(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 8 月 18 日(18.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/129391 A1

(51) 国際特許分類:
B29C 65/18 (2006.01) *B23K 26/60* (2014.01)
B23K 26/324 (2014.01) *B29C 45/14* (2006.01)
B23K 26/384 (2014.01) *B29C 65/16* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052371

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 27 日(27.01.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-024641 2015 年 2 月 10 日(10.02.2015) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 西川 和義(NISHIKAWA Kazuyoshi); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人あーく特許事務所(ARC PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎１丁目１番２号 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

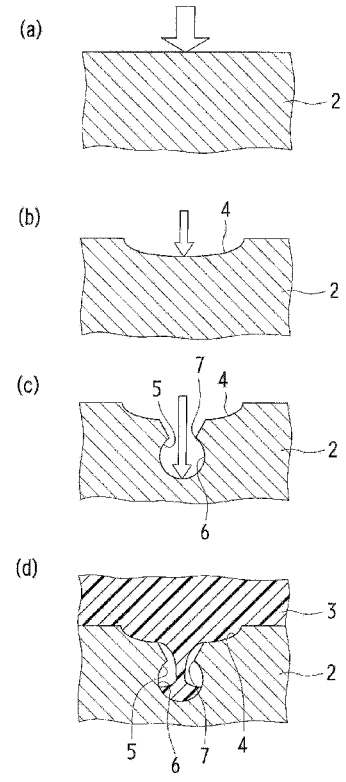
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) **Title**: PRODUCTION METHOD FOR BONDED STRUCTURE, AND BONDED STRUCTURE

(54) 発明の名称 : 接合構造体の製造方法および接合構造体

[図3]



(57) **Abstract**: A production method for a bonded structure wherein a first member and a second member, which comprises a resin, are bonded, and a bonded structure wherein a first member and a second member are bonded. The production method for a bonded structure includes: a boring step wherein first- and second-stage bores, which communicate vertically, a top-surface side of a first member being the upper side, are formed in a first member top-surface part, which constitutes a surface to be bonded with a second member, by means of laser irradiation such that the open area of the first-stage bore, which is the higher of the first- and second-stage bores, is larger; and a bonding step wherein the first member and the second member are bonded by filling the first- and second-stage bores with the second member. In the bonded structure, a plurality of bores that communicate vertically in a first member top-surface part are formed by means of laser irradiation such that the open area of the highest of the bores is largest, and the plurality of bores are filled with a second member.

(57) 要約: 第１部材と、樹脂からなる第２部材とが接合された接合構造体の製造方法、および、第１部材と第２部材とが接合された接合構造体である。接合構造体の製造方法は、第２部材との接合面を構成する第１部材の表面部に、当該第１部材の表面側を上側として上下に連通する第１および第２段穿孔部を、当該第１および第２段穿孔部のうち最上段の第１段穿孔部の開口面積が最大となるように、レーザを照射することにより形成する穿孔工程と、第１および第２段穿孔部に第２部材を充填することにより、第１部材と第２部材とを接合する接合工程と、を含む。接合構造体は、第１部材の表面部に上下に連通する複数の穿孔部が、最上段の穿孔部の開口面積が最大となるように、レーザを照射することによって形成されており、複数の穿孔部に第２部材が充填されている。

WO 2016/129391 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 接合構造体の製造方法および接合構造体

技術分野

[0001] 本発明は、接合構造体の製造方法および接合構造体に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、異種材料からなる部材同士を接合させた接合構造体が知られている。このような接合構造体では、本来接合し難い異種部材同士を接合していることから、その接合強度を高めることが一つの課題になっている。

[0003] 例えば、特許文献１には、金属成形体における樹脂成形体との接合面に対して、開口部の平均直径が０．０１～５０μｍの凹部または平均幅が０．０１～５０μｍの溝を形成する第１工程と、凹部または溝が形成された接合面に対して、開口部の平均直径が１．０～１０００μｍ、最大深さが１０～１０００μｍの凹部または平均幅が１．０～１０００μｍ、最大深さが１０～１０００μｍの溝を形成する第２工程と、インサート成形により複合成形体を得る第３工程と、を有する複合成形体の製造方法が開示されている。この特許文献１のものによれば、接合強度を高めることができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開２０１４－０５１０４０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、接合構造体において、一方の部材における他方の部材との接合部に凹部を形成するのは、両者を接合する際に溶融した他方の部材（例えば樹脂部材）が凹部に充填されることで生じる、いわゆるアンカー効果を得るためであることが多い。

[0006] そして、上記特許文献１には、接合強度が向上する理由は記載されていないが、特許文献１の図４～図８から、金属部材における接合面全体に同一の

形状パターンで１．０～１０００μｍ、最大深さが１０～１０００μｍの凹部等を形成し、かかる凹部等に樹脂を充填することで接合強度を高めていると考えられる。

[0007] もっとも、凹部の開口部が狭小である場合には、溶融した樹脂部材（以下、溶融樹脂ともいう）が凹部に充填され難くなり、アンカー効果が減少するおそれがある。ここで、溶融樹脂が凹部に充填され易くなるように、凹部の寸法を大きくすることも考えられるが、この場合には、接合面における単位面積当たりの凹部の数が減少するため、却ってアンカー効果が減少するおそれがある。このため、アンカー効果を減少させることなく、溶融樹脂を開口部が狭小な凹部に充填するには、粘度を低くするための高い樹脂温度と、狭小な凹部に樹脂を押し込むための高い充填圧力とが要求されることになる。

[0008] しかしながら、樹脂の中には高温になると分解するものがあるため、高い樹脂温度を実現することが困難な場合がある。また、比較的サイズの小さい接合構造体を製造する際には、充填圧力の低い設備を用いることが一般的であるため、既存の設備との関係で高い充填圧力を実現することが困難な場合がある。このため、上記特許文献１のもののように、単に接合面全体に凹部等を形成するだけでは、高い樹脂温度や高い充填圧力を実現することが困難な場合に、樹脂が凹部等に充填されず、接合構造体の歩留まりが低下するおそれや、樹脂が充填された凹部等と充填されていない凹部等とが生じることで接合強度のバラツキ等が発生して、接合品質が低下するおそれがある。

[0009] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、接合構造体の製造方法および接合構造体において、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑える技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するため、本発明に係る接合構造体の製造方法および接合構造体では、一方の部材における他方の部材との接合部に設けられる穿孔部を、溶融樹脂を導き易い形状に形成するようにしている。

[0011] 具体的には、本発明は、第１部材と、樹脂からなる第２部材とが接合された接合構造体の製造方法であって、前記第２部材との接合面を構成する前記第１部材の表面部に、当該第１部材の表面側を上側として上下に連通する複数の穿孔部を、当該複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部の開口面積が最大となるように、レーザを照射することにより形成する穿孔工程と、前記複数の穿孔部に前記第２部材を充填することにより、当該第１部材と当該第２部材とを接合する接合工程と、を含むことを特徴とするものである。

[0012] この構成によれば、上下に連通する複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部（仮に第１の穿孔部ともいう）の開口面積が最大となるように複数の穿孔部が形成されるので、大きな開口面積を有する第１の穿孔部が、これよりも下方の穿孔部（仮に第２の穿孔部ともいう）に対し、恰も漏斗のように機能することになり、溶融された第２部材（以下、溶融樹脂ともいう）が第２の穿孔部に充填され易くなる。

[0013] より詳しくは、仮に開口面積の小さい第２の穿孔部しか形成されておらず、かつ、溶融樹脂の粘度が高く、充填圧力が低い場合には、溶融樹脂が入口の狭い第２の穿孔部内に流れ込まないおそれがある。これに対し、開口面積の大きい第１の穿孔部を形成すれば、溶融樹脂の粘度が高くかつ充填圧力が低い場合でも、溶融樹脂が入口の広い第１の穿孔部内に流れ込み易くなるとともに、第１の穿孔部内に溜まった溶融樹脂がさらに第２の穿孔部内に流れ込み易くなる。これにより、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、第２の穿孔部内に溶融樹脂が確実に充填されるので、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えることができる。

[0014] また、第１の穿孔部により、アンカー効果を担う第２の穿孔部の開口部が恰も拡大するようになるが、第２の穿孔部の内空自体が大きくなる訳ではないので、接合面における単位面積当たりの第２の穿孔部の数は減少しない。よって、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えつつ、アンカー効果が減少するのを抑えることができる。

[0015] なお、本発明において「上下に連通する複数の穿孔部」とは、１つの第１

の穿孔部の下方に１つの第２の穿孔部が形成される場合のみならず、例えば、１つの第１の穿孔部の下方に複数の第２の穿孔部が形成される場合や、第１の穿孔部の下方に形成された第２の穿孔部の下方に、さらに第３以降の穿孔部が形成される場合を含むものである。

[0016] また、第１の穿孔部は、単独である必要はなく、複数の第１の穿孔部を一部重畳させて形成された穿孔部の下方に第２以降の穿孔部を形成してもよい。同様に、第２以降の穿孔部も、単独である必要はなく、複数の第２以降の穿孔部を一部重畳させた穿孔部を形成してもよい。

[0017] 前記接合構造体の製造方法において、前記穿孔工程では、前記複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部を、下方に行くにしたがって開口面積が小さくなるように形成することが好ましい。

[0018] この構成によれば、例えば第２の穿孔部が第３の穿孔部に対し恰も漏斗のように機能するというように、下方の穿孔部に対して漏斗機能を有する穿孔部が連なることになるので、溶融樹脂が上下に連通するすべての穿孔部に充填され易くなる。

[0019] そうして、「最上段の穿孔部の開口面積が最大となる」態様の１つとして、前記接合構造体の製造方法において、前記穿孔工程では、前記最上段の穿孔部の開口径が最大となるように、前記複数の穿孔部を形成することが好ましい。

[0020] この構成によっても、大きな開口径を有する第１の穿孔部が、第２の穿孔部に対し、恰も漏斗のように機能することから、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、第２の穿孔部内に溶融樹脂が確実に充填されるので、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えることができる。

[0021] また、最上段の穿孔部の開口径が最大となるように複数の穿孔部を形成する場合には、前記接合構造体の製造方法において、前記穿孔工程では、前記複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部を、下方に行くにしたがって開口径が小さくなるように形成することが好ましい。

[0022] この構成によれば、下方の穿孔部に対して漏斗機能を有する穿孔部が連なることになるので、溶融樹脂が上下に連通するすべての穿孔部に充填され易くなる。

[0023] 前記接合構造体の製造方法において、前記穿孔工程では、１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを照射することにより、前記最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部の孔壁に内側に突出する突出部を形成することが好ましい。

[0024] この構成によれば、照射されるレーザが複数のサブパルスで構成されているため、溶融された第１部材が飛散され難く、第２以降の穿孔部の内部に堆積されることから、第２以降の穿孔部の孔壁に内側に突出する突出部を形成することができる。これにより、第２部材を第１部材から剥離するような力が作用した場合でも、穿孔部に充填された第２部材のうち突出部よりも奥側の部位に対して、突出部が抜け出し抵抗となることから、剥離方向の接合強度の向上を図ることができる。

[0025] 前記接合構造体の製造方法において、前記第１部材は、金属、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂からなることが好ましい。

[0026] 前記接合構造体の製造方法において、前記第２部材は、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂からなることが好ましい。

[0027] 前記接合構造体の製造方法において、前記接合工程では、レーザ照射、射出成型または熱プレスにより、前記複数の穿孔部に前記第２部材を充填することが好ましい。

[0028] また、本発明は、第１部材と第２部材とが接合された接合構造体をも対象としている。

[0029] 具体的には、本発明は、第１部材と、樹脂からなる第２部材とが接合された接合構造体であって、前記第２部材との接合面を構成する前記第１部材の表面部に、当該第１部材の表面側を上側として上下に連通する複数の穿孔部が、当該複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部の開口面積が最大となるように、レーザを照射することによって形成されており、前記複数の穿孔部に前記

第２部材が充填されていることを特徴とするものである。

[0030] この構成によれば、大きな開口面積を有する第１の穿孔部が、第２の穿孔部に対し恰も漏斗のように機能することから、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、第２の穿孔部内に溶融樹脂が確実に充填されるので、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えることができる。

発明の効果

[0031] 以上、説明したように本発明に係る接合構造体の製造方法および接合構造体によれば、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の実施形態１に係る接合構造体における接合部を模式的に示す拡大断面図である。

[図2]上下に連通する穿孔部が形成された場合における、溶融樹脂が充填される様子を段階的に説明する模式図である。

[図3]接合構造体の製造方法を模式的に説明する端面図である。

[図4]実施形態１の変形例１における第１部材を模式的に示す図であり、図４（ａ）は断面図であり、図４（ｂ）は平面図である。

[図5]実施形態１の変形例２における第１部材を模式的に示す図であり、図５（ａ）は断面図であり、図５（ｂ）は平面図である。

[図6]実施形態１の変形例３における第１部材を模式的に示す図であり、図６（ａ）は断面図であり、図６（ｂ）は平面図である。

[図7]実施形態１の変形例４における第１部材を模式的に示す図であり、図７（ａ）は断面図であり、図７（ｂ）は平面図であり、図７（ｃ）は第１段穿孔部の形成方法を説明する断面図である。

[図8]実施形態１の変形例５における第１部材を模式的に示す図であり、図８（ａ）は断面図であり、図８（ｂ）は平面図である。

[図9]図９（ａ）は、実施例の接合構造体における第１部材を模式的に示す斜

視図であり、図９（ｂ）は、実施例の接合構造体を模式的に示す斜視図である。

[図10]本発明の実施形態２に係る接合構造体における接合部を模式的に示す拡大断面図である。

[図11]上下に連通しない穿孔部が形成された場合における、溶融樹脂が充填される様子を段階的に説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、本発明を実施するための形態を図面に基づいて説明する。

[0034] （実施形態１）

－接合構造体の全体構成－

図１は、本実施形態に係る接合構造体１における接合部を模式的に示す拡大断面図である。この接合構造体１は、図１に示すように、金属からなる第１部材２と、樹脂からなる第２部材３とが接合されたものである。接合構造体１における第１部材２と第２部材３との接合界面を構成する第１部材２の表面部には、当該第１部材２の表面で開口する第１段穿孔部４と、当該第１段穿孔部４内で開口する第２段穿孔部５と、が形成されている。そうして、この接合構造体１では、溶融された状態で、これら第１段穿孔部４および第２段穿孔部５に充填された第２部材３が、これら第１段穿孔部４内および第２段穿孔部５内で固化することで、第１部材２と第２部材３とが接合されている。なお、図１では、図を見易くするために、第１段穿孔部４および第２段穿孔部５を１組だけ示しているが、実際には第１段穿孔部４および第２段穿孔部５は複数組形成されている。

[0035] －第１部材および第２部材－

第１部材２を構成する金属材料の一例としては、鉄系金属、ステンレス系金属、銅系金属、アルミニウム系金属、マグネシウム系金属およびそれらの合金が挙げられる。また、第１部材２は、金属成型体であってもよく、亜鉛ダイカスト、アルミダイカスト、粉末冶金などであってもよい。

[0036] 一方、第２部材３を構成する樹脂は、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂で

あることが好ましい。熱可塑性樹脂の一例としては、ＰＶＣ（ポリ塩化ビニル）、ＰＳ（ポリスチレン）、ＡＳ（アクリロニトリル・スチレン）、ＡＢＳ（アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン）、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）、ＰＥ（ポリエチレン）、ＰＰ（ポリプロピレン）、ＰＣ（ポリカーボネート）、ｍ－ＰＰＥ（変性ポリフェニレンエーテル）、ＰＡ６（ポリアミド６）、ＰＡ６６（ポリアミド６６）、ＰＯＭ（ポリアセタール）、ＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）、ＰＢＴ（ポリブチレンテレフタレート）、ＰＳＦ（ポリサルホン）、ＰＡＲ（ポリアリレート）、ＰＥＩ（ポリエーテルイミド）、ＰＰＳ（ポリフェニレンサルファイド）、ＰＥＳ（ポリエーテルサルホン）、ＰＥＥＫ（ポリエーテルエーテルケトン）、ＰＡＩ（ポリアミドイミド）、ＬＣＰ（液晶ポリマー）、ＰＶＤＣ（ポリ塩化ビニリデン）、ＰＴＦＥ（ポリテトラフルオロエチレン）、ＰＣＴＦＥ（ポリクロロトリフルオロエチレン）およびＰＶＤＦ（ポリフッ化ビニリデン）が挙げられる。また、第２部材３は、ＴＰＥ（熱可塑性エラストマ）であってもよく、ＴＰＥの一例としては、ＴＰＯ（オレフィン系）、ＴＰＳ（スチレン系）、ＴＰＥＥ（エステル系）、ＴＰＵ（ウレタン系）、ＴＰＡ（ナイロン系）およびＴＰＶＣ（塩化ビニル系）が挙げられる。

[0037] 熱硬化性樹脂の一例としては、ＥＰ（エポキシ）、ＰＵＲ（ポリウレタン）、ＵＦ（ユリアホルムアルデヒド）、ＭＦ（メラミンホルムアルデヒド）、ＰＦ（フェノールホルムアルデヒド）、ＵＰ（不飽和ポリエステル）およびＳＩ（シリコーン）が挙げられる。また、第２部材３は、ＦＲＰ（繊維強化プラスチック）であってもよい。

[0038] なお、これら熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂には、充填剤が添加されていてもよい。充填剤の一例としては、無機系充填剤（ガラス繊維、無機塩類など）、金属系充填剤、有機系充填剤および炭素繊維などが挙げられる。

[0039] －穿孔部－

本実施形態では、第１部材２の表面部に、図１に示すように、第１部材２の表面側を上側として上下（Ｚ方向）に連通する（連なる）、第１段穿孔部

４と第２段穿孔部５とを形成している。先ず、このように上下に連通する穿孔部４，５を形成している理由について説明する。

[0040] 接合構造体１において、第１部材２の表面部に第２段穿孔部５を形成するのは、第１部材２と第２部材３とを接合する際に、溶融した第２部材（以下、溶融樹脂ともいう）３が第２段穿孔部５に充填されることで生じる、いわゆるアンカー効果を得るためである。

[0041] もっとも、第２段穿孔部５の開口部が狭小である場合には、溶融樹脂３が第２段穿孔部５に充填され難くなり、アンカー効果が減少する場合がある。ここで、溶融樹脂３が第２段穿孔部５に充填され易くなるように、第２段穿孔部５の孔径を大きくすることも考えられるが、この場合には、接合面における単位面積当たりの第２段穿孔部５の数が減少するため、却ってアンカー効果が減少する場合がある。このため、アンカー効果を減少させることなく、溶融樹脂３を開口部が狭小な第２段穿孔部５に充填するには、粘度を低くするための高い樹脂温度と、狭小な第２段穿孔部５に溶融樹脂３を押し込むための高い充填圧力とが要求される。

[0042] しかしながら、樹脂の中には高温になると分解するものがあるため、高い樹脂温度を実現することが困難な場合がある。また、比較的サイズの小さい接合構造体１を製造する際には、充填圧力の低い設備を用いることが一般的であるため、既存の設備との関係で高い充填圧力を実現することが困難な場合がある。

[0043] 図１１は、上下に連通しない穿孔部１０５ａ，１０５ｂ，１０５ｃが形成された場合における、溶融された第２部材（以下、溶融樹脂ともいう）１０３が充填される様子を段階的に説明する模式図である。例えば、インサート成形により第１部材１０２と第２部材１０３とを接合する場合には、図１１（ａ）の白抜き矢印の方向に溶融樹脂１０３が流れてくる。そして、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合には、溶融樹脂１０３の粘性が高く且つ溶融樹脂１０３を穿孔部１０５ａに押し込む力が不足するため、図１１（ｂ）に示すように、溶融樹脂１０３が穿孔部１０５ａに充

填されないおそれがある。換言すると、溶融樹脂１０３の流れの向きは、深さ方向ではなく、図１１（ｂ）の白抜き矢印の方向になるため、溶融樹脂１０３が入口の狭い穿孔部１０５ａを跨いで通り過ぎて行くおそれがある。また、図１１（ｃ）に示すように、溶融樹脂１０３が穿孔部１０５ｂに充填されることもあるが、充填される否かに確実性がない。このため、接合構造体１０１において、図１１（ｄ）に示すように、第２部材１０３が充填されない穿孔部１０５ａや、第２部材１０３が充填された穿孔部１０５ｂや、第２部材１０３の充填が不十分な穿孔部１０５ｃが生じるおそれがある。このように、第２部材１０３が充填された穿孔部１０５ｂと充填されていない穿孔部１０５ａ，１０５ｃとが生じると、接合強度のバラツキ等が発生して、接合品質が低下するおそれがあり、最悪の場合には製品として成り立たず、歩留まりが低下するおそれがある。

[0044] 一方、図２は、上下に連通する穿孔部４，５が形成された場合における、溶融樹脂３が充填される様子を段階的に説明する模式図である。なお、図２では説明の簡略化のために第２段穿孔部５における絞り部７を省略している。これに対し、上下に連通する穿孔部４，５が形成されていると、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、図２（ａ）の白抜き矢印で示す方向に流れてきた溶融樹脂３は、図２（ｂ）に示すように、開口面積の大きい第１段穿孔部４に溜まることになる。このように、第１段穿孔部４に溜まった溶融樹脂３は、図２（ｂ）の白抜き矢印の方向に流れない（行き場がない）ため、図２（ｃ）の黒塗り矢印に示すように、第２段穿孔部５に流れ込むことになる。つまり、上下に連通する穿孔部４，５が形成された場合には、開口面積の大きい第１段穿孔部４が、開口面積の小さい第２段穿孔部５に対し、恰も漏斗のように機能することになり、溶融樹脂３が第２段穿孔部５に充填され易くなる。これにより、接合構造体１において、図２（ｄ）に示すように、第２部材３が第２段穿孔部５に充填されることになる。

[0045] このような第２段穿孔部５に対する第１段穿孔部４の漏斗機能を得るため

には、第１段穿孔部４と第２段穿孔部５とが、単に上下に連通するだけではなく、第１段穿孔部４の開口面積が第２段穿孔部５の開口面積よりも大きいことが必要となる。そこで、本実施形態では、第１部材２の表面部に、複数の穿孔部４，５のうち最上段の穿孔部（第１段穿孔部４）の開口面積が最大となるように、上下に連通する穿孔部４，５を形成するようにしている。

[0046] ここで、「複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部の開口面積が最大となる」態様としては様々なものが考えられるが、本実施形態では、第１部材２の表面部に、複数の穿孔部４，５のうち最上段の穿孔部（第１段穿孔部４）の開口径Ｒ１が最大となるように、円形状の開口部を有する穿孔部４，５を形成するようにしている。

[0047] そして、第１段穿孔部４の形成により、恰も第２段穿孔部５の開口部が拡大するようになるが、第２段穿孔部５の内部径自体が大きくなる訳ではないので、接合面における単位面積当たりの第２段穿孔部５の数は減少しない。よって、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えつつ、アンカー効果が減少するのを抑えることができる。

[0048] これらの穿孔部４，５は、例えば、加工用のレーザ光（以下、単にレーザという）が照射されることによって形成される。レーザの種類としては、パルス発振が可能なものが好ましく、ファイバレーザ、ＹＡＧレーザ、YVO_4レーザ、半導体レーザ、炭酸ガスレーザ、エキシマレーザが選択でき、レーザの波長を考慮すると、ファイバレーザ、ＹＡＧレーザ、ＹＡＧレーザの第２高調波、YVO_4レーザ、半導体レーザが好ましい。

[0049] ［第１段穿孔部］

第１段穿孔部４は、第１部材２の表面で開口する横断面略円形の非貫通孔であり、略皿状をなしていて、第１部材２の表面部に複数形成されている。第１段穿孔部４の開口径Ｒ１は、５０μｍ以上、４００μｍ以下が好ましい。これは、開口径Ｒ１が５０μｍ未満では、当該第１段穿孔部４への溶融樹脂の充填にも高い樹脂温度および高い充填圧力を必要とする傾向にあり、第１段穿孔部４が担う漏斗機能が十分に発現されない場合があるからである。

また、第１段穿孔部４の開口径Ｒ１が４００μｍを超えると、換言すると、第１段穿孔部４が広くなり過ぎると、第１段穿孔部４の内面と第１部材２の表面とに大差がなくなり、第１段穿孔部４が担う漏斗機能による、溶融樹脂３の流れる方向を深さ方向へ誘う効果が減少する場合があるからである。なお、第１段穿孔部４は、漏斗機能を担い、アンカー効果は望まれていないので、その加工深さに特に制限はない。

[0050] 第１段穿孔部４の形成手法としては、例えば、（１）（第２段穿孔部５を加工するのに用いるレーザの焦点径よりも）焦点径の大きいレーザを用いる手法と、（２）レーザ照射をデフォーカスして、焦点径を拡大する手法とが挙げられる。なお、（２）の手法において、例えば、５０μｍの焦点径をデフォーカスにより１００μｍの焦点径にした場合には、エネルギが不足するため５０μｍの焦点径に比して加工深さが浅くなるが、漏斗機能を担う第１段穿孔部４は広く浅い形状が好ましいので、問題はない。

[0051] ［第２段穿孔部］

第２段穿孔部５は、第１段穿孔部４の底面で開口する横断面略円形の非貫通孔である。第２段穿孔部５の開口径Ｒ２は、３０μｍ以上、１００μｍ以下が好ましい。これは、第１段穿孔部４の漏斗機能が発現しても、開口径Ｒ２が３０μｍ未満の場合には、溶融樹脂３の第２段穿孔部５への充填性が悪化して接合強度が低下する場合があるからである。一方、開口径Ｒ２が１００μｍを超えると、単位面積あたりの第２段穿孔部５の数が減少して所望の接合強度が得られない場合があるからである。

[0052] また、第２段穿孔部５の間隔（或る第２段穿孔部５の中心と、当該或る第２段穿孔部５と隣接する第２段穿孔部５の中心との距離）は、２００μｍ以下であることが好ましい。これは、第２段穿孔部５の間隔が２００μｍを超えると、単位面積あたりの第２段穿孔部５の数が減少して所望の接合強度が得られない場合があるからである。

[0053] この第２段穿孔部５には、図１に示すように、孔壁６を内側に絞ったような絞り部７が形成されている。換言すると、第２段穿孔部５の孔壁６は、深

さ方向（Ｚ方向）において、表面側から奥側に行くほど内側に傾斜する第１壁部６ａと、第１壁部６ａの奥側の端部から奥側に行くほど拡径する第２壁部６ｂと、第２壁部６ｂの奥側の端部から奥側に行くほど縮径する第３壁部６ｃとが連なるように形成されていて、第１壁部６ａと第２壁部６ｂとが繋がる部分が絞り部７を構成している。なお、絞り部７は、本発明でいうところの「内側に突出する突出部」に相当し、「突出部」が横断面略円形の第２段穿孔部５の孔壁６の全周に亘って形成された場合の一例である。なお、図１における二点鎖線は、第１壁部６ａ、第２壁部６ｂおよび第３壁部６ｃの区分を示す仮想線である。

[0054] このように、第２段穿孔部５に絞り部７を形成することにより、第２部材３を第１部材２から剥離するような力が作用した場合でも、第２段穿孔部５に充填された第２部材３のうち絞り部７よりも奥側の部位に対して、絞り部７が抜け出し抵抗となることから、剥離方向の接合強度の向上を図ることができる。これにより、第２段穿孔部５に第２部材３を充填することによるせん断方向の接合強度の向上に加え、剥離方向についても接合強度の向上を図ることができる。さらに、熱サイクル環境下において、第１部材２および第２部材３の線膨張係数差に起因する剥離応力が発生しても、接合強度を維持することができ、これにより、熱サイクル環境下における耐久性の向上を図ることができる。

[0055] なお、第２段穿孔部５の加工深さにも特に制限はないが、第２段穿孔部５の加工深さが３０μｍ以下であると、実質的に絞り部７の形成が困難となることから、第２段穿孔部５の加工深さは３０μｍを超えることが好ましい。

[0056] この第２段穿孔部５は、１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを第１段穿孔部４の底部に照射することによって形成される。このような１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを照射する方式は、レーザのエネルギを深さ方向に集中させやすいので、第２段穿孔部５を形成するのに好適である。具体的には、第１段穿孔部４の底部にレーザが照射されると、第１部材２が局部的に溶融されることにより第２段穿孔部５の形成が進

行する。このとき、レーザが複数のサブパルスで構成されているため、溶融された第１部材２が飛散されにくく、第２段穿孔部５の近傍に堆積され易い。そして、第２段穿孔部５の形成が進行すると、溶融された第１部材２が第２段穿孔部５の内部に堆積されることにより、絞り部７が形成される。

[0057] このような１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを照射する装置の一例としては、オムロン製のファイバレーザマーカＭＸ－Ｚ２０００またはＭＸ－Ｚ２０５０を挙げることができる。

[0058] ファイバレーザマーカによる加工条件としては、サブパルスの１周期が１５ｎｓ以下であることが好ましい。これは、サブパルスの１周期が１５ｎｓを超えると、熱伝導によりエネルギが拡散しやすくなり、第２段穿孔部５を形成し難くなるためである。なお、サブパルスの１周期は、サブパルスの１回分の照射時間と、そのサブパルスの照射が終了されてから次回のサブパルスの照射が開始されるまでの間隔との合計時間である。

[0059] また、ファイバレーザマーカによる加工条件としては、１パルスのサブパルス数は、２以上５０以下であることが好ましい。これは、サブパルス数が５０を超えると、サブパルスの単位あたりの出力が小さくなり、第２段穿孔部５を形成し難くなるためである。

[0060] そして、第２部材３は、第１段穿孔部４および第２段穿孔部５が形成された第１部材２の表面に、例えば、レーザ照射、射出成形、熱プレスによって接合されている。具体的には、第２部材３は、レーザ照射等によって溶融されて第１段穿孔部４および第２段穿孔部５に充填された状態で固化することで、第１部材２に接合されている。

[0061] このような接合構造体１は、例えば、光電センサの金属ケース（図示省略）に樹脂カバー（図示省略）を接合させる場合に適用可能である。この場合には、金属ケースが第１部材２に相当し、樹脂カバーが第２部材３に相当する。

[0062] －接合構造体の製造方法－

次に、図３を参照して、本実施形態に係る接合構造体１の製造方法につい

て説明する。

[0063] 先ず、図３（ａ）の白抜き矢印で示すように、第１部材２の表面に焦点径の大きいレーザを照射して、図３（ｂ）に示すように、第１部材２の表面部に略皿状の第１段穿孔部４を形成する（穿孔工程）。

[0064] 次いで、第２段穿孔部５が当該第２段穿孔部５の開口面積（開口径）よりも大きな開口面積（開口径）を有する第１段穿孔部４と上下に連通するように、穿孔部４，５を、レーザを照射することにより形成する。具体的には、図３（ｂ）の白抜き矢印で示すように、第１段穿孔部４の底部に焦点径の小さいレーザを照射して、図３（ｃ）に示すように、第１段穿孔部４内部に第２段穿孔部５を形成する（穿孔工程）。この際、１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを照射することにより、第２段穿孔部５の孔壁６に絞り部７を形成する。

[0065] なお、第２段穿孔部５を先に形成した後、第１段穿孔部４を形成すると、第１段穿孔部４を形成するためのレーザの照射により第１部材２の表面から飛び出したスパッタ粒子によって、先に形成した第２段穿孔部５が塞がれる場合がある。このため、第１段穿孔部４を先に形成した後、第２段穿孔部５を形成することが好ましい。

[0066] その後、例えば、第１部材２と第２部材３とを重ねた状態で第１部材２の表面にレーザを照射して第２部材３を溶融させたり（レーザ照射）、第１部材２を金型（図示せず）にセットして溶融樹脂３を射出したり（射出成型）することにより、溶融樹脂３を第１段穿孔部４に充填する。溶融樹脂３が第１段穿孔部４に充填されると、第１段穿孔部４の漏斗機能によって、図３（ｄ）の黒塗り矢印で示すように、溶融樹脂３が第２段穿孔部５に導かれる。そうして、充填された溶融樹脂３が第１段穿孔部４および第２段穿孔部５で固化することによって、第１部材２および第２部材３が接合され、図１に示すような接合構造体１が形成される。

[0067] －実施形態１の変形例－

次に、上記実施形態１に係る接合構造体１の変形例について説明する。

[0068] ＜変形例１＞

図４は、実施形態１の変形例１における第１部材２Ａを模式的に示す図であり、図４（ａ）は断面図であり、図４（ｂ）は平面図である。この変形例１は、第２段穿孔部５Ａの形状が実施形態１とは異なるものである。第２段穿孔部５Ａは、図４（ａ）および図４（ｂ）に示すように、実施形態１の第２段穿孔部５と同様、第１段穿孔部４Ａ内に形成されているが、第２段穿孔部５とは異なり、絞り部７Ａが開口部に形成されている。つまり、第２段穿孔部５Ａは、実施形態１の第２段穿孔部５において第１壁部６ａを省略したような簡素な形状に形成されている。このような構成により、絞り部７Ａによる剥離方向の接合強度の向上を維持しつつ、上下に連通する穿孔部４Ａ，５Ａをより容易に形成することができる。

[0069] ＜変形例２＞

図５は、実施形態１の変形例２における第１部材２Ｂを模式的に示す図であり、図５（ａ）は断面図であり、図５（ｂ）は平面図である。この変形例２は、第２段穿孔部５Ｂの形状および１つの第１段穿孔部４Ｂ内に第２段穿孔部５Ｂが複数形成されている点が実施形態１とは異なるものである。第２段穿孔部５Ｂは、図５（ａ）および図５（ｂ）に示すように、第１段穿孔部４Ｂ内に４つ形成されている。また、各第２段穿孔部５Ｂは、変形例１と同様に、絞り部７Ｂが開口部に形成されている。この変形例２では、第１段穿孔部４Ｂの漏斗機能によって、溶融樹脂３を４つの第２段穿孔部５Ｂに導くことができる。このような構成により、第２段穿孔部５Ｂへの第２部材３の充填性を維持しつつ、第１段穿孔部４Ｂの数を減少させることができるので、第１段穿孔部４Ｂの加工時間を短縮することができる。

[0070] ＜変形例３＞

図６は、実施形態１の変形例３における第１部材２Ｃを模式的に示す図であり、図６（ａ）は断面図であり、図６（ｂ）は平面図である。この変形例３は、第２段穿孔部５Ｃの形状および穿孔部４Ｃ，５Ｃ，８が３段形成されている点が実施形態１とは異なるものである。第３段穿孔部８は、図６（ａ

）および図６（ｂ）に示すように、第２段穿孔部５Ｃ内に形成されている。また、第２段穿孔部５Ｃおよび第３段穿孔部８は、変形例１と同様に、絞り部７Ｃ，９が開口部に形成されている。この変形例３では、第１段穿孔部４Ｃの漏斗機能によって、溶融樹脂３を第２段穿孔部５Ｃに導くことができるとともに、第２段穿孔部５Ｃの漏斗機能によって、溶融樹脂３を第３段穿孔部８に導くことができる。このような構成により、第２部材３を第１部材２Ｃから剥離するような力が作用した場合でも、第２段穿孔部５Ｃに充填された第２部材３に対して、絞り部７Ｃが抜け出し抵抗となるとともに、第３段穿孔部８に充填された第２部材３に対して、絞り部９が抜け出し抵抗となることから、剥離方向の接合強度の向上をより一層図ることができる。

[0071] なお、この変形例３の場合には、本発明でいうところの「最上段の穿孔部の開口径が最大となる」という関係のみならず、本発明でいうところの「最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部を、下方に行くにしたがって開口径が小さくなるように形成する」という関係も満たされている。それ故、当然に本発明でいうところの「最上段の穿孔部の開口面積が最大となる」という関係のみならず、本発明でいうところの「最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部を、下方に行くにしたがって開口面積が小さくなるように形成する」という関係も満たされている。

[0072] ＜変形例４＞

図７は、実施形態１の変形例４における第１部材２Ｄを模式的に示す図であり、図７（ａ）は断面図であり、図７（ｂ）は平面図であり、図７（ｃ）は第１段穿孔部４Ｄの形成方法を説明する断面図である。この変形例４は、第２段穿孔部５Ｄの形状および複数の第１段穿孔部４Ｄが一部重畳して形成されている点が実施形態１とは異なるものである。この第１部材２Ｄでは、図７（ａ）および図７（ｂ）に示すように、３つの第１段穿孔部４Ｄが、端部同士が重なるように形成されていて、直線状に連なる、開口長さＲ３の穿孔部４Ｄ，…を形成している。また、第２段穿孔部５Ｄは、真ん中の第１段穿孔部４Ｄ内に形成されていて、変形例１と同様に、絞り部７Ｄが開口部に

形成されている。

[0073] この穿孔部４Ｄ，…の開口長さＲ３は、下限には制約はないが、上限は４００μｍ以下が好ましい。これは、開口長さＲ３が４００μｍを超えると、第１段穿孔部４Ｄが担う漏斗機能による、溶融樹脂３を深さ方向に誘う効果が減少するからである。また、このような穿孔部４Ｄ，…は、図７（ｃ）の矢印で示すように、レーザ照射時にレーザを重ねることによって形成される。このような構成により、焦点径の大きいレーザを照射しなくても、大きな開口面積を有する穿孔部４Ｄ，…を形成することができる。

[0074] ＜変形例５＞

図８は、実施形態１の変形例５における第１部材２Ｅを模式的に示す図であり、図８（ａ）は断面図であり、図８（ｂ）は平面図である。この変形例５は、第２段穿孔部５Ｅの形状および３つの第１段穿孔部４Ｅからなる穿孔部４Ｅ，…内に第２段穿孔部５Ｅが複数形成されている点が実施形態１とは異なるものである。３つの第１段穿孔部４Ｅは、変形例４と同様に、端部同士が重なるように形成されていて、直線状に連なる穿孔部４Ｅ，…を形成している。第２段穿孔部５Ｅは、図８（ａ）および図８（ｂ）に示すように、穿孔部４Ｅ，…内に２つ形成されている。また、各第２段穿孔部５Ｅは、変形例１と同様に、絞り部７Ｅが開口部に形成されている。この変形例５では、穿孔部４Ｅ，…の漏斗機能によって、溶融樹脂３を２つの第２段穿孔部５Ｅに導くことができる。このような構成により、第２段穿孔部５Ｅへの第２部材３の充填性を維持しつつ、焦点径の大きいレーザを照射しなくても、大きな開口面積を有する穿孔部４Ｅ，…を形成することができる。

[0075] －実験例－

次に、本発明に係る接合構造体の製造方法および接合構造体の効果を確認するために行った実験例１について説明する。

[0076] ［実験例１］

実験例１では、上下に連通する穿孔部を形成することによって、相対的に低い樹脂温度および相対的に低い充填圧力の場合でも、接合構造体の接合強

度がどの程度向上するかを確認した。

[0077] 具体的には、図９（ａ）に示すように、各々ステンレス鋼材（ＳＵＳ３０４）からなる、長さ１００ｍｍ×幅２９ｍｍ×厚さ３ｍｍの板状の第１部材２２を２枚用意した。一方の第１部材２２に対して、オムロン製のファイバレーザマーカＭＸ－Ｚ２０００を用いて、１２．５ｍｍ×２０．０ｍｍの所定領域Ｒに、下記のレーザ照射条件１でレーザを照射することにより第１段穿孔部を形成するとともに、下記のレーザ照射条件２でレーザを照射することにより第２段穿孔部を形成した。また、他方の第１部材２２に対して、ファイバレーザマーカＭＸ－Ｚ２０００を用いて、下記のレーザ照射条件２でレーザを照射することにより、１２．５ｍｍ×２０．０ｍｍの所定領域Ｒに上下に連通しない穿孔部（以下、便宜のため第２段穿孔部と称する）のみを形成した。

[0078] ＜レーザ照射条件１＞

レーザ：ファイバレーザ（波長１０６２ｎｍ）

周波数：１０ｋＨｚ

出力：２．４Ｗ

走査速度：６５０ｍｍ／ｓｅｃ

走査回数：２０回

照射間隔：４０μｍ

サブパルス数：７

＜レーザ照射条件２＞

レーザ：ファイバレーザ（波長１０６２ｎｍ）

周波数：１０ｋＨｚ

出力：３．８Ｗ

走査速度：６５０ｍｍ／ｓｅｃ

走査回数：２０回

照射間隔：６５μｍ

サブパルス数：２０

なお、本実験例では、第１段穿孔部の深さを浅くするために、第１段穿孔部を形成する際のレーザ出力を２．４Ｗと低目に設定した。また、第２段穿孔部を形成する際の周波数は、２０のサブパルスによって構成されるパルスの周波数とした。つまり、この照射条件２では、１秒間に６５０ｍｍ移動しながら６５μｍの間隔で１万回レーザ（パルス）を照射し、そのパルスを２０のサブパルスによって構成した。このように、１パルスが２０のサブパルスで構成されるレーザを照射することで、第１部材２２の表面に絞り部を有する第２段穿孔部を形成した。一方、第１段穿孔部を形成する際の周波数は、第１段穿孔部の深さを浅くするために、７つのサブパルスによって構成されるパルスの周波数とした。

[0079] さらに、隣接する第１段穿孔部の端部同士が重なるように、第１段穿孔部を形成する際の照射間隔を４０μｍとした。これにより、一方の第１部材２２では、上記実施形態１の変形例４のような、開口径が４０～５０μｍの第１段穿孔部が直線状に連なる穿孔部が形成された。

[0080] 次いで、第１および第２段穿孔部を形成した第１部材２２に対し、インサート成形により、図９（ｂ）に示すように、所定領域Ｒに第２部材２３を接合した接合構造体２１を作製し、これを実施例１とした。また、第２段穿孔部のみを形成した第１部材２２に対し、インサート成形により、所定領域Ｒに第２部材２３を接合した接合構造体２１を作製し、これを比較例１とした。第２部材２３は、実施例１および比較例１とも、材料としてポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）（ウィンテックポリマー製のジュラネックス（登録商標）３３１６）を用い、長さ１００ｍｍ×幅２５ｍｍ×厚み３ｍｍの板状に成形した。また、成形機は、日本製鋼所製のＪ３５ＥＬ３を用いた。成形条件は以下のとおりである。

[0081] ＜成形条件＞

予備乾燥：１２０℃×５時間

金型温度：８０℃

シリンダ温度：２７０℃

保圧：２０ＭＰａ

なお、本実験例では、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合、すなわち、相対的に低い樹脂温度および相対的に低い充填圧力の場合を想定して、金型温度を８０℃と相対的に低温に設定するとともに、保圧を２０ＭＰａと相対的に低圧に設定した。

[0082] 以上のようにして作製した実施例１および比較例１について、インストロン製の電気機械式万能試験機５９００を用いて接合強度を測定した。具体的には、せん断方向（接合面と平行な方向）について引張速度５ｍｍ／ｍｉｎで試験を行い、第２部材２３の破断または接合界面の破断（第１部材２２と第２部材２３との剥離）が生じたときに試験を終了した。そして、得られた最大強度を接合強度として採用した。実施例１および比較例１について得られた接合強度を表１に示す。

[0083] [表1]

	第1部材	第2部材	第1段穿孔部	第2段穿孔部	接合強度(MPa)
実施例1	SUS304	PBT	有	有	9.4
比較例1			無	有	3.4

[0084] 表１から、第１および第２段穿孔部を形成した実施例１では、第２段穿孔部のみを形成した比較例１よりも接合強度が３倍近く向上することが確認された。ここで、加工深さの浅い第１段穿孔部はアンカー効果にはほとんど寄与しないと考えられるところ、同じ第２段穿孔部が形成されているにもかかわらず、実施例１の方が比較例１よりも接合強度が３倍近く向上しているのは、第１段穿孔部の漏斗機能によって第２段穿孔部への第２部材２３の充填率が高められたためであると考えられる。これにより、上下に連通する穿孔部が接合強度の向上に寄与することを確認することができた。

[0085] （実施形態２）

本実施形態は、第１部材１２も樹脂からなる点が、上記実施形態１と異な

るものである。以下、上記実施形態１と異なる点を中心に説明する。

[0086] 図１０は、本実施形態に係る接合構造体１１における接合部を模式的に示す拡大断面図である。この接合構造体１１は、図１０に示すように、異なる樹脂材料からなる第１部材１２と第２部材３とが接合されたものである。接合構造体１１における第１部材１２と第２部材３との接合界面を構成する第１部材１２の表面部には、当該第１部材１２の表面で開口する第１段穿孔部１４と、当該第１段穿孔部１４内で開口する第２段穿孔部１５と、が形成されている。そうして、接合構造体１１では、溶融された状態で、これら第１段穿孔部１４および第２段穿孔部１５に充填された第２部材３が、これら第１段穿孔部１４内および第２段穿孔部１５内で固化することで、第１部材１２と第２部材３とが接合されている。なお、図１０では、図を見易くするために、第１段穿孔部１４および第２段穿孔部１５を１組だけ示しているが、実際には第１段穿孔部１４および第２段穿孔部１５は複数組形成されている。

[0087] 第１部材１２を構成する樹脂は、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂であることが好ましい。なお、第１部材１２を構成する熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂の種類は、上記実施形態１で示した、第２部材３を構成する熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂と同じである。また、これら熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂には、上記第２部材３と同様に、充填剤が添加されていてもよい。

[0088] 本実施形態のように第１部材１２の材質として樹脂を採用した場合にも、上記実施形態１と同様にレーザを照射することで第１段穿孔部１４および第２段穿孔部１５が形成される。この際、１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを照射することにより、第２段穿孔部１５の孔壁１６に絞り部１７を形成することができることも同様である。さらに、図１０に示すような形状のみならず、第１部材１２の材質として樹脂を採用した場合にも、図４～図８に示すような形状に第１段穿孔部１４および第２段穿孔部１５を形成することができる。

[0089] －実験例－

次に、本発明に係る接合構造体の製造方法および接合構造体の効果を確認するために行った実験例２について説明する。

[0090] ［実験例２］

実験例２では、第１部材３２として樹脂を採用した接合構造体３１において、相対的に低い樹脂温度および相対的に低い充填圧力の場合でも、接合構造体３１の接合強度がどの程度向上するかを確認した。具体的には、図９に示すように、ポリフェニレンサルファイド（ＰＰＳ）（ポリプラスチックス製のフォートロン（登録商標）１１４０）からなる、長さ１００ｍｍ×幅２９ｍｍ×厚さ３ｍｍの板状の第１部材３２を２枚用意した。一方の第１部材３２に対して、オムロン製のファイバレーザマーカＭＸ－Ｚ２０００を用いて、１２．５ｍｍ×２０．０ｍｍの所定領域Ｒに、下記のレーザ照射条件１でレーザを照射することにより第１段穿孔部を形成するとともに、下記のレーザ照射条件２でレーザを照射することにより第２段穿孔部を形成した。また、他方の第１部材３２に対して、ファイバレーザマーカＭＸ－Ｚ２０００を用いて、下記のレーザ照射条件２でレーザを照射することにより、１２．５ｍｍ×２０．０ｍｍの所定領域Ｒに上下に連通しない穿孔部（以下、便宜のため第２段穿孔部と称する）のみを形成した。

[0091] ＜レーザ照射条件１＞

レーザ：ファイバレーザ（波長１０６２ｎｍ）

周波数：１０ｋＨｚ

出力：１．１Ｗ

走査速度：６５０ｍｍ／ｓｅｃ

走査回数：１回

照射間隔：４０μｍ

サブパルス数：３

＜レーザ照射条件２＞

レーザ：ファイバレーザ（波長１０６２ｎｍ）

周波数：１０ｋＨｚ

出力：１．１Ｗ

走査速度：６５０ｍｍ／ｓｅｃ

走査回数：３回

照射間隔：６５μｍ

サブパルス数：５

なお、走査回数とはレーザが同じ箇所に繰り返し照射される回数であるところ、本実験例では、第１段穿孔部の深さを浅くするために、第１段穿孔部を形成する際の走査回数を１回と少な目に設定した。また、第２段穿孔部を形成する際には、１パルスが５つのサブパルスで構成されるレーザを照射することで、第１部材３２の表面部に絞り部を有する第２段穿孔部を形成した。一方、第１段穿孔部を形成する際の周波数は、第１段穿孔部の深さを浅くするために、３つのサブパルスによって構成されるパルスの周波数とした。さらに、隣接する第１段穿孔部の端部同士が重なるように、第１段穿孔部を形成する際の照射間隔を４０μｍとした。

[0092] 次いで、第１および第２段穿孔部を形成した第１部材３２に対し、インサート成形により、図９（ｂ）に示すように、所定領域Ｒに第２部材３３を接合した接合構造体３１を作製し、これを実施例２とし、第２段穿孔部のみを形成した第１部材３２に対し、所定領域Ｒに第２部材３３を接合した接合構造体３１を作製し、これを比較例２とした。第２部材３３は、実施例２および比較例２とも、材料としてポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）（ウィンテックポリマー製のジュラネックス（登録商標）３３１６）を用い、長さ１００ｍｍ×幅２５ｍｍ×厚み３ｍｍの板状に成形した。また、成形機は、日本製鋼所製のＪ３５ＥＬ３を用いた。成形条件は以下のとおりである。

[0093] ＜成形条件＞

予備乾燥：１２０℃×５時間

金型温度：８０℃

シリンダ温度：２７０℃

保圧：２０ＭＰａ

以上のようにして作製した実施例２および比較例２について、上記実験例１と同様に、インストロン製の電気機械式万能試験機５９００を用いて接合強度を測定した。実施例２および比較例２について得られた接合強度を表２に示す。

[0094] [表2]

	第1部材	第2部材	第1段穿孔部	第2段穿孔部	接合強度(MPa)
実施例2	PPS	PBT	有	有	6.7
比較例2			無	有	2.3

[0095] 表２から、第１および第２段穿孔部を形成した実施例２では、第２段穿孔部のみを形成した比較例２よりも接合強度が３倍近く向上することが確認された。これにより、樹脂同士を接合した接合構造体３１においても、上下に連通する穿孔部が接合強度の向上に寄与することを確認することができた。

[0096] （その他の実施形態）

本発明は、実施形態に限定されず、その精神または主要な特徴から逸脱することなく他の色々な形で実施することができる。

[0097] 上記各実施形態およびその変形例では、絞り部７，７Ａ，７Ｂ，７Ｃ，７Ｄ，７Ｅを有する第２段穿孔部５，５Ａ，５Ｂ，５Ｃ，５Ｄ，５Ｅを形成したが、これに限らず、第２段以降の穿孔部の形状を、絞り部を有しないストレート形状としてもよい。

[0098] また、上記変形例３では、第３段穿孔部８を形成したが、これに限らず、第４段以降の穿孔部を形成してもよい。

[0099] さらに、上記変形例３では、第１段穿孔部４Ｃよりも下方の穿孔部５Ｃ，８を、下方に行くにしたがって開口径（開口面積）が小さくなるように形成したが、第１段穿孔部４Ｃの開口径（開口面積）が最大となるように形成されているのであれば、これに限らず、例えば、第２段穿孔部５Ｃの開口径（

開口面積）と第３段穿孔部８の開口径（開口面積）とを同じにしてもよい。

[0100] このように、上述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。この出願は、日本特許出願の特願２０１５－０２４６４１号に基づく優先権を請求する。これに言及することにより、その全ての内容は本出願に組み込まれるものである。

産業上の利用可能性

[0101] 本発明によると、高い樹脂温度および高い充填圧力を実現することが困難な場合でも、歩留まりの低下および接合品質の低下を抑えることができるので、異種部材同士を接合させた接合構造体の製造方法および接合構造体に適用して極めて有益である。

符号の説明

[0102]

１，１１，２１，３１	接合構造体
２，２Ａ，２Ｂ，２Ｃ，２Ｄ，２Ｅ，１２，２２，３２	第１部材
３，２３，３３	第２部材
４，４Ａ，４Ｂ，４Ｃ，４Ｄ，４Ｅ，１４	第１段穿孔部
５，５Ａ，５Ｂ，５Ｃ，５Ｄ，５Ｅ，１５	第２段穿孔部
６，１６	孔壁
７，７Ａ，７Ｂ，７Ｃ，７Ｄ，７Ｅ，９，１７	絞り部（突出部）
８	第３段穿孔部
Ｒ１，Ｒ２	開口径

請求の範囲

[請求項1] 第１部材と、樹脂からなる第２部材とが接合された接合構造体の製造方法であって、

前記第２部材との接合面を構成する前記第１部材の表面部に、当該第１部材の表面側を上側として上下に連通する複数の穿孔部を、当該複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部の開口面積が最大となるように、レーザを照射することにより形成する穿孔工程と、

前記複数の穿孔部に前記第２部材を充填することにより、当該第１部材と当該第２部材とを接合する接合工程と、

を含むことを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項2] 請求項１に記載の接合構造体の製造方法において、

前記穿孔工程では、前記複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部を、下方に行くにしたがって開口面積が小さくなるように形成することを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項3] 請求項１に記載の接合構造体の製造方法において、

前記穿孔工程では、前記最上段の穿孔部の開口径が最大となるように、前記複数の穿孔部を形成することを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項4] 請求項３に記載の接合構造体の製造方法において、

前記穿孔工程では、前記複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部を、下方に行くにしたがって開口径が小さくなるように形成することを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項5] 請求項１～４のいずれか１つに記載の接合構造体の製造方法において、

前記穿孔工程では、１パルスが複数のサブパルスから構成されるレーザを照射することにより、前記最上段の穿孔部よりも下方の穿孔部の孔壁に内側に突出する突出部を形成することを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項6] 請求項１～５のいずれか１つに記載の接合構造体の製造方法において、

前記第１部材は、金属、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂からなることを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項7] 請求項１～６のいずれか１つに記載の接合構造体の製造方法において、

前記第２部材は、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂からなることを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項8] 請求項１～７のいずれか１つに記載の接合構造体の製造方法において、

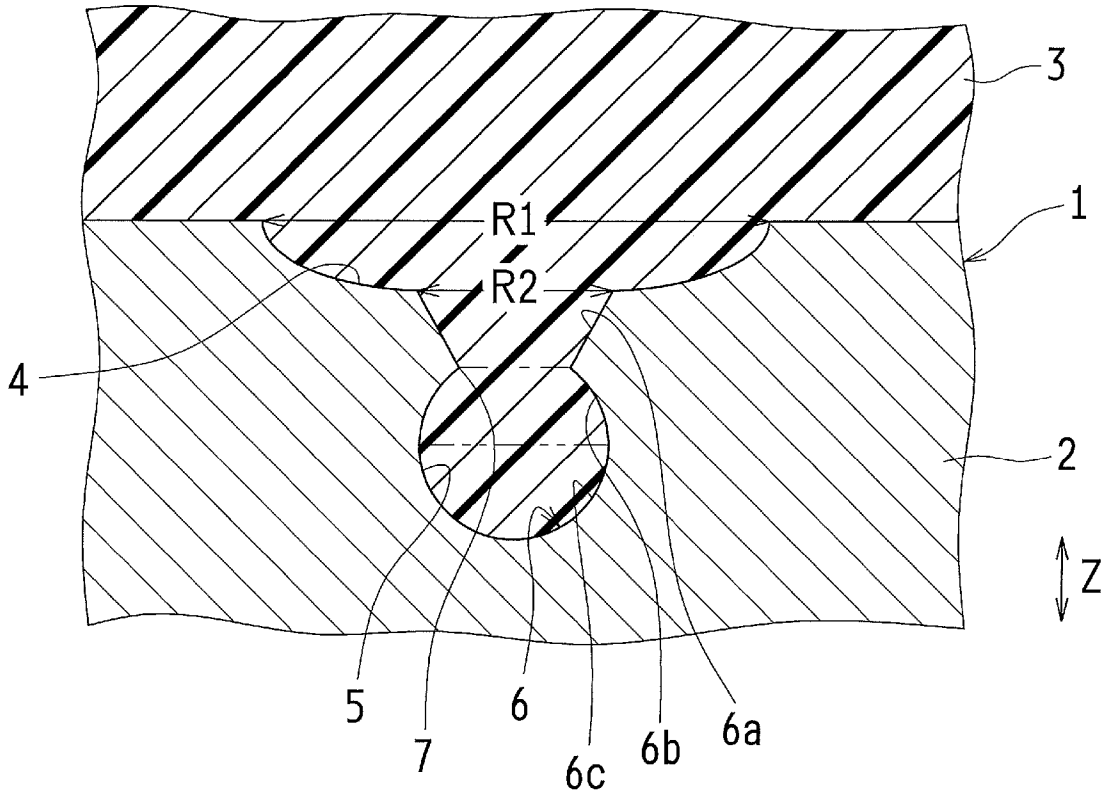
前記接合工程では、レーザ照射、射出成型または熱プレスにより、前記複数の穿孔部に前記第２部材を充填することを特徴とする接合構造体の製造方法。

[請求項9] 第１部材と、樹脂からなる第２部材とが接合された接合構造体であって、

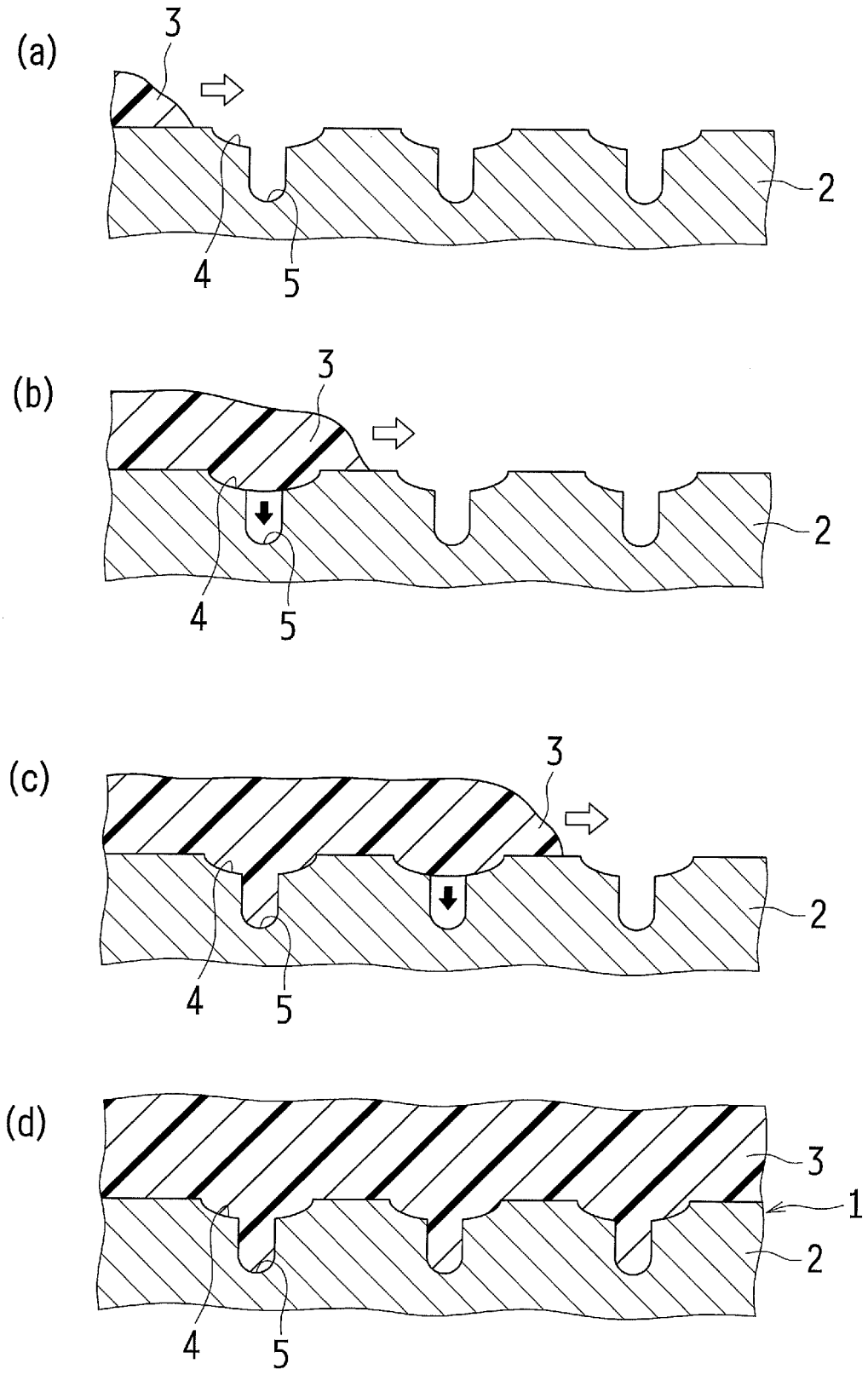
前記第２部材との接合面を構成する前記第１部材の表面部に、当該第１部材の表面側を上側として上下に連通する複数の穿孔部が、当該複数の穿孔部のうち最上段の穿孔部の開口面積が最大となるように、レーザを照射することによって形成されており、

前記複数の穿孔部に前記第２部材が充填されていることを特徴とする接合構造体。

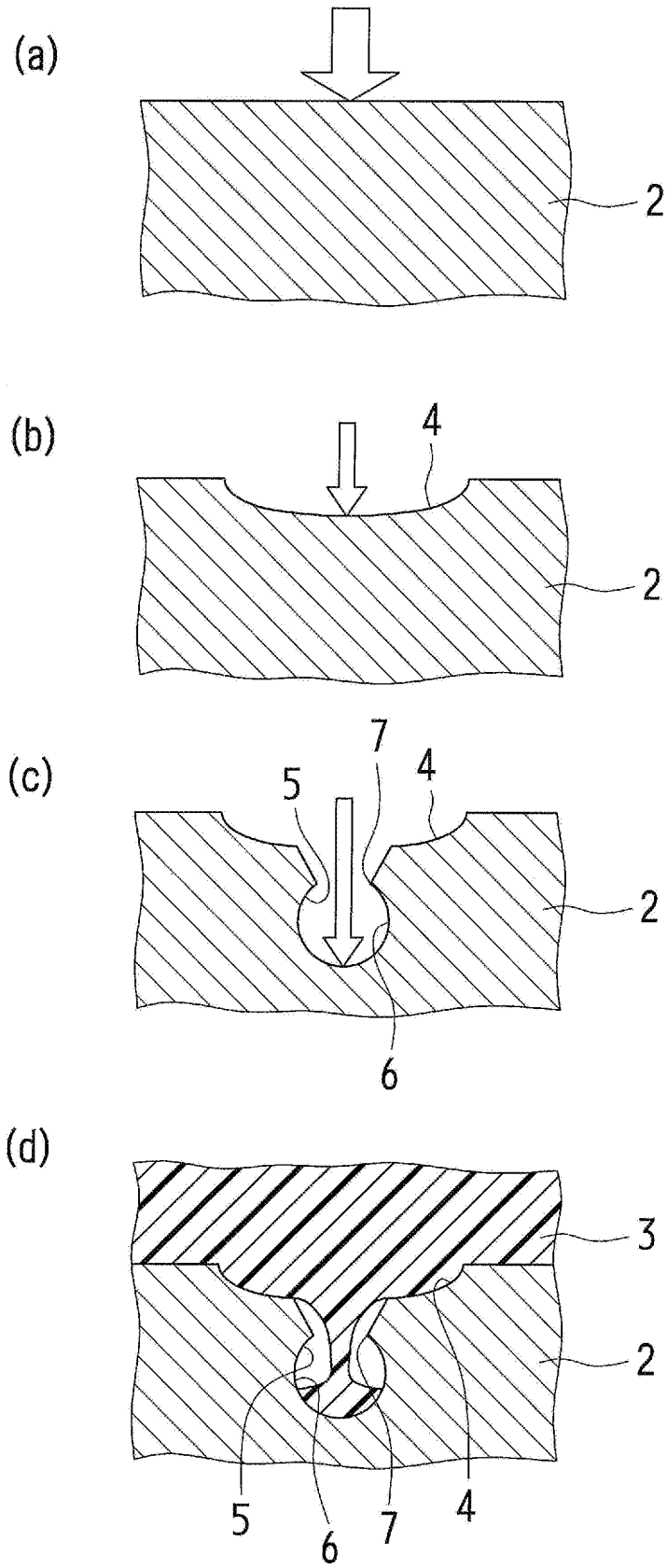
[図1]



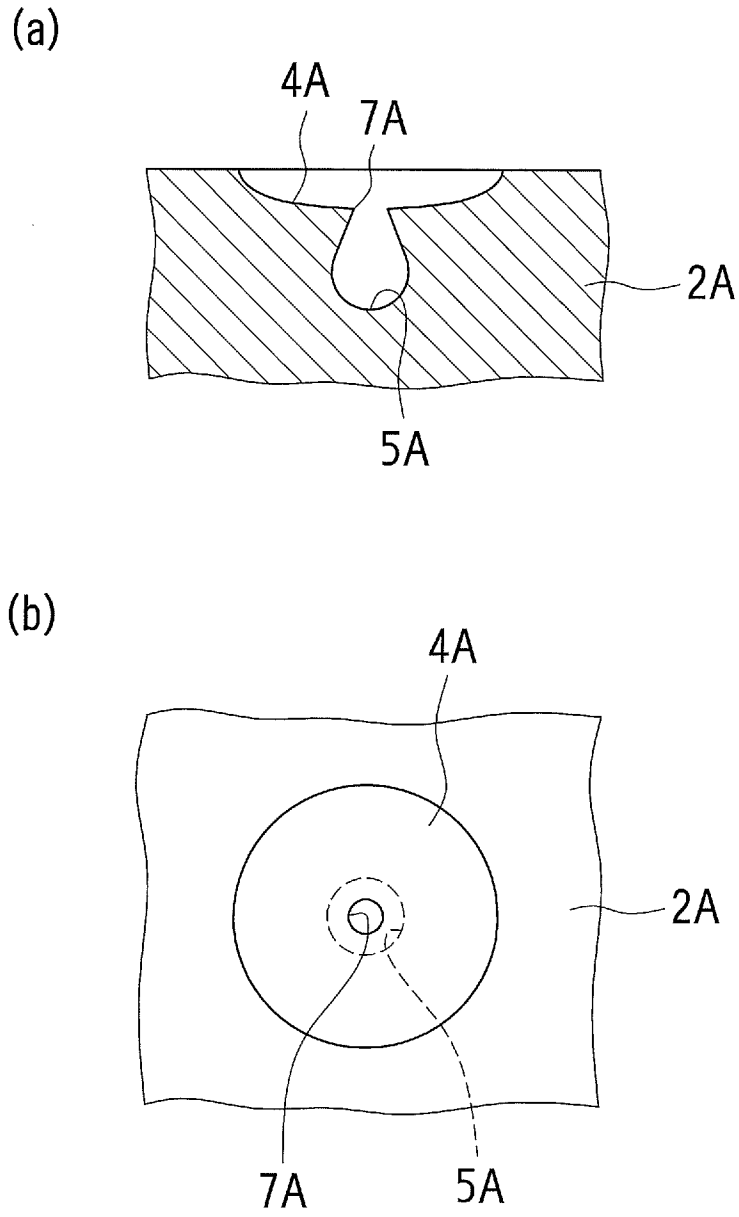
[図2]



[図3]

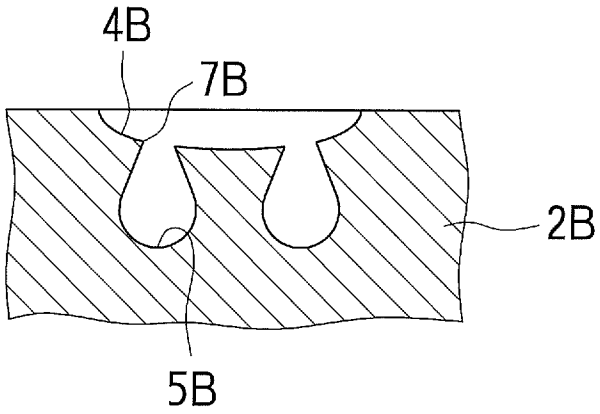


[図4]

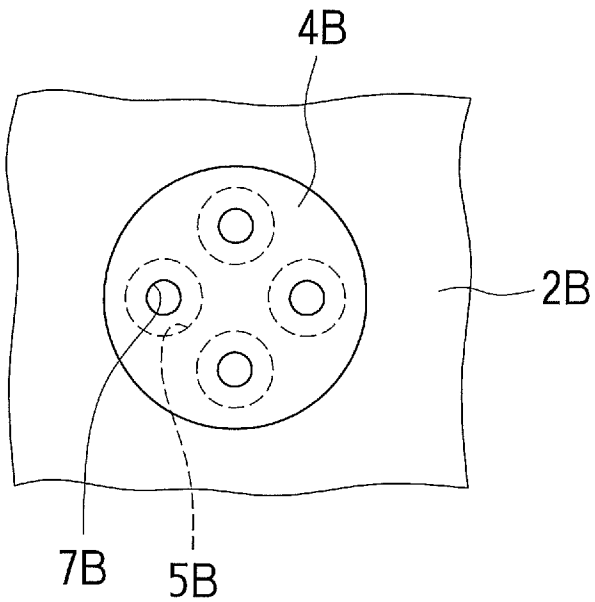


[図5]

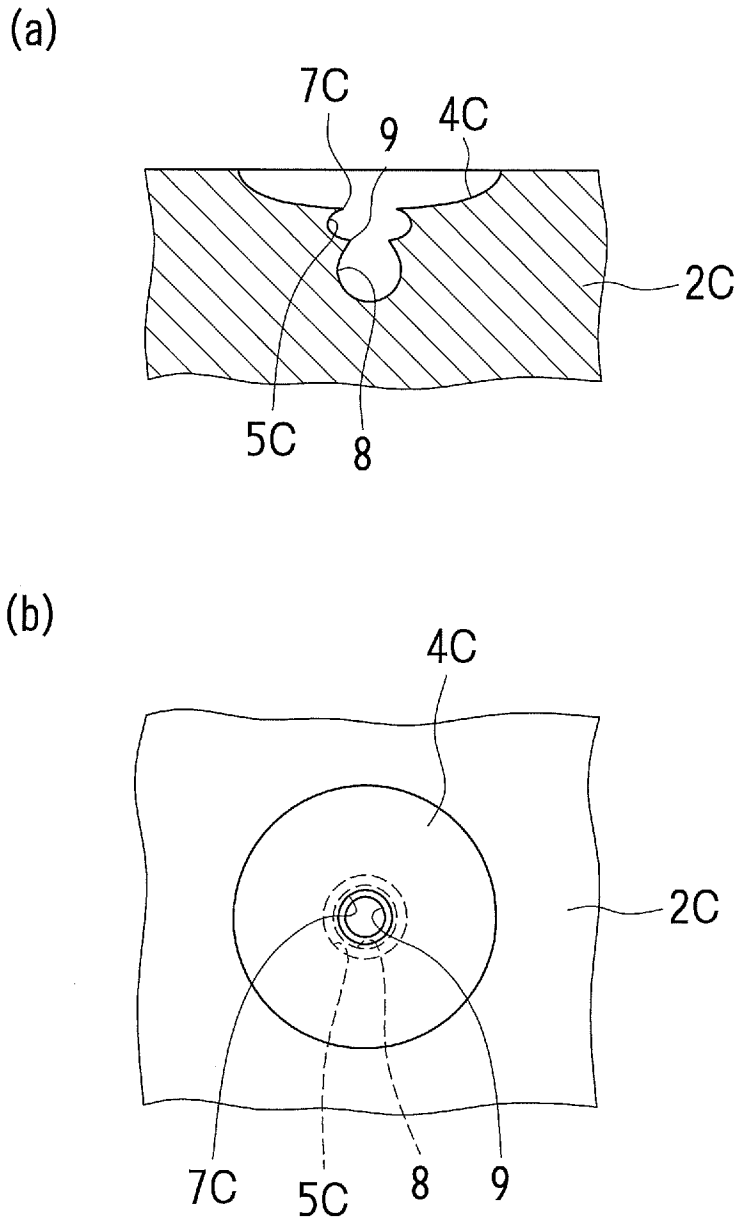
(a)



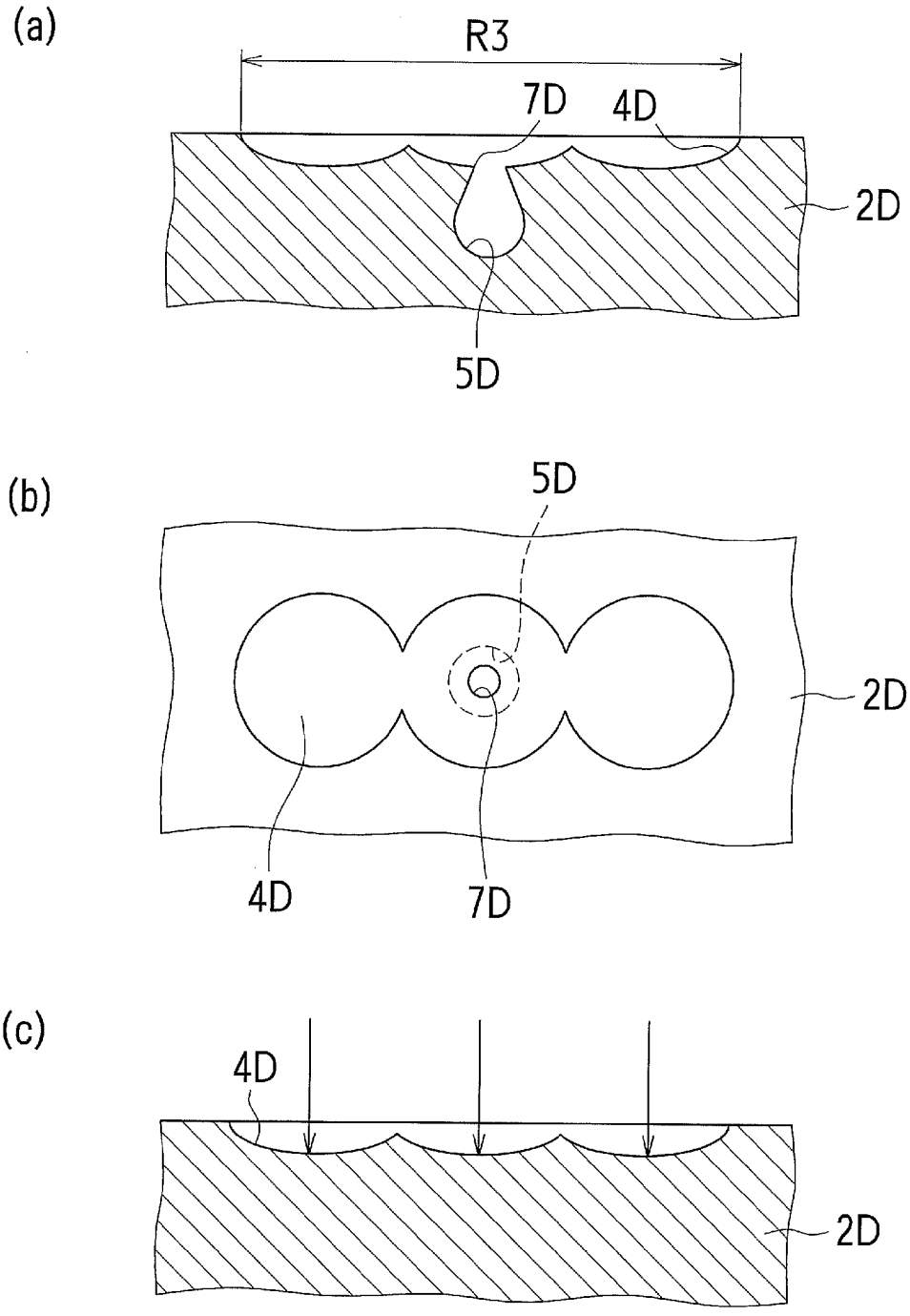
(b)



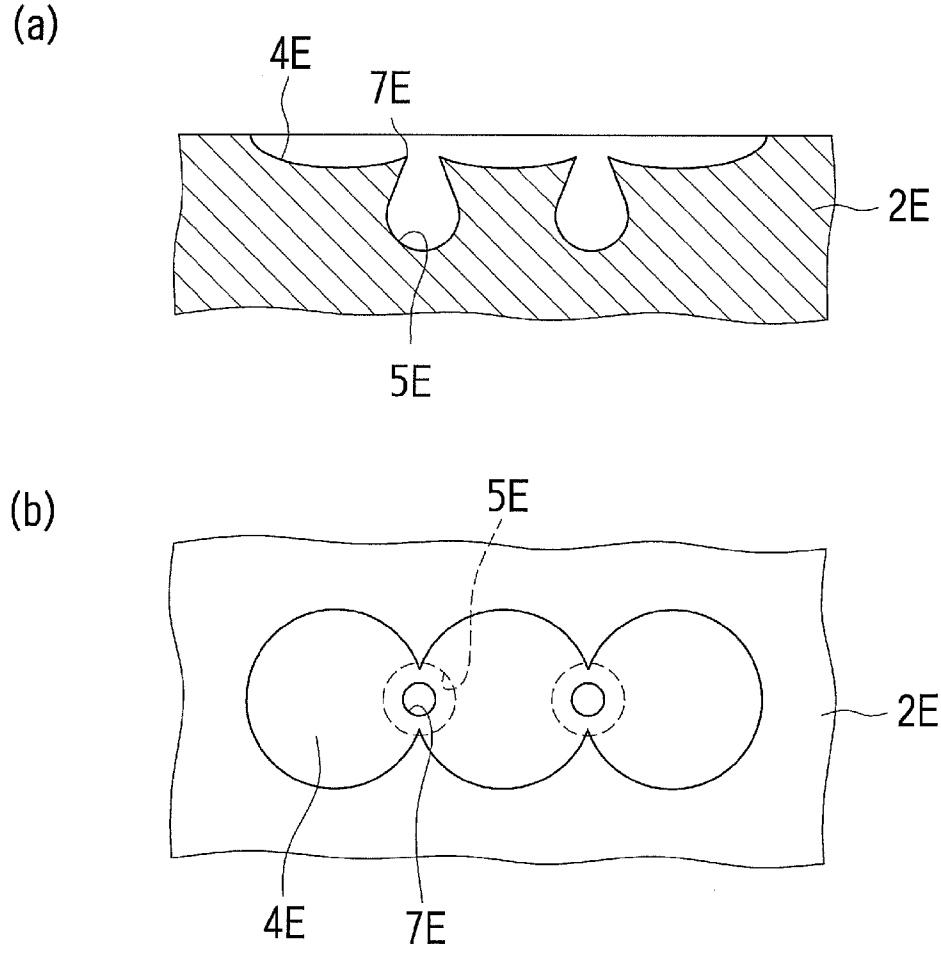
[図6]



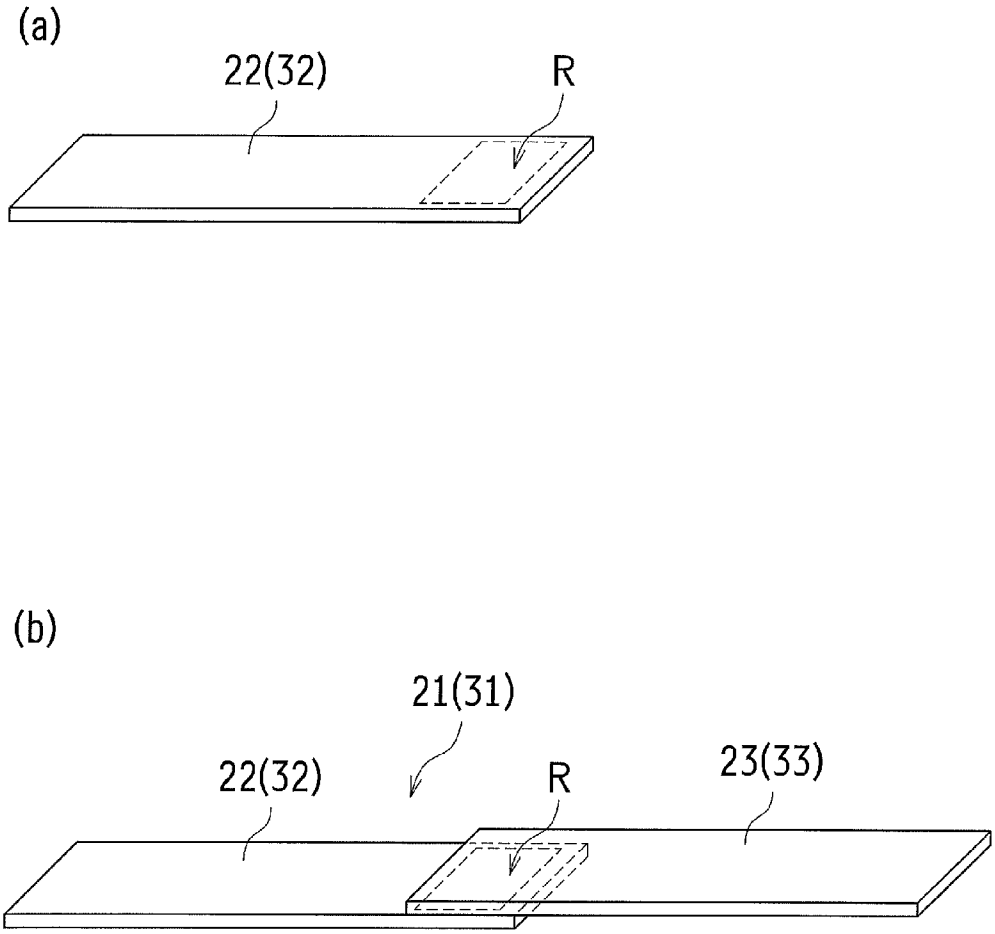
[図7]



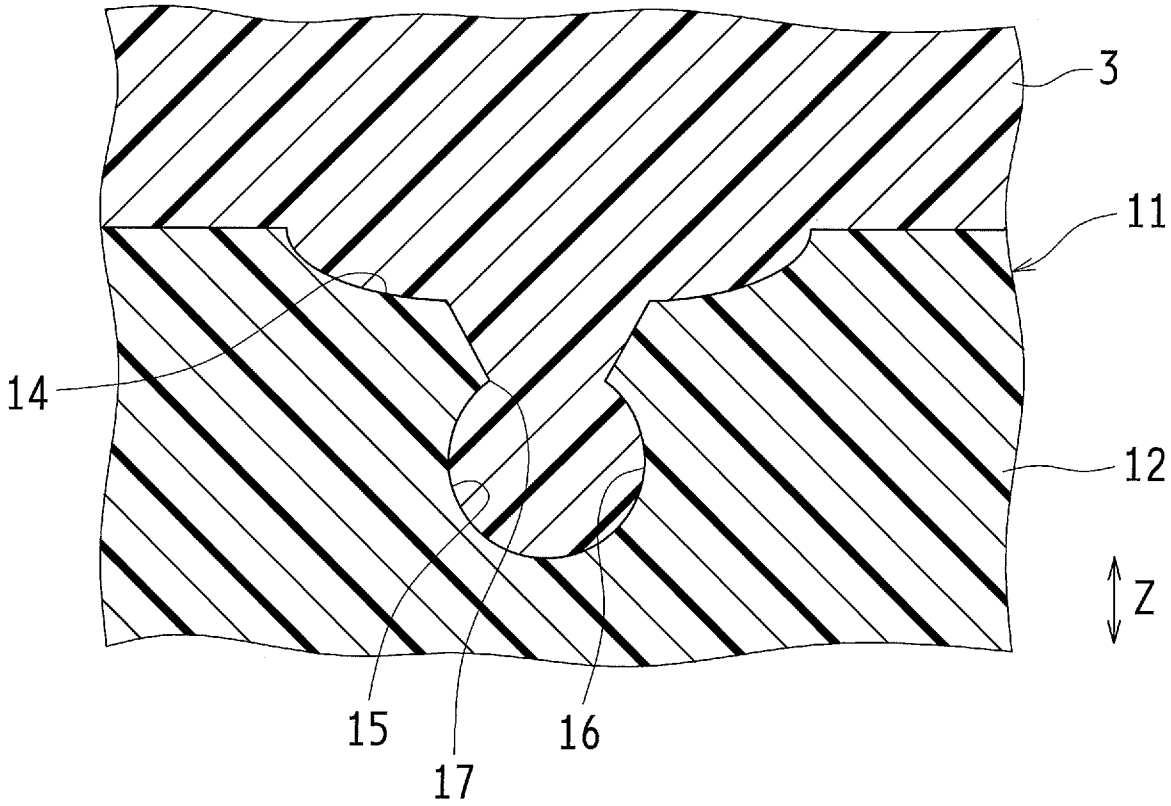
[図8]



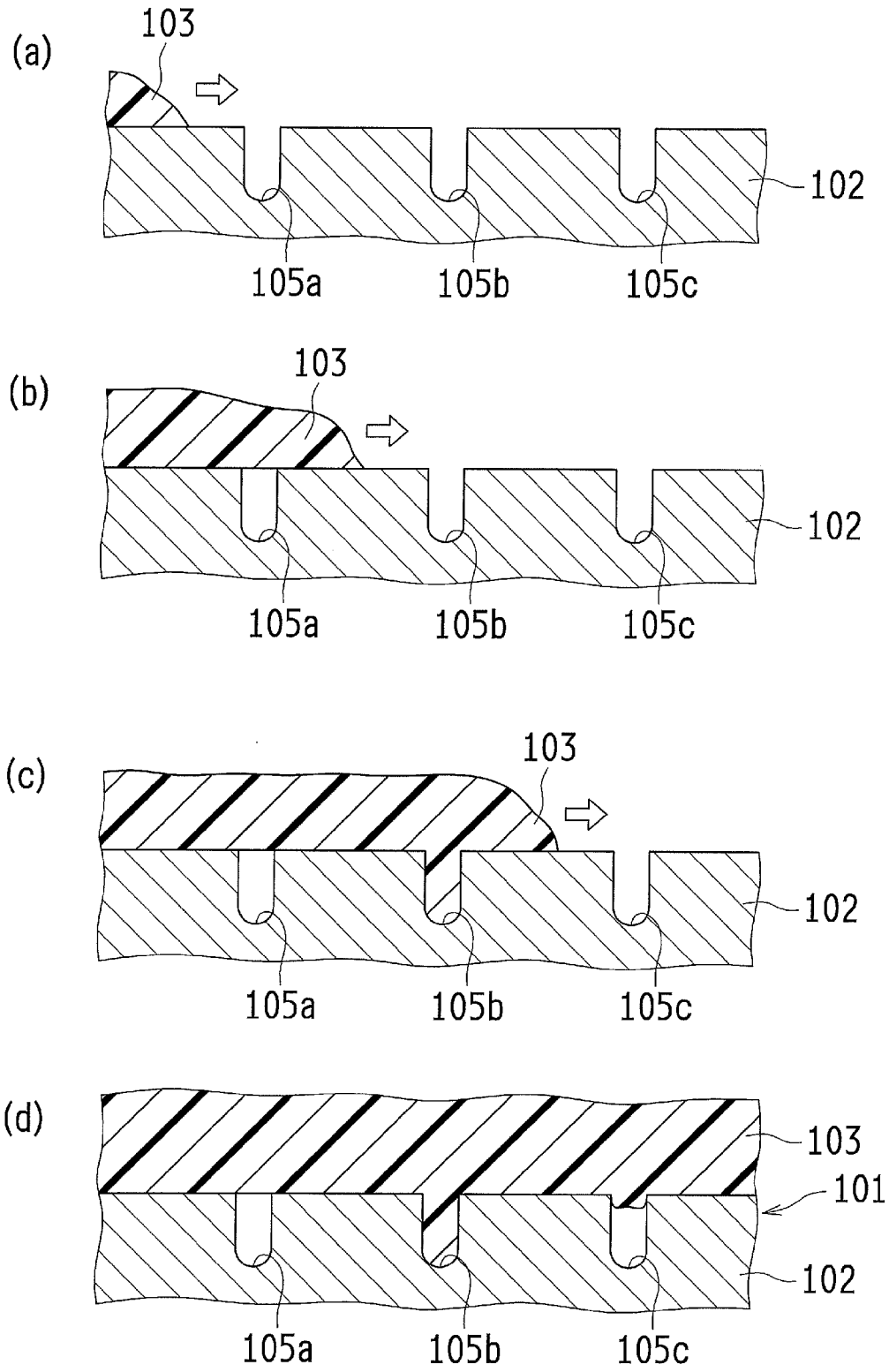
[図9]



[図10]



[図11]


(a)
103
102
105a
105b
105c
(b)
103
102
105a
105b
105c
(c)
103
102
105a
105b
105c
(d)
103
101
102
105a
105b
105c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B29C65/18(2006.01)i, *B23K26/324*(2014.01)i, *B23K26/384*(2014.01)i, *B23K26/60*(2014.01)i, *B29C45/14*(2006.01)i, *B29C65/16*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C65/18, B23K26/324, B23K26/384, B23K26/60, B29C45/14, B29C65/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-166693 A (Daicel Polymer Ltd.), 11 September 2014 (11.09.2014), paragraphs [0014] to [0023], [0030] to [0035], [0037] to [0059]; fig. 1, 4 to 6, 8 to 10 (Family: none)	1-9
A	JP 2011-143539 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 28 July 2011 (28.07.2011), paragraph [0031]; fig. 5 & WO 2011/086984 A1 & TW 201143951 A & CN 102712136 A & KR 10-2012-0115998 A	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 March 2016 (30.03.16)	12 April 2016 (12.04.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５２３７１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B29C65/18(2006.01)i, B23K26/324(2014.01)i, B23K26/384(2014.01)i, B23K26/60(2014.01)i, B29C45/14(2006.01)i, B29C65/16(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B29C65/18, B23K26/324, B23K26/384, B23K26/60, B29C45/14, B29C65/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2014-166693 A (ダイセルポリマー株式会社) 2014.09.11, 段落【0014】-【0023】,【0030】-【0035】,【0037】-【0059】, 図 1, 4-6, 8-10 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2011-143539 A (日本軽金属株式会社) 2011.07.28, 段落【0031】, 図 5 & WO 2011/086984 A1 & TW 201143951 A & CN 102712136 A & KR 10-2012-0115998 A	1-9

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３０．０３．２０１６	１２．０４．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｒ　３１２３
山本　雄一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７１