

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7416331号
(P7416331)

(45)発行日 令和6年1月17日(2024.1.17)

(24)登録日 令和6年1月9日(2024.1.9)

(51)国際特許分類		F I	
B 8 1 B	1/00 (2006.01)	B 8 1 B	1/00
G 0 1 N	37/00 (2006.01)	G 0 1 N	37/00 1 0 1
B 2 9 C	33/42 (2006.01)	B 2 9 C	33/42
B 2 9 C	45/26 (2006.01)	B 2 9 C	45/26
B 2 9 C	45/78 (2006.01)	B 2 9 C	45/78
請求項の数 2 (全10頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2023-516501(P2023-516501)	(73)特許権者	000002141
(86)(22)出願日	令和4年8月29日(2022.8.29)		住友ベークライト株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/032367		東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号
(87)国際公開番号	WO2023/032896	(74)代理人	100165179
(87)国際公開日	令和5年3月9日(2023.3.9)		弁理士 田▲崎▼ 聡
審査請求日	令和5年3月13日(2023.3.13)	(74)代理人	100194250
(31)優先権主張番号	特願2021-141725(P2021-141725)		弁理士 福原 直志
(32)優先日	令和3年8月31日(2021.8.31)	(74)代理人	100181722
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 春田 洋孝
早期審査対象出願		(74)代理人	100140718
			弁理士 仁内 宏紀
		(72)発明者	薬丸 康介
			東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住
			友ベークライト株式会社内
		審査官	堀内 亮吾
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロ流路チップ及びマイクロ流路チップの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直彫り加工及び角出し加工によって形成された金型を用いて製造され、一方の面に流路溝を有する樹脂基板と、

前記流路溝を覆うように前記樹脂基板に接合される被覆材と、を備え、

前記樹脂基板における、前記被覆材との接合面と前記流路溝を区画する内側面との境界に形成される角部の丸みが、 $R\ 5\ \mu m$ 以下であり、

前記流路溝は、幅が $1\ mm$ 以下であり、かつ、深さが $0.01\ mm$ 以上 $0.5\ mm$ 以下であり、

前記樹脂基板を構成する樹脂材料の荷重たわみ温度を T_1 として、

前記樹脂基板は、 $(T_1 - 20)$ 以上 T_1 以下に加熱された前記金型内に形成されるキャビティ空間内に熔融樹脂を注入することによって形成され、

前記樹脂基板を構成する樹脂材料のガラス転移温度を T_g として、

前記樹脂基板は、前記金型内に形成されるキャビティ空間内に $(T_g + 130)$ 以上 $(T_g + 160)$ 以下に加熱された熔融樹脂を注入することによって形成され、

前記樹脂基板は、前記金型内に形成されるキャビティ空間内に熔融樹脂を $9.0\ MPa$ 以上 $12.0\ MPa$ 以下の注入圧で注入することによって形成される、マイクロ流路チップ。

【請求項 2】

金型を用いて樹脂基板を作製する工程と、

前記樹脂基板と被覆材とを熱圧着する工程と、

を含む、マイクロ流路チップの製造方法であって、

前記樹脂基板は、直彫り加工及び角出し加工によって形成された前記金型を用いて製造され、一方の面に流路溝を有し、

前記流路溝を覆うように前記樹脂基板に前記被覆材が接合され、

前記樹脂基板における、前記被覆材との接合面と前記流路溝を区画する内側面との境界に形成される角部の丸みが、 $R\ 5\ \mu\text{m}$ 以下であり、

前記流路溝は、幅が 1mm 以下であり、かつ、深さが 0.01mm 以上 0.5mm 以下であり、

前記樹脂基板を構成する樹脂材料の荷重たわみ温度を T_1 として、

前記樹脂基板は、 $(T_1 - 20)$ 以上 T_1 以下に加熱された前記金型内に形成されるキャビティ空間内に熔融樹脂を注入することによって形成され、

前記樹脂基板を構成する樹脂材料のガラス転移温度を T_g として、

前記樹脂基板は、前記金型内に形成されるキャビティ空間内に $(T_g + 130)$ 以上 $(T_g + 160)$ 以下に加熱された熔融樹脂を注入することによって形成され、

前記樹脂基板は、前記金型内に形成されるキャビティ空間内に熔融樹脂を 90MPa 以上 120MPa 以下の注入圧で注入することによって形成される、請求項1に記載のマイクロ流路チップの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ流路チップに関する。

本願は、2021年8月31日に、日本に出願された特願2021-141725号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

近年、化学工業（特に、医薬品や試薬等の製造に関する医薬品工業）の分野では、マイクロミキサー又はマイクロリアクターと呼ばれる微小容器を用いたマイクロ流路チップの開発が進められている。マイクロ流路チップには、複数のマイクロチャネル（マイクロ流路と繋がるマイクロキャビティ）が設けられている。マイクロチャネルを通じて複数種の流体をマイクロキャビティ内で合流させることで、複数種の流体を混合し、或いは、混合と共に化学反応を生じさせる。

【0003】

このようなマイクロ流路チップとして、例えば特開2015-199340号公報（特許文献1）には、一方の面に流路溝を有する樹脂基板と、流路溝を覆うように樹脂基板に接合される被覆材とを備えるものが開示されている。流路溝を有する樹脂基板は、例えば金型を用いて射出成形によって形成することができ、そのようにすることで、マイクロ流路チップを低コストに製造することができる。

【0004】

ところで、そのような金型を形成するための方法の一例として、直彫り加工によるものが挙げられる。しかし、直彫り加工によって形成された金型では、通常、角が丸みを帯びており、そのような金型を用いて製造される樹脂基板の角も丸まってしまう場合があった。樹脂基板の角（特に、流路溝の縁部の角）が丸まっていると、被覆材を接合した際に前記部位に微小空間が残ってしまい、流路内に気泡が発生する原因となってしまう可能性があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】日本国特開2015-199340号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明は上記課題に鑑みてなされ、直彫り加工による金型を用いて流路溝を有する樹脂基板を形成し低コストにマイクロ流路チップを製造しつつ、流路内に気泡を生じにくくすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するため、本発明は、以下の構成を採用する。

[1] . 直彫り加工によって形成された金型を用いて製造され、一方の面に流路溝を有する樹脂基板と、前記流路溝を覆うように前記樹脂基板に接合される被覆材と、を備え、前記樹脂基板における、前記被覆材との接合面と前記流路溝を区画する内側面との境界に形成される角部の丸みが、 $R\ 5\ \mu m$ 以下である、マイクロ流路チップ。

10

【 0 0 0 8 】

[2] . 前記樹脂基板を構成する樹脂材料の荷重たわみ温度を T_1 として、前記樹脂基板は、 $(T_1 - 20)$ 以上 T_1 以下に加熱された前記金型内に形成されるキャビティ空間内に熔融樹脂を注入することによって形成される、[1]に記載のマイクロ流路チップ。

【 0 0 0 9 】

[3] . 前記樹脂基板を構成する樹脂材料のガラス転移温度を T_g として、前記樹脂基板は、前記金型内に形成されるキャビティ空間内に $(T_g + 130)$ 以上 $(T_g + 160)$ 以下に加熱された熔融樹脂を注入することによって形成される、[1]又は[2]に記載のマイクロ流路チップ。

20

【 0 0 1 0 】

[4] . 前記樹脂基板は、前記金型内に形成されるキャビティ空間内に熔融樹脂を $90\ MPa$ 以上 $120\ MPa$ 以下の注入圧で注入することによって形成される、[1] ~ [3]のいずれか一項に記載のマイクロ流路チップ。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、直彫り加工による金型を用いて流路溝を有する樹脂基板を形成し低コストにマイクロ流路チップを製造しつつ、流路内に気泡を生じにくくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本実施形態に係るマイクロ流路チップの模式断面図である。

【図 2】本実施形態に係るマイクロ流路チップの製造用の金型の模式断面図である。

【図 3】本実施形態に係るマイクロ流路チップの製造用の金型の製造過程の一局面を示す模式断面図である。

【図 4】本実施形態に係るマイクロ流路チップの成形工程の一局面を示す模式断面図である。

【図 5】本実施形態に係るマイクロ流路チップの成形工程の一局面を示す模式断面図である。

【図 6】本実施形態に係るマイクロ流路チップの組立工程の一局面を示す模式断面図である。

30

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

以下に説明する実施形態は、本発明の理解を容易にするための一例に過ぎず、本発明を限定しない。すなわち、以下に説明する部材の形状、寸法、配置等については、本発明の趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれる。

また、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。

【 0 0 1 4 】

50

本実施形態に係るマイクロ流路チップについて、図面を参照して説明する。本実施形態のマイクロ流路チップ 1 は、図 1 に示すように、樹脂基板 2 と、この樹脂基板 2 に接合される被覆材 3 とを備えている。

【0015】

樹脂基板 2 を構成する樹脂は、耐熱性及び透明性に優れたものを適宜選択することができる。樹脂基板 2 は、例えばポリカーボネート、シクロオレフィンコポリマー、シクロオレフィンポリマー、ポリメチルペンテン、ポリスチレン、ポリメチル(メタ)アクリレート、及びポリエチレンテレフタレートからなる群から選択される樹脂で構成することができる。

【0016】

樹脂基板 2 は、一方の面(本実施形態では、被覆材 3 との接合面 2 a)に流路溝 2 1 を有する。流路溝 2 1 の本数は、1 本であっても良いし複数本であっても良い。複数本の流路溝 2 1 が設けられる場合には、それらの流路溝 2 1 が直列に設けられても良いし並列に設けられても良い。また、流路溝 2 1 が分岐を有しても良い。流路溝 2 1 は、例えば、幅が 1 mm 以下で、かつ、深さが 0.01 mm 以上 0.5 mm 以下であって良い。このようにすれば、微小なスケールでの実験等を行うことができる。

【0017】

樹脂基板 2 の外形形状及びサイズは、ハンドリング性や分析適合性(分析手法及び分析装置への適合性)等を考慮して適宜設定することができる。例えば四角形(正方形又は長方形)であれば、例えば一辺 10 mm 以上 200 mm 以下であることが好ましく、10 mm 以上 150 mm 以下であることがより好ましい。樹脂基板 2 の外形形状は、その他の多角形、円形、又は楕円形等であっても良い。

【0018】

被覆材 3 は、例えば樹脂フィルムや樹脂プレート等で構成することができる。被覆材 3 を構成する樹脂は、耐熱性及び透明性に優れたものを適宜選択することができる。被覆材 3 は、例えばポリカーボネート、シクロオレフィンコポリマー、シクロオレフィンポリマー、ポリメチルペンテン、ポリスチレン、ポリメチル(メタ)アクリレート、及びポリエチレンテレフタレートからなる群から選択される樹脂で構成することができる。被覆材 3 を構成する樹脂は、樹脂基板 2 を構成する樹脂と同じ樹脂であっても良いし、異なる樹脂であっても良い。

【0019】

被覆材 3 の厚みは、特に限定されないが、例えば 0.01 mm 以上 1 mm 以下とすることができる。0.01 mm 以上であることにより、接合時にシワ等が発生しにくく、十分に流路溝 2 1 を密閉することができる。また、1 mm 以下であることにより、樹脂基板 2 の凹凸への良好な追従性を得ることができる。

【0020】

樹脂基板 2 と被覆材 3 とは、樹脂基板 2 の接合面 2 a(流路溝 2 1 が形成されている方の面)と、被覆材 3 の一方の面である接合面 3 a とが接するように積層されている。被覆材 3 は、流路溝 2 1 を覆うように樹脂基板 2 に接合されている。こうして、樹脂基板 2 と被覆材 3 との間に、流路溝 2 1 からなるマイクロ流路が形成される。このようなマイクロ流路チップ 1 は、例えば核酸チップ、プロテインチップ、抗体チップ、アプタマーチップ、及び糖タンパクチップ等のバイオチップ、或いは、各種の化学分析用のマイクロ分析チップとして、好適に用いることができる。

【0021】

本実施形態のマイクロ流路チップ 1 は、樹脂基板 2 における、被覆材 3 との接合面 2 a と流路溝 2 1 を区画する内側面 2 b との境界に形成される角部 2 c(図 1 を参照)の丸みが、 $R 5 \mu m$ 以下であることを特徴とする。角部 2 c の丸みが $R 5 \mu m$ 超であると、樹脂基板 2 に被覆材 3 を接合した際、角部 2 c の部位に微小空間が残ってしまい、流路内に気泡が発生する原因となってしまう可能性がある。この点、本実施形態のように角部 2 c の丸みを $R 5 \mu m$ 以下とすることによって、樹脂基板 2 に被覆材 3 を接合する際に、流路溝

10

20

30

40

50

21の縁部も含めて樹脂基板2と被覆材3とをしっかりと密着させることができる。その結果、樹脂基板2と被覆材3との間に微小空間がほとんど残らず、最終的に得られるマイクロ流路チップ1において、流路内に気泡を生じにくくすることができる。

【0022】

被覆材3との接合面2aと流路溝21を区画する内側面2bとの境界の角部2cの丸みは、 $R4.8\mu m$ 以下であることが好ましく、 $R4.6\mu m$ 以下であることがより好ましく、 $R4.4\mu m$ 以下であることがさらに好ましい。これらによれば、流路内に気泡をさらに生じにくくすることができる。

【0023】

本実施形態のマイクロ流路チップ1は、射出成形用の金型5と熱プレス機とを用いて製造することができる。例えば、金型5を用いて樹脂基板2を作製し（成形工程）、その樹脂基板2と別途作製される被覆材3とを熱プレス機を用いて熱圧着して（組立工程）、製造することができる。マイクロ流路チップ1は、樹脂基板2と被覆材3とを接着剤、粘着剤、又は粘着フィルム等によって貼り合わせて製造することもできる。

10

【0024】

金型5は、図2に示すように、凹部51を有する第一型5Aと、凸条部52を有する第二型5Bとを備える。凹部51は、樹脂基板2の外形形状に対応している。凸条部52は、流路溝21の内面形状に対応している。第一型5Aと第二型5Bとが型締めされたとき、凹部51の内面（第一内面5c）と第二型5Bにおける凸条部52が形成されている部位の周辺の内面（第二内面5d）とで囲まれた空間として、キャビティ空間Cが形成される（図4を参照）。第二型5Bには、キャビティ空間Cに連通するゲート53も形成されている。

20

【0025】

ところで、本実施形態では、樹脂基板2の射出成形のために用いられる金型5として、電鑄加工ではなく、直彫り加工によって形成されたものを用いる。直彫り加工は、金属製のブロックを切削して金型を作製する加工方法であり、例えばNC（数値制御）フライス盤等を用いて行うことができる。このような直彫り加工によって形成された金型5（ここでは特に、凸条部52を有する第二型5B）では、図3の上段に示すように、第二型5Bにおける第二内面5dと凸条部52の外側面5eとの間の隅部5fに、丸みが残ってしまうのが通常である。隅部5fの丸みは、例えば $R10\mu m$ 以上であり、典型的には $R20\mu m$ 以上であり得る。

30

【0026】

本実施形態では、金型5の製造において、通常の直彫り加工を行った後、図3に示すように、第二内面5dと凸条部52の外側面5eとの間の隅部5fが直角に近い状態となるようにさらに切削する角出し加工を行う。角出し加工は、角出し工具7を用いて行うことができる。角出し加工を行うことにより、第二内面5dと凸条部52の外側面5eとの間の隅部5fの丸みを、例えば $R5\mu m$ 以下とする。隅部5fの丸みは、 $R4.8\mu m$ 以下とすることが好ましく、 $R4.6\mu m$ 以下とすることがより好ましく、 $R4.4\mu m$ 以下とすることがさらに好ましい。

【0027】

40

このようにして得られる金型5を用いて、一方の面に流路溝21を有する樹脂基板2を形成する（成形工程）。この成形工程では、図4に示すように、第一型5Aと第二型5Bとを型締めし、それらの間に形成されるキャビティ空間Cに、ゲート53から溶融樹脂を注入する。

【0028】

成形工程で用いられる金型5の温度は、特に限定されないが、樹脂基板2を構成する樹脂材料の高荷重（ $1.8MPa$ ）での荷重たわみ温度を $T1$ []とした場合に、例えば（ $T1 - 20$ ）以上（ $T1$ ）以下であることが好ましく、（ $T1 - 15$ ）以上（ $T1$ ）以下であることがより好ましく、（ $T1 - 10$ ）以上（ $T1$ ）以下であることがさらに好ましい。この構成によれば、金型温度に関する成形条件の最適化の観点から、

50

さらに気泡を生じにくくすることができる。

【0029】

荷重たわみ温度は、JIS K 7191-1 A法に準拠して測定することができる。

【0030】

金型5の温度が上記下限値未満であると、注入後に熔融樹脂の温度が急激に低下することによってその流動性が低下し、金型5への追従性が損なわれる可能性がある。一方、金型5の温度を上記上限値超とすると、エネルギー消費が増大するとともに冷却にも時間を要し、生産性の低下につながり得る。そこで、金型温度を上記範囲内とすることで、生産性良く、所望の形状の樹脂基板2を得ることができる。

【0031】

成形工程で金型5内に注入される熔融樹脂の温度は、特に限定されないが、樹脂基板2を構成する樹脂材料のガラス転移温度を T_g []とした場合に、例えば $(T_g + 130)$ 以上 $(T_g + 160)$ 以下であることが好ましく、 $(T_g + 130)$ 以上 $(T_g + 155)$ 以下であることがより好ましく、 $(T_g + 130)$ 以上 $(T_g + 150)$ 以下であることがさらに好ましい。この構成によれば、樹脂温度に関する成形条件の最適化の観点から、さらに気泡を生じにくくすることができる。

【0032】

熔融樹脂の温度が上記下限値未満であると、流動性が十分でなく金型5への追従性が損なわれる可能性がある。一方、熔融樹脂の温度を上記上限値超とすると、エネルギー消費が増大する割には流動性の向上効果は限定的となる。そこで、樹脂温度を上記範囲内とすることで、生産性良く、所望の形状の樹脂基板2を得ることができる。

【0033】

成形工程で金型5内に熔融樹脂を注入する際の注入圧は、特に限定されないが、例えば90MPa以上120MPa以下であることが好ましく、95MPa以上120MPa以下であることがより好ましく、100MPa以上120MPa以下であることがさらに好ましい。この構成によれば、射出圧力に関する成形条件の最適化の観点から、さらに気泡を生じにくくすることができる。

【0034】

熔融樹脂の注入圧が上記下限値未満であると、熔融樹脂がキャビティ空間Cの全体に行き渡らずに金型5への追従性が損なわれる可能性がある。一方、熔融樹脂の注入圧を上記上限値超とすると、エネルギー消費が増大する割には金型5への追従性の向上効果は限定的となる。そこで、熔融樹脂の注入圧を上記範囲内とすることで、生産性良く、所望の形状の樹脂基板2を得ることができる。

【0035】

冷却後、型開きすると、図5に示すように、第一型5Aの凹部51に対応する外形を有するとともに、第二型5Bの凸条部52に対応する内面を有する流路溝21が一方の面に形成された樹脂基板2が得られる。このとき、通常の直彫り加工に加えて角出し加工が施された金型5を用いていることで、被覆材3との接合面2aと流路溝21を区画する内側面2bとの境界に形成される角部2c(図1を参照)の丸みが $R5\mu m$ 以下に抑えられた樹脂基板2を得ることができる。

【0036】

その後、上記の成形工程で得られた樹脂基板2と、別途作製された被覆材3とを積層して、これらを接合する(組立工程)。組立工程では、まず図6に示すように、流路溝21を覆うように樹脂基板2に被覆材3を積層する。その後、その積層体を熱プレス機にかけて、樹脂基板2と被覆材3とを熱圧着することにより、それらを接合する。熱プレス機は、第一ブロックと、前記第一ブロックとの間に樹脂基板2と被覆材3との積層体を挟み込んで圧着する第二ブロックとを備える。第一ブロック及び第二ブロックは、それぞれ内蔵ヒーターを有している。

【0037】

上述したように、本実施形態の成形工程で得られた樹脂基板2は、接合面2aと流路溝

10

20

30

40

50

2 1 の内側面 2 b との境界の角部 2 c の丸みが R 5 μ m 以下に抑えられている。このため、樹脂基板 2 と被覆材 3 とを接合した際に、流路溝 2 1 の縁部も含めて樹脂基板 2 と被覆材 3 とがしっかりと密着する。これにより、樹脂基板 2 と被覆材 3 との間（特に、流路溝 2 1 の縁部の部分）に、微小空間がほとんど残らない。従って、マイクロ流路チップ 1 の流路内に、気泡を生じにくくすることができる。

【 0 0 3 8 】

以上、マイクロ流路チップについて、具体的な実施形態を示して詳細に説明したが、本発明はそれに限定されない。本明細書において開示された実施形態は全ての点で例示であって、本開示の趣旨を逸脱しない範囲内で適宜改変することが可能である。

【産業上の利用可能性】

10

【 0 0 3 9 】

直彫り加工による金型を用いて流路溝を有する樹脂基板を形成し低コストにマイクロ流路チップを製造しつつ、流路内に気泡を生じにくくすることができる。

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

- 1 マイクロ流路チップ
- 2 樹脂基板
- 2 a 接合面
- 2 b 内側面
- 2 c 角部
- 3 被覆材
- 3 a 接合面
- 5 金型
- 5 A 第一型
- 5 B 第二型
- 5 c 第一内面
- 5 d 第二内面
- 5 e 外側面
- 5 f 隅部
- 2 1 流路溝
- 5 1 凹部
- 5 2 凸条部
- 5 3 ゲート
- C キャビティ空間

20

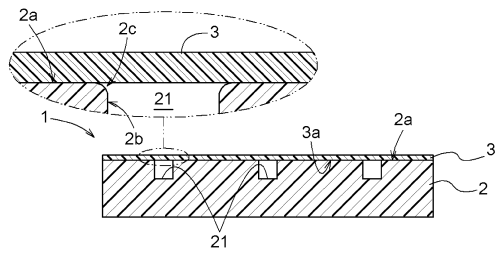
30

40

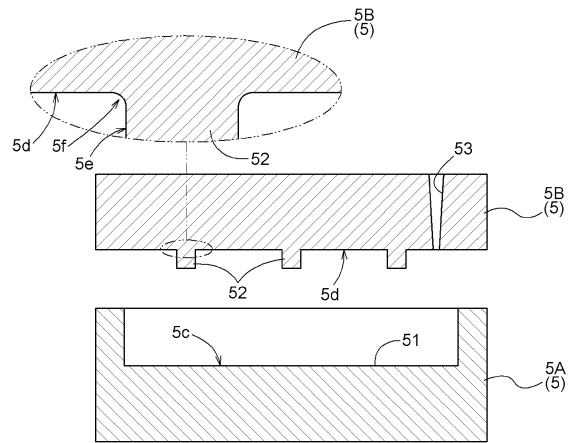
50

【図面】

【図 1】

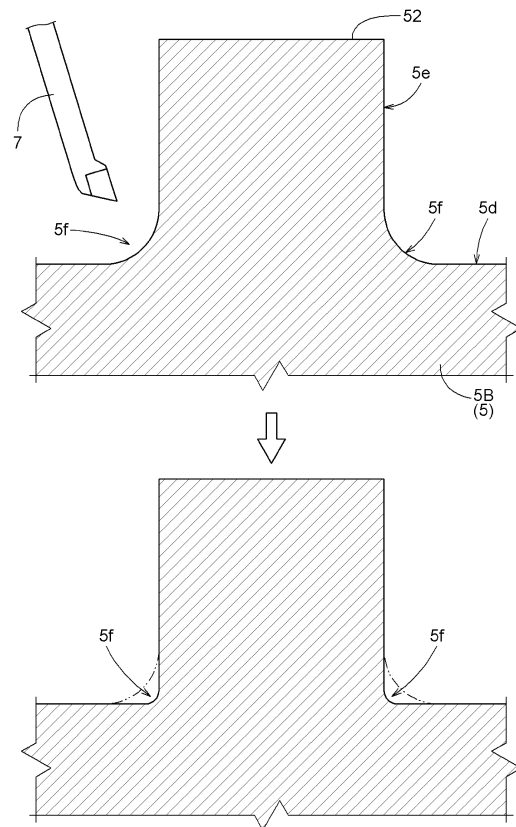


【図 2】

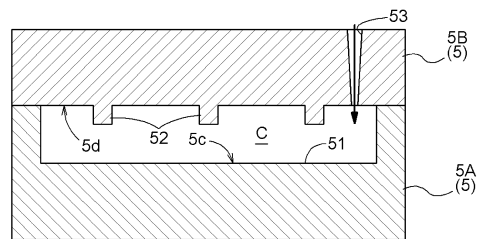


10

【図 3】



【図 4】



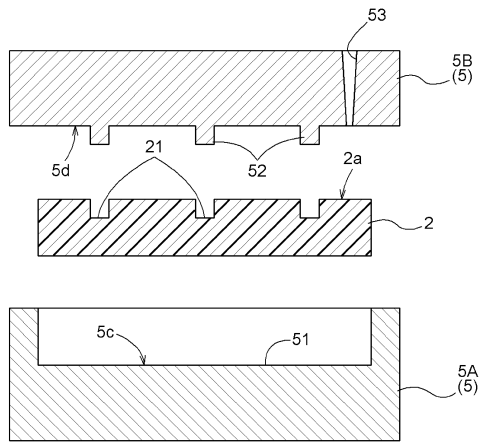
20

30

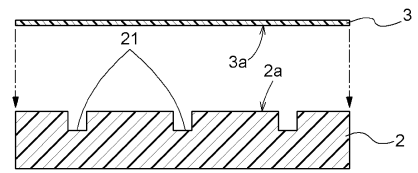
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 2 9 C

45/77

(2006.01)

FI

B 2 9 C

45/77

(56)参考文献

特開 2 0 2 1 - 0 9 9 2 3 7 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 0 2 2 5 3 4 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 2 5 2 0 6 (J P , A)

特開平 0 9 - 0 5 7 8 4 7 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 0 1 9 1 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B 8 1 B

1 / 0 0

G 0 1 N

3 7 / 0 0

B 2 9 C

3 3 / 4 2

B 2 9 C

4 5 / 2 6

B 2 9 C

4 5 / 7 8

B 2 9 C

4 5 / 7 7