

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-143992

(P2009-143992A)

(43) 公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 0 9 J 5/02 (2006.01)	C 0 9 J 5/02	4 F 2 1 1
C 0 9 J 183/08 (2006.01)	C 0 9 J 183/08	4 J 0 4 0
B 2 9 C 65/52 (2006.01)	B 2 9 C 65/52	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2007-320245 (P2007-320245)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成19年12月11日 (2007.12.11)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100091292
			弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	佐藤 充
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	4F211 AD03 AD04 AD05 AG21 AH33
			TA03 TC02 TH22 TH24 TJ29
			TN42 TN52 TN58 TN63 TW06
			TW50
			4J040 EK031 KA23 MA02 MA05 MA10
			NA06 PA28 PA32

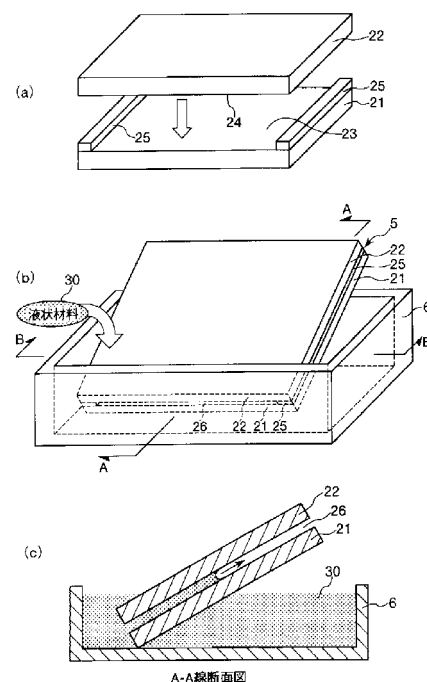
(54) 【発明の名称】 接合方法および接合体

(57) 【要約】

【課題】2つの基材同士を、高い寸法精度で強固に、かつ低温下で効率よく接合する接合方法、およびかかる接合方法で接合された接合膜を備える接合体を提供すること。

【解決手段】本発明の接合方法は、接合膜を介して互いに接合する第1の基材21と第2の基材22とを用意し、スペーサ25を介してこれらを互いに離間させた状態で保持する工程と、各基材21、22間の隙間26に、シリコン材料を含有する液状材料30を、毛細管現象によって浸透させる工程と、この液状材料30を乾燥させる工程と、液状材料30の乾燥体にエネルギーを付与することにより、接合膜を介して各基材21、22とが接合されてなる接合体を得る工程とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

接合膜を介して互いに接合される第 1 の基材と第 2 の基材とを用意し、互いに離間させた状態でこれらを保持する工程と、

前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との隙間に、シリコン材料を含有する液状材料を、毛細管現象によって浸透させる工程と、

前記隙間に浸透させた液状材料を乾燥して、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを接合する接合膜を得る工程と、

前記接合膜にエネルギーを付与することにより、前記接合膜に接着性を発現させ、当該接合膜を介して前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とが接合された接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

10

【請求項 2】

前記シリコン材料は、その主骨格がポリジメチルシロキサンで構成される請求項 1 に記載の接合方法。

【請求項 3】

前記シリコン材料は、シラノール基を有する請求項 1 または 2 に記載の接合方法。

【請求項 4】

前記液状材料の粘度は、 $0.5 \sim 200 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ である請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 5】

前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との隙間は、 $10 \text{ nm} \sim 100 \mu\text{m}$ である請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の接合方法。

20

【請求項 6】

前記第 1 の基材および前記第 2 の基材の少なくとも前記液状材料と接触する部分は、シリコン材料、金属材料またはガラス材料を主材料として構成されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 7】

前記第 1 の基材および前記第 2 の基材の前記接合膜と接触する面には、あらかじめ、該各面の前記液状材料との付着力を高める表面処理が施されている請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の接合方法。

30

【請求項 8】

前記第 1 の基材および前記第 2 の基材の前記接合膜と接触する面の前記液状材料との付着力が、前記液状材料の分子同士の凝縮力よりも大きくなるように、前記各面に対する表面処理を施す請求項 7 に記載の接合方法。

【請求項 9】

前記表面処理は、プラズマ処理または紫外線照射処理である請求項 7 または 8 に記載の接合方法。

【請求項 10】

前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との間にスペーサを介在させることにより、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との間隔を前記スペーサの厚さに相当する距離で保持する請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の接合方法。

40

【請求項 11】

前記エネルギーの付与は、前記接合膜にエネルギー線を照射する方法、前記接合膜を加熱する方法、および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうちの少なくとも 1 つの方法により行われる請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 12】

前記エネルギー線は、波長 $126 \sim 300 \text{ nm}$ の紫外線である請求項 11 に記載の接合方法。

【請求項 13】

前記加熱の温度は、 $25 \sim 100$ である請求項 11 または 12 に記載の接合方法。

50

【請求項 14】

前記圧縮力は、 $0.2 \sim 10 \text{ MPa}$ である請求項 11 ないし 13 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 15】

前記エネルギーの付与は、大気雰囲気中で行われる請求項 1 ないし 14 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 16】

さらに、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを接合させた後に、前記接合膜に対して、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との接合強度を高める処理を行う工程を有する請求項 1 ないし 15 のいずれかに記載の接合方法。

10

【請求項 17】

前記接合強度を高める処理を行う工程は、前記接合膜を加熱する方法および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうち少なくとも 1 つの方法により行われる請求項 16 に記載の接合方法。

【請求項 18】

前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とが、請求項 1 ないし 17 のいずれかに記載の接合方法により形成された接合膜を介して接合されてなることを特徴とする接合体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

20

本発明は、接合方法および接合体に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

2 つの部材同士を接合して接合体を得る際には、従来、これらの部材同士の間に、エポキシ系接着剤、ウレタン系接着剤等の接着剤を介在させることにより 2 つの部材同士を接着する方法が多用されている。

しかしながら、接着剤を用いて十分な接着強度を得るためには、十分な厚さを確保する必要がある。このため、接着剤層に厚さのバラツキが生じ易くなり、接着後の寸法精度が低下するという問題がある。また、接着剤は、耐候性や耐薬品性が不十分である。さらに、接着剤の硬化に長時間を要するため、作業効率が低いという問題もある。

30

【0003】

一方、2 つの部材同士を直接接合する固体接合法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

固体接合法によれば、比較的高い接合強度が得られるとともに、短時間で接合が可能である。しかしながら、このような固体接合法も、接合可能な部材の材質が限られる、接合プロセスにおいて高温での熱処理を伴う、減圧下での接合作業が必要である、一部の領域を部分的に接合することができない、といった多くの問題を抱えている。

【0004】**【特許文献 1】特開平 5 - 82404 号公報****【発明の開示】**

40

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

本発明の目的は、2 つの基材同士を、高い寸法精度で強固に、かつ低温下で効率よく接合する接合方法、およびかかる接合方法で接合された接合膜を備える接合体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の接合方法は、接合膜を介して互いに接合される第 1 の基材と第 2 の基材とを用意し、互いに離間させた状態でこれらを保持する工程と、

50

前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との隙間に、シリコン材料を含有する液状材料を、毛細管現象によって浸透させる工程と、

前記隙間に浸透させた液状材料を乾燥して、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを接合する接合膜を得る工程と、

前記接合膜にエネルギーを付与することにより、前記接合膜に接着性を発現させ、当該接合膜を介して前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とが接合された接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

これにより、2 つの基材同士を、高い寸法精度で強固に、かつ低温下で効率よく接合することができる。

【0007】

本発明の接合方法では、前記シリコン材料は、その主骨格がポリジメチルシロキサンで構成されることが好ましい。

かかる化合物は、比較的入手が容易で、かつ安価であるとともに、かかる化合物を含有する接合膜にエネルギーを付与することにより、化合物を構成するメチル基が容易に切断されて、その結果として、接合膜に確実に接着性を発現させることができるため、シリコン材料として好適に用いられる。

【0008】

本発明の接合方法では、前記シリコン材料は、シラノール基を有することが好ましい。

これにより、液状材料を乾燥させて接合膜を得る際に、隣接するシリコン材料が有する水酸基同士が結合することとなり、得られる接合膜の膜強度が優れたものとなる。

本発明の接合方法では、前記液状材料の粘度は、 $0.5 \sim 200 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ であることが好ましい。

これにより、毛細管現象による液状材料の隙間への浸入を容易にムラなく行うことができる。また、このような隙間に浸入された液状材料を乾燥させた際、接合膜を形成するのに十分な量のシリコン材料を液状材料中に含有したものとすることができる。

【0009】

本発明の接合方法では、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との隙間は、 $10 \text{ nm} \sim 100 \text{ }\mu\text{m}$ であることが好ましい。

これにより、第 1 の基材と第 2 の基材とを接合した接合体の寸法精度が著しく低下するのを防止しつつ、これらをより強固に接合し得る接合膜が得られる。また、隙間を前記範囲内に設定することにより、隙間に対して確実に液状材料の毛細管現象を生じさせることができる。このため、液状材料の隙間への浸透を短時間で容易に行うことができる。

【0010】

本発明の接合方法では、前記第 1 の基材および前記第 2 の基材の少なくとも前記液状材料と接触する部分は、シリコン材料、金属材料またはガラス材料を主材料として構成されていることが好ましい。

これにより、各基材に表面処理を施さなくても、各基材と接合膜との接合強度を高めることができる。

【0011】

本発明の接合方法では、前記第 1 の基材および前記第 2 の基材の前記接合膜と接触する面には、あらかじめ、該各面の前記液状材料との付着力を高める表面処理が施されていることが好ましい。

これにより、毛細管現象が促進され、第 1 の基材と第 2 の基材との隙間に、短時間で確実に液状材料を浸透させることができる。

【0012】

本発明の接合方法では、前記第 1 の基材および前記第 2 の基材の前記接合膜と接触する面の前記液状材料との付着力が、前記液状材料の分子同士の凝縮力よりも大きくなるように、前記各面に対する表面処理を施すことが好ましい。

これにより、液状材料が凝集しようとする作用よりも、各基材の接合面に沿って液状材

10

20

30

40

50

料が濡れ拡がる作用が上回ることとなり、液状材料に対して各接合面上を移動するための駆動力が付与されることとなる。その結果、毛細管現象がより促進されることとなる。

【 0 0 1 3 】

本発明の接合方法では、前記表面処理は、プラズマ処理または紫外線照射処理であることが好ましい。

これにより、接合膜を形成するために、基材の表面を特に最適化することができる。

本発明の接合方法では、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との間にスペーサを介在させることにより、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との間隔を前記スペーサの厚さに相当する距離で保持することが好ましい。

これにより、第 1 の基材と第 2 の基材との離間距離の寸法精度を確実に制御することができる。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の接合方法では、前記エネルギーの付与は、前記接合膜にエネルギー線を照射する方法、前記接合膜を加熱する方法、および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうちの少なくとも 1 つの方法により行われることが好ましい。

これにより、接合膜の表面を効率よく活性化させることができる。また、接合膜中の分子構造を必要以上に切断しないので、接合膜の特性が低下してしまうのを避けることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の接合方法では、前記エネルギー線は、波長 1 2 6 ~ 3 0 0 n m の紫外線であることが好ましい。

20

エネルギー線として前記範囲内の紫外線を用いることにより、付与されるエネルギー量が最適化されるので、接合膜中の骨格をなす分子結合が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、接合膜から表面付近の分子結合を選択的に切断することができる。これにより、接合膜の特性が低下するのを防止しつつ、接合膜に接着性を確実に発現させることができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の接合方法では、前記加熱の温度は、2 5 ~ 1 0 0 であることが好ましい。

これにより、接合体が熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、接合強度を確実に高めることができる。

30

本発明の接合方法では、前記圧縮力は、0 . 2 ~ 1 0 M P a であることが好ましい。

これにより、圧力が高すぎて各基材に損傷等が生じるのを防止しつつ、接合体の接合強度を確実に高めることができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の接合方法では、前記エネルギーの付与は、大気雰囲気中で行われることが好ましい。

これにより、雰囲気を制御することに手間やコストをかける必要がなくなり、エネルギーの付与をより簡単に行うことができる。

本発明の接合方法では、さらに、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを接合させた後に、前記接合膜に対して、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との接合強度を高める処理を行う工程を有することが好ましい。

40

これにより、接合体の接合強度のさらなる向上を図ることができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の接合方法では、前記接合強度を高める処理を行う工程は、前記接合膜を加熱する方法および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうちの少なくとも 1 つの方法により行われることが好ましい。

これにより、接合体の接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

本発明の接合体は、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とが、本発明の接合方法により形成された接合膜を介して接合されてなることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い接合体が得られる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の接合方法および接合体を、添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

< 接合方法 >

図1および図2は、本発明の接合方法を説明するための図である。なお、以下の説明では、図1および図2中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

本実施形態にかかる接合方法は、第1の基材21および第2の基材22の2つの基材を用意し、互いに離間させた状態でこれらを保持する工程と、第1の基材21と第2の基材22との隙間に、シリコン材料を含有する液状材料を、毛細管現象によって浸透させる工程と、この液状材料を乾燥させる工程と、液状材料の乾燥体にエネルギーを付与することにより、接合膜3を介して第1の基材21と第2の基材22とが接合された接合体1を得る工程とを有する。

10

【0020】

以下、各工程について順次説明する。

[1] まず、第1の基材21および第2の基材22を用意する。

このような第1の基材21および第2の基材22の各構成材料は、それぞれ特に限定されないが、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)等のポリオレフィン、環状ポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリ-(4-メチルペンテン-1)、アイオノマー、アクリル系樹脂、ポリメチルメタクリレート、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体(ABS樹脂)、アクリロニトリル-スチレン共重合体(AS樹脂)、ブタジエン-スチレン共重合体、ポリオキシメチレン、ポリビニルアルコール(PVA)、エチレン-ビニルアルコール共重合体(EVOH)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリシクロヘキサントレフタレート(PCT)等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン(PEK)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルイミド、ポリアセタール(POM)、ポリフェニレンオキシド、変性ポリフェニレンオキシド、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニレンサルファイド、ポリアリレート、芳香族ポリエステル(液晶ポリマー)、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系、ポリブタジエン系、トランスポリイソブレン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、アラミド系樹脂、不飽和ポリエステル、シリコン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等の樹脂系材料、Fe、Ni、Co、Cr、Mn、Zn、Pt、Au、Ag、Cu、Pd、Al、W、Ti、V、Mo、Nb、Zr、Pr、Nd、Smのような金属、またはこれらの金属を含む合金、炭素鋼、ステンレス鋼、インジウム錫酸化物(ITO)、ガリウムヒ素のような金属系材料、単結晶シリコン、多結晶シリコン、非晶質シリコンのようなシリコン系材料、ケイ酸ガラス(石英ガラス)、ケイ酸アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリ石灰ガラス、鉛(アルカリ)ガラス、バリウムガラス、ホウケイ酸ガラスのようなガラス系材料、アルミナ、ジルコニア、フェライト、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化チタン、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化チタン、炭化タンゲステンのようなセラミックス系材料、グラファイトのような炭素系材料、またはこれらの各材料の1種または2種以上を組み合わせた複合材料等が挙げられる。

20

30

40

【0021】

また、第1の基材21および第2の基材22は、それぞれ、その表面にNiめっきのようなめっき処理、クロメート処理のような不動態化処理、または窒化処理等を施したものであってもよい。

50

なお、第 1 の基材 2 1 の構成材料と第 2 の基材 2 2 の構成材料とは、それぞれ同じでも、異なってもよい。

【 0 0 2 2 】

また、第 1 の基材 2 1 の熱膨張率と第 2 の基材 2 2 の熱膨張率は、ほぼ等しいのが好ましい。これらの熱膨張率がほぼ等しければ、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを接合した際に、その接合界面に熱膨張に伴う応力が発生し難くなる。その結果、最終的に得られる接合体 1 において、剥離を確実に防止することができる。

なお、後に詳述するが、第 1 の基材 2 1 の熱膨張率と第 2 の基材 2 2 の熱膨張率が互いに異なる場合でも、後述する工程において、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを接合する際の条件を最適化することにより、これらを高い寸法精度で強固に接合することができる。

10

【 0 0 2 3 】

また、2 つの基材 2 1、2 2 は、互いに剛性が異なるのが好ましい。これにより、2 つの基材 2 1、2 2 をより強固に接合することができる。

また、2 つの基材 2 1、2 2 のうち、少なくとも一方の構成材料は、樹脂材料であるのが好ましい。樹脂材料は、その柔軟性により、2 つの基材 2 1、2 2 を接合した際に、その接合界面に発生する応力（例えば、熱膨張に伴う応力等）を緩和することができる。このため、接合界面が破壊し難くなり、結果的に、接合強度の高い接合体 1 を得ることができる。

【 0 0 2 4 】

20

なお、上記のような観点から、2 つの基材 2 1、2 2 のうちの少なくとも一方は、可撓性を有しているのが好ましい。これにより、接合体 1 の接合強度のさらなる向上を図ることができる。さらに、2 つの基材 2 1、2 2 の双方が可撓性を有している場合には、全体として可撓性を有し、機能性の高い接合体 1 が得られる。

また、各基材 2 1、2 2 の形状は、それぞれ、各接合膜 3 a、3 b を支持する面を有するような形状であればよく、例えば、板状（層状）、塊状（ブロック状）、棒状等とされる。

【 0 0 2 5 】

なお、本実施形態では、図 1 に示すように、各基材 2 1、2 2 がそれぞれ板状をなしている。これにより、各基材 2 1、2 2 は撓み易くなり、2 つの基材 2 1、2 2 を重ね合わせたときに、互いの形状に沿って十分に變形し得るものとなる。このため、2 つの基材 2 1、2 2 を重ね合わせたときの密着性が高くなり、最終的に得られる接合体 1 における接合強度が高くなる。

30

また、各基材 2 1、2 2 が撓むことによって、接合界面に生じる応力を、ある程度緩和する作用が期待できる。

この場合、各基材 2 1、2 2 の平均厚さは、特に限定されないが、0.01 ~ 1.0 mm 程度であるのが好ましく、0.1 ~ 3 mm 程度であるのがより好ましい。

【 0 0 2 6 】

次に、必要に応じて、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3、すなわち、第 2 の基材 2 2 に臨む面に、後述する工程において形成される接合膜 3 との密着性を高める表面処理を施す。これにより、接合面 2 3 を清浄化および活性化され、接合面 2 3 に対して接合膜 3 が化学的に作用し易くなる。その結果、後述する工程において、接合面 2 3 上に接合膜 3 を形成したとき、接合面 2 3 と接合膜 3 との接合強度を高めることができる。

40

【 0 0 2 7 】

この表面処理としては、特に限定されないが、例えば、スパッタリング処理、プラスト処理のような物理的表面処理、酸素プラズマ、窒素プラズマ等を用いたプラズマ処理、コロナ放電処理、エッチング処理、電子線照射処理、紫外線照射処理、オゾン暴露処理のような化学的表面処理、または、これらを組み合わせた処理等が挙げられる。

なお、表面処理を施す第 1 の基材 2 1 が、樹脂材料（高分子材料）で構成されている場合には、特に、コロナ放電処理、窒素プラズマ処理等が好適に用いられる。

50

【 0 0 2 8 】

また、表面処理として、特にプラズマ処理または紫外線照射処理を行うことにより、接合面 2 3 を、より清浄化および活性化することができる。その結果、接合面 2 3 と接合膜 3 との接合強度を特に高めることができる。

また、第 1 の基材 2 1 の構成材料によっては、上記のような表面処理を施さなくても、接合膜 3 との接合強度が十分に高くなるものがある。このような効果が得られる第 1 の基材 2 1 の構成材料としては、例えば、前述したような各種金属系材料、各種シリコン系材料、各種ガラス系材料等を主材料とするものが挙げられる。

このような材料で構成された第 1 の基材 2 1 は、その表面が酸化膜で覆われており、この酸化膜の表面には、水酸基が結合している。したがって、このような酸化膜で覆われた第 1 の基材 2 1 を用いることにより、上記のような表面処理を施さなくても、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 と接合膜 3 との接合強度を高めることができる。

10

【 0 0 2 9 】

なお、この場合、第 1 の基材 2 1 の全体が上記のような材料で構成されていなくてもよく、少なくとも接合面 2 3 付近が上記のような材料で構成されていればよい。

また、表面処理に代えて、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 に、あらかじめ、中間層を形成しておいてもよい。

この中間層は、いかなる機能を有するものであってもよく、例えば、接合膜 3 との密着性を高める機能、クッション性（緩衝機能）、応力集中を緩和する機能等を有するものが好ましい。このような中間層上に接合膜 3 を成膜することにより、最終的に、信頼性の高い接合体 1 を得ることができる。

20

【 0 0 3 0 】

かかる中間層の構成材料としては、例えば、アルミニウム、チタンのような金属系材料、金属酸化物、シリコン酸化物のような酸化物系材料、金属窒化物、シリコン窒化物のような窒化物系材料、グラファイト、ダイヤモンドライクカーボンのような炭素系材料、シランカップリング剤、チオール系化合物、金属アルコキシド、金属 - ハロゲン化合物のような自己組織化膜材料、樹脂系接着剤、樹脂フィルム、樹脂コーティング材、各種ゴム材料、各種エラストマーのような樹脂系材料等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

【 0 0 3 1 】

30

また、これらの各材料で構成された中間層の中でも、酸化物系材料で構成された中間層によれば、第 1 の基材 2 1 と接合膜 3 との間の接合強度を特に高めることができる。

一方、第 1 の基材 2 1 と同様、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 にも、必要に応じて、あらかじめ接合膜 3 との密着性を高める表面処理を施してもよい。これにより、接合面 2 4 を清浄化および活性化する。その結果、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 と接合膜 3 との接合強度を高めることができる。

この表面処理としては、特に限定されないが、前述の第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 に対する表面処理と同様の処理を用いることができる。

【 0 0 3 2 】

40

また、第 1 の基材 2 1 の場合と同様に、第 2 の基材 2 2 の構成材料によっては、上記のような表面処理を施さなくても、接合膜 3 との密着性が十分に高くなるものがある。このような効果が得られる第 2 の基材 2 2 の構成材料としては、例えば、前述したような各種金属系材料、各種シリコン系材料、各種ガラス系材料等を主材料とするものが挙げられる。

【 0 0 3 3 】

すなわち、このような材料で構成された第 2 の基材 2 2 は、その表面が酸化膜で覆われており、この酸化膜の表面には、水酸基が結合している。したがって、このような酸化膜で覆われた第 2 の基材 2 2 を用いることにより、上記のような表面処理を施さなくても、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 と接合膜 3 との接合強度を高めることができる。

なお、この場合、第 2 の基材 2 2 の全体が上記のような材料で構成されていなくてもよ

50

く、少なくとも接合面 2 4 付近が上記のような材料で構成されていればよい。

【0034】

また、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 に、以下の基や物質を有する場合には、上記のような表面処理を施さなくても、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 と接合膜 3 との接合強度を十分に高くすることができる。

このような基や物質としては、例えば、水酸基、チオール基、カルボキシル基、アミノ基、ニトロ基、イミダゾール基のような各種官能基、各種ラジカル、開環分子または、2 重結合、3 重結合のような不飽和結合を有する脱離性中間体分子、F、Cl、Br、I のようなハロゲン、過酸化物からなる群から選択される少なくとも 1 つの基や物質、または、これらの基が脱離してなる終端化されていない結合手（未結合手、ダングリングボンド）が挙げられる。

10

このうち、脱離性中間体分子は、開環分子または不飽和結合を有する炭化水素分子であるのが好ましい。このような炭化水素分子は、開環分子および不飽和結合の顕著な反応性に基つき、接合膜 3 に対して強固に作用する。したがって、このような炭化水素分子を有する接合面 2 4 は、接合膜 3 に対して特に強固に接合可能なものとなる。

【0035】

また、接合面 2 4 が有する官能基は、特に水酸基が好ましい。これにより、接合面 2 4 は、接合膜 3 に対して特に容易かつ強固に接合可能なものとなる。

また、このような基や物質を有するように、接合面 2 4 に対して上述したような各種表面処理を適宜選択して行うことにより、接合膜 3 に対して強固に接合可能な第 2 の基材 2 2 が得られる。

20

【0036】

このうち、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 には、水酸基が存在しているのが好ましい。このような接合面 2 4 には、水酸基が露出した接合膜 3 との間に、水素結合に基づく大きな引力が生じる。これにより、第 2 の基材 2 2 の接合膜 3 に対する密着性をより高めることができる。

また、表面処理に代えて、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 に、あらかじめ、中間層を形成しておいてもよい。

【0037】

この中間層は、いかなる機能を有するものであってもよく、例えば、前記第 1 の基材 2 1 の場合と同様に、接合膜 3 との密着性を高める機能、クッション性（緩衝機能）、応力集中を緩和する機能等を有するものが好ましい。このような中間層上に接合膜 3 を成膜することにより、最終的に、信頼性の高い接合体 1 を得ることができる。

30

かかる中間層の構成材料には、例えば、前記第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 に形成する中間層の構成材料と同様の材料を用いることができる。

【0038】

[2] 次に、図 1 (a) に示すように、用意した 2 つの基材 2 1、2 2 を、2 つのスペーサ 2 5、2 5 を介して重ね合わせる。これにより、図 1 (b) に示すように、2 つの基材 2 1、2 2 の間に、各スペーサ 2 5、2 5 の厚さ分の隙間 2 6 を有する仮接合体 5 を得る。

40

なお、2 つのスペーサ 2 5、2 5 は、2 つの基材 2 1、2 2 の隙間 2 6 の縁部に沿って配置される。このように各スペーサ 2 5、2 5 を用いて隙間 2 6 の距離を規制したことにより、隙間 2 6 の距離を特に厳密に制御することができる。

【0039】

このようにして得られた仮接合体 5 の一部を、図 1 (b) に示すように、容器 6 内に収納する。そして、容器 6 内に、仮接合体 5 が浸漬するまで液状材料 3 0 を供給する。

ここで、容器 6 内に供給された液状材料 3 0 は、図 1 (c) に示すように、毛細管現象に伴い、隙間 2 6 内に浸入していく。そして、最終的には、隙間 2 6 が液状材料 3 0 によって充填される。なお、図 1 (c) は、図 1 (b) の A - A 線断面図である。

【0040】

50

このような方法を用いることにより、毛細管現象による液状材料 30 の自発的な移動によって、隙間 26 を液状材料 30 で容易に充填することができる。

なお、各スペーサ 25、25 は、必要に応じて設ければよく、第 1 の基材 21 と第 2 の基材 22 とを直接重ね合わせたとき、これらの間に隙間が生じる場合には、各スペーサ 25、25 を用いることなく第 1 の基材 21 と第 2 の基材 22 とを接合することができる。

【0041】

具体的には、例えば、第 1 の基材 21 の接合面 23 または第 2 の基材 22 の接合面 24 に、スペーサ 25 に相当する凸部が設けられていてもよい。また、接合面 23、24 が粗面になっている場合にも、第 1 の基材 21 と第 2 の基材 22 とを重ね合わせたとき、これらの間に隙間が形成されるため、この隙間を利用するようにしてもよい。

また、前述したような各接合面 23、24 に対する表面処理および中間層の形成を行うことにより、上述したような毛細管現象を促進するようにしてもよい。

【0042】

すなわち、毛細管現象の促進は、例えば、各接合面 23、24 と液状材料 30 との付着力を高めるような表面処理または中間層の形成によって行われる。具体的には、各接合面 23、24 の液状材料 30 との付着力が、液状材料 30 の分子同士の凝集力（分子間力）よりも大きくなるように、前述したような表面処理または中間層の形成を行う。これにより、液状材料 30 が凝集しようとする作用よりも、各接合面 23、24 に沿って液状材料 30 が濡れ拡がる作用が上回ることとなり、液状材料 30 に対して、各接合面 23、24 上を移動するための駆動力が付与されることとなる。その結果、毛細管現象が促進されることとなる。

【0043】

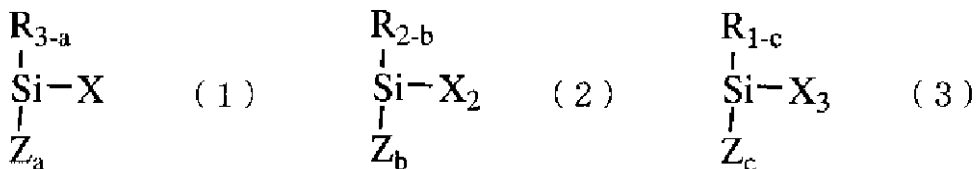
ここで、液状材料 30 は、シリコン材料を含有するものである。

シリコン材料とは、ポリオルガノシロキサン骨格を有する化合物であり、通常、主骨格（主鎖）部分が主としてオルガノシロキサン単位の繰り返しからなる化合物のことを言い、主鎖の一部から突出する分枝状の構造を有するものであってもよく、主鎖が環状をなす環状体であってもよく、主鎖の末端同士が連結しない直鎖状のものであってもよい。

例えば、ポリオルガノシロキサン骨格を有する化合物において、オルガノシロキサン単位は、その末端部では下記一般式（1）で表わされる構造単位を有し、連結部では下記一般式（2）で表わされる構造単位を有し、また、分枝部では下記一般式（3）で表わされる構造単位を有している。

【0044】

【化 1】



[式中、各 R は、それぞれ独立して、置換または無置換の炭化水素基を表し、各 Z は、それぞれ独立して、水酸基または加水分解基を表し、X はシロキサン残基を表し、a は 0 または 1 ～ 3 の整数を表し、b は 0 または 1 ～ 2 の整数を表し、c は 0 または 1 を表す。]

【0045】

なお、シロキサン残基とは、酸素原子を介して隣接する構造単位が有するケイ素原子に結合しており、シロキサン結合を形成している置換基のことを表す。具体的には、-O-(Si) 構造（Si は隣接する構造単位が有するケイ素原子）となっている。

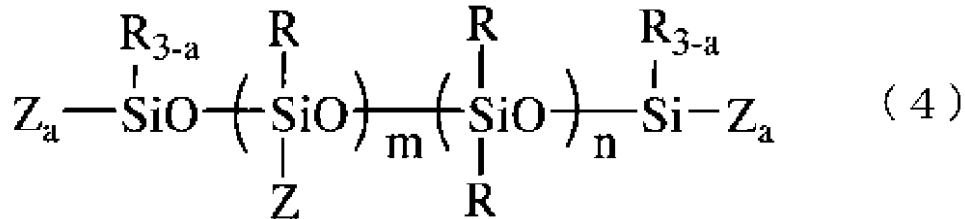
このようなシリコン材料において、ポリオルガノシロキサン骨格は、直鎖状をなすものの、すなわち上記一般式（1）の構造単位および上記一般式（2）の構造単位で構成されるものであるのが好ましい。これにより、次工程において、液状材料中に含まれるシリコン材料同士が絡まり合うようにして接合膜 3 が形成されることから、得られる接合膜 3

は膜強度に優れたものとなる。

具体的には、かかる構成のポリオルガノシロキサン骨格を有する化合物としては、例えば、下記一般式(4)で表わされるものが挙げられる。

【0046】

【化2】



10

[式中、各Rは、それぞれ独立して、置換または無置換の炭化水素基を表し、各Zは、それぞれ独立して、水酸基または加水分解基を表し、aは0または1～3の整数を表し、mは0または1以上の整数を表し、nは0または1以上の整数を表す。]

【0047】

上記一般式(1)～上記一般式(4)中、基R(置換または無置換の炭化水素基)としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等のアルキル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等のシクロアルキル基、フェニル基、トリル基、ピフェニル基等のアリール基、ベンジル基、フェニルエチル基等のアラルキル基等が挙げられる。さらに、これらの基の炭素原子に結合している水素原子の一部または全部が、I)フッ素原子、塩素原子、臭素原子のようなハロゲン原子、II)グリシドキシ基のようなエポキシ基、III)メタクリル基のような(メタ)アクリロイル基、IV)カルボキシ基、スルフォニル基のようなアニオン性基等で置換された基等が挙げられる。

20

【0048】

また、加水分解基としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等のアルコキシ基、ジメチルケトオキシム基、メチルエチルケトオキシム基等のケトオキシム基、アセトキシ基等のアシルオキシ基、イソプロペニルオキシ基、イソブテニルオキシ基等のアルケニルオキシ基等が挙げられる。

30

また、上記一般式(4)中、mおよびnは、ポリオルガノシロキサンの重合度を表すものであるが、mおよびnの合計(m+n)が、5～10000程度の整数であるのが好ましく、50～1000程度の整数であるのがより好ましい。かかる範囲内に設定することにより、液状材料30の粘度を後に示すような好適な範囲内に比較的容易に設定することができる。

【0049】

このようなシリコーン材料の中でも、特に、その主骨格がポリジメチルシロキサンで構成されているのが好ましい。すなわち、上記一般式(4)において、各基Rはメチル基であるのが好ましい。かかる化合物は、比較的入手が容易で、かつ安価であるとともに、後工程において、接合膜3にエネルギーを付与することにより、メチル基が容易に切断されて、その結果として、接合膜3に確実に接着性を発現させることができるため、シリコーン材料として好適に用いられる。

40

【0050】

さらに、シリコーン材料は、シラノール基を有するものであるのが好ましい。すなわち、上記一般式(4)において、各基Zは水酸基であるのが好ましい。これにより、次工程において、液状材料30を乾燥させた後、最終的に接合膜3を得る際に、隣接するシリコーン材料が有する水酸基同士が結合することとなり、得られる接合膜3の膜強度が優れたものとなる。さらに、第1の基材21として、前述したように、その接合面(表面)23から水酸基が露出しているものを用いた場合には、シリコーン材料が備える水酸基と、第1の基材21が備える水酸基とが結合することから、シリコーン材料を物理的な結合ばか

50

りでなく、化学的な結合によっても第1の基材21に結合させることができる。その結果、接合膜3は、第1の基材21の接合面23に対して、強固に結合したものとなる。

【0051】

また、シリコン材料は、比較的柔軟性に富む材料である。そのため、後工程において、接合膜3を介して第1の基材21に第2の基材22を接合して接合体1を得る際に、例えば、第1の基材21と第2の基材22との各構成材料が互いに異なるものを用いる場合であったとしても、各基材21、22間に生じる熱膨張に伴う応力を確実に緩和することができる。これにより、最終的に得られる接合体1において、剥離が生じるのを確実に防止することができる。

【0052】

さらに、シリコン材料は、耐薬品性に優れているため、薬品類等に長期にわたって曝されるような部材の接合に際して効果的に用いることができる。具体的には、例えば、樹脂材料を浸食し易い有機系インクが用いられる工業用インクジェットプリンタの液滴吐出ヘッドを製造する際に、本発明にかかる接合膜3を適用すれば、その耐久性を確実に向上させることができる。また、シリコン材料は、耐熱性にも優れていることから、高温下に曝されるような部材の接合に際しても効果的に用いることができる。

【0053】

このような液状材料30の粘度(25)は、通常、0.5~200 mPa・s程度であるのが好ましく、3~20 mPa・s程度であるのがより好ましい。液状材料の粘度をかかる範囲とすることにより、前述した毛細管現象による液状材料30の隙間26への浸入を容易にムラなく行うことができる。また、このような隙間26に浸入させた液状材料30を次工程で乾燥させた際に、接合膜3を形成するのに十分な量のシリコン材料を液状材料30中に含有したものとすることができる。

【0054】

また、液状材料30は、前述のようにシリコン材料を含有するものであるが、シリコン材料単独で、液状をなし目的とする粘度範囲である場合、シリコン材料をそのまま液状材料30として用いることができる。また、シリコン材料単独で、固形状または高粘度の液状をなす場合には、液状材料30として、シリコン材料の溶液または分散液を用いることができる。

【0055】

シリコン材料を溶解または分散するための溶媒または分散媒としては、例えば、アンモニア、水、過酸化水素、四塩化炭素、エチレンカーボネイト等の無機溶媒や、メチルエチルケトン(MEK)、アセトン、等のケトン系溶媒、メタノール、エタノール、イソブタノール等のアルコール系溶媒、ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル等のエーテル系溶媒、メチルセロソルブ等のセロソルブ系溶媒、ヘキサン、ペンタン等の脂肪族炭化水素系溶媒、トルエン、キシレン、ベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒、ピリジン、ピラジン、フラン等の芳香族複素環化合物系溶媒、N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)等のアミド系溶媒、ジクロロメタン、クロロホルム等のハロゲン化合物系溶媒、酢酸エチル、酢酸メチル等のエステル系溶媒、ジメチルスルホキシド(DMSO)、スルホラン等の硫黄化合物系溶媒、アセトニトリル、プロピオニトリル、アクリロニトリル等のニトリル系溶媒、ギ酸、トリフルオロ酢酸等の有機酸系溶媒のような各種有機溶媒、または、これらを含む混合溶媒等を用いることができる。

【0056】

[3]次に、容器6内から仮接合体5を取り出し、放置するか、または任意の乾燥処理によって、液状材料30を乾燥させる。これにより、第1の基材21と第2の基材22とが各スペーサ25、25の厚さに相当する間隔で、液状材料30の乾燥体を介して保持される。

次に、図2(d)に示すように、第1の基材21と第2の基材22との間から各スペーサ25、25を抜き取る。これにより、図2(e)に示す各基材21、22と液状材料30の乾燥体31との積層体で構成される仮接合体5が得られる。なお、各スペーサ25、

10

20

30

40

50

25は、抜き取らなくてもよい。

【0057】

このようにして得られた液状材料30の乾燥体31は、エネルギーを付与することにより接着性が発現する接合膜3となる。このような接合膜3は、例えばシリコン材料としてシラノール基を有するものを用いた場合には、シリコン材料が有するシラノール基同士を、さらには、このシラノール基と第1の基材21が有する水酸基とを、確実に結合させることができるため、形成される接合膜3を膜強度に優れ、かつ第1の基材21に対して強固に結合することができる。

【0058】

液状材料30を乾燥させる際の温度は、25 以上であるのが好ましく、25～100 10
程度であるのがより好ましい。

また、乾燥させる時間は、0.5～48時間程度であるのが好ましく、15～30時間程度であるのがより好ましい。

さらに、乾燥させる際の雰囲気圧力は、大気圧下であってもよいが、減圧下であるのが好ましい。具体的には、減圧の程度は、 $133.3 \times 10^{-5} \sim 1333 \text{ Pa}$ ($1 \times 10^{-5} \sim 10 \text{ Torr}$) 程度であるのが好ましく、 $133.3 \times 10^{-4} \sim 1333.3 \text{ Pa}$ ($1 \times 10^{-4} \sim 1 \text{ Torr}$) 程度であるのがより好ましい。これにより、液状材料30の乾燥を促進させるとともに、接合膜3の膜密度が緻密化して、接合膜3をより優れた膜強度を有するものとすることができる。

【0059】

以上のように、接合膜3を形成する際の条件を適宜設定することにより、形成される接合膜3の膜強度等を所望のものとすることができる。

接合膜3の平均厚さは、10nm～100μm程度であるのが好ましく、100nm～10μm程度であるのがより好ましい。供給する液状材料の量を適宜設定して、形成される接合膜3の平均厚さを前記範囲内とすることにより、第1の基材21と第2の基材22とを接合した接合体の寸法精度が著しく低下するのを防止しつつ、より強固に接合することができる。

なお、接合膜3の平均厚さが前記下限値を下回った場合は、十分な接合強度が得られないおそれがある。一方、接合膜3の平均厚さが前記上限値を上回った場合は、接合体の寸法精度が著しく低下するおそれがある。

【0060】

また、接合膜3の平均厚さをかかる範囲とすることにより、接合膜3がある程度弾性に富むものとなることから、後工程において、第1の基材21と第2の基材22とを接合する際に、接合膜3と接触させる第2の基材22の接合面24にパーティクル等が付着していても、このパーティクルを接合膜3で取り囲むようにして接合膜3と接合面24とが接合することとなる。そのため、このパーティクルが存在することによって、接合膜3と接合面24との界面における接合強度が低下したり、この界面において剥離が生じたりするのを的確に抑制または防止することができる。

【0061】

さらに、前記範囲の平均厚さの接合膜3を作製するためには、前記工程[2]において、第1の基材21と第2の基材22との隙間26の厚さを、前述した接合膜3の平均厚さの範囲と同等に保持すればよい。隙間26の厚さを前述した接合膜3の平均厚さの範囲に設定することにより、前記工程[2]において、隙間26に対して確実に液状材料30の毛細管現象が生じさせることができる。このため、液状材料30の隙間26への浸透を短時間で容易に行うことができる。

【0062】

[4]次に、接合膜3にエネルギーを付与する。

接合膜3にエネルギーを付与すると、この接合膜3では、表面付近の分子結合の一部が切断し、表面が活性化されることに起因して、表面付近に第2の基材22に対する接着性が発現する。

10

20

30

40

50

このような状態の第 1 の基材 2 1 は、第 2 の基材 2 2 と、化学的結合に基づいて強固に接合可能なものとなる。

【 0 0 6 3 】

ここで、本明細書中において、表面が「活性化された」状態とは、上述のように接合膜 3 の表面の分子結合の一部、具体的には、例えば、ポリジメチルシロキサン骨格が備えるメチル基が切断されて、接合膜 3 中に終端化されていない結合手（以下、「未結合手」または「ダングリングボンド」とも言う。）が生じた状態の他、この未結合手が水酸基（OH 基）によって終端化された状態、さらに、これらの状態が混在した状態を含めて、接合膜 3 が「活性化された」状態と言うこととする。

【 0 0 6 4 】

接合膜 3 に付与するエネルギーは、いかなる方法を用いて付与するものであってもよいが、例えば、接合膜 3 にエネルギー線を照射する方法、接合膜 3 を加熱する方法、接合膜 3 に圧縮力（物理的エネルギー）を付与する方法、接合膜 3 をプラズマに曝す（プラズマエネルギーを付与する）方法、接合膜 3 をオゾンガスに曝す（化学的エネルギーを付与する）方法等が挙げられる。これにより、接合膜 3 の表面を効率よく活性化させることができる。また、接合膜 3 中の分子構造を必要以上に切断しないので、接合膜 3 の特性が低下してしまうのを避けることができる。

【 0 0 6 5 】

上記の方法の中でも、本実施形態では、接合膜 3 にエネルギーを付与する方法として、特に、接合膜 3 にエネルギー線を照射する方法を用いるのが好ましい。かかる方法は、接合膜 3 に対して比較的簡単に効率よくエネルギーを付与することができるので、エネルギーを付与する方法として好適に用いられる。

このうち、エネルギー線としては、例えば、紫外線、レーザ光のような光、X 線、線のような電磁波、電子線、イオンビームのような粒子線等や、またはこれらのエネルギー線を 2 種以上組み合わせたものが挙げられる。

【 0 0 6 6 】

これらのエネルギー線の中でも、特に、波長 1 2 6 ~ 3 0 0 n m 程度の紫外線を用いるのが好ましい（図 2（f）参照）。かかる範囲内の紫外線によれば、付与されるエネルギー量が最適化されるので、接合膜 3 中の骨格をなす分子結合が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、接合膜 3 から表面付近の分子結合を選択的に切断することができる。これにより、接合膜 3 の特性（機械的特性、化学的特性等）が低下するのを防止しつつ、接合膜 3 に接着性を確実に発現させることができる。

【 0 0 6 7 】

また、紫外線によれば、広い範囲をムラなく短時間に処理することができるので、分子結合の切断を効率よく行うことができる。さらに、紫外線には、例えば、UV ランプ等の簡単な設備で発生させることができるという利点もある。

なお、紫外線の波長は、より好ましくは、1 2 6 ~ 2 0 0 n m 程度とされる。

また、UV ランプを用いる場合、その出力は、接合膜 3 の面積に応じて異なるが、1 m W / c m ² ~ 1 W / c m ² 程度であるのが好ましく、5 m W / c m ² ~ 5 0 m W / c m ² 程度であるのがより好ましい。なお、この場合、UV ランプと接合膜 3 との離間距離は、3 ~ 3 0 0 0 m m 程度とするのが好ましく、1 0 ~ 1 0 0 0 m m 程度とするのがより好ましい。

【 0 0 6 8 】

また、紫外線を照射する時間は、接合膜 3 の表面付近の分子結合を切断し得る程度の時間、すなわち、接合膜 3 の表面付近に存在する分子結合を選択的に切断し得る程度の時間とするのが好ましい。具体的には、紫外線の光量、接合膜 3 の構成材料等に応じて若干異なるものの、1 秒 ~ 3 0 分程度であるのが好ましく、1 秒 ~ 1 0 分程度であるのがより好ましい。

また、紫外線は、時間的に連続して照射されてもよいが、間欠的（パルス状）に照射されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

一方、レーザ光としては、例えば、エキシマレーザのようなパルス発振レーザ（パルスレーザ）、炭酸ガスレーザ、半導体レーザのような連続発振レーザ等が挙げられる。中でも、パルスレーザが好ましく用いられる。パルスレーザでは、接合膜 3 のレーザ光が照射された部分に経時的に熱が蓄積され難いので、蓄積された熱による接合膜 3 の変質・劣化を確実に防止することができる。すなわち、パルスレーザによれば、接合膜 3 の内部にまで蓄積された熱の影響がおよぶのを、防止することができる。

【 0 0 7 0 】

また、パルスレーザのパルス幅は、熱の影響を考慮した場合、できるだけ短い方が好ましい。具体的には、パルス幅が 1 p s（ピコ秒）以下であるのが好ましく、5 0 0 f s（フェムト秒）以下であるのがより好ましい。パルス幅を前記範囲内にすれば、レーザ光照射に伴って接合膜 3 に生じる熱の影響を、的確に抑制することができる。なお、パルス幅が前記範囲内程度に小さいパルスレーザは、「フェムト秒レーザ」と呼ばれる。

【 0 0 7 1 】

また、レーザ光の波長は、特に限定されないが、例えば、2 0 0 ~ 1 2 0 0 n m 程度であるのが好ましく、4 0 0 ~ 1 0 0 0 n m 程度であるのがより好ましい。

また、レーザ光のピーク出力は、パルスレーザの場合、パルス幅によって異なるが、0 . 1 ~ 1 0 W 程度であるのが好ましく、1 ~ 5 W 程度であるのがより好ましい。

さらに、パルスレーザの繰り返し周波数は、0 . 1 ~ 1 0 0 k H z 程度であるのが好ましく、1 ~ 1 0 k H z 程度であるのがより好ましい。パルスレーザの周波数を前記範囲内に設定することにより、表面付近の分子結合を選択的に切断することができる。

【 0 0 7 2 】

なお、このようなレーザ光の各種条件は、レーザ光を照射された部分の温度が、好ましくは常温（室温）~ 6 0 0 程度、より好ましくは 2 0 0 ~ 6 0 0 程度、さらに好ましくは 3 0 0 ~ 4 0 0 程度になるように適宜調整されるのが好ましい。これにより、レーザ光を照射した部分の温度が著しく上昇するのを防止して、表面付近の分子結合を選択的に切断することができる。

【 0 0 7 3 】

また、接合膜 3 に照射するレーザ光は、その焦点を、接合膜 3 の表面に合わせた状態で、この表面に沿って走査されるようにするのが好ましい。これにより、レーザ光の照射によって発生した熱が、表面付近に局所的に蓄積されることとなる。その結果、接合膜 3 の表面に存在する分子結合を選択的に脱離させることができる。

また、接合膜 3 に対するエネルギー線の照射は、いかなる雰囲気中で行うようにしてもよく、具体的には、大気、酸素のような酸化性ガス雰囲気、水素のような還元性ガス雰囲気、窒素、アルゴンのような不活性ガス雰囲気、またはこれらの雰囲気を減圧した減圧（真空）雰囲気等が挙げられるが、中でも、大気雰囲気（特に、露点が高い雰囲気下）中で行うのが好ましい。これにより、接合膜 3 の表面付近にオゾンガスが生じて、表面の活性化がより円滑に行われることとなる。さらに、雰囲気を制御することに手間やコストをかける必要がなくなり、エネルギー線の照射をより簡単に行うことができる。

このように、エネルギー線を照射する方法によれば、接合膜 3 に対して選択的にエネルギーを付与することが容易に行えるため、例えば、エネルギーの付与による第 1 の基材 2 1 の変質・劣化を防止することができる。

【 0 0 7 4 】

また、エネルギー線を照射する方法によれば、付与するエネルギーの大きさを、精度よく簡単に調整することができる。このため、接合膜 3 で切断される分子結合の量を調整することが可能となる。このように切断される分子結合の量を調整することにより、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との間の接合強度を容易に制御することができる。

すなわち、表面付近で切断される分子結合の量を多くすることにより、接合膜 3 の表面付近に、より多くの活性手が生じるため、接合膜 3 に発現する接着性をより高めることができる。一方、表面付近で切断される分子結合の量を少なくすることにより、接合膜 3 の

表面付近に生じる活性手を少なくし、接合膜 3 に発現する接着性を抑えることができる。

【0075】

なお、付与するエネルギーの大きさを調整するためには、例えば、エネルギー線の種類、エネルギー線の出力、エネルギー線の照射時間等の条件を調整すればよい。

さらに、エネルギー線を照射する方法によれば、短時間で大きなエネルギーを付与することができるので、エネルギーの付与をより効率よく行うことができる。

以上のようにして、図 2 (g) に示す接合体 (本発明の接合体) 1 を得ることができる。

【0076】

このようにして得られた接合体 1 では、従来の接合方法で用いられていた接着剤のように、主にアンカー効果のような物理的結合に基づく接着ではなく、共有結合のような短時間で生じる強固な化学的結合に基づいて、2 つの基材 2 1、2 2 が接合されている。このため、接合体 1 は短時間で形成することができ、かつ、極めて剥離し難く、接合ムラ等も生じ難いものとなる。

【0077】

また、このような接合方法によれば、高温 (例えば、700 以上) での熱処理を必要としないことから、耐熱性の低い材料で構成された第 1 の基材 2 1 および第 2 の基材 2 2 をも、接合に供することができる。

また、接合膜 3 を介して第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを接合しているため、各基材 2 1、2 2 の構成材料に制約がないという利点もある。

【0078】

さらに、本発明では、スペーサ 2 5 や、接合面 2 3、2 4 の凹凸の高さ等によって、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との間隔を確実に規制することができる。このため、接合体 1 において、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との離間距離の寸法精度を確実に制御することができる。その結果、接合体 1 の厚さを確実に制御することができる。

また、接合膜 3 は、従来の接着剤等に比べて、熱膨張係数が極めて小さい。このため、接合膜 3 は、環境温度が変化してもその厚さが変化し難いものとなり、その結果、接合体 1 は寸法精度の極めて高いものとなる。

【0079】

さらに、本発明によれば、毛細管現象を利用して隙間 2 6 に液状材料 3 0 を浸透させるようにしたので、従来の接着剤を用いた接着のように、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを圧縮するような荷重をかける必要がない。このため、各基材 2 1、2 2 が、機械的強度が小さく壊れやすかったり、撓み易いようなものであっても、本発明によれば、両基材 2 1、2 2 を高い寸法精度で確実に接合することができる。

【0080】

以上のことから、本発明によれば、第 1 の基材 2 1 および第 2 の基材 2 2 の各構成材料の選択の幅をそれぞれ広げることができる。

また、第 1 の基材 2 1 の熱膨張率と第 2 の基材 2 2 の熱膨張率が互いに異なっている場合には、できるだけ低温下で接合を行うのが好ましい。接合を低温下で行うことにより、接合界面に発生する熱応力のさらなる低減を図ることができる。

【0081】

具体的には、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との熱膨張率の差にもよるが、第 1 の基材 2 1 および第 2 の基材 2 2 の温度が 25 ~ 50 程度である状態下で、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを貼り合わせるのが好ましく、25 ~ 40 程度である状態下で貼り合わせるのがより好ましい。このような温度範囲であれば、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との熱膨張率の差がある程度大きくても、接合界面に発生する熱応力を十分に低減することができる。その結果、接合体 1 における反りや剥離等の発生を確実に抑制または防止することができる。

また、この場合、具体的な第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との間の熱膨張係数の差が、 $5 \times 10^{-5} / K$ 以上あるような場合には、上記のようにして、できるだけ低温下で接

10

20

30

40

50

合を行うことが特に推奨される。

【0082】

また、第1の基材21と第2の基材22とを接合する際に、液状材料30が毛細管現象によって濡れ拡がる領域を、スペーサ25の配置や撥液処理を施す領域を適宜設定することにより、各基材21、22を対向する面全体を接合するのではなく、液状材料30が濡れ拡がった領域、すなわち接合膜3が選択的に形成された一部において接合する。この接合の際、液状材料30が濡れ拡がる領域を適宜設定することのみで、接合される領域を簡単に選択することができる。これにより、例えば、第1の基材21と第2の基材22とが接合する接合膜3の面積や形状を制御して、接合体1の接合強度を容易に調整することができる。その結果、例えば、接合膜3を容易に剥離可能な接合体1が得られる。

10

すなわち、接合体1の接合強度を調整可能であると同時に、接合体1を分離する際の強度（割裂強度）を調整可能である。

【0083】

かかる観点から、容易に分離可能な接合体1を作製する場合には、接合体1の接合強度は、人の手で容易に分離可能な程度の大きさであるのが好ましい。これにより、接合体1を分離する際、装置等を用いることなく、簡単に行うことができる。

また、第1の基材21と第2の基材22とが接合する接合膜3の面積や形状を適宜設定することにより、接合膜3に生じる応力の局所集中を緩和することができる。これにより、例えば、第1の基材21と第2の基材22との間で熱膨張率差が大きい場合でも、各基材21、22間の剥離を確実に防止することができる。

20

【0084】

ここで、本工程において、第1の基材21と第2の基材22とを接合するメカニズムについて説明する。

例えば、第2の基材22の接合面24に水酸基が露出している場合を例に説明すると、本工程において、第1の基材21に形成された接合膜3と、第2の基材22の接合面24とが接触するように、これらを貼り合わせたとき、接合膜3の表面に存在する水酸基と、第2の基材22の接合面24に存在する水酸基とが、水素結合によって互いに引き合い、水酸基同士の間引力が発生する。この引力によって、第1の基材21と第2の基材22とが接合されると推察される。

【0085】

30

また、この水素結合によって互いに引き合う水酸基同士は、温度条件等によって、脱水縮合を伴って表面から切断される。その結果、第1の基材21と第2の基材22との接触界面では、水酸基が結合していた結合手同士が結合する。これにより、第1の基材21と第2の基材22とがより強固に接合されると推察される。

また、第1の基材21の接合膜3の表面や内部、および、第2の基材22の接合面24や内部に、それぞれ終端化されていない結合手すなわち未結合手（ダングリングボンド）が存在している場合、第1の基材21と第2の基材22とを貼り合わせた時、これらの未結合手同士が再結合する。この再結合は、互いに重なり合う（絡み合う）ように複雑に生じることから、接合界面にネットワーク状の結合が形成されることとなる。これにより、接合膜3と第2の基材22とが特に強固に接合される。

40

【0086】

また、このようにして得られた接合体1は、第1の基材21と第2の基材22との間の接合強度が5MPa（50kgf/cm²）以上であるのが好ましく、10MPa（100kgf/cm²）以上であるのがより好ましい。このような接合強度を有する接合体1は、その剥離を十分に防止し得るものとなる。また、本発明の接合方法によれば、第1の基材21と第2の基材22とが上記のような大きな接合強度で接合された接合体1を効率よく作製することができる。

なお、接合体1を得る際、または、接合体1を得た後に、この接合体1に対して、必要に応じ、以下の2つの工程（[5A]および[5B]）のうちの少なくとも1つの工程（接合体1の接合強度を高める工程）を行うようにしてもよい。これにより、接合体1の接

50

合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【0087】

[5A] 図2(h)に示すように、得られた接合体1を、第1の基材21と第2の基材22とが互いに近づく方向に加圧する。

これにより、第1の基材21の表面および第2の基材22の表面に、それぞれ接合膜3の表面がより近接し、接合体1における接合強度をより高めることができる。

また、接合体1を加圧することにより、接合体1中の接合界面に残存していた隙間を押し潰して、接合面積をさらに広げることができる。これにより、接合体1における接合強度をさらに高めることができる。

【0088】

なお、この圧力は、第1の基材21および第2の基材22の各構成材料や各厚さ、接合装置等の条件に応じて、適宜調整すればよい。具体的には、第1の基材21および第2の基材22の各構成材料や各厚さ等に応じて若干異なるものの、0.2～10MPa程度であるのが好ましく、1～5MPa程度であるのがより好ましい。これにより、接合体1の接合強度を確実に高めることができる。なお、この圧力が前記上限値を上回っても構わないが、第1の基材21および第2の基材22の各構成材料によっては、各基材21、22に損傷等が生じるおそれがある。

また、加圧する時間は、特に限定されないが、10秒～30分程度であるのが好ましい。なお、加圧する時間は、加圧する際の圧力に応じて適宜変更すればよい。具体的には、接合体1を加圧する際の圧力が高いほど、加圧する時間を短くしても、接合強度の向上を図ることができる。

【0089】

[5B] 図2(h)に示すように、得られた接合体1を加熱する。

これにより、接合体1における接合強度をより高めることができる。

このとき、接合体1を加熱する際の温度は、室温より高く、接合体1の耐熱温度未満であれば、特に限定されないが、好ましくは25～100℃程度とされ、より好ましくは50～100℃程度とされる。かかる範囲の温度で加熱すれば、接合体1が熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、接合強度を確実に高めることができる。

【0090】

また、加熱時間は、特に限定されないが、1～30分程度であるのが好ましい。

また、前記工程[5A]、[5B]の双方を行う場合、これらを同時に行うのが好ましい。すなわち、図2(h)に示すように、接合体1を加圧しつつ、加熱するのが好ましい。これにより、加圧による効果と、加熱による効果とが相乗的に発揮され、接合体1の接合強度を特に高めることができる。

以上のような工程を行うことにより、接合体1における接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【0091】

ここで、図3および図4は、それぞれ、第1の基材21および第2の基材22の他の構成例を示す図である。

図3(a)に示す第1の基材21は、その上面(接合面23)の縁部よりやや内側の部分に、縁部に沿って棒状に形成された溝部27を有している。一方、図3(a)に示す第2の基材22は、図1に示す第2の基材22と同様のものである。

このような第1の基材21と第2の基材22とを、接合面23と接合面24とが密着するように重ねる。これにより、仮接合体5は、図3(b)に示すように、2つの基材21、22間に溝部27による隙間を有するものとなる。

【0092】

かかる仮接合体5は、毛細管現象によって、溝部27が液状材料30を吸い上げることで、所定の領域に対して選択的に液状材料30を浸透させることができる。その結果、第1の基材21と第2の基材22とを、所定の領域において部分的に接合することができる。

10

20

30

40

50

このような接合方法は、例えば、互いに熱膨張率が大きく異なる第１の基材２１と第２の基材２２とを接合するような場合に、特に好適に用いられる。すなわち、溝部２７を形成する領域を適宜調整することにより、第１の基材２１と第２の基材２２との接合面積を調整することができる。その結果、熱膨張率差に伴う応力の局所集中を防止することができる、接合部の剥離を防止することができる。

なお、溝部２７の深さは、液状材料３０に毛細管現象を生じさせることのできる深さであれば特に限定されないが、好ましくは、図１の隙間２６の距離と同等とされる。

【００９３】

一方、図４（ａ）に示す第１の基材２１は、その上面（接合面２３）の中央部に、凸部２８を有している。一方、図４（ａ）に示す第２の基材２２は、図１に示す第２の基材２２と同様のものである。

このような第１の基材２１と第２の基材２２とを、接合面２３と接合面２４とが密着するように重ねる。これにより、仮接合体５は、図４（ｂ）に示すように、２つの基材２１、２２間の縁部に、凸部２８の高さに相当する距離の隙間２９を有するものとなる。

【００９４】

かかる仮接合体５は、毛細管現象によって、隙間２９が液状材料３０を吸い上げることであり、所定の領域に対して選択的に液状材料３０を浸透させることができる。その結果、第１の基材２１と第２の基材２２とを、所定の領域において部分的に接合することができる。

なお、凸部２８の高さは、隙間２９において液状材料３０に毛細管現象を生じさせることのできる高さであれば特に限定されないが、好ましくは、図１の隙間２６の距離と同等とされる。

【００９５】

また、図４では、凸部２８が第１の基材２１に一体的に形成されたものであるが、凸部２８は、第１の基材２１と別の部材であってもよい。この場合、凸部２８は、第１の基材２１の接合面２３上に設けられた塗膜、蒸着膜、接着剤、フィルム等で構成されてもよい。

さらに、凸部２８に代えて、凸部２８の領域に撥液処理を施しても、凸部２８と同様の作用を発揮させることができる。すなわち、撥液処理を施した領域には、液状材料３０が浸透することができない。これにより、第１の基材２１と第２の基材２２との間を、撥液処理を施していない領域において部分的に接合することができる。

【００９６】

< 液滴吐出ヘッド >

次に、本発明の接合体をインクジェット式記録ヘッドに適用した場合の実施形態について説明する。

図５は、本発明の接合体を適用して得られたインクジェット式記録ヘッド（液滴吐出ヘッド）を示す分解斜視図、図６は、図５に示すインクジェット式記録ヘッドの主要部の構成を示す断面図、図７は、図５に示すインクジェット式記録ヘッドを備えるインクジェットプリンタの実施形態を示す概略図である。なお、図５は、通常使用される状態とは、上下逆に示されている。

【００９７】

図５に示すインクジェット式記録ヘッド１０は、図７に示すようなインクジェットプリンタ９に搭載されている。

図７に示すインクジェットプリンタ９は、装置本体９２を備えており、上部後方に記録用紙Ｐを設置するトレイ９２１と、下部前方に記録用紙Ｐを排出する排紙口９２２と、上部面に操作パネル９７とが設けられている。

【００９８】

操作パネル９７は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ、ＬＥＤランプ等で構成され、エラーメッセージ等を表示する表示部（図示せず）と、各種スイッチ等で構成される操作部（図示せず）とを備えている。

また、装置本体 9 2 の内部には、主に、往復動するヘッドユニット 9 3 を備える印刷装置（印刷手段）9 4 と、記録用紙 P を 1 枚ずつ印刷装置 9 4 に送り込む給紙装置（給紙手段）9 5 と、印刷装置 9 4 および給紙装置 9 5 を制御する制御部（制御手段）9 6 とを有している。

【0099】

制御部 9 6 の制御により、給紙装置 9 5 は、記録用紙 P を一枚ずつ間欠送りする。この記録用紙 P は、ヘッドユニット 9 3 の下部近傍を通過する。このとき、ヘッドユニット 9 3 が記録用紙 P の送り方向とほぼ直交する方向に往復移動して、記録用紙 P への印刷が行なわれる。すなわち、ヘッドユニット 9 3 の往復動と記録用紙 P の間欠送りとが、印刷における主走査および副走査となって、インクジェット方式の印刷が行なわれる。

10

【0100】

印刷装置 9 4 は、ヘッドユニット 9 3 と、ヘッドユニット 9 3 の駆動源となるキャリッジモータ 9 4 1 と、キャリッジモータ 9 4 1 の回転を受けて、ヘッドユニット 9 3 を往復動させる往復動機構 9 4 2 とを備えている。

ヘッドユニット 9 3 は、その下部に、多数のノズル孔 1 1 1 を備えるインクジェット式記録ヘッド 1 0（以下、単に「ヘッド 1 0」と言う。）と、ヘッド 1 0 にインクを供給するインクカートリッジ 9 3 1 と、ヘッド 1 0 およびインクカートリッジ 9 3 1 を搭載したキャリッジ 9 3 2 とを有している。

【0101】

なお、インクカートリッジ 9 3 1 として、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック（黒）の 4 色のインクを充填したものをを用いることにより、フルカラー印刷が可能となる。

20

往復動機構 9 4 2 は、その両端をフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸 9 4 3 と、キャリッジガイド軸 9 4 3 と平行に延在するタイミングベルト 9 4 4 とを有している。

【0102】

キャリッジ 9 3 2 は、キャリッジガイド軸 9 4 3 に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト 9 4 4 の一部に固定されている。

キャリッジモータ 9 4 1 の作動により、プーリを介してタイミングベルト 9 4 4 を正逆走行させると、キャリッジガイド軸 9 4 3 に案内されて、ヘッドユニット 9 3 が往復動する。そして、この往復動の際に、ヘッド 1 0 から適宜インクが吐出され、記録用紙 P への印刷が行われる。

30

【0103】

給紙装置 9 5 は、その駆動源となる給紙モータ 9 5 1 と、給紙モータ 9 5 1 の作動により回転する給紙ローラ 9 5 2 とを有している。

給紙ローラ 9 5 2 は、記録用紙 P の送り経路（記録用紙 P）を挟んで上下に対向する従動ローラ 9 5 2 a と駆動ローラ 9 5 2 b とで構成され、駆動ローラ 9 5 2 b は給紙モータ 9 5 1 に連結されている。これにより、給紙ローラ 9 5 2 は、トレイ 9 2 1 に設置した多数枚の記録用紙 P を、印刷装置 9 4 に向かって 1 枚ずつ送り込めるようになっている。なお、トレイ 9 2 1 に代えて、記録用紙 P を収容する給紙カセットを着脱自在に装着し得るような構成であってもよい。

40

【0104】

制御部 9 6 は、例えばパーソナルコンピュータやデジタルカメラ等のホストコンピュータから入力された印刷データに基づいて、印刷装置 9 4 や給紙装置 9 5 等を制御することにより印刷を行うものである。

制御部 9 6 は、いずれも図示しないが、主に、各部を制御する制御プログラム等を記憶するメモリ、圧電素子（振動源）1 4 を駆動して、インクの吐出タイミングを制御する圧電素子駆動回路、印刷装置 9 4（キャリッジモータ 9 4 1）を駆動する駆動回路、給紙装置 9 5（給紙モータ 9 5 1）を駆動する駆動回路、および、ホストコンピュータからの印刷データを入手する通信回路と、これらに電氣的に接続され、各部での各種制御を行う CPU とを備えている。

50

【 0 1 0 5 】

また、CPUには、例えば、インクカートリッジ931のインク残量、ヘッドユニット93の位置等を検出可能な各種センサ等が、それぞれ電氣的に接続されている。

制御部96は、通信回路を介して、印刷データ入手してメモリに格納する。CPUは、この印刷データを処理して、この処理データおよび各種センサからの入力データに基づいて、各駆動回路に駆動信号を出力する。この駆動信号により圧電素子14、印刷装置94および給紙装置95は、それぞれ作動する。これにより、記録用紙Pに印刷が行われる。

【 0 1 0 6 】

以下、ヘッド10について、図5および図6を参照しつつ詳述する。

10

ヘッド10は、ノズル板11と、インク室基板12と、振動板13と、振動板13に接合された圧電素子（振動源）14とを備えるヘッド本体17と、このヘッド本体17を収納する基体16とを有している。なお、このヘッド10は、オンデマンド形のピエゾジェット式ヘッドを構成する。

【 0 1 0 7 】

ノズル板11は、例えば、SiO₂、SiN、石英ガラスのようなシリコン系材料、Al、Fe、Ni、Cuまたはこれらを含む合金のような金属系材料、アルミナ、酸化鉄のような酸化物系材料、カーボンブラック、グラファイトのような炭素系材料等で構成されている。

このノズル板11には、インク滴を吐出するための多数のノズル孔111が形成されている。これらのノズル孔111間のピッチは、印刷精度に応じて適宜設定される。

20

【 0 1 0 8 】

ノズル板11には、インク室基板12が固着（固定）されている。

このインク室基板12は、ノズル板11、側壁（隔壁）122および後述する振動板13により、複数のインク室（キャピティ、圧力室）121と、インクカートリッジ931から供給されるインクを貯留するリザーバ室123と、リザーバ室123から各インク室121に、それぞれインクを供給する供給口124とが区画形成されている。

【 0 1 0 9 】

各インク室121は、それぞれ短冊状（直方体状）に形成され、各ノズル孔111に対応して配設されている。各インク室121は、後述する振動板13の振動により容積可変であり、この容積変化により、インクを吐出するよう構成されている。

30

インク室基板12を得るための母材としては、例えば、シリコン単結晶基板、各種ガラス基板、各種樹脂基板等を用いることができる。これらの基板は、いずれも汎用的な基板であるので、これらの基板を用いることにより、ヘッド10の製造コストを低減することができる。

【 0 1 1 0 】

一方、インク室基板12のノズル板11と反対側には、振動板13が接合され、さらに振動板13のインク室基板12と反対側には、複数の圧電素子14が設けられている。

また、振動板13の所定位置には、振動板13の厚さ方向に貫通して連通孔131が形成されている。この連通孔131を介して、前述したインクカートリッジ931からリザーバ室123に、インクが供給可能となっている。

40

【 0 1 1 1 】

各圧電素子14は、それぞれ、下部電極142と上部電極141との間に圧電体層143を介挿してなり、各インク室121のほぼ中央部に対応して配設されている。各圧電素子14は、圧電素子駆動回路に電氣的に接続され、圧電素子駆動回路の信号に基づいて作動（振動、変形）するよう構成されている。

各圧電素子14は、それぞれ、振動源として機能し、振動板13は、圧電素子14の振動により振動し、インク室121の内部圧力を瞬間的に高めるよう機能する。

【 0 1 1 2 】

基体16は、例えば各種樹脂材料、各種金属材料等で構成されており、この基体16に

50

ノズル板 11 が固定、支持されている。すなわち、基体 16 が備える凹部 161 に、ヘッド本体 17 を収納した状態で、凹部 161 の外周部に形成された段差 162 によりノズル板 11 の縁部を支持する。

以上のような、ノズル板 11 とインク室基板 12 との接合、インク室基板 12 と振動板 13 との接合、およびノズル板 11 と基体 16 との接合のうち、少なくとも 1箇所を接合する際に本発明の接合方法が用いられる。

【0113】

換言すれば、ノズル板 11 とインク室基板 12 との接合体、インク室基板 12 と振動板 13 との接合体、およびノズル板 11 と基体 16 との接合体のうち、少なくとも 1箇所に本発明の接合体が適用されている。

このようなヘッド 10 は、上記の接合界面に前述したような接合膜 3 が介挿されて接合されている。このため、接合界面の接合強度および耐薬品性が高くなっており、これにより、各インク室 121 に貯留されたインクに対する耐久性および液密性が高くなっている。その結果、ヘッド 10 は、信頼性の高いものとなる。

【0114】

また、非常に低温で信頼性の高い接合ができるため、線膨張係数の異なる材料でも大面積のヘッドができる点でも有利である。

このようなヘッド 10 は、圧電素子駆動回路を介して所定の吐出信号が入力されていない状態、すなわち、圧電素子 14 の下部電極 142 と上部電極 141 との間に電圧が印加されていない状態では、圧電体層 143 に変形が生じない。このため、振動板 13 にも変形が生じず、インク室 121 には容積変化が生じない。したがって、ノズル孔 111 からインク滴は吐出されない。

【0115】

一方、圧電素子駆動回路を介して所定の吐出信号が入力された状態、すなわち、圧電素子 14 の下部電極 142 と上部電極 141 との間に一定電圧が印加された状態では、圧電体層 143 に変形が生じる。これにより、振動板 13 が大きくたわみ、インク室 121 の容積変化が生じる。このとき、インク室 121 内の圧力が瞬間的に高まり、ノズル孔 111 からインク滴が吐出される。

【0116】

1 回のインクの吐出が終了すると、圧電素子駆動回路は、下部電極 142 と上部電極 141 との間への電圧の印加を停止する。これにより、圧電素子 14 は、ほぼ元の形状に戻り、インク室 121 の容積が増大する。なお、このとき、インクには、インクカートリッジ 931 からノズル孔 111 へ向かう圧力（正方向への圧力）が作用している。このため、空気がノズル孔 111 からインク室 121 へ入り込むことが防止され、インクの吐出量に見合った量のインクがインクカートリッジ 931（リザーバ室 123）からインク室 121 へ供給される。

このようにして、ヘッド 10 において、印刷させたい位置の圧電素子 14 に、圧電素子駆動回路を介して吐出信号を順次入力することにより、任意の（所望の）文字や図形等を印刷することができる。

【0117】

なお、ヘッド 10 は、圧電素子 14 の代わりに電気熱変換素子を有していてもよい。つまり、ヘッド 10 は、電気熱変換素子による材料の熱膨張を利用してインクを吐出するバブルジェット方式（「バブルジェット」は登録商標）のものであってもよい。

なお、かかる構成のヘッド 10 において、ノズル板 11 には、撥液性を付与することを目的に形成された被膜 114 が設けられている。これにより、ノズル孔 111 からインク滴が吐出される際に、このノズル孔 111 の周辺にインク滴が残存するのを確実に防止することができる。その結果、ノズル孔 111 から吐出されたインク滴を目的とする領域に確実に着弾させることができる。

【0118】

以上、本発明の接合方法および接合体を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発

10

20

30

40

50

明はこれらに限定されるものではない。

例えば、本発明の接合方法では、必要に応じて、１以上の任意の目的の工程を追加してもよい。

また、本発明の接合体は、液滴吐出ヘッド以外のものに適用可能であることは言うまでもない。具体的には、本発明の接合体は、例えば、半導体装置、MEMS、マイクロリアクタ等に適用することができる。

【実施例】

【０１１９】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

１．接合体の作製

（実施例１）

まず、第１の基材として、縦２０mm×横２０mm×平均厚さ１mmの単結晶シリコン基板を用意し、第２の基材として、縦２０mm×横２０mm×平均厚さ１mmの石英ガラス基板を用意し、シリコン基板と石英ガラス基板との双方を、酸素プラズマによる下地処理を行った。

【０１２０】

次に、両基材間の縁部の一部に、厚さ１０μmの樹脂フィルムを介挿した状態で、両基材を仮止めし、仮接合体を得た。

次に、シリコン材料としてポリジメチルシロキサン骨格を有するものを含有し、溶媒としてトルエンおよびイソブタノールを含有する液状材料（信越化学工業社製、「KR-251」：粘度（２５）１８．０mPa・s）を用意した。そして、液状材料中に仮接合体を浸漬し、毛細管現象によって両基材間に液状材料を浸透させた。

次に、仮接合体を液状材料中から取り出すとともに、常温（２５）で、２４時間乾燥させた。これにより、仮接合体中に浸透した液状材料が固化し、接合膜を得た。

次に、仮接合体中の接合膜に、石英ガラス基板側から以下に示す条件で紫外線を照射した。

【０１２１】

< 紫外線照射条件 >

- ・ 雰囲気ガスの組成 ： 大気（空気）
- ・ 雰囲気ガスの温度 ： ２０
- ・ 雰囲気ガスの圧力 ： 大気圧（１００kPa）
- ・ 紫外線の波長 ： １７２nm
- ・ 紫外線の照射時間 ： ５分

次に、シリコン基板と石英ガラス基板とを３MPaで加圧しつつ、８０℃で加熱し、１５分間維持した。これにより、シリコン基板と石英ガラス基板とが接合膜を介して接合された接合体を得た。

【０１２２】

（実施例２）

第１の基材として、単結晶シリコン基板に代えて、ステンレス鋼基板を用意し、第２の基材として、石英ガラス基板に代えて、ポリイミド基板を用意した以外は、前記実施例１と同様にして、接合体を得た。

（実施例３）

液状材料として、シリコン材料としてポリジメチルシロキサン骨格を有するものを含有し、溶媒を含まない液状材料（信越化学工業社製、「KR-400」：粘度（２５）１．２０mPa・s）を用いた以外は、前記実施例１と同様にして、接合体を得た。

【０１２３】

（比較例）

まず、実施例１と同様の第１の基材上にエポキシ接着剤を塗布した。

次に、第１の基材の縁部に厚さ１０μmの樹脂フィルムを配置した状態で、第１の基材と第２の基材とを重ね合わせた。そして、エポキシ接着剤を押し潰すように、第１の基材

10

20

30

40

50

と第２の基材とを押圧した。

その後、樹脂フィルムを抜き取るとともに、常温（２５℃）で、２４時間乾燥させた。これにより、エポキシ接着剤が硬化し、接着体（接合体）を得た。

【０１２４】

２．接合体の評価

２．１ 接合強度の評価

各実施例および比較例で得られた接合体（接着体）について、それぞれの接合強度を測定した。

なお、接合強度の測定は、各基材を互いに引き剥がしたとき、剥がれる直前の強度を、QUAD GROUP社製「ロミュラス」を用いて測定することにより行った。

その結果、各実施例および比較例で得られた接合体では、いずれも接合強度が１０ＭＰaであった。

【０１２５】

２．２ 寸法精度の評価

各実施例および比較例で得られた接合体について、それぞれの基材間の離間距離を測定した。

その結果、各実施例で得られた接合体では、いずれの接合体も基材間の離間距離が $10 \pm 1 \mu\text{m}$ の範囲内であった。

一方、比較例で得られた接合体では、基材間の離間距離が $10 \pm 1 \mu\text{m}$ の範囲外であった。

【図面の簡単な説明】

【０１２６】

【図１】本発明の接合方法を説明するための図である。

【図２】本発明の接合方法を説明するための図である。

【図３】第１の基材および第２の基材の他の構成例を示す図である。

【図４】第１の基材および第２の基材の他の構成例を示す図である。

【図５】本発明の接合体を適用して得られたインクジェット式記録ヘッド（液滴吐出ヘッド）を示す分解斜視図である。

【図６】図５に示すインクジェット式記録ヘッドの主要部の構成を示す断面図である。

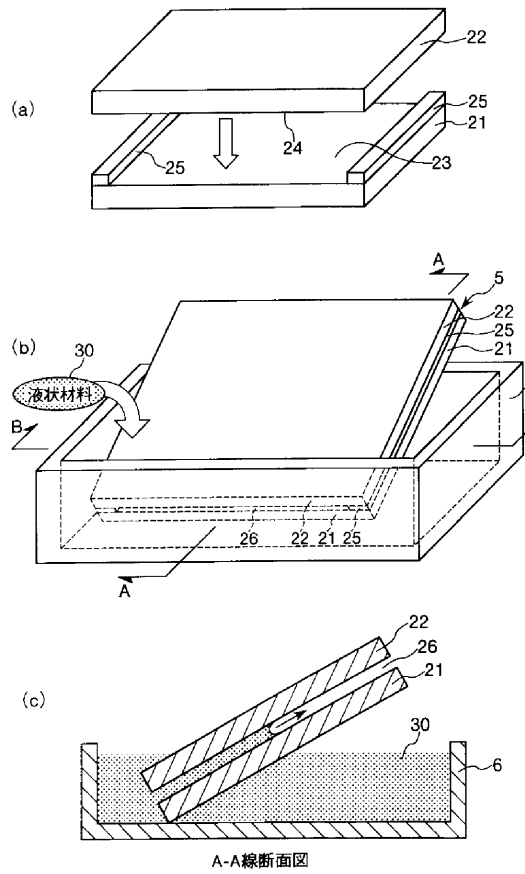
【図７】図５に示すインクジェット式記録ヘッドを備えるインクジェットプリンタの実施形態を示す概略図である。

【符号の説明】

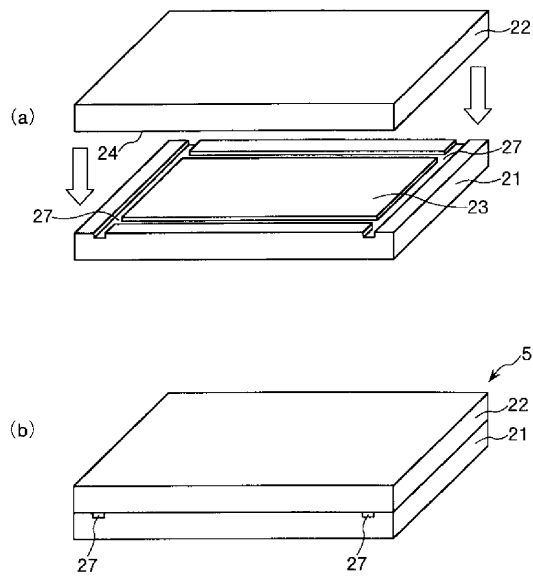
【０１２７】

１ …… 接合体 ２１ …… 第１の基材 ２２ …… 第２の基材 ２３、２４ …… 接合面 ２５ …… スペース ２６ …… 隙間 ２７ …… 溝部 ２８ …… 凸部 ２９ …… 隙間 ３ …… 接合膜 ３０ …… 液状材料 ３１ …… 液状材料の乾燥体 ５ …… 仮接合体 ６ …… 容器 １０ …… インクジェット式記録ヘッド １１ …… ノズル板 １１１ …… ノズル孔 １１４ …… 被膜 １２ …… インク室基板 １２１ …… インク室 １２２ …… 側壁 １２３ …… リザーバ室 １２４ …… 供給口 １３ …… 振動板 １３１ …… 連通孔 １４ …… 圧電素子 １４１ …… 上部電極 １４２ …… 下部電極 １４３ …… 圧電体層 １６ …… 基体 １６１ …… 凹部 １６２ …… 段差 １７ …… ヘッド本体 ９ …… インクジェットプリンタ ９２ …… 装置本体 ９２１ …… トレイ ９２２ …… 排紙口 ９３ …… ヘッドユニット ９３１ …… インクカートリッジ ９３２ …… キャリッジ ９４ …… 印刷装置 ９４１ …… キャリッジモータ ９４２ …… 往復動機構 ９４３ …… キャリッジガイド軸 ９４４ …… タイミングベルト ９５ …… 給紙装置 ９５１ …… 給紙モータ ９５２ …… 給紙ローラ ９５２ a …… 従動ローラ ９５２ b …… 駆動ローラ ９６ …… 制御部 ９７ …… 操作パネル P …… 記録用紙

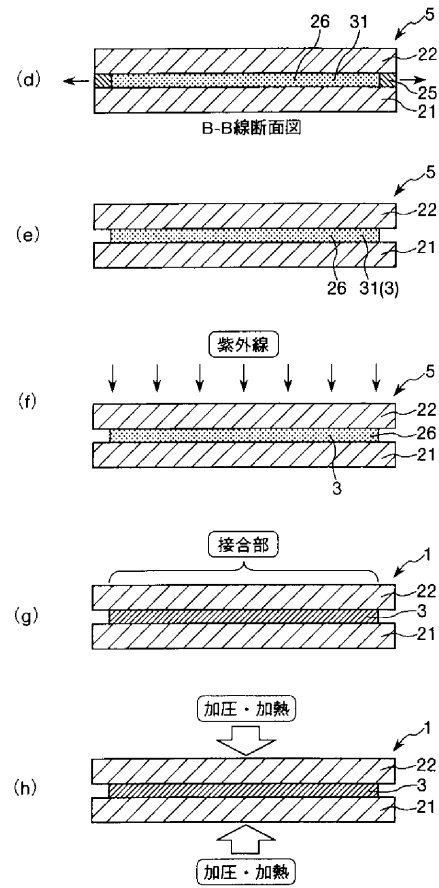
【図 1】



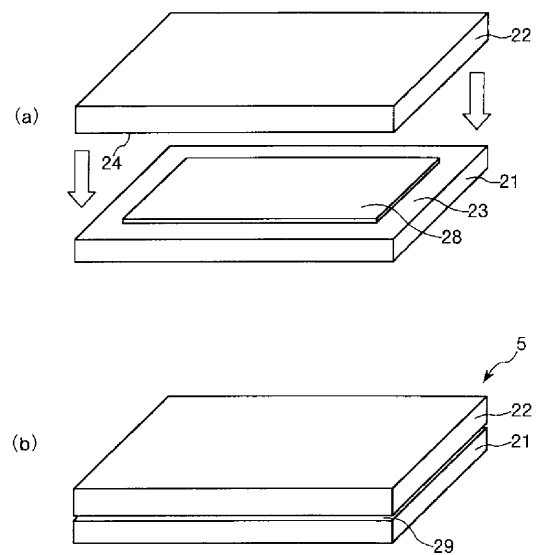
【図 3】



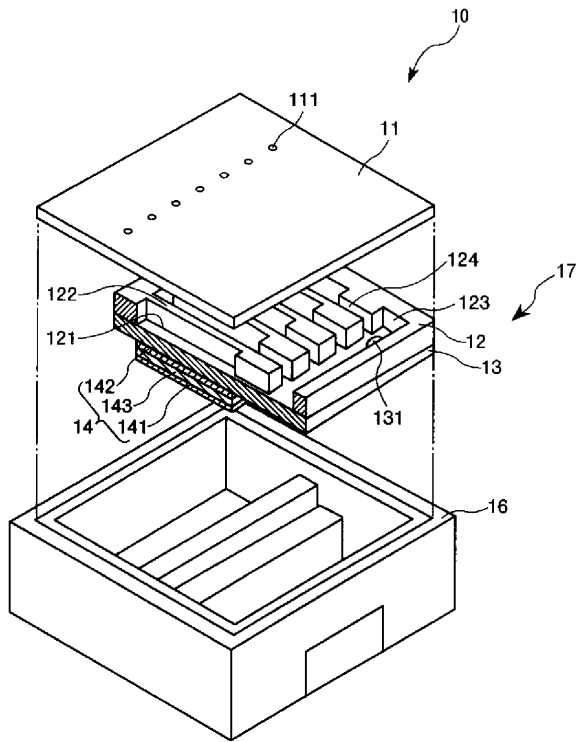
【図 2】



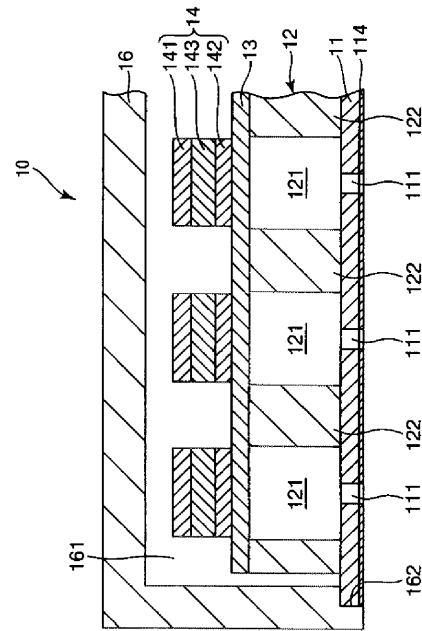
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 圖 7 】

