

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7098282号
(P7098282)

(45)発行日 令和4年7月11日(2022.7.11)

(24)登録日 令和4年7月1日(2022.7.1)

(51)国際特許分類

B 4 1 J 2/16 (2006.01)**F I**

B 4 1 J	2/16	5 0 3
B 4 1 J	2/16	1 0 1
B 4 1 J	2/16	2 0 1
B 4 1 J	2/16	3 0 1
B 4 1 J	2/16	5 1 7

請求項の数 21 (全23頁)

(21)出願番号 特願2017-114250(P2017-114250)
 (22)出願日 平成29年6月9日(2017.6.9)
 (65)公開番号 特開2018-202826(P2018-202826)
 A)
 (43)公開日 平成30年12月27日(2018.12.27)
 審査請求日 令和2年5月19日(2020.5.19)

(73)特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74)代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74)代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72)発明者 福本 能之
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ
 ャノン株式会社内
 審査官 中村 博之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板接合体の製造方法、液体吐出ヘッドの製造方法、基板接合体及び液体吐出ヘッド

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

第一の基板と第二の基板とが接合された基板接合体の製造方法であつて、
 前記第一の基板は、前記第二の基板と接合する第一の接合領域と第二の接合領域とを有するとともに、前記第一の接合領域を形成する面と前記第二の接合領域を形成する面との間に段差を有し、

前記第二の基板は、前記第一の基板と接合する第三の接合領域と第四の接合領域とを有するとともに、前記第三の接合領域を形成する面と前記第四の接合領域を形成する面との間に段差を有し、

前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域の少なくとも一方に接着剤を塗布する工程と、

前記第一の基板と前記第二の基板の前記段差どうしを互いに嵌合する工程と、

前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とを第一の温度で接合する第一の接合工程と、

前記第一の接合工程の後、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域とを第二の温度で接合する第二の接合工程と、を含み、

前記第一の温度は前記第二の温度よりも低く、

前記第二の接合工程において前記接着剤を硬化させることを特徴とする基板接合体の製造方法。

【請求項2】

前記第一の基板の前記第二の接合領域を形成する面は、前記第一の基板と前記第二の基板とを接合させる方向に沿って、前記第一の接合領域を形成する面よりも突出した位置にあり、

前記第二の基板の前記第四の接合領域を形成する面は、前記第一の基板と前記第二の基板とを接合させる方向に沿って、前記第三の接合領域を形成する面よりもくぼんだ位置にあり、

前記第二の接合工程において硬化させる前記接着剤は、前記第二の接合領域に塗布される請求項1に記載の基板接合体の製造方法。

【請求項3】

前記第一の接合工程において、前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とを直接接合により接合する請求項1～2のいずれか1項に記載の基板接合体の製造方法。 10

【請求項4】

前記直接接合はプラズマ活性化接合又は常温接合である請求項3に記載の基板接合体の製造方法。

【請求項5】

前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域の少なくとも一方に接着剤を塗布する工程をさらに含み、

前記第一の接合工程において前記接着剤を硬化させる請求項1～2のいずれか1項に記載の基板接合体の製造方法。 20

【請求項6】

前記第二の接合工程は100以上 の温度で行われる請求項1～5のいずれか1項に記載の基板接合体の製造方法。

【請求項7】

前記第一の接合工程は200以下の温度で行われる請求項1～6のいずれか1項に記載の基板接合体の製造方法。

【請求項8】

第一の基板と第二の基板とが接合され、前記第一の基板と前記第二の基板とにまたがって設けられた液体の流路を有する基板接合体を、有する液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記第一の基板は、前記第二の基板と接合する第一の接合領域と第二の接合領域とを有するとともに、前記第一の接合領域を形成する面と前記第二の接合領域を形成する面との間に段差を有し、 30

前記第二の基板は、前記第一の基板と接合する第三の接合領域と第四の接合領域とを有するとともに、前記第三の接合領域を形成する面と前記第四の接合領域を形成する面との間に段差を有し、

前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域の少なくとも一方に接着剤を塗布する工程と、

前記第一の基板と前記第二の基板の前記段差どうしを互いに嵌合する工程と、

前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とを第一の温度で接合する第一の接合工程と、

前記第一の接合工程の後、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域とを第二の温度で接合する第二の接合工程と、を含み、 40

前記第一の温度は前記第二の温度よりも低く、

前記第二の接合工程において前記接着剤を硬化させることを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項9】

前記第一の基板の前記第二の接合領域を形成する面は、前記第一の基板と前記第二の基板とを接合させる方向に沿って、前記第一の接合領域を形成する面よりも突出した位置にあり、

前記第二の基板の前記第四の接合領域を形成する面は、前記第一の基板と前記第二の基板 50

とを接合させる方向に沿って、前記第三の接合領域を形成する面よりもくぼんだ位置にあり、

前記第二の接合工程において硬化させる前記接着剤は、前記第二の接合領域に塗布される請求項8に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 10】

前記第一の基板の第一の接合領域と前記第二の接合領域は、前記液体の流路の、前記第一の基板と前記第二の基板とにまたがる内壁から、前記基板接合体の内部へ向かう方向に順に設けられている請求項8～9のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 11】

前記第一の接合工程において、前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とを直接接合により接合する請求項8～10のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。 10

【請求項 12】

前記直接接合はプラズマ活性化接合又は常温接合である請求項11に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 13】

前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域の少なくとも一方に接着剤を塗布する工程をさらに含み、

前記第一の接合工程において前記接着剤を硬化させる請求項8～10のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。 20

【請求項 14】

前記第二の接合工程の後、前記流路の内壁面の、前記第一の基板、前記第二の基板、及び前記第一の基板と前記第二の基板との接合部にわたって膜を形成する請求項8～13のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 15】

前記膜は、Ta、Ti、Zr、Nb、V、Hf、及びSiからなる群より選択されるいづれかの元素の酸化物を含む請求項14に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 16】

前記第二の接合工程は100以上 の温度で行われる請求項8～15のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。 30

【請求項 17】

前記第一の接合工程は200以下の温度で行われる請求項8～16のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 18】

前記基板接合体には、前記液体を吐出するために利用されるエネルギーを発生する素子が設けられている請求項8～17のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 19】

第一の基板と、第二の基板と、を備えており、これらが接合されて構成される基板接合体であって、

前記第一の基板は、前記第二の基板と接合する第一の接合領域と第二の接合領域とを備えるとともに、前記第一の接合領域を形成する面と前記第二の接合領域を形成する面との間に段差部を有しており、 40

前記第二の基板は、前記第一の基板と接合する第三の接合領域と第四の接合領域とを備えるとともに、前記第三の接合領域を形成する面と前記第四の接合領域を形成する面との間に段差部を有しており、

前記第一の基板の段差部と、前記第二の基板の段差部とは、互いに嵌合されており、前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とが直接接觸して接合されたダイレクト接合領域と、

前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域とが接着剤を介して接合された接着剤介在接合領域と、 50

を備えたことを特徴とする基板接合体。

【請求項 20】

吐出口を備えた吐出口形成部材と、

第一の基板と第二の基板とが接合され、前記第一の基板と前記第二の基板とにまたがって設けられた液体の流路を有する基板接合体と、

前記吐出口形成部材と前記基板接合体とを連結する側壁と、

を有しており、

前記基板接合体は請求項1_9に記載の基板接合体であることを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 21】

前記第一の基板の第一の接合領域と前記第二の接合領域は、前記液体の流路の、前記第一の基板と前記第二の基板とにまたがる内壁から、前記基板接合体の内部へ向かう方向に順に設けられている請求項2_0に記載の液体吐出ヘッド。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の基板を接合させた基板接合体及び基板接合体の製造方法、基板接合体を有する液体吐出ヘッド及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、圧力センサーや加速度センサーなどのMEMS (Micro Electro Mechanical System) やマイクロ流体デバイスなどの機能デバイスの製造において、基板どうしを接合した基板接合体から構成されるデバイスが作製されている。その一例として液体を吐出する液体吐出ヘッドが挙げられる。

20

【0003】

液体吐出ヘッドは、複数のエネルギー発生素子を有し、そのエネルギー発生素子から与えられるエネルギーにより液体を複数の吐出口から吐出させる装置である。液体吐出ヘッドは、通常、エネルギー発生素子やそれを駆動するための回路が形成された基板、吐出口を形成する基板、及び吐出口へ液体を供給する液体の流路を形成する基板等の、複数の基板が接合された構成をとっている。

【0004】

30

このような構成においては基板どうしを精度よく接合することが重要である。基板どうしの位置関係がずれると、流路の体積やエネルギー発生素子と吐出口との相対的な位置関係にばらつきが生じ、吐出ムラが生じることがあるためである。

【0005】

特許文献1には、液体を吐出口に導く液体の流路を形成する天板と、エネルギー発生素子が形成された基板とを有する液体吐出ヘッドにおいて、天板に形成された凸部と基板に形成された溝部とを1体1で嵌合させ、接着剤で接合する方法が記載されている。このとき、基板に設けられた各溝部の底を先細りの形状とすることにより、天板に形成された凸部が溝部の底の傾斜に沿って移動することで安定して位置決めされるため、天板と基板との位置合わせを精度よく行うことができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開平9-187938号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、液体吐出ヘッドには小型化や吐出口の高密度化が求められるようになり、そのためより一層高精度に基板どうしの位置合わせを行うことが要求されている。

【0008】

50

特許文献1に記載されているように溝部の底を先細りの形状として基板どうしを嵌合させたとしても、接着剤を硬化させるときの加熱による接着剤や基板への熱応力により、依然として基板どうしの位置ずれが生じることがある。

【0009】

本発明の目的は、基板どうしの位置合わせを精度よく行うことができる基板接合体の製造方法及び液体吐出ヘッドの製造方法を提供することである。また、本発明の他の目的は、基板どうしが精度よく接合された基板接合体及びその基板接合体を有する液体吐出ヘッドを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の基板接合体の製造方法は、第一の基板と第二の基板とが接合された基板接合体の製造方法であって、前記第一の基板は、前記第二の基板と接合する第一の接合領域と第二の接合領域とを有するとともに、前記第一の接合領域を形成する面と前記第二の接合領域を形成する面との間に段差を有し、前記第二の基板は、前記第一の基板と接合する第三の接合領域と第四の接合領域とを有するとともに、前記第三の接合領域を形成する面と前記第四の接合領域を形成する面との間に段差を有し、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域の少なくとも一方に接着剤を塗布する工程と、前記第一の基板と前記第二の基板の前記段差どうしを互いに嵌合する工程と、前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とを第一の温度で接合する第一の接合工程と、前記第一の接合工程の後、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域とを第二の温度で接合する第二の接合工程と、を含み、前記第一の温度は前記第二の温度よりも低く、前記第二の接合工程において前記接着剤を硬化させることを特徴とする。

10

【0011】

また、本発明の液体吐出ヘッドの製造方法は、第一の基板と第二の基板とが接合され、前記第一の基板と前記第二の基板とにまたがって設けられた液体の流路を有する基板接合体を、有する液体吐出ヘッドの製造方法であって、前記第一の基板は、前記第二の基板と接合する第一の接合領域と第二の接合領域とを有するとともに、前記第一の接合領域を形成する面と前記第二の接合領域を形成する面との間に段差を有し、前記第二の基板は、前記第一の基板と接合する第三の接合領域と第四の接合領域とを有するとともに、前記第三の接合領域を形成する面と前記第四の接合領域を形成する面との間に段差を有し、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域の少なくとも一方に接着剤を塗布する工程と、前記第一の基板と前記第二の基板の前記段差どうしを互いに嵌合する工程と、前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とを第一の温度で接合する第一の接合工程と、前記第一の接合工程の後、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域とを第二の温度で接合する第二の接合工程と、を含み、前記第一の温度は前記第二の温度よりも低く、前記第二の接合工程において前記接着剤を硬化させることを特徴とする。

20

30

【0012】

さらにまた、本発明の液体吐出ヘッドを構成する基板接合体は、第一の基板と、第二の基板と、を備えており、これらが接合されて構成される基板接合体であって、前記第一の基板は、前記第二の基板と接合する第一の接合領域と第二の接合領域とを備えるとともに、前記第一の接合領域を形成する面と前記第二の接合領域を形成する面との間に段差部を有しており、前記第二の基板は、前記第一の基板と接合する第三の接合領域と第四の接合領域とを備えるとともに、前記第三の接合領域を形成する面と前記第四の接合領域を形成する面との間に段差部を有しており、前記第一の基板の段差部と、前記第二の基板の段差部とは、互いに嵌合されており、前記第一の基板の前記第一の接合領域と前記第二の基板の前記第三の接合領域とが直接接触して接合されたダイレクト接合領域と、前記第一の基板の前記第二の接合領域と前記第二の基板の前記第四の接合領域とが接着剤を介して接合された接着剤介在接合領域と、を備えたことを特徴とする。

40

50

【発明の効果】**【0013】**

本発明によれば、基板どうしの位置合わせを精度よく行うことができる基板接合体の製造方法及び液体吐出ヘッドの製造方法が提供される。また、本発明によれば、基板どうしが精度よく接合された基板接合体及びその基板接合体を有する液体吐出ヘッドが提供される。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】第一の実施形態にかかる液体吐出ヘッドの製造方法を示した断面図である。

【図2】第一の実施形態にかかる液体吐出ヘッドの製造方法の一部の工程の、接合部近傍の拡大断面図である。

10

【図3】第二の実施形態にかかる液体吐出ヘッドの製造方法を示した断面図である。

【図4】第二の実施形態にかかる液体吐出ヘッドの製造方法の一部の工程の、接合部近傍の拡大断面図である。

【図5】基板接合体の斜視図である。

【発明を実施するための形態】**【0015】**

本発明にかかる基板接合体及びその製造方法を液体吐出ヘッドを例に挙げて以下に説明する。

【0016】**(第一の実施形態)**

20

本実施形態にかかる液体吐出ヘッドの製造方法を、図1(A)～(I)及び図2(A)～(C)を用いて説明する。図1及び図2はいずれも液体吐出ヘッドの断面図であり、製造方法を順を追って説明する図である。

【0017】**<液体吐出ヘッドの構造>**

まず、本実施形態に係る基板接合体及び液体吐出ヘッドの製造方法が適用される、液体吐出ヘッドの構造について、図1(I)を用いて説明する。

【0018】

図1(I)に示すように、本実施形態にかかる液体吐出ヘッドは、第一の基板131と第二の基板132とが接合された基板接合体130を有している。基板接合体130を構成する第一の基板131上には、液体を吐出するために利用されるエネルギーを発生するエネルギー発生素子104が形成されている。また、第一の基板131上には、エネルギー発生素子104を駆動するための配線膜や、層間絶縁膜を含む表面メンブレン層103が形成されている。基板接合体130上には、液体を吐出する吐出口101を形成する吐出口形成部材107が形成されている。吐出口形成部材107は、吐出口101が開口する天板105と、吐出口101に連通しエネルギー発生素子104から発生したエネルギーを液体に付与する圧力室102を形成する側壁106とから構成されている。なお、吐出口101及び圧力室102は液体の流路の一種とみなすことができる。

30

【0019】

基板接合体130には、第一の基板131と第二の基板132とにまたがって液体の流路115が設けられている。流路115の内壁面上には膜108が、第一の基板131と第二の基板132にまたがって形成されている。膜108は耐液性を有する膜であり、基板接合体130の内壁面をインク等の液体による浸食から保護する機能を有する。流路115は、第一の流路112、第二の流路113及び第三の流路114から構成されている。第一の流路112は、一つの吐出口101に対応する圧力室102に接続する。第二の流路113は、液体吐出ヘッド内の複数の第一の流路112と接続し、各第一の流路112へ液体を分配する。第三の流路114は、第二の流路113に接続し、外部から供給される流路の幅を絞る役割を担う。本実施形態においては、流路115のうち第一の流路112及び第二の流路113が第一の基板131に、第三の流路114が第二の基板132に形成されている。

40

50

【0020】

図1(I)に示す液体吐出ヘッドでは、一つの圧力室102に2つの流路115a及び115bが接続されており、この2つの流路を介して圧力室内の液体を圧力室102の外部との間で循環させることができる。具体的には、図1(I)の矢印で示すように、液体を、左側の流路115aを通って圧力室102へ流入させ右側の流路115bから流出させることができる。この液体の流れによって、例えば本実施形態にかかる液体吐出ヘッドをインクジェット記録ヘッドに適用した場合、吐出口101や圧力室102のインクが増粘するのを抑制することができる。

【0021】

<液体吐出ヘッドの製造方法>

続いて本実施形態にかかる液体吐出ヘッドの製造方法を説明する。

10

【0022】

(1. 第一の基板と第二の基板を準備する工程)

まず、図1(A)に示すように、液体を吐出するために利用されるエネルギーを発生するエネルギー発生素子104及び表面メンブレン層103が形成された第一の基板131を用意する。エネルギー発生素子104としては、ヒータ素子のような通電加熱によりインクを沸騰させうる素子や、ピエゾ素子のような体積変化を利用して液体に圧力を加えうる素子が挙げられる。表面メンブレン層103は、エネルギー発生素子104を駆動させるための配線膜や層間絶縁膜から構成されている。なお、配線や絶縁膜、トランジスタ、電極用のコンタクトパッドなどの詳細に関しては不図示である。

20

【0023】

第一の基板131としては、エネルギー発生素子104や配線膜を形成するのに適した各種の基板を用いることができる。第一の基板131は、シリコン、炭化シリコン、窒化シリコン、ガラス(石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、無アルカリガラス、ソーダガラス)、アルミナ、ガリウム砒素、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、及びアルミニウム合金からなる群より選択されるいずれかを含むことが好ましい。これらの中でも、第一の基板131としてはシリコン基板が好適に用いられる。第一の基板131を必要に応じ裏面側から薄加工することができる。薄加工する手段としては、研削やフッ硝酸などの薬液によるウェットエッチングが挙げられる。また、後述する第二の基板132との接合工程において接合しやすいように、第一の基板131の裏面を平滑化することが好ましい。平滑化する手段としては、番手の大きい砥石による研削、ドライポリッシュ、C M P (Chemical Mechanical Polishing)による研磨、反応性ガスによるドライエッティング、及びフッ硝酸などの薬液によるウェットエッティングが挙げられる。

30

【0024】

次に、図1(B)に示すように、第一の基板131に第一の流路112及び第二の流路113を形成する。流路の形成手法としては、ドライエッティング、ウェットエッティング、レーザー、及びサンドブラスト法が挙げられる。第一の基板131の裏面側から基板の途中まで掘り、溝形状の第二の流路113を形成する。さらに、第一の基板131の表面側から第二の流路113と連通するまで掘り進め、複数のホール形状の第一の流路112を形成する。第一の流路112及び第二の流路113の形状は前記形状に限定されるものではなくデバイスの必要に応じて最適な形状を選択することができる。また、それらを形成する順番も限定されるものではなく、第二の流路113を形成した後に第一の流路112を形成しても良い。

40

【0025】

次に、図1(C)に示すように、第一の基板131の裏面(第二の基板132との接合面)を加工して、第一の接合領域121及び第二の接合領域122を形成する。第一の接合領域121及び第二の接合領域122は、流路113の内壁から基板接合体の内部へ向かう方向に順に設けられ、第一の接合領域121と第二の接合領域122との間には段差が設けられている。第二の接合領域122を形成する面は、第一の基板131と第二の基板132とを接合させる方向に沿って、第一の接合領域121を形成する面よりも突出した

50

位置にある。第一の基板 131 のエネルギー発生素子 104 直下の部分、すなわち図 1 (C) に示す第一の基板 131 の真ん中の部分は 2 つの流路 113a 及び 113b と接しており、その接合面には、それぞれの流路側に第一の接合領域 121a 及び 121b が設けられる。そのため、真ん中の部分の接合面は、2 つの第一の接合領域 121a 及び 121b に第二の接合領域 122 が挟まれて凸形状となる。この凸形状は、第二の基板 132 の表面に後述する工程において形成される凹形状と嵌合する。

【 0026 】

接合面を第一の接合領域 121 と第二の接合領域 122 に分けるのは接合面の機能分離のためである。すなわち、本実施形態では後述する接合工程において 2 段階の接合を行うため、各接合工程に対応する接合領域を設けることが好ましいためである。接合工程の詳細については後に詳述する。

10

【 0027 】

接合面を凸形状に加工するには次のような方法が挙げられる。まず、第二の流路 113 が形成された第一の基板 131 の接合面に対してエッチングマスクを形成する。第一の基板 131 の接合面にエッチングマスクを形成する手段としては、第二の流路 114 のような大きな開口があっても比較的容易に形成できることから、ドライフィルム状に加工したレジストを接合面にラミネートして転写する方法が好ましい。また、第二の流路 113 を形成する前に、予め第一の基板 131 の接合面に段差を形成するためのエッチングマスクを形成しても良い。エッチングマスクとしては、熱安定性が高く、且つ、第二の流路 113 の加工プロセスに対して安定である材料が好適である。そのような材料としては、レジスト、剥離液に対して不溶である有機樹脂、及び気相成長法で成膜したシリコン酸化膜やシリコン窒化膜などの無機膜が挙げられる。その後、エッチングマスク越しに基板をエッチングして、第一の接合領域 121 及び第二の接合領域 122 を形成する。その後、エッチングマスクを剥離液や酸素プラズマアッティング、ドライエッチングなどの手法により除去する。この時、流路の内壁面や接合面の表面に付着したエッチング堆積物を除去するため、エッチング堆積物用の剥離液を用いて基板接合体を洗浄しても良い。

20

【 0028 】

次に、図 1 (D) に示すように、第二の基板 132 を用意する。第二の基板 132 の材料としては、第一の基板 131 と同じものを使用可能である。特に第二の基板としてはシリコン基板が好適に用いられる。第二の基板 132 に関しては第一の基板 131 と同様に、薄加工や平滑化をすることができる。

30

【 0029 】

次に、図 1 (E) に示すように、第一の実施形態と同様の手法で第三の流路 114 を形成する。さらに、第二の基板 132 の接合面を加工して、第一の基板 131 の接合面の段差と嵌合することが可能な、第三の接合領域 123 及び第四の接合領域 124 を別途形成する。第三の接合領域 123 及び第四の接合領域 124 は、第一の基板 131 の接合面と同様に、流路 114 の内壁から基板接合体 130 の内部へ向かう方向に順に設けられ、第三の接合領域 123 と第四の接合領域 124 との間には段差が設けられている。第四の接合領域 124 を形成する面は、第一の基板 131 と第二の基板 132 とを接合させる方向に沿って、第三の接合領域 123 を形成する面よりもくぼんだ位置にある。第一の基板 131 と第二の基板 132 は、この段差どうしで互いに嵌合することができる。なお、第二の基板 132 の接合面の、第一の基板 131 の図 1 (C) に示す真ん中部分と接合する部分は、第一の基板 131 の接合面の凸形状と嵌合するように凹形状となる。すなわち、2 つの第三の接合領域 123a 及び 123b に第四の接合領域 124 が挟まれた凹形状となる。

40

【 0030 】

(2 . 第一の基板と第二の基板を接合する工程)

次に、第一の基板 131 と第二の基板 132 とを互いに接合する。この工程は少なくとも以下の 2 つの工程を含んでいる。

- ・第一の基板 131 の第一の接合領域 121 と第二の基板 132 の第三の接合領域 123 とを接合する工程 (第一の接合工程)

50

・第一の接合工程の後、第一の基板 131 の第二の接合領域 122 と第二の基板 132 の第四の接合領域 124 とを接合する工程（第二の接合工程）

第一の接合工程は、第二の接合工程より前に、あらかじめ第一の基板 131 と第二の基板 132 とを精度良く固定するために行われるものである。一方、第二の接合工程は、基板どうしを強固に接着するために行われるものであり、比較的高温で行われる。第二の接合工程よりも前に本実施形態の第一の接合工程のような基板どうしを固定する工程がないと、第二の接合工程において基板に加わる熱応力により基板どうしの位置ずれが生じてしまう。これに対し、本実施形態では、第二の接合工程の前に、第二の接合工程の温度（第二の温度）よりも低い温度（第一の温度）であらかじめ基板どうしを固定する第一の接合工程を有する。そのため、第二の接合工程のような高温プロセスを経ても基板どうしの位置ずれが生じにくくなる。

【0031】

第一の実施形態では、第一の接合領域 121 と第三の接合領域 123 とを直接接合により接合する。直接接合は、通常低温で行われるものであり、基板への熱応力等がかからず、迅速に精度よく基板どうしを固定することができる。また、接着剤自体も用いないことから、接着剤起因の位置ずれが生じず、さらに二つの基板が接触した瞬間に迅速かつ強固に固定可能である。図 5 は、第一の基板 131 と第二の基板 132 の接合前の斜視図である。直接接合を用いることで図 5 に示す基板の水平方向の位置ずれ X 及び Y ならびに基板の垂直方向の位置ずれ Z を $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以下まで抑制できる。

【0032】

また、本実施形態にかかる液体吐出ヘッドのように液体の流路 115 内に基板どうしの接合部が露出している場合、接着剤によって基板どうしを接合させていると、インク等の液体により接着剤が変質し、基板間の接着強度が低下する場合がある。しかし、本実施形態にかかる接合工程によれば、液体の流路 115 側の第一の接合領域 121 と第三の接合領域 123 とを接着剤を用いない直接接合により接合しているため、液体と接着剤との接触が起こりづらく、接着剤の変質による基板どうしの密着性の低下が生じにくい。さらにいえ、接着剤の選択にあたり、耐液性を考慮しなくとも接合性能のみで接着材料を最適化できる利点もある。

【0033】

直接接合としてはいくつか手法がある。直接接合の第一の例として、プラズマ活性化接合が挙げられる。プラズマ活性化接合は、プラズマ照射によって各接合面上にヒドロキシル基を形成して、ヒドロキシル基どうしの水素結合及び脱水縮合反応により基板どうしを接合するものである。直接接合の第二の例は、接合面をオゾン水や過酸化水素水などの酸化性液体により酸化させてヒドロキシル基を形成し、ヒドロキシル基の水素結合及び脱水縮合反応により基板どうしを接合させる方法である。直接接合の第三の例は、真空中で接合面の最表面をエッティングした後に、接合面どうしを接触させる常温接合である。なお、第三の例は、室温で高い接合強度が得られるという長所がある。これらの中でもプラズマ活性化接合及び常温接合が比較的低温で接合を行えることから好ましい。ここではプラズマ活性化接合を例にとり、以下に第一の基板 131 と第二の基板 132 を接合する工程について順に説明する。

【0034】

（2-1. 前処理工程）

第一の接合工程と第二の接合工程の前に必要に応じ前処理を行う。

【0035】

直接接合を実施する上で、接合面が清浄かつ平滑であることが好ましい。そのため、第一の接合工程の前に、第一の基板 131 の接合面及び第二の基板 132 の接合面を洗浄して、接合面に存在する異物を除去することが好ましい。また、接合面を平滑化して接合面の平坦性を上げることが好ましい。

【0036】

洗浄方法として物理衝撃による洗浄を使用した物理洗浄が挙げられる。具体的にはメガソ

ニック洗浄、窒素気流により液体を破断する二流体洗浄、高圧液体ジェット洗浄、及びブラシスクラブ洗浄が挙げられる。その際に用いる液体としては、純水、オゾン水、水素水、アンモニア水、及びフッ化水素水が挙げられる。また、洗浄方法の他の例として、液体中に基板を浸漬させて、または、基板の接合面に液体を塗布して、基板と液体との間に化学反応を起こさせることにより洗浄する化学洗浄が挙げられる。化学洗浄としては具体的には、アンモニアと過酸化水素水との混合液による洗浄方法、硫酸と過酸化水素水との混合液による洗浄方法、及びフッ化水素水とオゾン水を交互に塗布する洗浄方法が挙げられる。

【0037】

接合面を平滑化する手段としては、上記したように、番手の大きい砥石による研削、ドライポリッシュ、C M P (Chemical Mechanical Polishing) による研磨、反応性ガスによるドライエッティング、及びフッ硝酸などの薬液によるウエットエッティングが挙げられる。平滑化後の接合面の表面粗さは 20 nm 以下、特には 1 nm 以下であることが好ましい。ここでいう表面粗さとは、日本工業規格 (J I S) B 0 6 0 1 : 2 0 0 1 に規定される粗さ曲線の算術平均粗さ (R_a) である。なお、接合面の平滑化は、第一の接合工程を実施する直前に行ってもよく、それぞれの基板に流路を形成する前に行ってもよく、また、さらには両方で行ってもよい。

10

【0038】

その後、直接接合に際し、直接接合の種類に応じた前処理を実施する。前処理は直接接合の種類によって異なる。プラズマ活性化接合の前処理は、第一の基板 131 及び第二の基板 132 の少なくとも一方の接合面に、真空中で窒素ガス、酸素ガス、または Ar ガスを放電させて形成したプラズマを照射することである。プラズマ照射後にプラズマ照射面を純水で洗浄して、接合面上のヒドロキシル基の数を増やしてもよい。

20

【0039】

(2 - 2 . 接着剤を塗布する工程)

次に、図 1 (F)、図 2 (A) に示すように、第一の基板 131 の第二の接合領域 122 に接着剤 152 を塗布する。接着剤 152 は後述する第二の接合工程において硬化させる接着剤である。後述する第一の接合工程において接合した後に接着剤 152 を塗布することが困難なため、第一の接合工程の前に、あらかじめ接着剤 152 を塗布しておく。

30

【0040】

接着剤 152 としては、基板に対して密着性が高い材料が好適に用いられる。また、気泡などの混入が少なく塗布性が高い材料が好ましく、接着剤 152 の厚さを薄くしやすい低粘度な材料が好ましい。接着剤 152 は、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、及びウレタン樹脂からなる群より選択されるいずれかの樹脂を含むことが好ましい。接着剤 152 としては高い接合強度が得られることからベンゾシクロブテン樹脂を含むことがより好ましい。接着剤 152 の硬化方式としては、熱硬化方式、及び紫外線遅延硬化方式が挙げられる。なお、基板のいずれかに紫外線透過性がある場合は、紫外線即硬化方式も使用できる。

【0041】

接着剤 152 を塗布する手法としては、基板による接着剤転写法が挙げられる。具体的には、転写用基板を準備し、スピン塗布法やスリット塗布法により転写用基板上に接着剤を薄く均一に塗布する。その後、塗布した接着剤上に、第一の基板 131 の接合面を接触させることにより、接着剤を第一の基板 131 の接合面のみに転写することができる。転写用基板の大きさとしては、第一の基板 131 と同寸法以上であることが好適である。また材料についてはシリコンまたはガラスが好適である。

40

【0042】

接着剤 152 は、第一の基板 131 の第二の接合領域 122 及び第二の基板 132 の第四の接合領域 124 の少なくとも一方に塗布すればよく、第二の基板 132 側の第四の接合領域 124 に塗布してもよい。接着剤転写法により接着剤を塗布する場合は、塗布が容易であることから、凸形状の頂面である第一の基板 131 側の第二の接合領域 122 に塗布

50

することが好ましい。

【0043】

(2-3. 第一の接合工程)

次に、図1(G)、図2(B)に示すように、基板の接合面どうしを対向させて、接合アライメント装置などでアライメントした後、第一の基板131の第一の接合領域121と第二の基板132の第三の接合領域123を直接接合により接合する。

【0044】

アライメント方法としては、光学顕微鏡を用いて一枚ずつアライメントする手法が挙げられる。まず、1枚目の基板をアライメント装置内にロードし、光学顕微鏡の視野内にアライメントマークが入るように調整する。その後、光学顕微鏡と1枚目の基板を固定し、アライメントマークの位置を装置に覚えさせる。次いで、2枚目の基板をアライメント装置内にロードし、1枚目の基板と光学顕微鏡との間に1枚目の基板を配置し、且つ、1枚目の基板の接合面と、2枚目の基板の接合面を対向させる。光学顕微鏡によって観察しながら、2枚目の基板について接合面とは反対側に設けられたアライメントマークが、1枚目の基板のアライメントマークの位置に一致するように位置合わせをする。位置合わせが完了したら、2枚目の基板と1枚目の基板を固定することでアライメントが完了する。固定方法としてはクランプ治具で挟む方法が挙げられる。2枚の基板を固定したら、固定している治具と基板ごと、接合装置に移送する。なお、アライメントと接合が同一の装置で実施できる場合は、アライメント完了後に同一装置内でそのまま接合を行ってもよい。

10

【0045】

他のアライメント方法としては、基板どうしを対向させた状態で近接させて、それぞれのアライメントマークを、基板透過可能な赤外光を用いて顕微鏡で観察しながら位置合わせをする手法が挙げられる。また、対向した二枚の基板を挟むように設けられた二つの顕微鏡を準備し、二枚の基板にそれぞれ設けられたアライメントマークを見ながら、位置合わせをする方法が挙げられる。

20

【0046】

直接接合は、室温で基板を加圧して第一の接合領域121と第三の接合領域123とを接觸させることにより行われる。接合面を接觸させると、接合面のヒドロキシル基どうしが水素結合し、基板どうしが固定される。加圧は真空中または大気中で実施することができる。なお、第一の接合領域121と第三の接合領域との接合部の接合力を上げるために、接合後に接着剤152が硬化しない範囲の低温で熱処理して、脱水縮合反応を促進させてもよい。

30

【0047】

第一の接合工程の温度(第一の温度)は、第二の接合工程の温度(第二の温度)より低ければよい。具体的には、第一の温度は200以下、特には150以下、さらには50以下であることが好ましい。第一の温度の下限は特に限定されないが、0以上、特に20以上であることが好ましい。なお、ここでいう温度とは基板接合体の温度を指すものとする。

【0048】

(2-4. 第二の接合工程)

40

次に、第二の接合領域122に塗布された接着剤152を硬化させることにより、第一の基板131の第二の接合領域122と第二の基板132の第四の接合領域124とを接合する。第二の接合領域122と第四の接合領域124との接合部154の役割は、高い接合強度を発現し、かつ、接合ボイドの発生を抑制して接合信頼性を担保することである。このような接合部154を形成するため、第二の接合工程は高温による加熱を伴う。具体的には、接着剤の種類に依存するが、100以上300以下、特には150以上300以下の温度での加熱を伴う。なお、ここでいう温度とは基板接合体の温度を指すものとする。

【0049】

接着剤152が熱硬化型の場合は、第一の接合工程によってあらかじめ固定された基板を

50

接合装置に設置し、接合装置内で所定の温度まで基板を加熱した後、所定の温度、時間及び圧力で接着剤 152 を十分に硬化させる。このときの接合パラメータは接着材料に応じて適切に設定される。第二の接合工程は加圧しながら行うことが好ましい。これは、接着剤 152 や基板の昇温時の熱膨張や冷却時の熱収縮を抑え、基板どうしの位置ずれをより一層抑制するためである。硬化反応は、接合装置内で完結させてもよいが、接着剤 152 がある程度硬化した段階で接合装置内から基板を取り出して、別途オープンなどで加熱してもよい。こうすることで硬化反応を短時間で行うことができる。

【0050】

接着剤 152 が紫外線遅延型の場合は、第一の接合工程前に予め接着剤 152 に紫外線を規定量で照射しておき、第一の接合工程後の本第二の接合工程において基板をさらに加熱することにより接着剤 152 を十分に硬化させる。

10

【0051】

また、接着剤 152 が紫外線即硬化型の場合は、透明基板越しに接着剤 152 へ紫外線を規定量照射し、その後、オープンなどで基板を加熱することで接着剤 152 を十分に硬化させる。

【0052】

いずれの場合も、第二の接合工程において接着剤 152 を十分に硬化させることが好ましい。具体的には、接着剤 152 の硬化度が 60% 以上、特には 80% 以上となるように硬化させることが望ましい。ここで、接着剤の硬化度とは、示唆走査熱量計により次のように求められる値とする。硬化前の接着剤及び第二の接合工程を経た硬化後の接着剤からそれぞれ 1 ~ 10 mg 程度サンプルを採取する。示唆走査熱量計により各サンプルを 10 / 分の昇温レートにて 300 ℃ まで昇温したときの発熱量 [J / g] を測定し、測定された発熱量から下記式によって求める。

20

$$\text{硬化度 [\%]} = \{ (\text{硬化前の接着剤の発熱量}) - (\text{硬化後の接着剤の発熱量}) \} / (\text{硬化前の接着剤の発熱量})$$

以上述べたように、本実施形態にかかる第一の接合工程及び第二の接合工程によれば、第一の工程における直接接合により精度よく位置合わせでき、かつ、第二の工程により接合ボイドなどの発生が抑制され高い接合強度を得ることができる。すなわち、上記接合工程によれば、直接接合単独、または接着剤接合単独では難しかった高い位置合わせ精度と接合信頼性の両立を達成することができる。

30

【0053】

(3. 膜を形成する工程)

次に、図 1 (H)、図 2 (C) に示すように、インクなどの液体から流路の内壁面を保護する機能を有する膜 108 を必要に応じ形成する。液体吐出ヘッドは、インク等の液体によって液体の流路の内壁面が浸食されやすく、長期間液体に晒された場合に流路構造が崩れる場合がある。特に基板がシリコン基板の場合、このような液体によるダメージが生じやすい。したがって、流路 115 の内壁面上に膜 108 が形成されることが好ましい。

【0054】

膜 108 は第一の基板 131、第二の基板 132、及び第一の基板 131 と第二の基板 132 との接合部（第一の接合領域 121 と第二の接合領域 122 との接合部 153）にわたって形成される。このように膜 108 を接合部 153 にわたって形成することにより、基板どうしの接合信頼性を高めることができる。直接接合により接合された接合部 153 内にわずかな接合ボイド（0.1 μm 程度の高さ）があり、流路 115 から接着剤 152 へつながる微小経路が形成されていたとしても、その微小経路は膜 108 によって容易に閉塞される。そのため、接着剤 152 をインク等の液体からより一層保護することができ、接着剤 152 の変質による基板どうしの密着性の低下を抑制することができる。

40

【0055】

膜 108 の形成方法としては、原子層堆積法が好ましい。原子層堆積法では堆積工程と排気工程とが交互に繰り返される。堆積工程において、真空チャンバー内で原料となるプリカーサ分子や水分子を基板内に送り込み、一分子層程度の目的の分子を基板表面に吸着さ

50

せる。このとき、基板表面に存在するヒドロキシル基に対して、プリカーサ内の官能基が吸着し、官能基がヒドロキシル基から水素原子を奪い揮発性分子として脱離する。その後、残された酸素原子とプリカーサ内の無機元素とが共有結合により結合する。そして、排気工程では、堆積工程で基板表面に吸着しきれずにチャンバー内に滞留している分子を排気する。原子層堆積法では、共有結合により強固な結合が形成されるため、密着力が高い膜を形成することができる。また、原子層堆積法では、分子の平均自由工程が大きいため、高アスペクト比を持つ溝や穴に対して膜の付きまわり性が良い。そのため、流路側から隙間内へ膜を形成する原料が入り込み、隙間内部の壁全体に、均一な膜を形成することができる。

【0056】

一方、原子層堆積法で形成された膜は、膜が形成される面の材質によってはその面との密着性が良好でない場合がある。例えば、接着剤の表面と原子層堆積法で形成された膜との密着性は良好ではなく、接合部153が接着剤で接合され膜108が接着剤上に形成される場合、膜108の剥がれが生じやすい。これは、接着剤の表面には、シリコンのような材質の基板の表面と比較してヒドロキシル基が少なく、プリカーサ分子の官能基が反応しづらいためである。その結果、接着剤と原子層堆積法により形成された膜との界面に未反応の官能基が多く残留し、欠陥が生じやすい。このような膜を有する基板接合体をインクなどの液体に長期間晒すと、原子層堆積法により形成された膜が剥がれて接着剤が変質したり、接着剤と基板の界面に液体が浸入したりすることで、基板どうしの接着不良が引き起されることがある。

10

【0057】

しかし、本実施形態によれば、接合部153が接着剤を用いない直接接合によって接合されているため、欠陥の少ない膜108が基板上に強固に結合する。その結果、膜108の流路115の内壁面からの剥がれが生じにくい。

【0058】

膜108は耐液性を有し液体に暴露されても比較的安定であり、流路115に充填される液体から接着剤及び基板を保護する機能を持つ。膜108は、Ta、Ti、Zr、Nb、V、Hf、及びSiからなる群より選択されるいずれかの元素の、単体、酸化物、窒化物または炭化物を含むことが好ましい。これらの中でも、Ta、Ti、Zr、Nb、V、Hf、及びSiからなる群より選択されるいずれかの元素の酸化物を含むことが好ましい。

30

【0059】

膜108の形成方法は、隙間への膜の付きまわり性が良好であれば、原子層堆積法以外の成膜手法も使用可能である。例えば、熱CVD、プラズマCVD、Catalytic-CVDなどのCVD(Chemical Vapor deposition)法が挙げられる。また、スパッタ法、真空蒸着法、イオンビームデポジション法なども使用できる。これらの成膜手法は、原子層堆積法と比較して膜の付きまわり性は劣るもの、成膜レートが高く、炭素、水素、水などの不純物が少ない膜を形成することができるものである。

【0060】

膜108の形成工程が完了した後、基板接合体に形成された膜108のうち不要な部分を除去する。膜108の不要な部分としては、第一の基板131の表面に存在している電極パッド上に形成された部分が挙げられる。膜108の不要な部分の除去手法としては、例えば以下の方法が挙げられる。まず、基板接合体の表面側にドライフィルム化したレジストをラミネートして、膜108の不要な部分以外にエッチングマスクを形成する。その後、ドライエッチングやウエットエッチングによって膜108の不要な部分を除去する。エッチング後に、エッチングマスクを溶剤などにより除去する。

40

【0061】

(4. 吐出口形成部材を形成する工程)

次に、図1(I)に示すように、第一の基板131上に吐出口形成部材107を形成する。まず、フィルム基材上に光硬化性樹脂が塗布されたドライフィルムレジストを、第一の基板131上に貼り合わせる。その後、ドライフィルムレジストを露光・現像することに

50

よって、吐出口形成部材の側壁 106 をパターニングする。次に、ドライフィルムレジストを用いて同様に、吐出口形成部材の天板 105 をパターニングする。最後に、未露光部分を現像することによって吐出口 101 及び圧力室 102 を形成し、液体吐出ヘッドが完成する。

【0062】

(第二の実施形態)

本実施の形態は、第一の実施形態とは異なり、第一の接合工程において直接接合ではなく接着剤を用いた接合を行う。本実施形態では、第一の基板 131 の第一の接合領域 121 と第二の基板 132 の第三の接合領域 123 の少なくとも一方に低温で硬化する第一の接着剤 151 を塗布する。そして、第二の接合工程で第二の接着剤 152 を硬化させる温度よりも低い温度で第一の接着剤 151 を硬化させる。

10

【0063】

本実施形態においても第一の実施形態と同様に、第二の接合工程よりも低い温度であらかじめ基板どうしを固定することにより、第二の接合工程において高温によって接着剤や基板に生じる応力による基板どうしの位置ずれが生じにくい。

【0064】

以下、本実施形態にかかる基板接合体及び液体吐出ヘッドの製造方法を、図 3 (A) ~ (J) 及び図 4 (A) ~ (D) を用いて、順を追って説明する。なお、本実施形態の説明においては、第一の実施形態と異なる点について重点的に述べるものとし、第一の実施形態と同様のところは説明を省略する。

20

【0065】

(1. 第一の基板と第二の基板を準備する工程)

図 3 (A) ~ (C) に示すように、第一の実施形態と同様に第一の基板 131 を加工して第一の流路 112、第二の流路 113、第一の接合領域 121 及び第二の接合領域 122 を形成する。また、図 3 (D) ~ (E) に示すように、第一の実施形態と同様に第二の基板 132 を加工して、第二の流路 114、第三の接合領域 123 及び第四の接合領域 124 を形成する。本実施形態でも第一の実施形態と同様に、両基板の接合面に形成された段差を介して、両基板が互いに嵌合されて接合する。

【0066】

(2. 第一の基板と第二の基板を接合する工程)

30

(2-1. 前処理工程)

第一の実施形態と同様に、必要に応じ接合面の洗浄や平滑化を行ってよい。

【0067】

(2-2. 接着剤を塗布する工程)

次に、図 3 (F)、図 4 (A) に示すように、第一の接合領域 121 と第三の接合領域 123 の少なくとも一方に第一の接着剤 151 を、第二の接合領域 122 と第四の接合領域 124 の少なくとも一方に第二の接着剤 152 を塗布する。

【0068】

第一の接着剤 151 の硬化方式としては、熱硬化方式、及び紫外線遅延硬化方式が挙げられる。なお、基板のいずれかに紫外線透過性がある場合は、紫外線即硬化方式も使用できる。

40

【0069】

第一の接着剤 151 は、後述する第一の接合工程において、第一の基板 131 と第二の基板 132 とを固定する役割を担い、第二の接合工程で使用される第二の接着剤 152 を硬化させる温度よりも低い温度で硬化する接着剤である。さらに第一の接着剤 151 は、その後の工程で少なくとも一部を除去することも想定されるため、除去性が良いものが好ましい。

【0070】

第一の接着剤 151 は、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、環化ゴム樹脂、及びフェノール樹脂からなる群より選択されるいずれかの樹脂を含むことが好ましい。これらの樹脂を含む

50

接着剤は、50以上200以下の低温で硬化させることができると好適である。接着剤151は脂環式エポキシ樹脂を含むことがより好ましい。

【0071】

第一の接着剤151は、第二の基板132の第三の接合領域123に塗布することが好ましい。第二の基板132の第三の接合領域123は、接合面の凹形状の頂面であるため容易に塗布することができる。塗布方法は、第一の実施形態で述べた接着剤転写法が挙げられる。第一の接着剤151の厚さとしては、位置合わせ精度をより一層向上する観点からなるべく薄くすることが好ましく、具体的には $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。第一の接着剤151の厚さを $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下にすることで、基板の水平方向の位置ずれX及びY及び基板の垂直方向の位置ずれZを $\pm 2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下に抑制することができる。第一の接着剤151の厚さは、さらに位置ずれを抑制できるため、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、第二の接着剤152の厚さは、基板どうしを固定するためある程度の厚さを有することが好ましく、具体的には $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

10

【0072】

第二の接着剤152は、第二の接合工程で硬化させることにより第二の接合領域122と第四の接合領域124との接合部154において高い接合強度を発現する接着剤である。第二の接着剤152としては、第一の実施形態で用いた接着剤と同様の接着剤を用いることができる。

20

【0073】

第二の接着剤152は、第一の基板131の第二の接合領域122に塗布することが好ましい。第一の基板131の第二の接合領域122は、接合面の凸形状の頂面であるため容易に塗布することができる。塗布方法としては同じく接着剤転写法が好適に使用できる。第二の接着剤152の厚さは、第一の接着剤151の厚さよりも通常厚い。これは、第二の接着剤152は基板どうしの接合信頼性を担保するための接合であり、なるべく薄いことが好ましい第一の接着剤とは対照的に、ある程度の厚さを有することが好ましいことによる。第二の接着剤152の厚さは、具体的には $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。第二の接着剤152の厚さが $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上であると、万が一接合面に異物や傷、表面荒れが発生していても、接着剤が流動してこれらを被覆することができ、ボイドなどの接合不良を抑制して信頼性の高い接合が得られるためである。一方、第二の接着剤152の厚さが過度に厚いと、応力の影響により第一の接着剤151の接着力に影響を与えることから、第二の接着剤152の厚さは $30.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

30

【0074】

(2-3. 第一の接合工程)

次に、図3(G)、図4(B)に示すように、基板の接合面どうしを対向させて、接合アライメント装置などでアライメントした後、第一の接着剤151を硬化させることにより第一の基板131の第一の接合領域121と第二の基板132の第三の接合領域123とを接合する。アライメント方法としては第一の実施形態で述べた方法を用いることができる。基板どうしをアライメントした後、基板を接合装置に移し、加熱して所定の温度、時間及び圧力で接着剤を十分に硬化することができる。接着剤界面への気泡の混入を抑制するため、第一の接合工程は真空中で実施することが好ましい。また、接着剤や基板の昇温時の熱膨張や冷却時の熱収縮を抑え、基板どうしの位置ずれをより一層抑制するため、第一の接合工程は加圧しながら行なうことが好ましい。第一の接着剤151を硬化させる温度は、第一の接着剤151の材料に応じて適切に設定することができるが、第二の接合工程において第二の接着剤152を硬化させる温度よりも低い温度で行われる。具体的には、第一の接着剤151を硬化させる温度は、50以上200以下であることが好ましい。

40

【0075】

(2-4. 第二の接合工程)

次に、引き続き接合装置内で、第二の接合領域122に塗布された第二の接着剤152を硬化させることにより第二の接合領域122と第四の接合領域124とを接合する。第二

50

の接合領域 122 と第四の接合領域 124 との接合部 154 の役割は、高い接合強度を発現し、かつ、接合ボイドの発生を抑制して接合信頼性を担保することである。このような接合部 154 を形成するため、第二の接合工程は高温による加熱を伴う。具体的には、第二の接着剤 152 の種類に依存するが、100 以上 300 以下、特には 150 以上 300 以下の温度での加熱を伴う。

【0076】

第二の接合工程は、第一の実施形態と同様に、接合装置内で所定の温度まで基板を加熱した後、所定の温度、時間及び圧力で第二の接着剤 152 を十分に硬化させることができる。このように第二の接着剤 152 を十分に硬化させることで、接合部 154 の接着力が高まり、信頼性の高い接合が得られる。

10

【0077】

(3. 膜を形成する工程)

次に、インクなどの液体から接着剤及び流路の内壁面を保護する機能を有する膜 108 を必要に応じ形成する。

【0078】

(3-1. 接着剤を除去する工程)

膜 108 を形成する場合、図 3 (H) に示すように、膜 108 を形成する前に、第一の接着剤 151 を流路側から除去することが好ましい。

【0079】

具体的には、図 4 (C) に示すように第一の基板 131 と第二の基板 132 との接合部 153 の端面 A - A' を超えて流路 115 内にはみ出している第一の接着剤 151 を流路 115 側から除去する。このとき、第一の接着剤 151 の端部 155 が、接合部 153 の端面 A - A' から基板接合体 130 の内側へ向かう方向に後退した位置にくるよう除去する。こうすることにより第一の基板 131 と第二の基板 132 との間に形成された隙間 141 を閉塞するように膜 108 を形成することができ、接合界面へのインク等の液体の浸入を大幅に抑制することができる。ここで、隙間 141 は、少なくとも第一の基板 131 の接合面と、第二の基板 132 の接合面と、接着剤の端部 155 とで構成され、接合部 153 の端面 A - A' に開口を有する空間を指す。

20

【0080】

第一の接着剤 151 を除去して接着剤の端部 155 を後退させる手法としては、酸素プラズマによるアッシングやエッチングが挙げられる。アッシングによる除去では、まず、基板接合体をアッシングチャンバー中に設置し、酸素ガスを流しながら高周波プラズマにより酸素イオンや酸素ラジカルを発生させる。酸素イオン及び酸素ラジカルは、基板接合体の第一の流路の開口部、及び第三の流路の開口部から流路内に浸入する。流路内において、酸素イオン及び酸素ラジカルは、シリコンなどの基板材料に対しては表面を薄く酸化させるのみであるが、接着剤に対しては主成分の炭素と反応して揮発させるため、接着剤は等方的に除去される。

30

【0081】

エッチングによる除去としてはウエットエッチングが挙げられる。この場合、基板接合体をエッチング液中に浸漬させることで接着剤をエッチングする。エッチング液は接着剤の種類に対して適切な液が選択される。例えば、接着剤がエポキシ樹脂を含む場合のエッチング液としては、濃硫酸、クロム酸、及びアルカリ過マンガン酸塩が挙げられる。接着剤がポリイミド樹脂を含む場合のエッチング液としてはアルカリ性の水溶液が好適であり、ヒドラジン、苛性アルカリ、及び有機アミン化合物が挙げられる。

40

【0082】

接合部 153 の端面 A - A' からの接着剤の端部 155 の後退幅 L は適宜定めることができる。後退幅 L を大きくすることで、後述する工程において形成される膜 108 の、隙間 141 内の基板の第一の接合領域 121 との接幅 W (図 4 (D) 参照) を大きくすることができ、隙間 141 内の膜 108 の密着性を高め、インクに対する信頼性を高めることができる。具体的には、後退幅 L と隙間 141 の高さ h とが、 $h < L$ の関係を満たすことが好

50

ましい。後退幅 L は、具体的には、0.02 μm 以上 200 μm 以下、特に 0.2 μm 以上 200 μm 以下、さらには 2 μm 以上 20 μm 以下であることが好ましい。第一の接着剤 151 をすべて取り除いてもよい。

【0083】

(3-2. 膜を形成する工程)

次に、図3(I)、図4(D)に示すように、流路115の内壁面上に、第一の基板131から第二の基板132にわたって膜108を形成する。膜108は、隙間141を閉塞するように形成することが好ましい。隙間を閉塞するように膜を形成するとは、隙間内に膜が形成され、その膜によって流路側から見たときに隙間が埋められた状態にすることを表す。

10

【0084】

膜108の形成には、第一の実施形態で挙げた材料や成膜方法を使用することができます。膜108は、隙間141内の第一の基板131の接合面及び第二の基板132の接合面から付着していき、やがてそれらの膜が合体することで、隙間141を閉塞する。このとき、隙間141内を膜108がほぼ充填し一体化している。隙間141を十分に埋めるため、膜108の厚さを t、隙間141の高さを hとしたとき、 $h < t$ の関係を満たすことが好ましい。本実施形態では、上記の2段階の接合工程により基板の垂直方向の位置ずれの発生が抑制されているため、上記接着剤を除去する工程で形成される隙間141の高さを厳密に制御することができる。その結果、膜108を形成する本工程においても隙間141を閉塞するために必要な膜108の成膜量を確実に予測することができ、流路内に均一な膜108を有する液体吐出ヘッドを容易に製造することが可能である。

20

【0085】

(4. 吐出口形成部材を形成する工程)

次に、図3(J)に示すように、第一の実施形態と同様に第一の基板131上に吐出口形成部材の側壁106及び天板105を形成して、液体吐出ヘッドが完成する。

【0086】

(その他の実施形態)

上記の2つの実施形態では、第一の基板131の接合面が凸形状であり、第二の基板132の接合面が凹形状である場合を示したが、第一の基板131側が凹形状、第二の基板132側が凸形状であってもよい。しかし、本実施形態のように、第一の基板131の接合面(裏面)の方が第二の基板132の接合面(表面)より面積が広い場合には、接合面が広い側の第二の基板132側に凹形状を形成することが好ましい。なぜなら、接合面の幅が狭くなるほど、接合面のエッジから連続して均一なレジストで被覆することが難しく、凹部を形成するためのレジストの形成が困難になるためである。特に、図1(I)及び図3(J)に示すような形状を有する液体吐出ヘッドの場合、第一の基板131のエネルギー発生素子104直下の裏面の幅が非常に狭いため、第一の基板131側を凸形状とすることが好ましい。

30

【0087】

また、上記の2つの実施形態では、第一の基板131において、第一の接合領域121と第二の接合領域122との間に段差を設けたが、同一平面上に2つの接合領域があつてもよい。特に、第二の実施形態では、第一の接合領域121と第二の接合領域122がともに第二の基板132と接着剤を介して接合されるため、接着剤の厚さをなるべく揃えるようすれば、2つの接合領域が同一平面上にあっても構わない。一方、第一の実施形態においては、第一の接合領域121は第二の基板132と直接接合し、第二の接合領域122は第二の基板132と接着剤を介して接合している。そのため、第一の接合領域121と第二の接合領域122との間には少なくとも接着剤の厚さの分の段差を有することが好ましい。

40

【0088】

また、上記の2つの実施形態では、第一の接合工程において接合する第一の接合領域121を流路側に、第二の接合工程において接合する第二の接合領域122を基板接合体13

50

0の内部側に設けた。一方で、第一の接合領域121と第二の接合領域122の位置を入れ替えて、基板接合体130の内部側の接合領域どうしを第一の接合工程で先に接合してもよい。

【0089】

また、上記の2つの実施形態で示した液体吐出ヘッドでは、基板接合体が、流路を有する基板どうしの接合体であったが、これに限られず、液体吐出ヘッド内の任意の位置の基板どうしの接合体に本発明にかかる基板接合体を適用することができる。例えば、吐出口形成部材が2つ以上の基板で接合されている場合には、上記基板接合体を吐出口形成部材に適用することができる。吐出口形成部材が2つ以上の基板で接合されている場合とは、例えば、図1(I)及び図3(J)に示すように、吐出口形成部材107が、吐出口101を形成する天板105と、圧力室102を形成する側壁106とで構成されている場合である。また、吐出口形成部材を構成する少なくとも一つの基板と、エネルギー発生素子を有する基板との接合体にも、本発明にかかる基板接合体を適用することができる。10

【実施例】

【0090】

(実施例1)

図1(A)～(I)に示す方法で液体吐出ヘッドを作製した。

【0091】

まず、図1(A)に示すように、第一の基板131として、厚さ730μm、8インチのシリコン基板を用意した。第一の基板131の表面(ミラー面)上には、アルミの配線、酸化シリコン薄膜の層間絶縁膜、窒化タンタルのヒータ薄膜パターン、及び外部の制御部と導通させるコントラクトパッドをフォトリソグラフィ工程により形成した。第一の基板131の表面に厚さ180μmの紫外線硬化テープを保護テープとして張り合わせ、第一の基板131の裏面を研削装置によって基板の厚さが500μmになるまで薄加工した。その後、研削した面を平滑化するためにCMP装置によって研磨した。CMP装置を用い、粗研磨として一次研磨を、次に精密研磨として二次研磨を実施した。研磨は、コロイダルシリカを主成分とするスラリーを用いて行った。また、研磨パッドとしては、一次研磨の際にはポリウレタン系の研磨パッドを使用し、二次研磨の際にはスウェード系の研磨パッドを使用した。研磨は、第一の基板131の裏面の表面粗さは0.2nmになるまで行った。研磨後、アンモニア8重量%、過酸化水素水8重量%、及び純水84重量%の混合液からなる洗浄液を用いて、研磨面を洗浄してスラリーを除去した。20

【0092】

次に、第一の基板131の裏面側に第一の接合領域121及び第二の接合領域122を形成するためのマスクを形成した。まず、ポリアミド樹脂溶液(日立化成株式会社製、商品名:HIMAL)をスピンドル塗布法によって厚さ2.0μmで第一の基板131の裏面全体に塗布し、250℃の熱処理によって硬化させた。その後、ノボラック系レジストをその上に塗布し、両面アライメント露光装置により露光をし、現像装置によって現像してレジストをパターニングした。レジスト越しにO₂ガスとCF₄ガスを放電させたプラズマを用いてドライエッティングを実施し、マスクを所望の形状に加工した。エッティング後、レジストを除去しマスクが完成した。30

【0093】

さらに、第二の流路113を加工するためのマスクを、第一の基板131の裏面の第一の接合領域121及び第二の接合領域122を形成するためのマスクの上に形成した。

【0094】

次に、図1(B)に示すように、第二の流路113となる溝をエッティングにより形成した。エッティングには、SF₆ガスによるエッティングとCF₄ガスによる堆積を繰り返すボッシュプロセスを用いた。平均の溝深さが300μmになったところでエッティングを停止した。保護テープに紫外線を照射して除去した後、ヒドロキシルアミンを主成分とする剥離液でレジストやエッティング堆積物を除去した。

【0095】

10

20

30

40

50

次に、第一の基板 131 の裏面に保護テープを張り合わせ、上記と同じ手段で表面にマスクを形成し、基板の表側側から複数のホールから構成された第一の流路 112 をドライエッティングにより形成した。エッティング後、保護テープを除去し、剥離液によりレジストや堆積物を除去した。

【0096】

次に、図 1 (C) に示すように、第一の接合領域 121 及び第二の接合領域 122 となる凸形状を形成した。まず、第一の基板 131 の表面に再度保護テープをラミネートした。裏面側にすでに形成されているマスク越しに、SF₆ プラズマによるシリコン異方性エッティングにより深さが 10 μm になるまでエッティングして、接合面を凸形状に加工した。その後、酸素プラズマによるアッシングにより、マスクを除去した。

10

【0097】

次に、図 1 (D) に示すように、第二の基板 132 として、厚さ 500 μm のシリコン基板を準備した。

【0098】

次に、図 1 (E) に示すように、第二の基板 132 の表面 (ミラー面) にマスクを形成し、SF₆ プラズマによるシリコン異方性エッティングにより深さが 11 μm になるまでエッティングして、接合面を凹形状に加工した。さらに、第二の基板 132 の表面側に保護フィルムを張り合わせ、裏面にマスクを形成し、第三の流路 114 をボッシュプロセスにより形成した。その後、保護フィルムを剥離し、レジストと堆積物を剥離液により除去した。

20

【0099】

次に、接合工程の前処理として、第一の基板 131 の裏面と第二の基板 132 の表面を洗浄した。洗浄は、アンモニア 8 重量%、過酸化水素水 8 重量%、及び純水 84 重量% の混合液からなる洗浄液と超音波振動子を併用して行った。さらに、直接接合の前処理として、RF 放電装置を用いて真空中で N₂ プラズマを第一の基板 131 の裏面と第二の基板 132 の表面に照射した。プラズマパワーは 100 W、照射時間は 30 秒とした。

【0100】

次に、図 1 (F) に示すように、第一の基板 131 の裏面の第二の接合領域 122 に接着剤 152 を塗布した。まず、別途、8 インチのシリコン基板を転写用基板として準備し、その上に接着剤 152 としてベンゾシクロブテン樹脂溶液 (ダウケミカル株式会社、商品名: CYCLOTENE) を厚さ 1 μm でスピinn 塗布した。その後、塗布した接着剤 152 の上に、第一の基板 131 の第二の接合領域 122 を接触させることで、接着剤 152 を第一の基板 131 の裏面に転写した。

30

【0101】

次に、第一の基板 131 と第二の基板 132 とを接合アライメント装置を用いてアライメントして、基板端部の 2 か所をクランプ治具で加圧することで仮固定した。第一の基板 131 と第二の基板 132 とが接触して直接接合が始まらないように、直接接合を実施するまで基板の外周部の複数の場所に、長さ 5 mm 厚さ 200 μm の微小スペーサ治具を挿入しておいた。

【0102】

次に、図 1 (G) に示すように、仮固定した基板を接合装置内に移して真空引きを行い、室温で基板全体を加圧することで、第一の接合領域 121 と第三の接合領域 123 とを接觸させてプラズマ活性化接合により接合させた (第一の接合工程)。次いで、接合装置内で基板を 250 °C まで昇温し、基板を加圧しつつ 250 °C で 1 H 保持することで接着剤 152 を硬化させた (第二の接合工程)。その後、基板接合体を冷却し接合装置から取りだした。

40

【0103】

次に、図 1 (H) に示すように、原子層堆積法によって基板接合体 130 の流路の内壁面に膜 108 を形成した。膜 108 は TiO 膜とし、膜 108 の厚さは 0.2 μm とした。

【0104】

次に、基板接合体 130 の第一の基板 131 の表面にポジ型レジストから構成されたドラ

50

イフィルムレジストをラミネートして、マスクを形成した。C F 4、O 2、及びA rの混合ガスからなるプラズマを用いたドライエッチングにより、コンタクトパッド上の不要な膜108を除去した。

【0105】

次に、図1(I)に示すように吐出口形成部材107を形成した。まず、第一の基板131の表面に、エポキシ樹脂から構成されたネガ型のドライフィルムを張り合わせ、露光することにより吐出口形成部材の側壁106を形成した。さらに、その上に同様のドライフィルムを張り合わせ、露光することにより吐出口形成部材の天板105を形成した。現像によりドライフィルムの未露光部分を一括で除去し、吐出口101と圧力室102を形成した。その後、オープン中で試料を200℃1時間の条件で熱処理することにより、吐出口形成部材を硬化させて液体吐出ヘッドを作製した。10

【0106】

(実施例2)

図3(A)～(J)に示す方法で液体吐出ヘッドを作製した。

【0107】

まず、図3(A)～(C)に示すように、実施例1と同様に、第一の基板131を加工した。また、図3(D)～(E)に示すように、実施例1と同様に第二の基板132を加工した。

【0108】

次に、図3(F)に示すように、第二の基板132の第三の接合領域123に第一の接着剤151を、第一の基板131の第二の接合領域122に第二の接着剤152を塗布した。20 第一の接着剤151は脂環式エポキシ樹脂を主成分とする熱硬化型接着剤であり、実施例1と同様の転写用基板にスピンドル塗布法により厚さ1μmで塗布し、第二の基板132上に転写することにより塗布した。第二の接着剤152は実施例1と同様に転写用基板にベンゾシクロブテン樹脂溶液を厚さ2.5μmで塗布し、第一の基板131上に転写することにより塗布した。

【0109】

次に、第一の基板131と第二の基板132とを実施例1と同様にアライメントし仮固定した。

【0110】

次に、仮固定した基板を接合装置内に移して、図3(G)に示すように、真空中で70分間加圧した後、130℃20分加圧して第一の接着剤151を硬化させた(第一の接合工程)。次いで、基板を250℃まで昇温させ1時間加圧することで第二の接着剤152を硬化させた(第二の接合工程)。その後、基板接合体130を冷却して接合装置から取り出した。30

【0111】

次に、図3(H)に示すように、エッティング装置内で、流路の内壁面に暴露している第一の接着剤151をエッティングした。接合部153の端面A-A'からの接着剤の端部155の後退幅Lは5.0μmとなるようにした。

【0112】

次に、図3(I)に示すように、原子層堆積法によって基板接合体130の流路の内壁に膜108を形成した。膜108はTiO膜とし、膜108の厚さは0.3μmとした。40

【0113】

次に、図3(J)に示すように、実施例1と同様にして吐出口形成部材107を形成し、液体吐出ヘッドを作製した。

【符号の説明】

【0114】

101 吐出口

104 エネルギー発生素子

108 膜

10

20

30

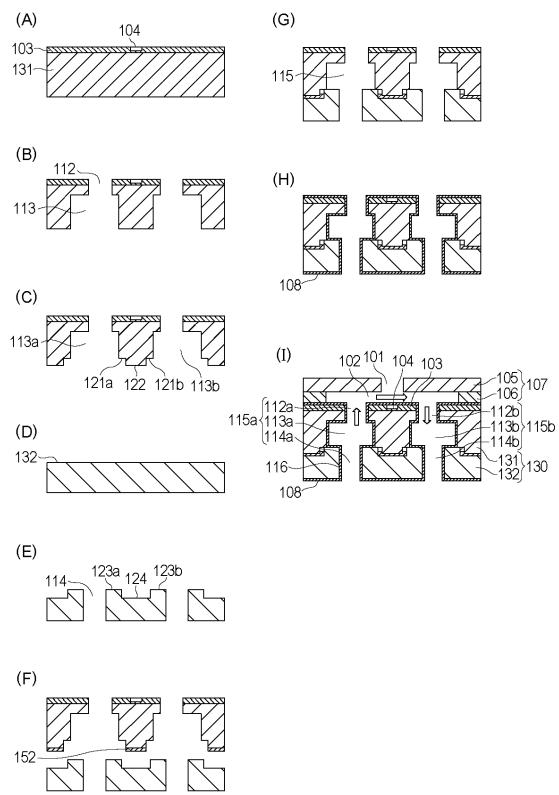
40

50

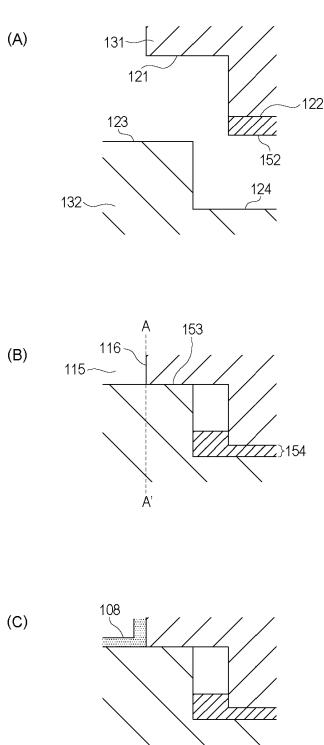
1	1	5	流路
1	2	1	第一の接合領域
1	2	2	第二の接合領域
1	2	3	第三の接合領域
1	2	4	第四の接合領域
1	3	1	第一の基板
1	3	2	第二の基板
1	4	1	隙間
1	5	1	第一の接着剤
1	5	2	第二の接着剤
1	5	3	接合部（第一の
1	5	4	接合部（第二の

【四面】

【 図 1 】



【図2】



10

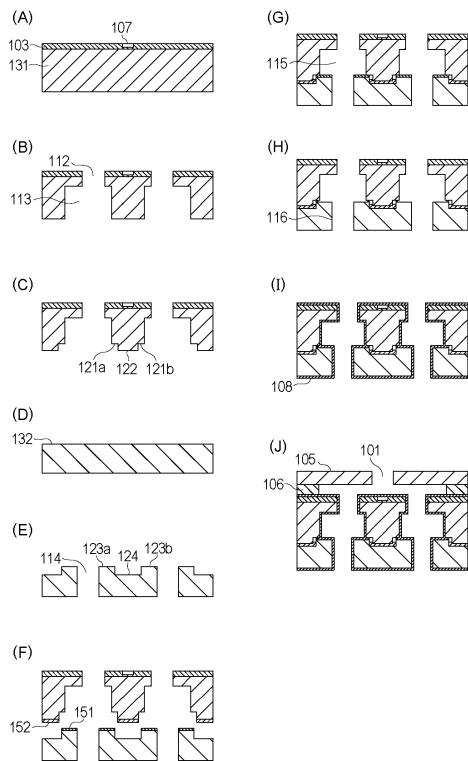
20

30

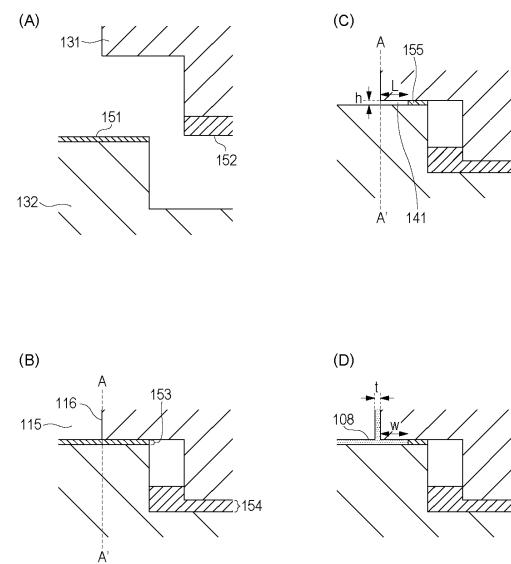
40

50

【図3】



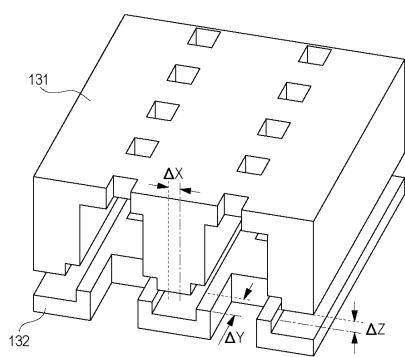
【図4】



10

20

【図5】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2016-074201(JP,A)

特開2005-238762(JP,A)

特開2011-073152(JP,A)

特開2008-201088(JP,A)

特開2016-068539(JP,A)

特開2003-276192(JP,A)

米国特許出願公開第2007/0279453(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B41J 2/01 - 2/215