє одержати різні форми елементів. Альтернативно, кожна з областей, в яких здійснюється етап 3), може по суті не співпадати з областю етапу 1).

Спосіб може також передбачати утворення однієї або більше груп областей, причому кожна група перетинає область етапу 1). У цьому випадку отвори кожної групи можуть бути впорядковані так, щоб бути по суті суміщеними з отвором на ділянці області, в якій здійснюється етап 1). Виступи можуть бути також впорядковані і суміщені. Групи областей можуть бути також впорядковані у правильну множину.

Твердіння кожної області, щонайменше часткове, займає певний час, і ефективне використання енергетичного променя може визначатися формуванням однієї або більше областей в іншому місці субстрату під час такого твердіння.

Заготовки, утворені із більше ніж одного матеріалу, такі, як заготовки, що мають покриття, можуть також бути використані таким чином, що під час застосування даного способу утворюється сплав. Один або більше

додаткових матеріалів можуть бути додані під час здійснення даного способу, щоб досягти сплавлення, наприклад, спосіб можна також здійснювати в атмосфері газу для забезпечення відповідного сплавлення.

Застосування даного способу забезпечує формування різних морфологій виступів, наприклад, перетинні області можуть бути впорядковані так, щоб формувати виступи, які нависають над поверхнею заготовки. Вони можуть діяти як гачки, коли поверхня бере участь у зв'язуванні, збільшуючи, таким чином, зв'язувальну дію. Такі виступи можуть також бути складені з утворенням структур, що підносяться над поверхнею. Наприклад, ряд навислих виступів можна використовувати для формування петель над поверхнею заготовки.

У деяких випадках бажано, щоб утворені отвори і виступи мали згладжені поверхні. Дійсно, використовуючи відповідні параметри, у багатьох матеріалах ці структури, особливо отвори, можна сформувати із згладженими поверхнями (як показано на фігурах, описаних нижче). Як додаткова або альтернативна операція згладжування густину енергії променя можна знизити під час стадії 3) у відношенні до одного або більше попередніх переміщень променя так, щоб згладити краї утвореного виступу(ів) і/або отвору(ів).

Додаткове важливе застосування даного винаходу полягає у з'єднанні заготовок, особливо різних матеріалів, таких як метали і композити. Це також відноситься, але не виключно, до з'єднань метал-метал, з'єднань пластик-пластик, з'єднань кераміка-кераміка та їх комбінацій.

Переваги композитних структур у порівнянні з металевими частинами добре відомі фахівцям у даній галузі техніки. Однак є все ще багато окремих випадків, де граничні обмеження характеристик або промисловий консерватизм і/або незручності виробництва перешкоджають їх застосуванню. Тому шукаються компроміси, які об'єднують композити та інші матеріали найбільш ефективним способом. Найбільш загальним прикладом цього була б комбінація механічного скріплення і адгезійного з'єднання.

Подібні гібридні з'єднання широко використовуються у багатьох галузях промисловості, таких як аерокосмічна або автомобільна. Однак їх обмеження добре документовані, і найбільш істотною є відсутність ефективною і згладженою передачею навантаження, у протилежність застосуванню адгезивів в ізоляції. Ці обмеження, що відносяться до конструкції, часто перекреслюють початкові цілі використання композитного матеріалу.

Патент США A-Н788 розкриває один приклад способу з'єднання пластику з металом, при якому формують отвори в поверхні металу хімічним травленням або фрезуванням. Ці отвори, щонайменше частково, збільшуються у ширині з глибиною травлення так, що коли зверху накладається шар пластику, він з'єднується з металевою поверхнею.

СА-A-2302964 (загалом відповідний EP-A-1048442 і EP-A-1197316) описує інший спосіб з'єднання металу з пластиком, в якому виконуються отвори у металевій частині, через які зв'язуються волокна.

Патент США US-A-5691391 описує інжекційне лиття пластикового полотна на лонжерон. Патент США US-A-5118257 показує з'єднання рифленого металевого елемента з композитною лопаткою турбіни.

Відповідно до другого аспекту даного винаходу спосіб приготування заготовки у формі деталі для приєднання до однієї або більше додаткових заготовок включає формування множини отворів у поверхні і/або в об'ємі деталі і формування зовнішніх виступів на поверхні деталі, використовуючи спосіб згідно з першим аспектом винаходу.

Отже, деталь може бути особливою заготовкою, обробленою згідно зі способом винаходу, або вона може містити проміжний елемент, розроблений для того, щоб знаходитися між іншими заготовками і сприяти їх бажаному з'єднанню. Отже, винахід особливо підходить для з'єднання різнорідних заготовок, таких як метали і композити, які мають абсолютно різні властивості.

Отже спосіб модифікування структури надає важливу перевагу при з'єднанні разом матеріалів, тобто деталі (заготовки) та однієї або більше додаткових заготовок. Зокрема, цього можна досягти за допомогою одного або більше розміру, форми або відносного розподілу отворів і/або одного або більше розміру, форми, відносного розподілу або хімічної композиції виступів, які контролюються заданим чином. Отже, розглядаються багато які різні типи виступів і отворів, оскільки даний спосіб застосовується для з'єднання великої кількості типів матеріалів.

Переважно, виступи і/або отвори виконані з можливістю механічного зчеплення деталі із заготовкою(ами). Виступи і/або отвори на всьому просторі деталі можуть бути пристосовані для того, щоб здійснювати оптимальне механічне взаємозв'язування з матеріалом(ами) заготовки(ок).

Наприклад, у випадку з'єднання металевої деталі з композитною заготовкою із безперервного волокна, металеві виступи можуть бути зігнені так, щоб захопити волокна і запобігти переміщенню або під час обробки композита, або після обробки, коли з'єднання зазнає напруження. Отвори можуть мати розмір, який дозволяє полімеру, і, можливо, кінцям волокон, проходити в отвори і залишатися захопленими після обробки композита. У випадку адгезійного з'єднання металевої деталі з металевою заготовкою адгезив може затікати в отвори і покращувати механічне зв'язування після затвердіння. Отже, у процесах, де бажане використання адгезивів, отвори можуть бути виконані з розміром, відповідним, щоб вмістити адгезив.

Виступи можуть бути розташовані так, щоб взаємодіяти з доповнювальними структурами всередині заготовки(ок). Отже, виступи можуть бути зроблені так, щоб підходити до внутрішніх елементів (які можуть бути або не бути отворами) заготовки. В одному особливому застосуванні, коли деталь містить метали з пам'яттю форми, форма виступів і отворів може бути змінена під час або після приготування з'єднання.

Додаткова перевага може бути забезпечена адаптацією способу так, щоб утворені виступи і/або отвори взаємодіяли із заготовкою(ами) так, щоб розподіляти будь-які напружені всередині з'єднання між заготовкою(ами) і деталлю і, таким чином, знижувати концентрації напружень всередині з'єднання. У цьому випадку, звичайно, бажано мати виступи, що глибоко проникають у відповідні заготовки.

Додатково, виступи і/або отвори можуть бути розташовані так, щоб забезпечити задані механічні, фізичні

або термічні властивості. Отже, даний спосіб можна використовувати для того, щоб впливати на узгодження властивостей між деталлю і заготовкою(ами), що з'єднуються. У цьому випадку, звичайно, виступи і/або отвори виконують у частині деталі так, щоб створити локальні термічні і/або механічні властивості у цій частині деталі, що є по суті такими ж, як властивості заготовки(ок), до якої ця частина деталі повинна бути приєднана. Прикладом цього є те, що властивості деталі можуть бути змінені так, щоб частина, що знаходиться у контакті із заготовкою, мала по суті такі ж механічні і/або фізичні і/або термічні властивості, як і властивості заготовки. Ця технологія може знизити або запобігти концентрації напружень, які виникають у з'єднанні через невідповідність у таких властивостях, як модуль і коефіцієнт теплового розширення.

Подібно до будь-якого термічного процесу, даний спосіб згідно з винаходом може викликати напруження у заготовці. Шляхом регулювання характеристик, положення і часу процесу ці напруження можна використовувати для контролю викривлення заготовки.

Додаткова перевага, що виходить з даного способу, полягає у тому, що виступи і/або отвори можуть бути виконані так, щоб контролювати спосіб руйнування з'єднання. Це може забезпечити багато які переваги, такі як збільшена енергія абсорбції до руйнування, яка гарантує, що часткове руйнування з'єднання не призведе до зниження допустимого навантаження з'єднання, і яка гарантує, що пошкодження можна буде помітити до того, як відбудеться руйнування. Приклад цього має місце у випадку приєднання металевої деталі до армованого волокном полімерного композитного матеріалу. Шляхом конструювання з'єднання можна зробити так, що руйнування буде починатися з пластичної деформації у металевій деталі, яка може бути виявлена до руйнування і може поглинати великі кількості енергії. Це переважніше крихкого руйнування у композитному матеріалі, яке може бути раптовим і невиявленим.

Фізичну форму деталі переважно також виконувати так, щоб максимізувати механічне функціонування утвореного з'єднання. Винахід забезпечує переваги у широкому наборі конфігурацій з'єднань. Приклади можливих конфігурацій наведені на Фіг.31. З'єднання можуть також складатися із множин або комбінацій цих конфігурацій з'єднань.

Згідно з третім аспектом винаходу пропонується заготовка, яка була оброблена, використовуючи способи згідно з першим і другим аспектами винаходу. Всі подібні заготовки, оброблені, використовуючи дані способи, включаючи великі структури, одержані приєднанням подібних оброблених заготовок до інших заготовок, розглядаються у даному винаході.

Згідно з четвертим аспектом винаходу пропонується спосіб приєднання першої заготовки, модифікованої згідно з другим аспектом винаходу, до однієї або більше додаткових заготовок. Спосіб включає підготовку першої заготовки для з'єднання, використовуючи спосіб згідно з другим аспектом винаходу, і потім приєднання першої заготовки, підготовленої таким чином, до додаткової заготовки(ок). Частина або вся поверхня заготовки, яка повинна бути з'єднана з іншою заготовкою(ами), може бути оброблена вказаним способом.

Оброблені заготовки можуть бути додатково приєднані до інших деталей, використовуючи будь-яку технологію з'єднання, відому у техніці, таку як зварювання, адгезивне з'єднання і співзатвердіння. У випадку приєднання одного армованого волокном полімерного композитного матеріалу до іншого або до будь-якого іншого матеріалу процес з'єднання може мати місце у той же час, що і обробка композита, і смола може бути або не бути єдиним використаним адгезивом.

Може виявитися необхідним заздалегідь обробити поверхні заготовки (деталі) перед з'єднанням таким чином, щоб покращити або зберегти адгезійні характеристики. Це може вимагати додаткових процесів, таких як (але не тільки) травлення, анодування, смоління та інфузія адгезиву, кожний з яких відомий у техніці.

Переважне застосування даного способу полягає у приєднанні армованих волокном полімерних композитних структур до металів. Спочатку металеву деталь обробляють, використовуючи даний винахід. При необхідності підготовку поверхні можна також здійснювати на деталі. Металеву деталь приєднують до композитної заготовки під час нанесення композитного матеріалу на деталь. Виступи та отвори розроблені так, що відбувається більш плавна передача навантаження і найменша раптова зміна механічних і/або фізичних і/або термічних властивостей у з'єднанні, ніж у попередніх способах з'єднання. Розробка також забезпечує, переважно, початок руйнування з'єднання у вигляді пластичної деформації у металі, а не у вигляді крихкого руйнування у композитній заготовці.

Передбачено, щоб деталь заготовки могла бути виготовлена третьою стороною такої довжини, щоб користувач міг, коли потрібно, обрізати її по розміру, і впровадження деталі могло бути інтегроване у процес виробництва композита. Наприклад, даний спосіб міг би бути використаний для того, щоб забезпечити композитний компонент металевим кінцем, щоб дозволити подальше приєднання даного компонента до металевої структури через зварювання металу до металу.

Це застосування особливо підходить для аерокосмічного використання, де звичайні матеріали, які використовуються, включають в себе алюміній та його сплави, титан та його сплави, і армований вуглецевим волокном полімерний композит (але не тільки ці). Інші матеріали, які можуть бути використані в інших галузях промисловості, включають в себе нержавіючу сталь, армовані скляним та арамідним волокном полімерні композитні матеріали або їх суміші, термопластичні полімери та армовані волокном термопластичні композитні матеріали.

Таким чином, запропонований новий тип способу з'єднання. Він зменшує обмеження, властиві сучасним гібридним структурам за допомогою об'єднання загальних концепцій механічного з'єднання на макро/мікро рівні, як правило, у сполученні з адгезійним з'єднанням на мікро/молекулярному рівні.

Важливий аспект даного винаходу стосується того факту, що отвори і зовнішні елементи формуються із батьківського (як метал) матеріалу і не є результатом оксидного модифікування, такого як анодування або деякі

інші хімічні процеси, які взаємодіють і хімічно змінюють поверхню або об'єм матеріалу. Однак анодування або деякі інші хімічні процеси могли б бути використані після обробки відповідно до винаходу.

Форма і розподіл виступів та отворів важливі. Отвори можуть (або ні) бути взаємопов'язані, але для з'єднувального застосування бажано, щоб вони не були ізольовані від поверхні металу, тобто смола або адгезив повинні мати можливість заповнити їх до або під час процесу з'єднання. Даний спосіб може забезпечити переваги у деяких застосуваннях, де бажана внутрішня пористість, шляхом створення ізольованих отворів всередині структури матеріалу.

Деякі приклади реалізації способів згідно з даним винаходом описуються далі із посиланням на відповідні креслення, на яких:

Фіг.1 ілюструє одне проходження променя вздовж субстрату;

Фіг.2 ілюструє проходження променя відповідно до Фіг.1 у поперечному перерізі;

Фіг.3-5 представляють вигляди, подібні до Фіг.2, але ілюструючи два, три і N перетинних проходжень променів відповідно;

Фіг.6 представляє вигляд у перспективі прикладу, зображеного на Фіг.5;

Фіг.7-9 ілюструють систему позначення;

Фіг. 10 ілюструє утворення "супер-виступу";

Фіг.11 ілюструє створення "супер-отвору";

Фіг. 12 ілюструє утворення мережі супер-отворів і супер-виступів;

Фіг. 13 є мікрофотографією супер-виступу в аустенітовій нержавіючій сталі;

Фіг. 14 є мікрофотографією області субстрату, показаної на Фіг. 13;

Фіг. 15 є мікрофотографією, що показує виступи, утворені частково коловою траєкторією променя;

Фіг. 16 є мікрофотографією, що показує застосування множинних зігнених траєкторій променя;

Фіг. 17 є мікрофотографією, що показує гребені;

Фіг. 18 є мікрофотографією, що показує навислі елементи;

Фіг. 19 є мікрофотографією, що показує отвори і трикутні виступи;

Фіг.20 є мікрофотографією, що показує отвори і виступи у модифікованій поверхневій структурі;

Фіг.21A-21F показують різні алгоритми відповідно до таблиці на Фіг.32;

Фіг.22 представляє вигляд у перспективі з'єднання, що містить заготовку, модифіковану згідно з винаходом;

Фіг.23 представляє вигляд у перспективі деталі заготовки;

Фіг.24 показує відкладання шарів композита на заготовці;

Фіг.25 показує додатковий вигляд сполучених заготовки і композита;

Фіг.26 є схематичним виглядом у розрізі, що показує взаємодію між виступами і композитом;

Фіг.27 показує приклад взаємодії між виступами і шарами волокнистого композита;

Фіг.28 є зображенням виступів у заготовці;

Фіг.29 показує утворення "аеролиста";

Фіг.30 показує проникні отвори на зворотній стороні обробленої заготовки;

Фіг.31 є таблицею, що показує приклади типів з'єднань; і

Фіг.32 є таблицею, що показує параметри процесів.

У всіх описаних прикладах модифікування структури здійснюється фокусованим електронним променем (ЕП), що генерується за допомогою звичайного джерела електронних променів, причому промінь рухається відносно субстрату. Звичайно, як згадано вище, заготовка могла б переміщатися відносно променя або, насправді, обидва могли б переміщатися. Альтернативно, могли бути використані інші енергетичні промені, такі як лазери.

Фіг.1 ілюструє результат одного проходження променя у заготовці 1, такий як сталь. Проходження променя починається на ділянці Фіг.1, позначеній 2, спричиняючи утворення невеликої опуклості (виступу). Потім промінь рухається по, в основному, лінійній траєкторії 5, створюючи розплавлену область 3, і закінчуючись у точці 4, де утворюється невеликий отвір (кратер або порожнина). Це призведе до переміщення матеріалу субстрату, якому дозволяють по суті затвердіти, в основному, поки промінь створює прохід(ди) в інших ділянках. Потім промінь може повернутися до ділянки цього проходу для того, щоб повторити проходження або точно, або іншим способом, як буде описано у деталях нижче.

Потрібно зазначити, що у даному прикладі розплавлений матеріал тече у напрямі (позначеному маленькою стрілкою, як показано на Фіг.2), зворотному траєкторії променя (позначеному стрілкою 5). Переміщення матеріалу в описаних прикладах відбувається шляхом об'єднання двох окремих механізмів. Перший механізм використовує тиск всередині зсувної порожнини, заповненої парою (ЗПЗП), подібно до того, як відбувається під час електронно-променевого плавлення. Цей вплив тиску, об'єднаний зі зсувом "ключового отвору" променя, призводить до результуючого переміщення матеріалу у напрямі, зворотному цьому зсуву. В цих умовах, якщо відстань зсуву вздовж траєкторії ("довжина проходження променя") перевищує відстань приблизно трьох діаметрів променя і затвердіння матеріалу відбувається приблизно рівномірно по руху променя, то кількість переміщеного матеріалу фіксована безвідносно до довжини проходження променя. Однак видима відстань результуючого переміщення матеріалу залежить у цьому випадку тільки від довжини проходження променя. Отже, можна бачити, що ці два параметри можна незалежно контролювати для створення бажаного ефекту.

Другий механізм залежить від зміни поверхневого натягу в залежності від температури рідкого металу. Цей потік, що спрямовується температурним градієнтом поверхневого натягу (ПНТГ), не залежить від напрямку "проходження променя" виключно у випадку, коли він впливає на температурний розподіл у рідкому металі. ПНТГ переміщення матеріалу відбувається таким чином. Припустимо, що подовжена (щонайменше, у два рази довша за ширину), неглибока область матеріалу швидко розплавлена у велику, по суті, плоску поверхню, але не

охладжується з рівномірною швидкістю. Зазначимо, що ця калюжка буде мати трохи опуклу поверхню (оскільки гарячий рідкий метал має, звичайно, більший об'єм, ніж більш холодний оточуючий твердий метал). За відсутності будь-яких інших сил, таких як гравітація, тиск пари від випадкового променя і так далі, ця опукла поверхня буде однорідна за формою. Однак, якщо один кінець калюжки остигає раніше за інші і поверхневий натяг сильно залежить від температури, то опукла верхня поверхня калюжки буде нестабільною за формою. Якщо поверхневий натяг більший при високих температурах, то гарячий кінець калюжки буде ставати плоским, і відповідний об'єм матеріалу утворить опуклість на більш холодному кінці калюжки. Якщо поверхневий натяг менший при високій температурі, відбудеться протилежне.

Можна бачити, що для того, щоб відбувся ПНТГ потік матеріалу, все, що необхідне, це - наявність контрольованого температурного градієнта вздовж калюжки рідини при її остиганні. Звичайно є температурний градієнт у напрямі "проходження променя" і найкращий для модифікування поверхні "ліплячий" результат одержується, коли складаються ПНТГ і ЗПЗП впливи. Однак промені з низькою густиною енергії можна використовувати для того, щоб переміщувати матеріал у напрямі, зворотному проходженню променя, якщо присутні інші чинники, які викликають реверсію температурного градієнта у калюжці.

Для проходження променя, що містить у собі переважно прямокутний рух відносно заготовки 1, довжина проходження звичайно у декілька разів більша, ніж діаметр променя. Якщо траєкторія 3 проходження променя крива, типовий мінімальний радіус кривизни порівнянний (але не обмежений) з діаметром променя.

Як пояснено вище, кожне проходження променя здатне народжувати невелику калюжку розплавленого матеріалу, який зсувається по поверхні заготовки 1. У цій калюжці є, звичайно, помітна сила, що формує поверхню, викликана тиском пари, що виникає від взаємодії променя з поверхнею металу. При кожному проходженні променя переміщається невелика кількість матеріалу. Як показано на Фіг.2, звичайно невелика кількість зайвого матеріалу помітна у вигляді опуклості 2 на початку проходження променя. Невеликий отвір 4 відповідного розміру видно у кінці проходження променя.

Якщо друге проходження променя точно накладається на перше, то, як кінцевий отвір 4, так і початкова опуклість 2 будуть у першому наближенні вдвічі більшими за розміром (Фіг.3). Тут матеріал, розплавлений один раз, позначений як 6, а область над ним була розплавлена двічі.

Якщо третє перекриває проходження променя накладається на два перших, то кінцевий отвір 4 і початкова опуклість 2 будуть приблизно у три рази більшими, ніж після першого проходження (Фіг.4). Області матеріалу, розплавленого один раз і два рази, позначені 6 і 7 відповідно.

Після ряду перекриваючих проходжень променя матеріал у початковій опуклості 2 може не охолотитися достатньою мірою об'ємом внаслідок віддаленості опуклості 2 від об'єму. Це може призвести до відсутності додаткового збільшення висоти початкової опуклості при додаткових подальших проходженнях променя тієї ж природи, оскільки кожне проходження променя тепер переплавляє майже весь матеріал від попереднього проходження. Після ряду N перекриваючих проходжень променя (Фіг.5 і 6) кінцевий отвір 4 у заготовці 1 і початкова опуклість 2 можуть мати значне співвідношення висоти/глибини до ширини. Коли це трапляється, падаючий промінь не може далі розплавляти ту ж кількість матеріалу у кінцевому кратері через ефективне падіння густини енергії променя на одиницю площі у точці падіння.

Фіг.7-9 показують систему позначення для опису деяких прикладів, згаданих вище. На Фіг. 7 система із 1000 проходжень променя використана для одержання 250 виступів, застосовуючи систему проходжень променя типу В. Початковий виступ позначений 8, а кінцевий кратер (отвір) - 9. Лінія між цими двома позиціями показує траєкторію променя, а стрілка над цією лінією означає напрям потоку матеріалу. Як показано, виступ номер "1" утворений проходженнями з номерами 1,21,41,61. Фіг. 8 показує те ж, загалом, позначаючи використання чотирьох проходжень з двадцятьма іншими проходженнями на інших ділянках, що розділяють їх. Як показано на Фіг.9, "n" означає число проходжень у кожному положенні, "r" - число перед кожним повторним опроміненням, "H" - число виступів і "S" - число повторних проходжень.

Якщо початкові позиції декількох різних проходжень накладаються, результатом повинен стати накладений початковий виступ у багато разів більший, ніж кожний з кінцевих отворів, що називається "супер-виступ" (Фіг. 10). Для цього $n=20$, $r=250$, $H=250$ і $S=25000$. Для того, щоб досягти цього, накладаються виступи від п'яти різних траєкторій проходження променя.

Якщо жоден з кінцевих отворів не перекривається зовсім, але всі початкові виступи перекриваються, то результатом буде загальне зниження висоти поверхні субстрату, оточуючого початковий виступ.

Якщо кінцеві отвори при декількох проходженнях променя накладаються, результатом може бути отвір у декілька разів більший, ніж початкові виступи, тобто "супер-отвір" (Фіг. 11). Тут $n=3$, $r=10$, $H=10$, $S=120$. Для одержання цього супер-отвору використані чотири траєкторії проходження променя.

Якщо жоден з початкових виступів не перекривається, але всі кінцеві отвори перекриваються, результатом повинен стати глибокий отвір, який оточений невеликим плато, трохи піднятим над поверхнею початкової заготовки.

Фіг. 12 показує приклад мережі супер-отворів (одержаних від 3 траєкторій проходжень променя кожний) і супер-виступів (6 траєкторій проходжень променя кожний). У цьому випадку $n=20$.

Якщо оброблювані області заготовки виконані із більше, ніж одного матеріалу (наприклад, покриті металом або покриті другим матеріалом), або робота проводиться у відповідному газовому або рідкому оточенні, може виникнути новий функціональний сплав. У випадку покриття, послідовні проходження променя можуть переміщувати матеріал, за бажанням, або із самого покриття, або з області субстрату, що опромінюється. Таким чином, композиція і властивості початкового виступу можуть змінюватися від верху до низу. Звичайно, процес призводить до невеликої втрати оброблюваного матеріалу у вигляді пари і розбризкування, особливо при роботі,

значною мірою, у ЗПЗП режимі. Більш легкі компоненти звичайно втрачаються, переважно, з оброблюваного матеріалу у вигляді пари. Наприклад, при використанні у багатьох матеріалах може бути переміщено від 50 до 95% оброблюваного матеріалу, який, однак, залишається прикріпленим до заготовки або заготовок після обробки.

Втрата деяких компонентів із базового матеріалу під час обробки даним способом може бути свідомо використана для забезпечення локальних змін у композиції, структурі і властивостях, якщо це бажано.

Оскільки свіжооброблені поверхні є чистими і сприйнятливими до додаткового покриття, може бути зручно нанести це покриття під час або відразу після обробки енергетичним променем. У деяких випадках покриття, що складається переважно із компонента, що втрачається, або компонентів, можна легко нанести під час процесу.

Якщо послідовні лінійні проходження променя виконуються на тій же ділянці, результатом звичайно є приблизно трикутна форма початкового виступу. Сторони початкового виступу, повернуті від і до кожної сторони напрямку проходження променя, майже вертикальні. Інша сторона, звичайно, йде під кутом до поверхні субстрату. Кінцевий отвір також може бути відповідної трикутної форми.

Геометрія кінцевого отвору може контролюватися подібним же способом, беручи до уваги, що промінь ще має лінію візуального доступу до дна отвору, що може вимагати складної маніпуляції промінь/заготовка у випадку похилого кінцевого отвору.

Процес звичайно застосовують до поверхні, перпендикулярної напрямку падаючого енергетичного променя, але можна успішно застосовувати під іншими кутами до поверхні заготовки у багатьох випадках.

Якщо проводити правильним способом, процес дозволяє одержати плоскопаралельні канавки у поверхні виробу.

Канавки (подовжені отвори) у виробі можна зробити такими, що перетинають одна одну на множині ділянок. Однак правильне переміщення матеріалу, звичайно, не зберігається, якщо траєкторія нового проходження променя перетинає існуючу канавку.

Канавки можуть бути у багато разів глибшими і довгими своєї ширини. При відповідній товщині розрізу канавки можуть повністю проходити крізь виріб.

Мінімальна ширина канавки, звичайно, визначається діаметром тієї частини променя ("серцевина"), яка має достатню густину енергії для створення описаного вище формуючого силового впливу.

Сторони канавок, утворених за допомогою цього процесу, можуть складатися повністю із переплавленого матеріалу, який на мові ЕП свердління буде "невизначеним". У ході "ліплячого" процесу згідно з винаходом "невизначений" матеріал від кожного проходження променя, звичайно, однорідно сплавляється з матеріалом від попередніх проходжень за умови використання відповідної густини енергетичного променя. Тому у результаті виходить канавка з гладкими і паралельними сторонами.

Використовуючи процес згідно з винаходом із променем відповідного діаметра і потужності, можуть бути створені елементи майже будь-якого розміру на будь-якому матеріалі, який має надзвичайно стійку рідку фазу за умов обробки.

Спеціальні умови можуть бути потрібними у тих випадках, коли поверхневий натяг рідкої фази дуже сильно залежить від температури.

Якщо один або більше (однорідний або різномірний) матеріал постійно додавати до того, що нормально було б областю заготовки з "кінцевим отвором", загальним результатом можуть стати виступні елементи поверхні з невеликими відповідними отворами або, при бажанні, без них. Додатковий матеріал, наприклад, дріт або порошок, може бути доданий, використовуючи традиційні технології. Якщо матеріал постійно видаляти з області заготовки з "початковим виступом", результатом можуть бути отвори у виробі з незначним виступанням або без виступання матеріалу. Надлишок розплавленого матеріалу може бути видалений шляхом витирання, засмокування або здування (наприклад, струминою газу) або променем з більш високою густиною енергії, який викличе спонтанний викид розплавленого матеріалу і видалення його із заготовки. У будь-якому випадку матеріал може бути видалений або доданий при використанні іншого окремого компонента, що містить споживану або одноразову "палітру", який підводять як можна ближче до заготовки. У цьому випадку траєкторія проходження променя буде розподілятися між заготовкою і палітрою.

Отже, заготовка, що містить дві або більше окремі частини, може бути з'єднана із застосуванням даної технології. При одержанні виступів на одній або на усіх частинах заготовки звичайним способом, але так, щоб вони з'єднували одну частину заготовки з іншою, повинні бути зроблені стики або стик. Ці стики можуть бути використані для багатьох цілей, наприклад, для електричних або механічних з'єднань. Це приклад, коли структура заготовки утворюється із двох або більше компонентів заготовки.

У переважному випадку час між проходженнями променя на будь-якій одній ділянці не витрачають і промінь не вимикають. Замість цього промінь використовують протягом цього часу, щоб опромінити інші області даної заготовки або інших заготовок.

Мінімальне число окремих ділянок, які можуть бути одночасно оброблені одним безперервним променем, диктується часом, необхідним для кожного проходження променя або (проходжень) на ділянці, в залежності від часу затримки, необхідного між проходженнями променя на кожній ділянці. Максимальне число обмежується тільки можливостями системи управління відхиленням або переміщенням заготовки за умови, що допускається додаткове охолодження через більш тривалий час затримки, ніж це необхідне.

У деяких випадках для здійснення винаходу переважніше використовувати декілька променів одночасно. Наприклад, у простому випадку це наявність другої окремої електронної гармати, ідентичної першій. При даному підході кожна електронна гармата використовується ідентичним способом для обробки інших частин заготовки в один і той же час. Використовуючи даний підхід, можуть бути передбачені, якщо буде потрібно, додаткові

генератори променів. Альтернативним способом є застосування декількох емітерів променів, але зі звичайним проєціюванням променя і системою управління. У цьому випадку множина променів може виконувати роботу одночасно без значного збільшення кількості необхідного обладнання. Якщо буде потрібно, може бути використано одночасно багато таких систем, щоб здійснювати обробку з більшою швидкістю.

В одному випадку заготовка може бути нерухомою відносно генератора електронного променя. "Загальна" система відхилення променя керує променем між набором ділянок (наприклад, система, що містить рядки і стовпці однакового кроку) на поверхні виробу. На кожній ділянці може бути виконаний алгоритм відхилення, що містить один або, якщо буде потрібно, декілька "проходжень променя". Після ряду повторень "загальної" картини відхилення процес закінчують і промінь вимикають.

В іншому випадку "загальну" картину і "алгоритм" використовують, як описано вище. Однак у цьому випадку заготовка також знаходиться у русі, так що при кожному повторенні "загальна" система різним способом накладається на заготовку. При кожному повторенні перший стовпець ділянок у "загальній" системі знаходиться у даний момент над початковим матеріалом, другий стовпець знаходиться над тими ділянками, які перед цим були експоновані першим стовпцем і так далі. У модифікуванні цього процесу:

А) число колонок у "загальній" системі може бути зроблене рівним необхідному числу опроміненень або проходжень променя на кожній ділянці. Таким чином, процес можна застосовувати безперервно до рухомої штаби або листа матеріалу субстрату з точно еквівалентним загальним результатом на кожній ділянці (за винятком початку і кінця пробігу) у кожному випадку;

В) при застосуванні до деталі з коловою симетрією, яка обертається під час процесу, точно еквівалентний вплив (за винятком у деяких випадках однакової температурної зміни між двома різними проходженнями променя) може бути одержаний для кожної ділянки виробу. Цього можна досягти за умови, що рух виробу точно синхронний із загальним відхиленням променя, так що обертання на 360 градусів точно відповідає цілому числу повторень загальної картини.

С) кожний стовпець у загальній картині може бути скомпонований так, щоб відтворити еквівалентну або відмінну картину проходження променя на кожній ділянці. У комбінації із рухом заготовки це може бути використане, щоб створити більш складні або похилі ознаки виробу; або

Д) якщо потрібно, матеріал може бути доданий або видалений з виробу на ділянках, які фіксовані відносно електронної гармати.

Деякі приклади застосування даного методу до аустенітової нержавіючої сталі показані на Фіг. 13-15. Фіг. 13 ілюструє одиничний супер-виступ, оточений шістьма отворами. Фіг. 14 ілюструє ділянку із супер-виступом, показаним на Фіг. 13, відносно його безпосереднього оточення.

Параметри цих прикладів представлені у таблиці на Фіг.32.

Приклади структурного модифікування, де відповідно до винаходу використали викривлені траєкторії променя для аустенітової нержавіючої сталі, показані на Фіг. 15 і 16. На Фіг. 15 представлені прямі виступи, кожний з яких утворений з використанням частково викривленої траєкторії променя. На Фіг. 16 ознака центрального прямого виступу утворена у центрі 2-на-2 матриці, обмеженої викривленими (частково круглими) траєкторіями променя. Параметри процесу, використані у кожному випадку, детально представлені у таблиці на Фіг.32.

Використовуючи даний спосіб, можуть бути одержані також елементи, що частково перекриваються. Параметри, представлені на Фіг.32, також дають подробиці прикладів послідовно накладених операцій "ліплення". Докладні траєкторії променя представлені на Фіг.21A-21F, що також представлено у вигляді таблиць на Фіг.32. На Фіг.21A-21F пунктирні лінії показують загальну картину траєкторії повторного променя у відношенні до першого (безперервної лінії).

Це дає можливість створювати більш детально розроблені елементи. В одному зразку за допомогою першої операції роблять ряд низьких широких хребтів матеріалу. Потім ці хребти обробляють за допомогою другої операції, внаслідок якої у звичайному випадку були б створені отвори і виступи приблизно однакової висоти нижче і вище поверхні матеріалу. У цьому випадку, однак, оскільки отвори створюють всередині маловиступного хребта матеріалу, отвори не проникають глибоко у початкову товщину матеріалу. Це - спосіб одержання високих бортиків над початковою поверхнею матеріалу без, відповідно, глибоких отворів на поверхні. Як показано на Фіг. 17, ряд "ребер" і канавок накладається біля низьких 22 хребтів. Додаткові подробиці представлені на Фіг.32.

Якщо послідовні лінійні проходження променя починають на трохи відмінних ділянках, наприклад, кожне проходження променя вимагає трохи відмінної довжини траєкторії, щоб досягти того ж самого кінцевого отвору, результатом буде неvertикальний вигляд початкового виступу. У цьому випадку, якщо послідовно використовують більш короткі траєкторії проходження променя, сторона початкового виступу, що дивиться назад від напрямку проходження променя, також буде спрямована під гострим кутом до поверхні субстрату. Цей ефект може бути пристосований так, щоб одержувати приблизно симетричний вигляд початкового виступу.

Навпаки, якщо послідовно використовувати все більш довгу траєкторію проходження променя, сторона початкового виступу, що дивиться назад від напрямку проходження променя, буде знижуватися до поверхні таким чином, що буде нависати над поверхнею.

Якщо послідовні лінійні проходження променя проводяться на одній і тій же ділянці, але проходження променя не суміщаються точно, так що є невелике зміщення при кожному проходженні променя у напрямі, протилежному напрямку лінійного проходження променя, то в результаті буде одержаний початковий виступ, нахилений до поверхні субстрату.

У цих двох зразках, якщо сусідні нахилені початкові виступи зроблені таким чином, що вони нахилені один до одного, декілька початкових виступів можуть бути сплавлені разом. Це передбачене для створення "петлі"

або "петель" зі сплавленого матеріалу, що помітно виступають над поверхнею субстрату.

Повертаючись до виготовлення "навислих" (похилих) елементів, справжня довжина траєкторії, на якій здійснюється розплавлення кожним "проходженням променя", трохи більша, ніж реальна довжина проходження променя на величину, що стосується діаметра електронного променя, властивостей матеріалу і швидкості опромінення. Це означає, що матеріал, переміщений одним проходженням променя, можна зробити навислим або виступним над початком попереднього проходження променя або кромкою старту цього опромінення. Якщо подальші проходження променя виконуються зі зміщенням таким чином, що кожне починається у послідовно більш навислому положенні, то це нависання можна зробити додатково виступним над кромкою.

Таким способом, отвори, утворені у товстій секції заготовки, можуть бути частково блоковані металом виступів на поверхні. Застосуванням цього способу є виробництво тонких фільтрів із монолітних частин з відносно великими отворами, просвердленими в них. Канавки або отвори, які утворюються при переміщенні виступного матеріалу, роблять можливим, якщо це потрібно, вільне перенесення рідкого матеріалу через поверхню. Це посилює потік рідини з областей між отворами.

Якщо проходження променя, що послідовно зміщуються, здійснюються на плоскій поверхні, то виступні елементи можна сформувати так, що уклон назад буде мати гакоподібний вигляд. Прикладом застосування цього є переміщення вантажу між волокнисто-армованим матеріалом і металом субстрату. На Фіг. 18 показаний приклад такого роду навислих елементів, параметри процесу представлені на Фіг.32. Фактично, при використанні модифікування з параметрами, представленими у таблиці на Фіг.32, можуть бути утворені повністю проникні отвори у заготовці із титанового сплаву, товщиною 2 міліметра.

Модифікування включає в себе паузу для остигання матеріалу, щоб зменшити викривлення заготовки.

Фіг. 19 ілюструє застосування даного способу для м'якої сталі марки T299.

На Фіг.20 показаний додатковий приклад з A1 5083, T291. У кожному випадку додаткові подробиці представлені на Фіг.32.

Здатність матеріалу до "ліплення" залежить від ряду параметрів, в тому числі і від перерахованих у таблиці на Фіг.32. Крім того, значний ефект виявляє чистота матеріалу. Як локальні негомогенності у матеріалі, так і кількість розчинених летких компонентів вносять великі відмінності у здатність матеріалу до "ліплення".

У деяких випадках, коли мають намір одержати виріб з досить широким плоским заглибленням або хребтом, початкове виконання "отвору" краще проводити з використанням відносно інтенсивного променя. Це може залишити на поверхні отвір або хребет відносно грубого вигляду. При використанні променя меншої густини енергії, або у фінальних стадіях виконання або як подальша операція, швидкість переміщення матеріалу може бути значно зменшена, але в результаті буде одержаний більш гладкий отвір або хребет.

Винахід можна реалізувати, використовуючи різні кути між променем і поверхнею заготовки. Звичайно прийнято, що різні процеси енергетичним променем можуть здійснюватися на поверхнях, які повертають так, щоб поверхня залишалася нормальною відносно променя у деякій точці. Це обмежує використання таких променів при свердлінні отворів під малими кутами. Це наслідок як зменшення геометричної густини енергії, оскільки кругла пляма стає еліптичною на поверхні виробу, так і відбивної здатності, що збільшується, відносно променя, який входить під малим кутом падіння. Для свердління лазерним/електронним променем або для інших корисних процесів густина енергії, необхідна для процесу, що планується, по суті більша, ніж необхідна, щоб розплавити матеріал. Однак з використанням даного винаходу, навіть якщо густини енергії достатньо, щоб тільки розплавити матеріал, можливо довести до кінця структурне модифікування за умови STTG механізму управління потоком при роботі з матеріалом, що розглядається. Така операція може бути застосована для того, щоб викликати зміни у локальному нахилі заготовки. Отже, це можна здійснити локально на похилій заготовці як попередня операція, перед подальшою операцією, яка вимагає більш високої густини енергії у промені.

Далі описаний додатковий приклад, який ілюструє застосування винаходу у такому важливому використанні, як підготовка структур заготовок для їх з'єднання.

Загальний вигляд такого з'єднання, одержаний відповідно до першого з цих прикладів, показаний на Фіг.22, який представляє першу композитну заготовку 100, приєднану до другої металевої заготовки 101, використовуючи проміжну деталь 102. З'єднання між металевими компонентами 101 і 102 досягають, використовуючи спосіб, описаний нижче. Зварний шов позначений як 103.

Як показано на Фіг.23, у даному прикладі металева проміжна деталь 102 утворюють зминанням титану для надання йому форми, необхідної для асиметричного з'єднання у косий стик. Деякі приклади з великої кількості інших можливих конфігурацій з'єднань представлені на Фіг.31.

Поверхня 104, призначена для з'єднання із композитною заготовкою 100, показана на Фіг.23. Після зминання поверхня потім обробляється за допомогою електронного променя, використовуючи спосіб структурного модифікування відповідно до винаходу. У цьому випадку спосіб обробки застосовують до всієї поверхні 104, щоб одержати задану кількість виступів 105 і отворів 106 (схематично показаних на Фіг.23).

Потрібно зазначити, що картини, утворені відносним розташуванням виступів та отворів, можуть бути використані, щоб пристосувати подібні деталі до різних специфічних вимог. У даному прикладі кожний виступ виконаний як вістря, причому кожне вістря однакове за формою і розміром. Аналогічно, отвори мають однакову форму і розмір. Така адекватність не є, звичайно, необхідною, але у даному прикладі це дає деякі зручності у спрощенні параметрів обробки для структурного модифікування.

Де подібна адекватність не використовується, форма і розміри виступів, зокрема, можуть відрізнятися на різних ділянках поверхні, яка буде приєднана, щоб мати різні властивості з'єднань на цих ділянках. Виступи

також можна одержувати під різними кутами, а не тільки перпендикулярно до загальної поверхні, з якої вони виступають. Кутові виступи мають переваги в уловлюванні волокон у композитах та у запобіганні зміщенню їх під навантаженням. Однак, для заданої довжини виступів, чим менший кут з поверхнею, тим менша відстань, яку виступ буде досягати у матеріалі композита, і тому ніякі напруження не будуть передаватися на всю глибину композита. Це приклад, коли висота виступів повинна бути ретельно вибрана. Форма виступів також може бути різною у різних частинах деталі. У деяких випадках форма така може виявитися сприятливою для посилення з'єднання.

У цьому прикладі хімічну композицію виступів можна також зробити різною у різних частинах деталі заготовки. Цього можна досягти різними процесами обробки, деякими з них є:

- а) Переважне випаровування частини сплаву металевої деталі під час обробки енергетичним променем;
- б) Застосування деталі, що має декілька шарів, де змішування матеріалу із шарів відбувається під час обробки енергетичним променем;
- в) Додавання додаткового матеріалу під час обробки.

Аналогічним способом, як і при обробці виступів, при одержанні отворів 26 розміри, форма і т.д. також можуть бути різними на різних ділянках деталі.

Деякі механічні, фізичні і термічні властивості і деякі ефекти, які протікають завдяки значенням цих властивостей, залежать від локальної густини матеріалу деталі. Густина, в свою чергу, залежить від об'єму створених отворів. Наприклад, проблеми, які виникають через невідповідності у значеннях властивостей деталі і заготовки, до якої деталь приєднують, можуть бути зменшені або усунені ретельною розробкою форми отворів та їх густини на різних ділянках деталі.

Повертаючись до даного прикладу подальшої обробки поверхні відповідно до винаходу, поверхня може бути додатково оброблена відповідним способом, таким як продування піску, травлення або анодування, щоб посилити і зберегти адгезійні характеристики.

Шари 107 вуглецевого волокна, армовані епоксидним напівфабрикатом композиційного пластику, потім накладають на поверхню оброблюваної деталі, як показано на Фіг.24. Як тільки накладення пластику закінчують, деталь вміщують в автоклав і обробляють звичайним способом. Хоча матеріалом і способом виготовлення панелі композита, що використовуються у цьому випадку, є вуглецеве волокно, армоване напівфабрикатом композиційного пластику і оброблене в автоклаві, треба взяти до уваги, що можуть бути використані багато які інші матеріали і способи виготовлення, щоб здійснити з'єднання металу з композитом.

Перший альтернативний приклад містить накладення сухої волокнистої основи на деталь, потім йде вакуумне введення смоли в основу. Безсумнівно, існує багато прикладів прийнятних матеріалів. У випадку компонента для аерокосмічних цілей волокно може бути вуглецевим, основа може бути тканинною, трикотажною, неламкою тканиною або плетеною, смола може бути епоксидною, і цей компонент може піддаватися тепловій обробці. У випадку компонента для морського використання волокном може бути скло, смолою може бути вініловий ефір або поліефір, і компонент може бути оброблений при кімнатній температурі. Друга альтернатива містить накладення на деталь вуглецевого волокна, армованого термопластичним напівфабрикатом композиційного пластику, і подальше твердіння під гарячим пресом.

Будь-який процес виробництва, аналогічний обговореним вище, може вимагати додаткової смоли або адгезиву для того, щоб додавати їх під час стадії накладення на поверхню поділу між деталлю і заготовкою, щоб гарантувати потік у, щонайменше, деякі з отворів.

При видаленні з автоклава кінцевий продукт містить композитну структуру 100 з металевим кінцем 102. Це показано на Фіг.25. Ілюстрація поперечного перерізу структури наведена на Фіг.26. Ілюстрація показує, що металеві виступи деталі проникають у композитну частину продукту. Аналогічно, смола і можливо частина волокна композитної частини продукту затікає в отвори деталі.

На Фіг.27 показаний поперечний переріз реального з'єднання, причому білі металеві виступи проникають у шари композита. Таке зачеплення виступів із заготовкою забезпечує покращення механічного зв'язування і перенесення напруження через товщу композитної заготовки.

Потрібно взяти до уваги, що перенесення навантаження між деталлю і композитом, армованим волокном, буде розповсюджуватися через декілька шарів армуючого волокна, через спосіб, яким виступи пронизують ці шари. Оскільки виступи можуть бути зроблені так, що їх висота у багато разів перевищує їх ширину, то, коли з'єднання знаходиться під напруженням, в них індукуються значне напруження вигину. У найпростішому випадку невелике застосоване навантаження викликає еластичну деформацію виступу з приблизно паралельними сторонами таким чином, як це передбачене класичною теорією. Однак виступи можуть бути зроблені майже з будь-яким профілем, що дає можливість для зсуву модуля композита, а також для складних навантажень на з'єднання, які можуть виникати на практиці. Це означає, що розподіл навантаження на з'єднання може бути вигідно змінений і проконтрольований, що звичайно неможливо.

Аналогічно, оскільки виступи можуть бути по-різному орієнтовані і/або профільовані, щоб мати різні властивості відносно вигину у різних напрямках, перенесення навантаження між композитом і металевими частинами може бути зроблене анізотропним для того, щоб краще відповідати анізотропії матеріалу композита.

Як додатковий етап обробки зразка, і як згадано раніше, металева проміжна деталь 102 може бути потім з'єднана з металевою структурою, як показано на Фіг.22, для одержання композитного компонента, інтегрованого у металеву структуру. Щоб з'єднати металеву частину виробу і металеву структуру, може бути використана будь-яка відповідна технологія з'єднання, це включає в себе з'єднання болтами, дифузійне зв'язування, лазерне зварювання, зварювання тертям, зварювання електронним променем або контактне електрозварювання.

Вигляд типової заготовки показаний на Фіг.28. Вона являє собою титанову заготовку перед стадією

з'єднання, що має ряд виступів на деякій частині поверхні, що з'єднується. Кожний виступ має довжину близько 2 міліметрів. Виступи розташовані під кутом до поверхні так, що їх максимальна висота над поверхнею близько 1,5 міліметрів. Аналогічно, отвори мають глибину приблизно від 1,5 до 2,0 міліметрів. Напівфабрикат композиційного пластику з вуглецевим волокном накладається потім на ці виступи, щоб мати товщину просоченого композита близько 2,5 міліметрів. При такому використанні напівфабрикат композиційного пластику з вуглецевим волокном накладають звичайно до товщини від 1 до 15 міліметрів в залежності від необхідних властивостей.

Розміри структур, що з'єднуються, будуть змінюватися, але фактично можуть бути покриті композитом будь-якої товщини від мікронів до метрів.

Потрібно взяти до уваги, що поверхнєве і/або структурне модифікування за "даним винаходом дає переваги у ряді застосувань. Деякі з них коротко згадані нижче.

А) Виробництво різних отворів/трубопровідних профілів (наприклад, "NACA" форма трубопроводу) для надання форми потоку рідини або газу, або хвилям тиску.

В) Виробництво матриць/пуансонів для формування нових поверхневих текстур/функціональності і більш глибокого структурного модифікування. Можливе також застосування даного способу для одержання більш твердої поверхні деяких матеріалів. Отвори у матриці також можуть бути використані для відкачування газу і для введення газу (для звільнення матриці).

С) Обробка матеріалів з низьким модулем (наприклад, гум) і/або матриць для їх виробництва так, щоб ввести суворо обмежені елементи, які інакше одержати було б дуже проблематично, наприклад, у нових конструкціях для покриттів. Нові структури покриттів можуть бути одержані для покращення регулювання потоку води і для зменшення шуму.

Д) Виробництво протезів, імплантатів та інших біомеханічних інженерних структур з металевими, керамічними або полімерними компонентами для посилення зв'язку з біологічною речовиною (такою як кістки), використовуючи заготовки, які точно відтворюють природні біосумісні поверхні. Несучі навантаження поверхні біомеханічних з'єднань також можуть бути оброблені для покращення якості.

Е) Виробництво поверхонь з контрольованою топографією і/або хімічною композицією для трибологічного застосування. Наприклад, при обробці поверхні, покритої металом, невеликі отвори і невеликі островці твердого інтерметалевого матеріалу можуть бути одержані в межах істотно більш м'якої матриці. Цей та інші варіанти способу можуть бути використані для виробництва несучих поверхонь.

Ф) Виробництво електронних "Z" з'єднань в електронних схемах створенням високого відносного подовження виступів.

Г) Одержання ряду отворів у корпусах кораблів для того, щоб потік газу створював "граничний газовий шар" (ГТШ), зменшуючи, таким чином, опір руху. Обробка матеріалу за даним винаходом також може бути використана у матеріалах для поверхні крила літака, наприклад, втягнути частину потоку в крило, щоб підтримувати необхідні умови потоку, зовнішні до поверхні крила.

Н) Підготовка матеріалу для дифузійного з'єднання, щоб одержати нові матеріали (наприклад, аеролист) створенням регулярної множини прямих виступів (дивись Фіг.29). Аеролист може бути одержаний з'єднанням оброблених листів разом із залишенням пропусків на центральній лінії листового матеріалу. Зв'язана пориста структура листа може бути одержана з'єднанням оброблених поверхонь разом, із забезпеченням можливості просування охолоджувача (флюїд/газ) або активної речовини вздовж центральної лінії листа. Також може бути одержаний мікропористий лист за допомогою утворення проникних отворів або на верхній, або на нижній стороні листів до їх з'єднання.

При обробці одного або декількох шматків матеріалу за даним винаходом, які потім з'єднують один з одним або з одним або декількома шматками необробленого матеріалу, одержаний в результаті продукт може мати посилені властивості. Спосіб з'єднання, який може бути використаний, включає в себе всі форми зварювання, дифузійне з'єднання, паяння з твердим припоєм, склеювання і механічне з'єднання. Наприклад, це може бути використане при виробництві листового матеріалу низької щільності і високої жорсткості і частин, що містять внутрішні пустоти і канали. Якщо одержують таким способом дифузійно з'єднані титанові листи для виробництва аеролиста, то кінцевий матеріал може мати значно посилені специфічні властивості. У цьому випадку матеріал також може бути зварений, розрізаний, сформований і з'єднаний з використанням по суті традиційних технологій. Оброблені панелі можуть бути складені, і край зварений (наприклад, за допомогою електронно-променевого зварювання (ЕПЗ)), утворюючи вакуумований запечатаний пакет, підготовлений для з'єднання за допомогою НІР, щоб дати цей тип матеріалу. З'єднання між складеними листами можуть бути виконані так, щоб одержати оптимальні механічні, термічні або інші властивості, як вимагає застосування. Якщо відповідна обробка проведена для того, щоб одержати повністю проникні отвори в одній або більше частинах структури, то через ці отвори і/або внутрішні пустоти зможуть проходити флюїди, наприклад, для охолодження, нагрівання, змішування, зменшення опору руху або для цілей хімічної реакції. При з'єднанні разом листів із різних матеріалів може бути одержана покращена структура композита, наприклад, складаючи покриті металом листи, які були оброблені, використовуючи винахід, і з'єднуючи їх, щоб зменшити щільність комірчастої серцевини.

І) Обробкою матеріалу за даним способом можуть бути одержані акустично активні поверхні для руйнування або відбивання звукових хвиль.

Ј) Можуть бути оброблені метали, з пам'яттю форми, щоб дати активну функціональність. Об'ємний матеріал може бути локально модифікований хімічно і геометрично для утворення функціональних областей, що є локальними композитними сплавами з пам'яттю форми.

К) За допомогою даного способу може бути проведена обробка оптичних елементів для того, щоб

модифікувати оптичні властивості (наприклад, пропускання і відбивання) поверхні, наприклад, з голографічною функціональністю.

L) Використовуючи даний спосіб, може бути здійснене виробництво сенсорів, щоб впливати на точність і/або регулярність множини отворів або виступів, наприклад, у лінійних кодуєчих пристроях.

M) Пристрої, такі як теплообмінники, каталітичні конвертори, потокові хімічні реактори можуть бути всі одержані з покращеними властивостями при використанні способу для одержання відповідних каналів/отворів і/або поверхневих виступів у відповідних компонентах.

N) Функціональність бі-металічної поверхні може бути досягнута обробкою поверхні, до якої був доданий додатковий матеріал для того, щоб створити ознаки поверхні, що містять шари із двох або більше різних композитів.

O) Використовуючи даний метод, може бути також здійснене виробництво дизельних інжекторів з детальним розглядом гідродинамічних властивостей форсунки та її здатності випаровувати паливо, що виштовхується. Зміцнення поверхні переплавленого матеріалу (одержаного даним способом) може бути використане, щоб покращити стійкість до зносу. Крім того, можуть бути одержані елементи форсунки, що надають обертального руху потоку, що проходить через форсунку. Це може, наприклад, також дозволити автоматичну компенсацію об'ємних властивостей потоку, коли відбувається знос форсунки під час роботи.

P) Використовуючи даний метод, може бути також здійснене одержання отворів, вільних від задирок. Коли при коректних умовах роблять наскрізь проникні отвори, то отвори, фактично вільні від задирок, утворюються на дальній стороні заготовки. Отвори даного типу можуть використовуватися у багатьох випадках, в яких потрібний вільний від задирок край отвору. Це можуть бути різні процеси рубання і різання, а також процеси, в яких потік флюїду над перфорованою поверхнею у найменшій мірі збурюється при наявності вільних від задирок країв. Приклад показаний на Фіг.30.

Q) Можуть бути застосовані різні способи обробки, щоб призвести до бажаного стану поверхню для подальшої обробки з використанням даного методу. Наприклад, може бути проведене яке-небудь покриття або хімічна обробка. Також на оброблюваній поверхні може бути проведена механічна обробка. Наприклад, виступи можуть бути деформовані у нову функціональну форму або просто деформовані, щоб одержати досконалу одноамітність висоти або конформації частин, що стикаються. З'єднання, змонтовані з такими поверхнями, можуть мати кращий термічний і електричний контакт, ніж цього можна було б очікувати від застосованого навантаження, гладкості і пологості, внаслідок режиму локальної деформації і контакту на поверхні поділу.

R) Спосіб може бути використаний для зміни різних потенційних градієнтів (включаючи хімічні, електричні, магнітні), локальних у відношенні до поверхні, змінюючи, таким чином, осадження на поверхні або видалення з поверхні матеріалу або протікання на поверхні хімічної реакції.

S) За допомогою даного способу може бути одержаний кристалографічний текстурно-орієнтований матеріал і поверхні. Типово, виступи та інші елементи, які утворюються при послідовних проходженнях променя, роблять це спочатку через звичайне гетерогенне утворення зародків та їх подальший ріст. Однак при коректних умовах згадані елементи можуть бути підготовлені до росту таким способом, щоб здобути специфічну орієнтацію кристалів або кристалографічну текстуру. Це може, наприклад, бути використане, щоб забезпечувати специфічну структуру матеріалу/властивостей, природно їм властивих, або контролювати кристалографічну орієнтацію і/або морфологію росту матеріалу, який згодом буде осаджений, або утвориться з рідкої або газоподібної фази на заготовці.

T) Також можуть бути одержані анізотропні мікрочастинки і волокна. Здійсненням іншої стадії обробки, що йде після їх утворення, ці елементи можуть бути відділені від заготовки у формі анізотропних волокон або частинок.

Формула винаходу

1. Спосіб модифікування структури заготовки, при якому:

1) забезпечують відносне переміщення між енергетичним променем і заготовкою так, що область заготовки плавиться і розплавлений матеріал зміщується, утворюючи виступ на першій ділянці області та отвір на іншій ділянці області;

2) дозволяють розплавленому матеріалу, щонайменше частково, затвердіти; і після цього

3) повторюють етап 1) один або більше разів, причому область, що відповідає кожному повторенню, перетинає область, в якій здійснюють етап 1).

2. Спосіб за п. 1, в якому етап 3) додатково містить повторення етапу 2), що йде за кожним повторенням етапу 1).

3. Спосіб за п. 1 або п. 2, в якому область, обмежену променем, примушують зміщатися відносно заготовки по траєкторії від початкової позиції до кінцевої позиції.

4. Спосіб за п. 3, в якому згадана перша ділянка знаходиться на одній із початкових або кінцевих позицій, а інша ділянка на іншій початковій або кінцевій позиції.

5. Спосіб за п. 3 або п. 4, в якому довжина траєкторії складає щонайменше три діаметри променя.

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, в якому щонайменше частина згаданої області є подовженою.

7. Спосіб за п. 6, в якому згадана область по суті прямолінійна.

8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, в якому щонайменше частина згаданої області викривлена.

9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, в якому здійснюють модифікування об'ємної структури заготовки.

10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, в якому здійснюють модифікування поверхневої структури заготовки.
11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, в якому етап 3) кожний раз здійснюють по суті у тій же області, що і етап 1).
12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, в якому додатково передбачене утворення однієї або більше груп областей, що перетинають область, в якій здійснюють етап 1).
13. Спосіб за п. 12, в якому отвори кожної групи по суті співпадають із згаданим отвором на ділянці області, в якій здійснюють етап 1).
14. Спосіб за п. 12 або п. 13, в якому виступи кожної групи по суті співпадають із згаданим виступом на ділянці області, в якій здійснюють етап 1).
15. Спосіб за будь-яким з пп. 12-14, в якому групи областей утворюють регулярну множину.
16. Спосіб за будь-яким з пп. 1-15, в якому під час етапу 2) енергетичний промінь впливає на одну або більше областей заготовки.
17. Спосіб за будь-яким з пп. 1-16, в якому заготовку забезпечують іншим матеріалом, так що під час виконання способу утворюється один або більше сплавів.
18. Спосіб за будь-яким з пп. 1-17, в якому етапи 1)-3) проводять в атмосфері газу, так що утворюється один або більше сплавів.
19. Спосіб за будь-яким з пп. 1-18, в якому перетинні області виконані так, що утворюють виступи, які нависають над поверхнею заготовки.
20. Спосіб за п. 19, в якому два або більше навислих виступів об'єднують так, щоб утворити одну або більше петель над поверхнею заготовки.
21. Спосіб за будь-яким з пп. 1-20, в якому густину енергетичного променя знижують під час етапу 3) відносно одного або більше попередніх переміщень енергетичного променя для згладжування країв утворених виступів і/або отворів.
22. Спосіб підготовки заготовки у вигляді деталі для з'єднання з однією або декількома додатковими заготовками, при якому виконують множину отворів на поверхні і/або в об'ємі деталі і формують виступи, спрямовані від поверхні деталі, причому отвори і виступи формують способом за будь-яким з пп. 1-21.
23. Спосіб за п. 22, в якому один або більше з наступних параметрів: розмір, форма, відносне розташування отворів і/або розмір, форма, відносне розташування або хімічна композиція виступів контролюються заздалегідь визначеним чином.
24. Спосіб за п. 22 або п. 23, в якому виступи або отвори утворені таким чином, щоб механічно входити у зачеплення із заготовкою(ами), з якою(ими) з'єднується згадана деталь.
25. Спосіб за п. 24, в якому виступи на деталі розташовані так, щоб взаємодіяти з додатковими до них структурами у заготовці або заготовках.
26. Спосіб за будь-яким з пп. 22-25, в якому отвори мають відповідний розмір для заповнення адгезивом або смолою.
27. Спосіб за будь-яким з пп. 22-26, в якому виступи і/або отвори деталі виконані таким чином, що при використанні виступи і/або отвори взаємодіють із заготовкою або заготовками так, щоб розподілити будь-які напруження всередині з'єднання між заготовкою або заготовками і деталлю і, таким чином, зменшити концентрацію напружень всередині з'єднання.
28. Спосіб за будь-яким з пп. 22-27, в якому виступи або отвори розташовані так, щоб забезпечити заздалегідь визначені локальні механічні, фізичні або термічні властивості.
29. Спосіб за п. 28, в якому виступи і/або отвори на щонайменше частині деталі розташовані так, щоб створити локальні термічні і/або механічні властивості у цій частині деталі, які були б по суті такими ж, як властивості заготовки або заготовок, до якої або яких ця частина деталі повинна бути приєднана.
30. Спосіб за будь-яким з пп. 22-29, в якому за допомогою розташування виступів і/або отворів забезпечують різний тип руйнування з'єднання.
31. Спосіб за будь-яким з пп. 22-30, в якому деталь є проміжною деталлю для використання у з'єднанні разом двох або більше додаткових заготовок.
32. Заготовка, яка була оброблена з використанням способу за будь-яким з пп. 1-21 або пп. 22-31.
33. Спосіб з'єднання заготовки з однією або з великою кількістю додаткових заготовок, що включає підготовку першої заготовки для з'єднання з використанням способу за будь-яким з пп. 22-31 і з'єднання цієї першої заготовки з однією або більше додатковими заготовками.

U A 7 7 3 4 8 C 2

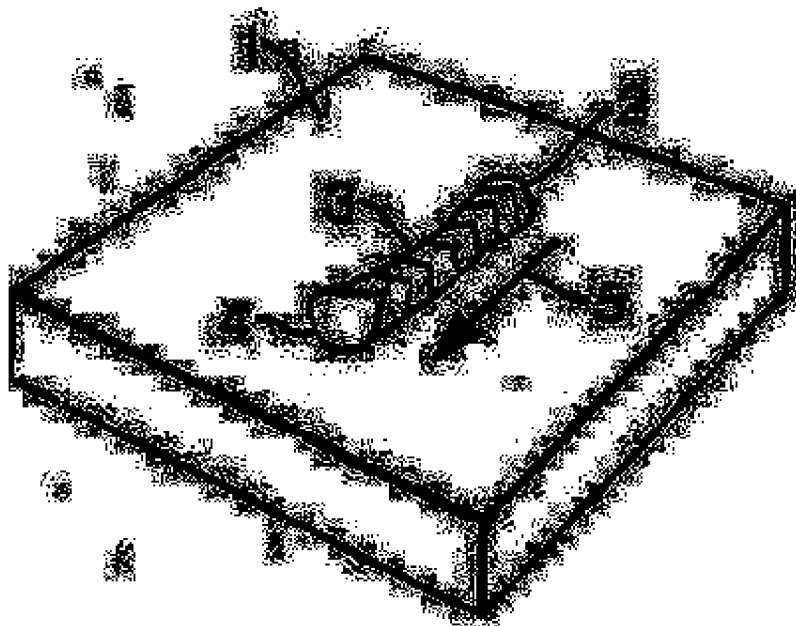


Fig. 1



Fig. 2

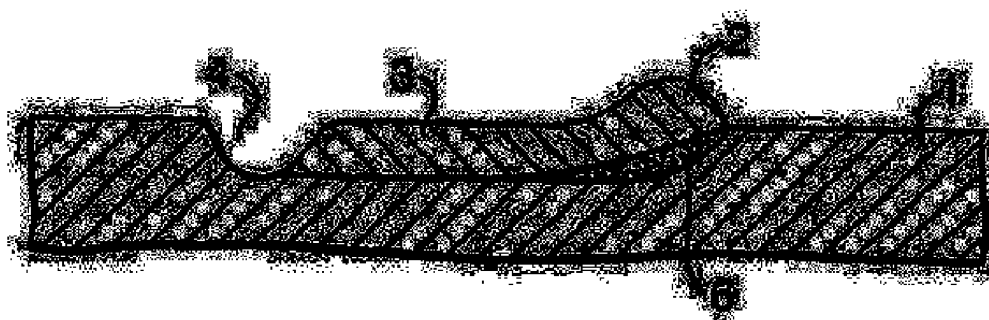


Fig. 3

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2

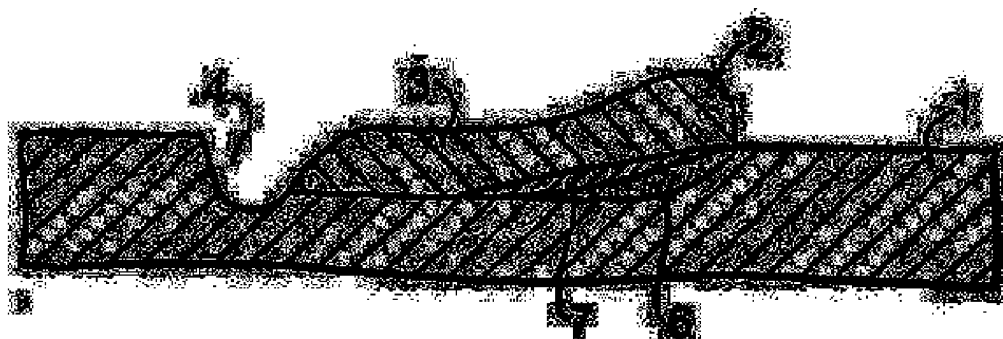


Fig. 4



Fig. 5

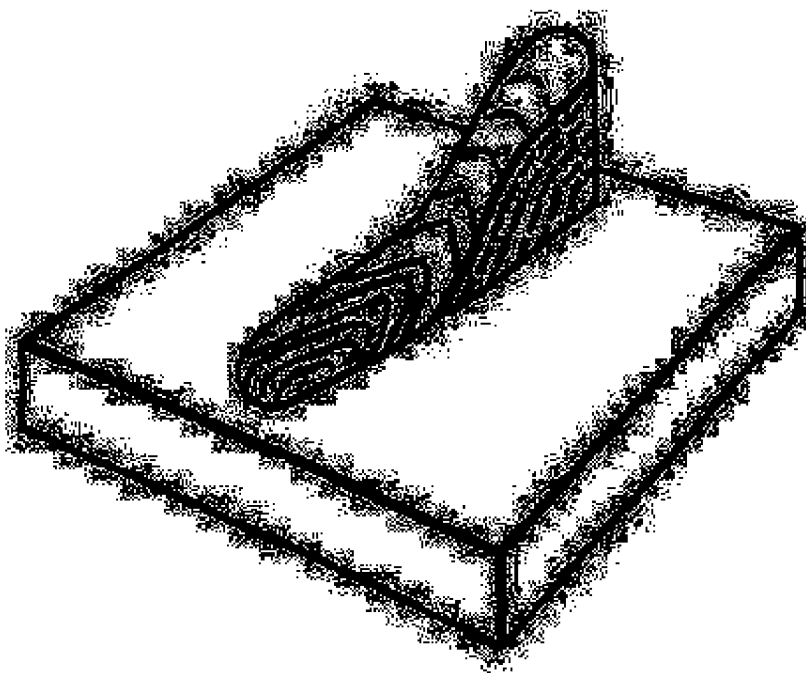


Fig. 6

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 9 C 2



DM 7



DM 8



DM 9

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2

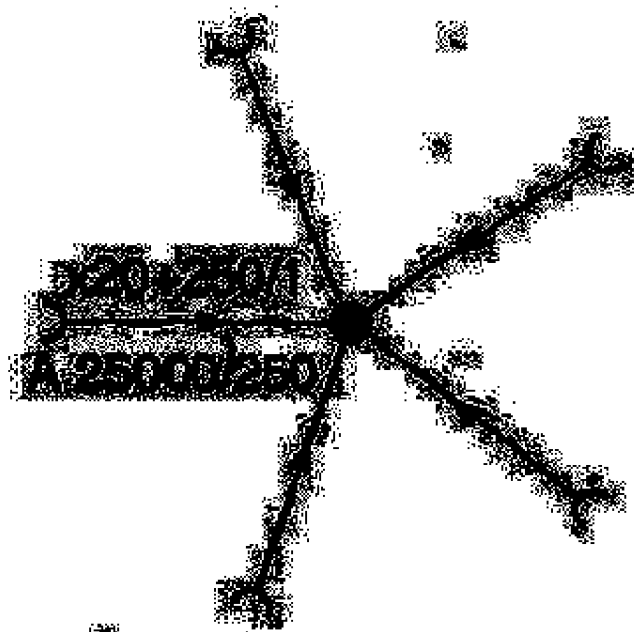


Fig. 10

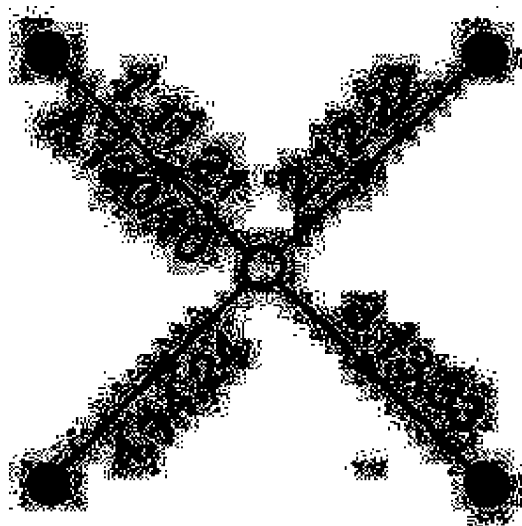


Fig. 11

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 9 C 2

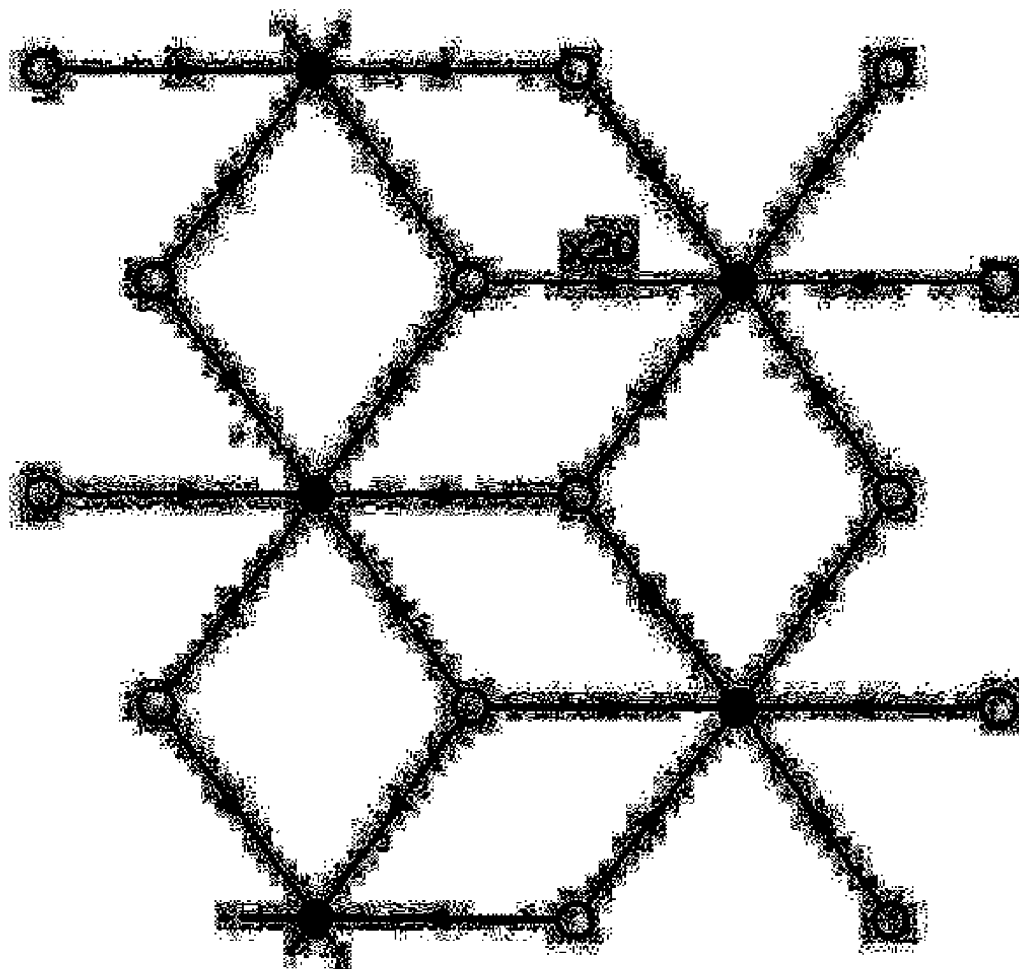


Fig. 12

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2

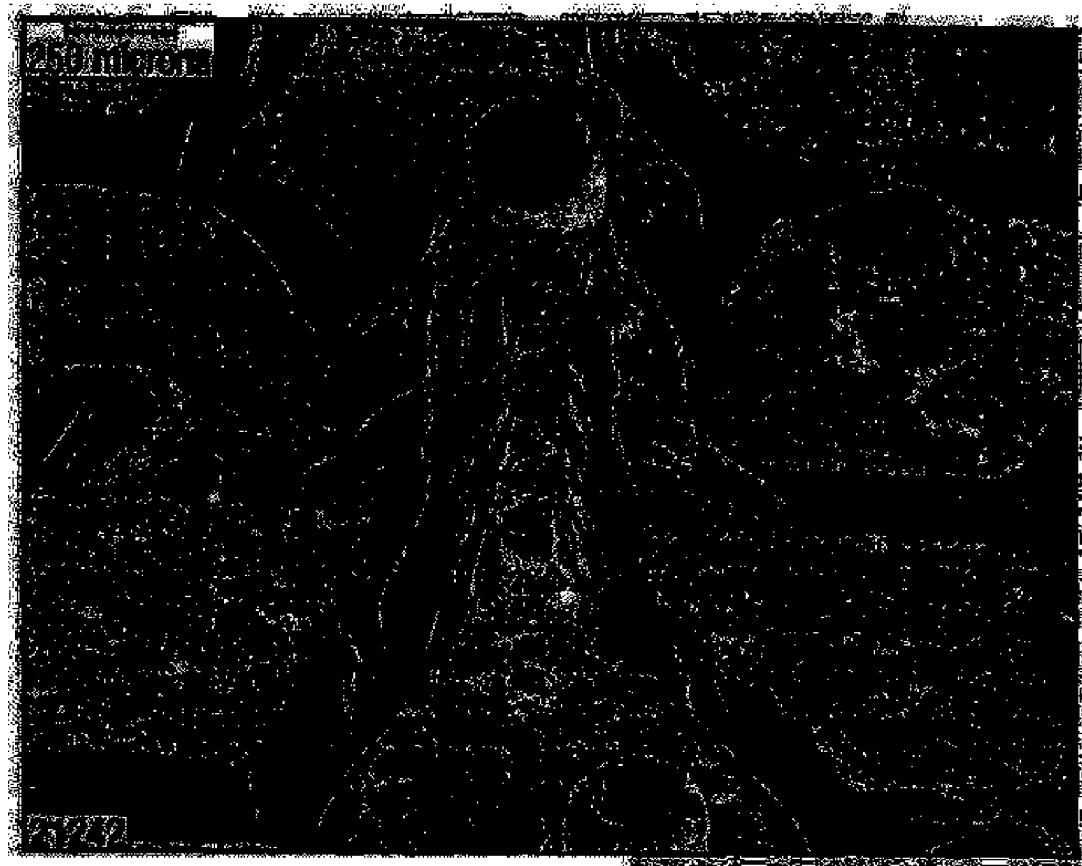


Fig. 13

U A 7 7 3 4 8 C 2

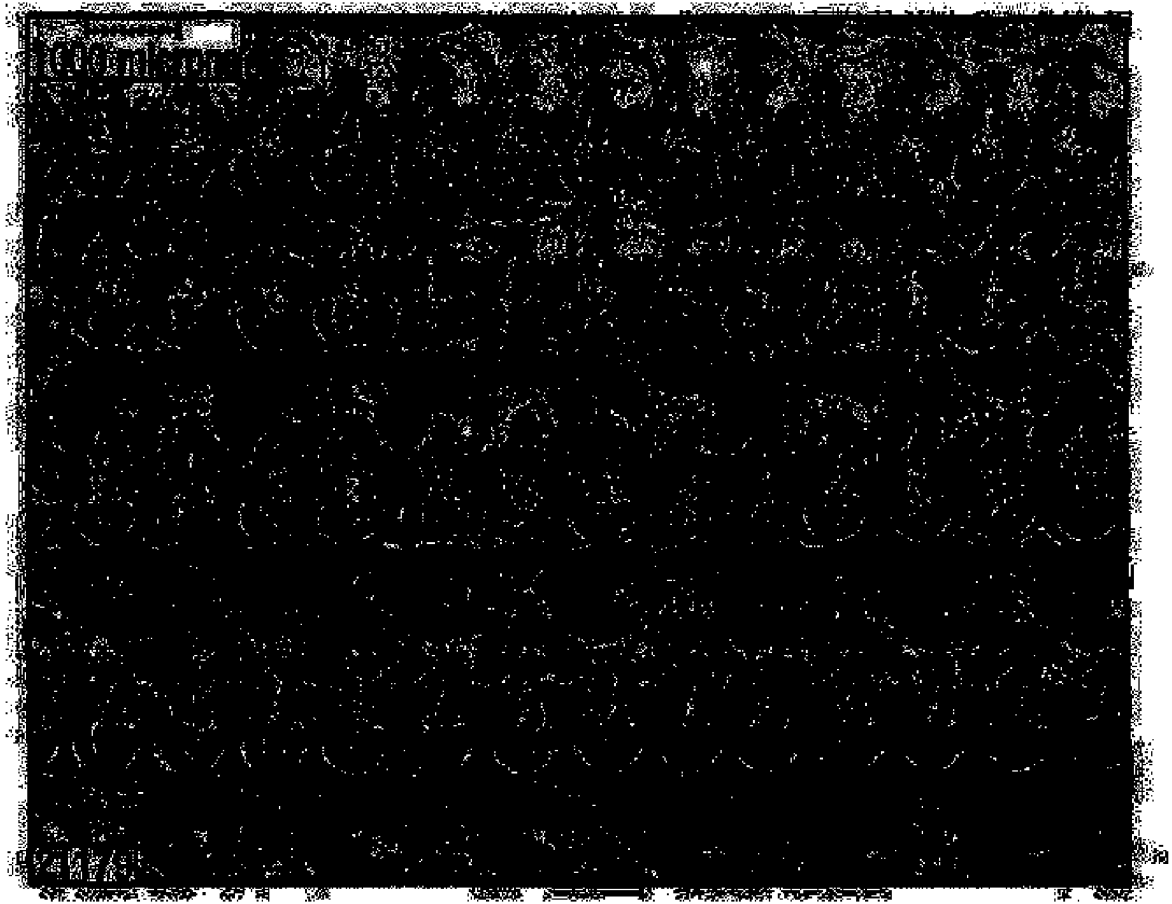
U A 7 7 3 4 8 C 2



Phi 14

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2



U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2

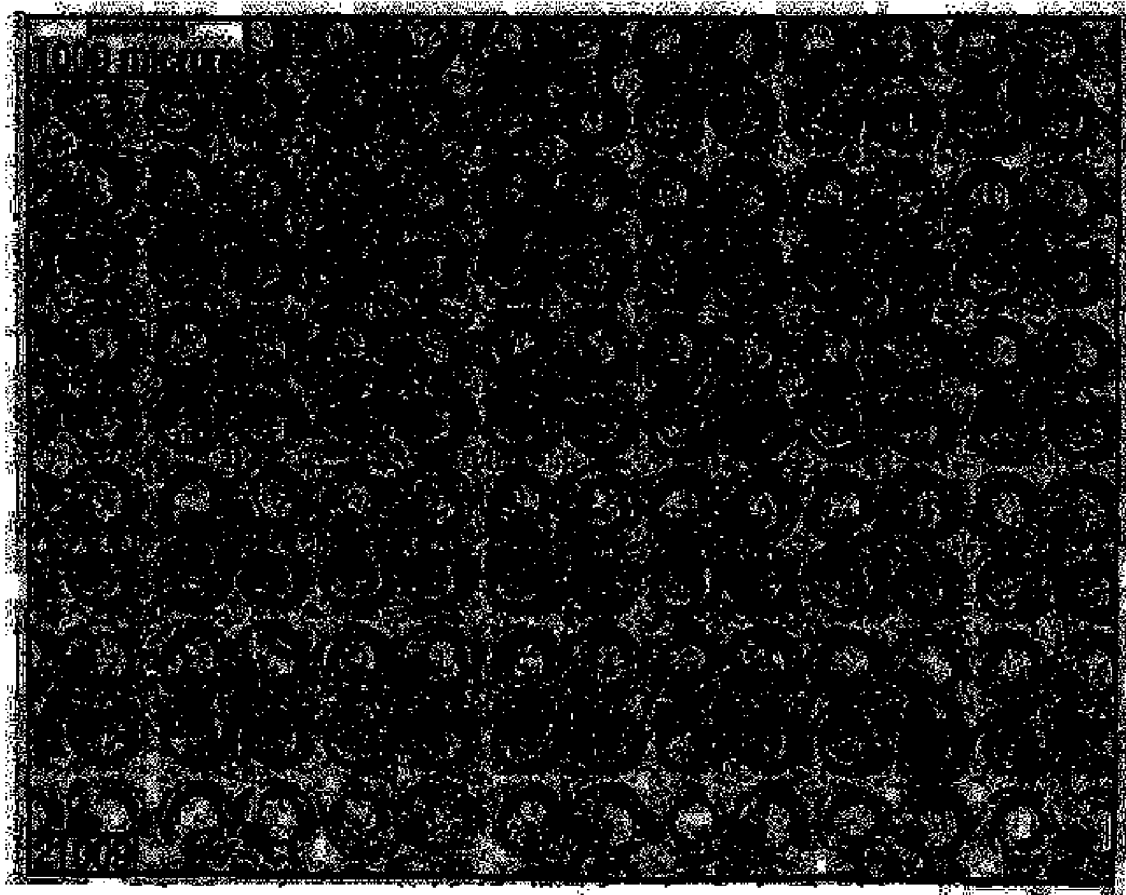
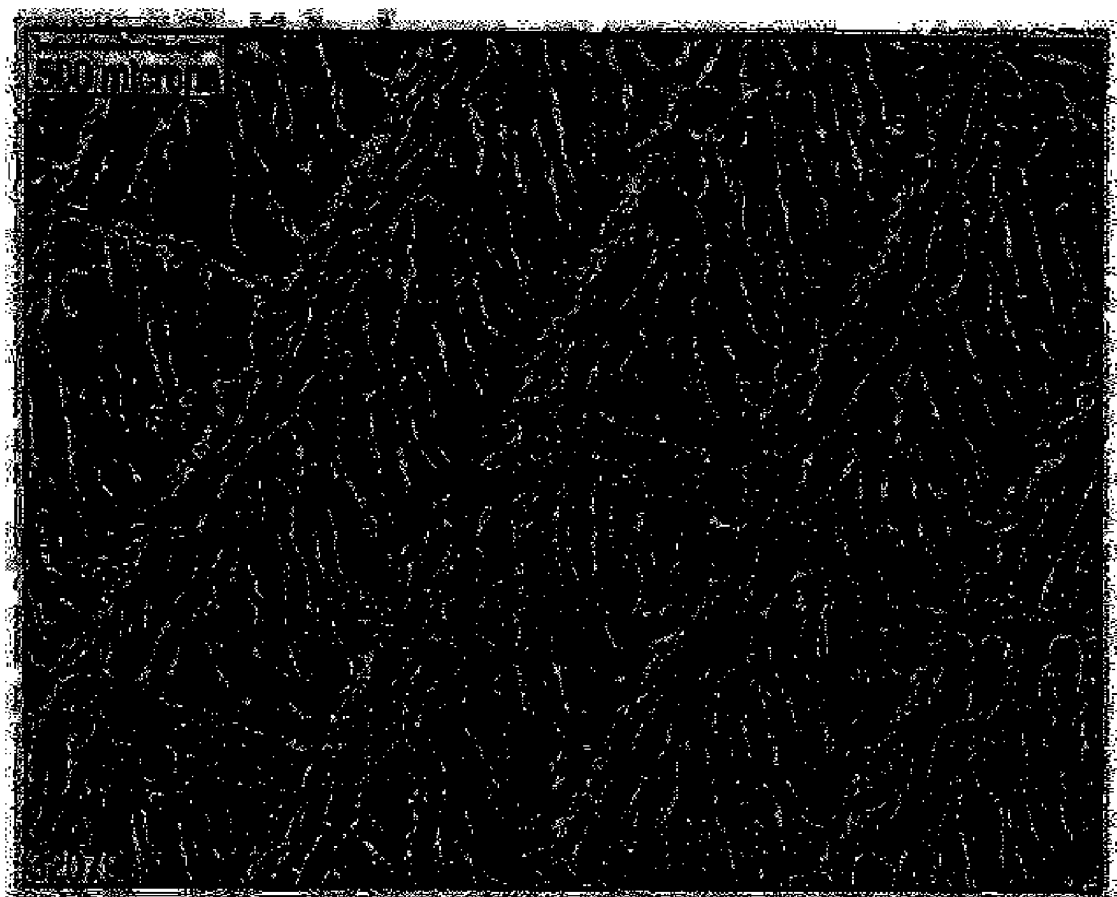


Fig. 16

U A 7 7 3 4 8 C 2

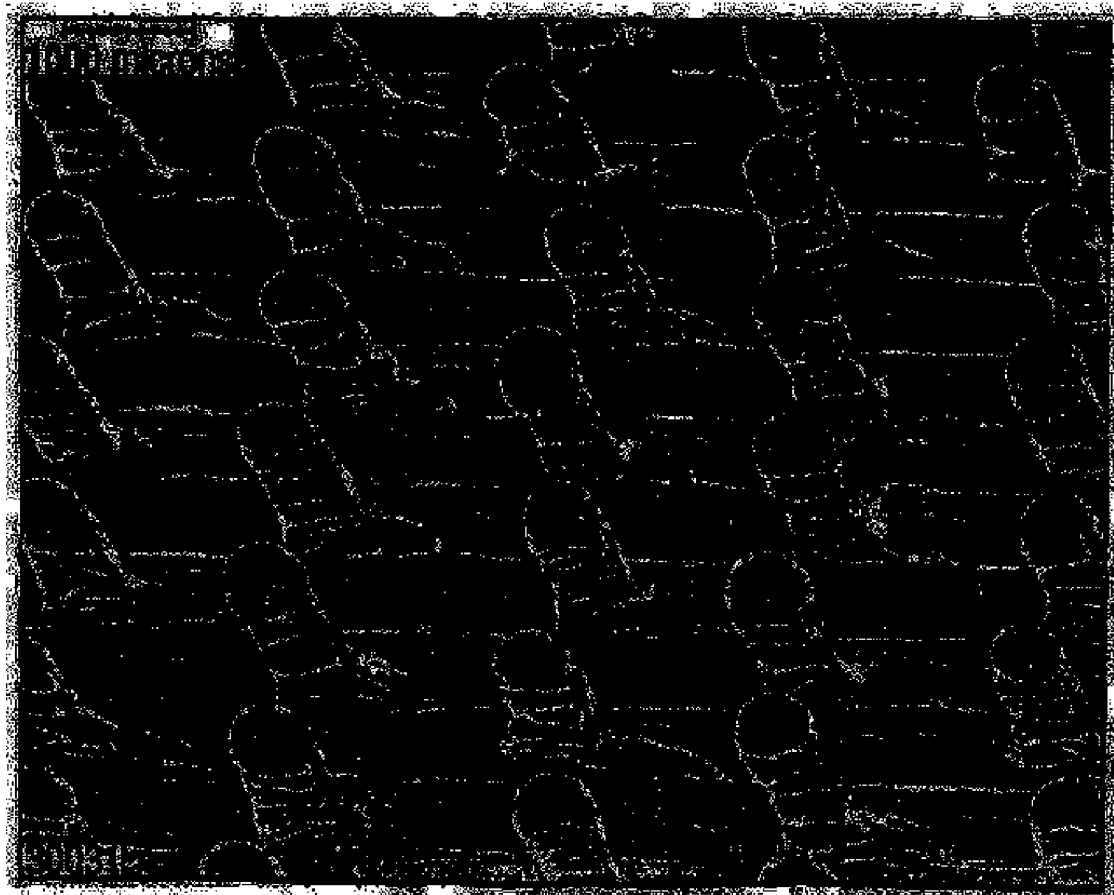
U A 7 7 3 4 8 C 2



001 10

U A 7 7 3 4 8 C 2

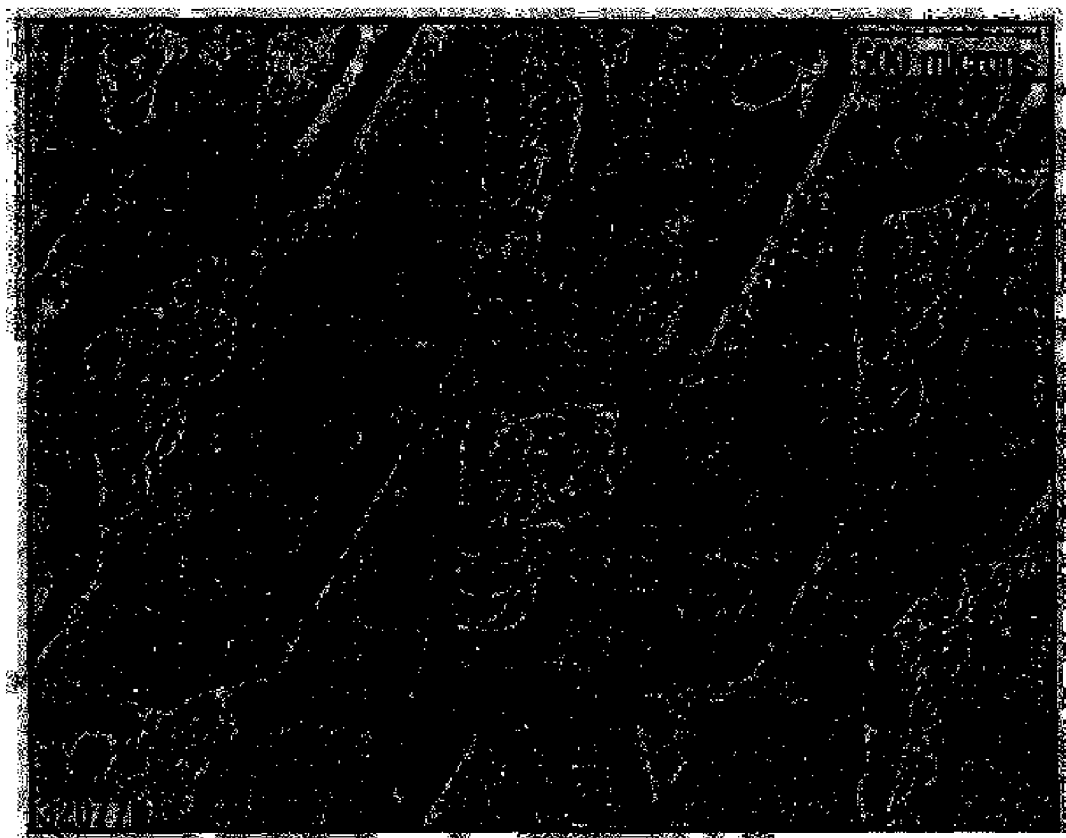
U A 7 7 3 4 8 C 2



001 13

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2



U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2

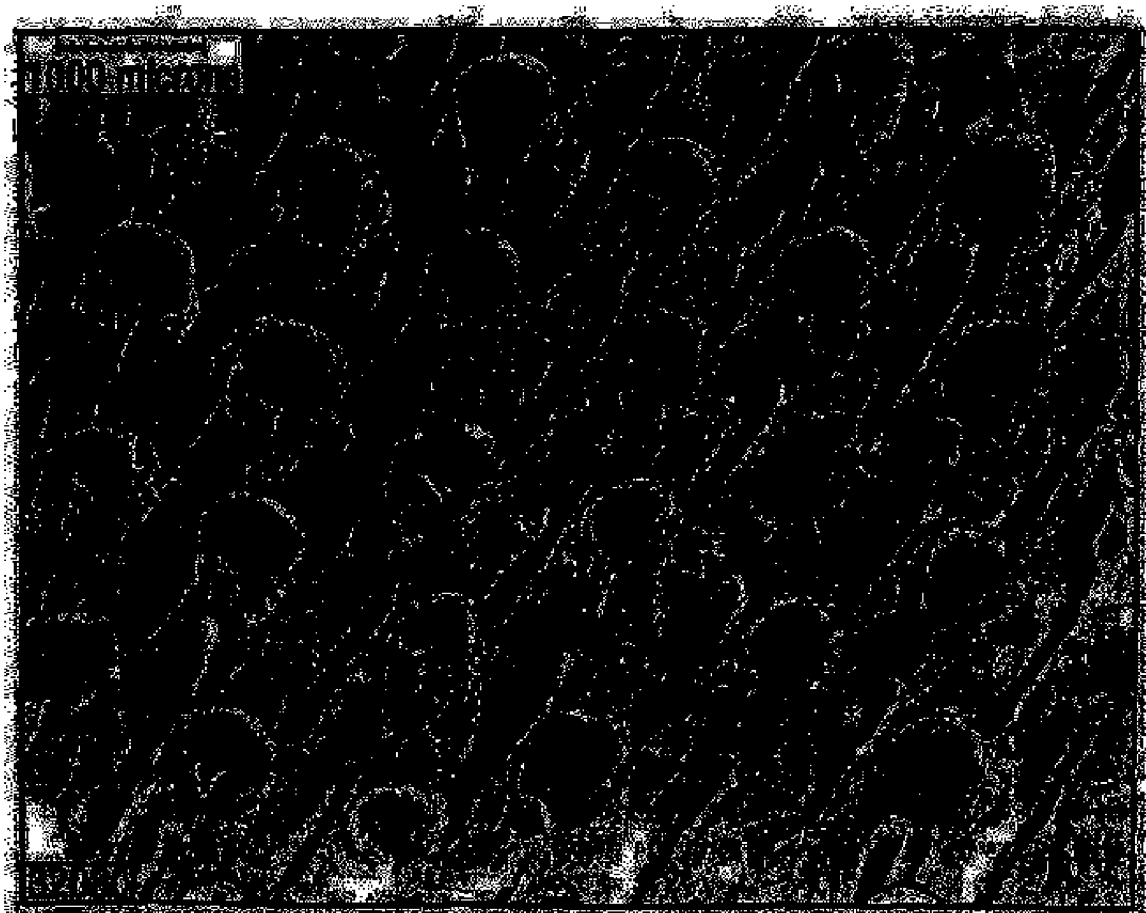


Fig. 30

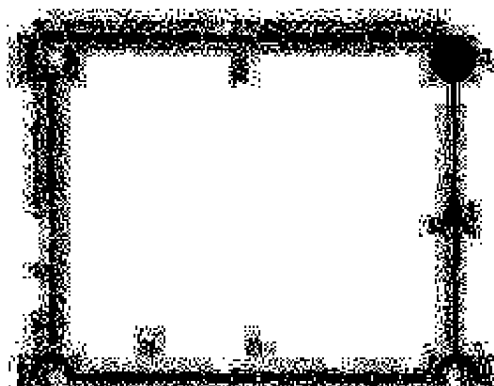


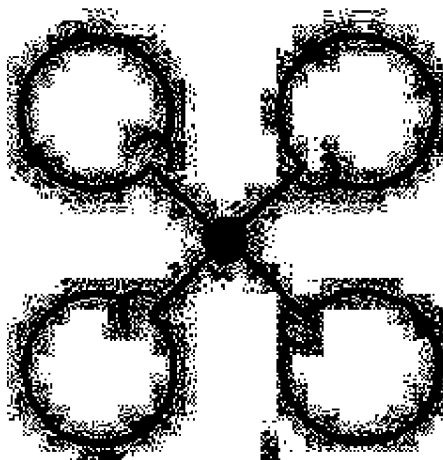
Fig. 21A

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 9 C 2



OH 21B



OH 21C



OH 21D

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 9 C 2

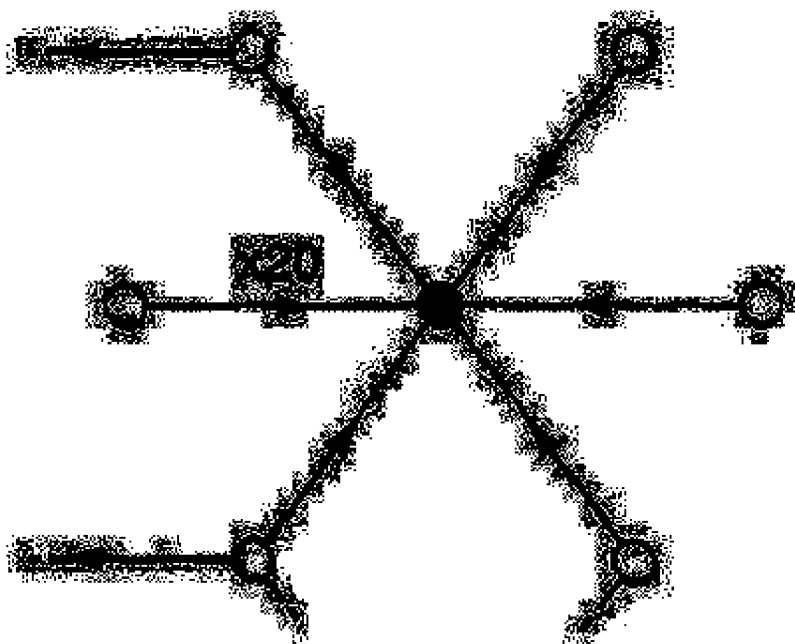


Fig. 21B



Fig. 21A

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 9 C 2

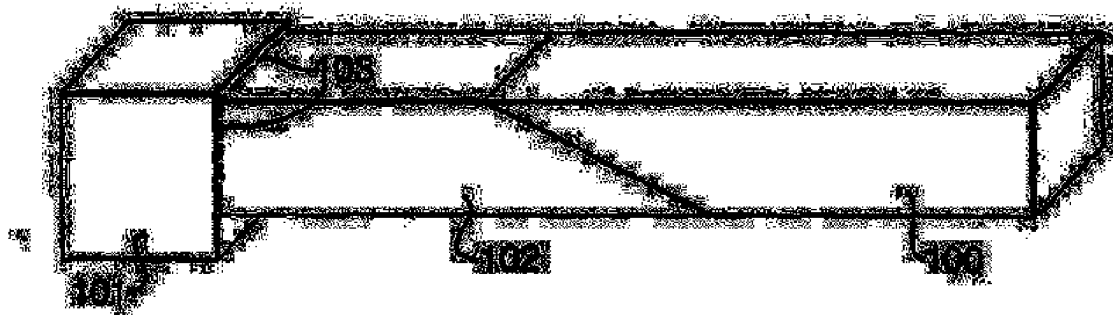


Fig. 22

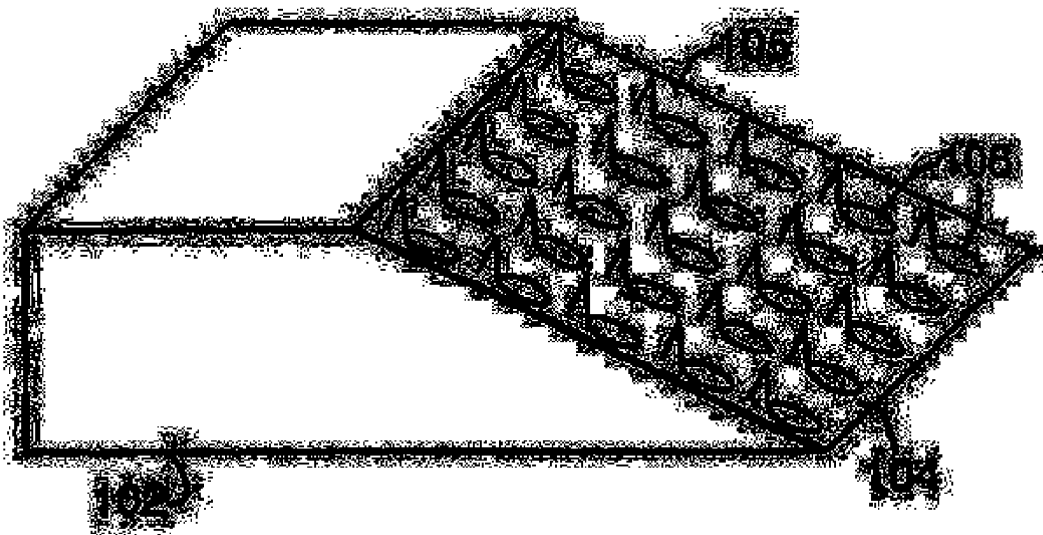


Fig. 23

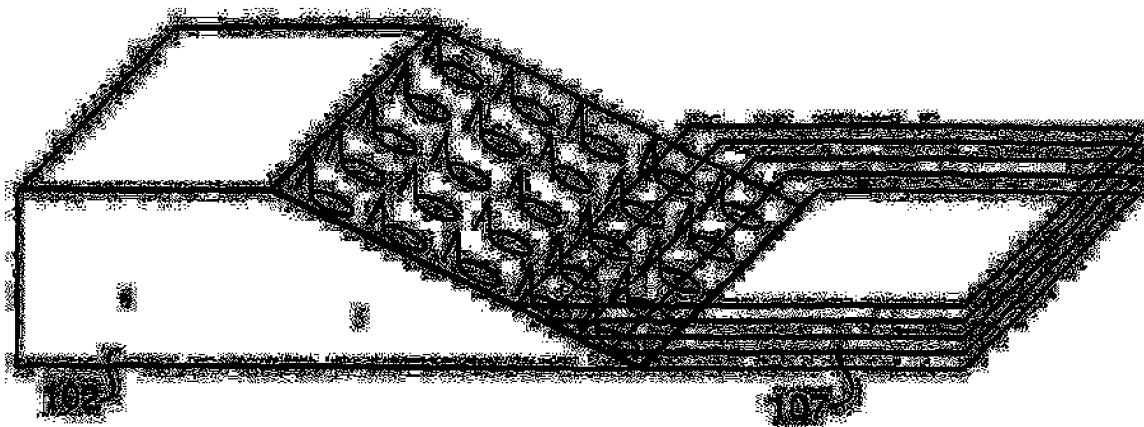


Fig. 24

U A 7 7 3 4 8 C 2

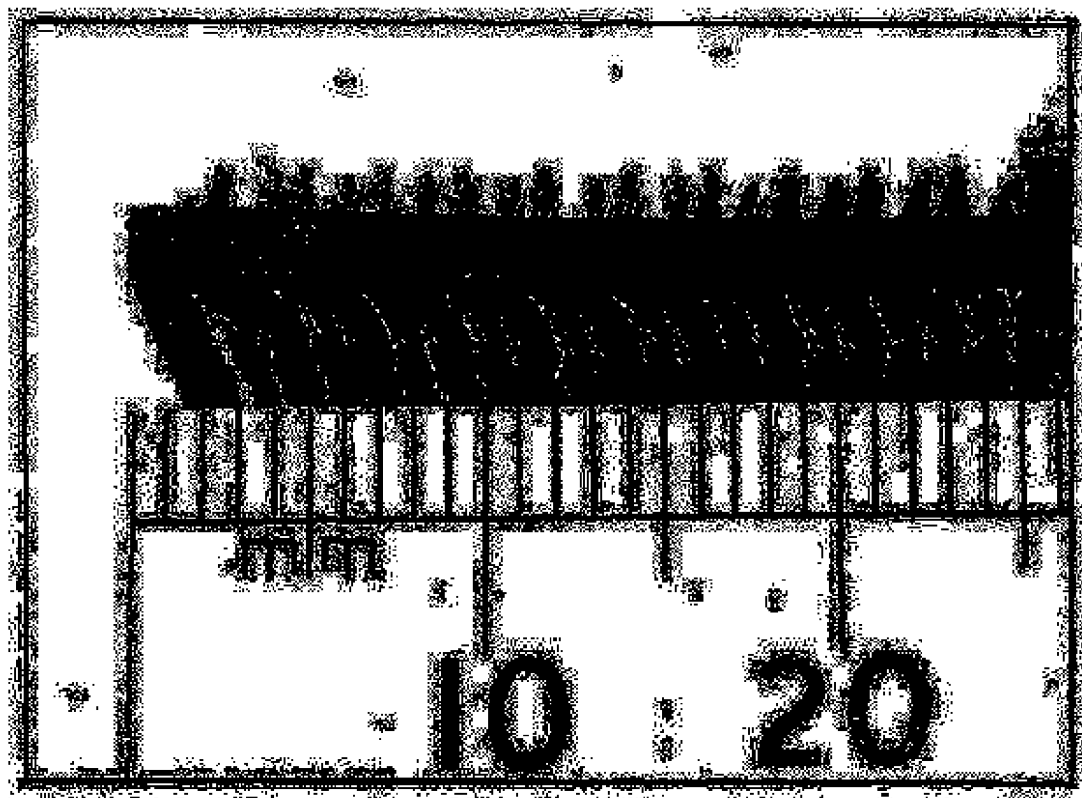
U A 7 7 3 4 8 C 2



Dia 27

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 9 C 2



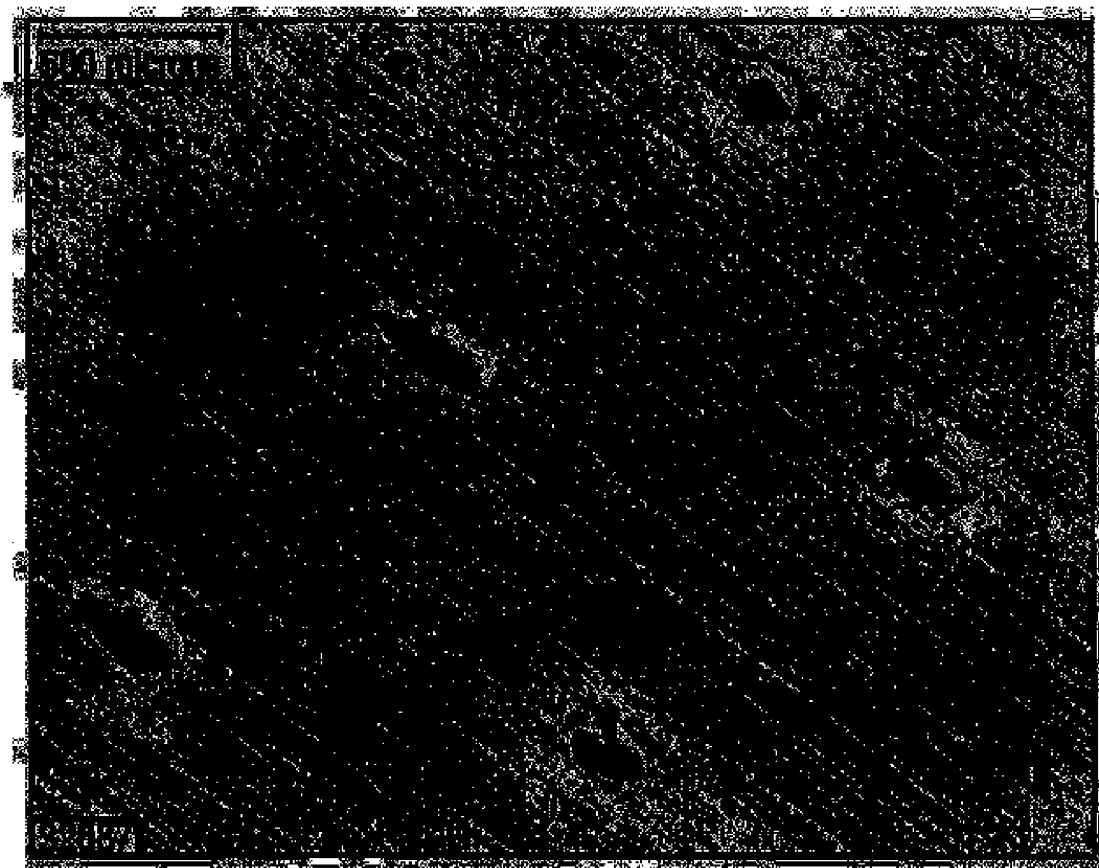
016, 28



016, 29

U A 7 7 3 4 8 C 2

U A 7 7 3 4 8 C 2



U A 7 7 3 4 8

U A 7 7 3 4 8 C 2

Категория		Наименование	
Средства массовой информации	Средства массовой информации		
	Издание		
	Кодовый номер		
	Кодовый номер издания		
Средства массовой информации	Средства массовой информации		
	Издание		
	Кодовый номер		
	Кодовый номер издания		
Средства массовой информации	Средства массовой информации		
	Издание		
	Кодовый номер		
	Кодовый номер издания		
Средства массовой информации	Средства массовой информации		
	Издание		
	Кодовый номер		
	Кодовый номер издания		
Средства массовой информации	Средства массовой информации		
	Издание		
	Кодовый номер		
	Кодовый номер издания		
Средства массовой информации	Средства массовой информации		
	Издание		
	Кодовый номер		
	Кодовый номер издания		

