

(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2009-35721

(P2009-35721A)

(43) 公開日 平成21年2月19日 (2009.2.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 0 9 J 7/02 (2006.01)	C 0 9 J 7/02 Z	2 C 0 5 7
C 0 9 J 183/04 (2006.01)	C 0 9 J 183/04	4 J 0 0 4
C 0 9 J 183/05 (2006.01)	C 0 9 J 183/05	4 J 0 4 0
C 0 9 J 5/02 (2006.01)	C 0 9 J 5/02	
H 0 1 L 21/02 (2006.01)	H 0 1 L 27/12 B	
審査請求 有 請求項の数 34 O L (全 52 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-133673 (P2008-133673)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成20年5月21日 (2008.5.21)		セイコーエプソン株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2007-182677 (P2007-182677)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(32) 優先日	平成19年7月11日 (2007.7.11)	(74) 代理人	100091292
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	松尾 泰秀
			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
		(72) 発明者	大塚 賢治
			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
		最終頁に続く	

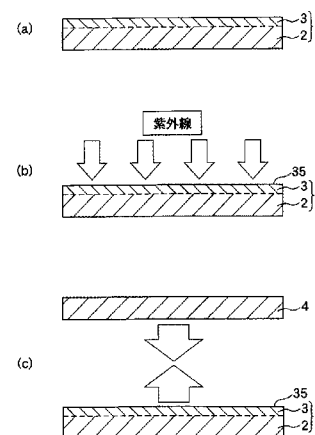
(54) 【発明の名称】 接合膜付き基材、接合方法および接合体

(57) 【要約】

【課題】被着体に対して、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接合膜を備えた接合膜付き基材、かかる接合膜付き基材と被着体とを、低温下で効率よく接合する接合方法、および、前記接合膜付き基材と被着体とが高い寸法精度で強固に接合してなる信頼性の高い接合体を提供すること。

【解決手段】本発明の接合膜付き基材は、基板2（基材）と、この基板2上に設けられた接合膜3とを有しており、対向基板4（他の被着体）に対して接合可能なものである。このような接合膜3は、シロキサン（Si-O）結合を含みランダムな原子構造を有するSi骨格と、このSi骨格に結合する脱離基を含む膜であり、かつSi骨格の結晶化度は45%以下である。また、この接合膜3は、紫外線を照射することにより、脱離基がSi骨格から脱離し、これにより接合膜3の表面35に、対向基板4との接着性が発現し得るものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材と、

該基材上に設けられ、シロキサン（S i - O）結合を含みランダムな原子構造を有する S i 骨格と、該 S i 骨格に結合する脱離基とを含む接合膜とを有し、

前記 S i 骨格は、その結晶化度が 45 % 以下のものであり、

前記接合膜の少なくとも一部の領域にエネルギーを付与し、前記接合膜の少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が前記 S i 骨格から脱離することにより、前記接合膜の表面の前記領域に、他の被着体との接着性が発現するものであることを特徴とする接合膜付き基材。

10

【請求項 2】

前記接合膜を構成する全原子から H 原子を除いた原子のうち、S i 原子の含有率と O 原子の含有率の合計が、10 ~ 90 原子 % である請求項 1 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 3】

前記接合膜中の S i 原子と O 原子の存在比は、3 : 7 ~ 7 : 3 である請求項 1 または 2 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 4】

前記接合膜は、S i - H 結合を含んでいる請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 5】

前記 S i - H 結合を含む接合膜についての赤外光吸収スペクトルにおいて、シロキサン結合に帰属するピーク強度を 1 としたとき、S i - H 結合に帰属するピーク強度が 0.001 ~ 0.2 である請求項 4 に記載の接合膜付き基材。

20

【請求項 6】

前記脱離基は、H 原子、B 原子、C 原子、N 原子、O 原子、P 原子、S 原子およびハロゲン系原子、またはこれらの各原子が前記 S i 骨格に結合するよう配置された原子団からなる群から選択される少なくとも 1 種で構成されたものである請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 7】

前記脱離基は、アルキル基である請求項 6 に記載の接合膜付き基材。

30

【請求項 8】

前記脱離基としてメチル基を含む接合膜についての赤外光吸収スペクトルにおいて、シロキサン結合に帰属するピーク強度を 1 としたとき、メチル基に帰属するピーク強度が 0.05 ~ 0.45 である請求項 7 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 9】

前記接合膜は、その少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が前記 S i 骨格から脱離した後に、活性手を有する請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 10】

前記活性手は、未結合手または水酸基である請求項 9 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 11】

前記接合膜は、ポリオルガノシロキサンを主材料として構成されている請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

40

【請求項 12】

前記ポリオルガノシロキサンは、オクタメチルトリシロキサンの重合物を主成分とするものである請求項 11 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 13】

前記プラズマ重合法において、プラズマを発生させる際の高周波の出力密度は、0.01 ~ 100 W / cm² である請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 14】

前記接合膜の平均厚さは、1 ~ 1000 nm である請求項 1 ないし 13 のいずれかに記

50

載の接合膜付き基材。

【請求項 15】

前記接合膜は、流動性を有しない固体状のものである請求項 1 ないし 14 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 16】

前記接合膜の屈折率は、1.35～1.6である請求項 1 ないし 15 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 17】

前記基材は、板状をなしている請求項 1 ないし 16 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

10

【請求項 18】

前記基材の少なくとも前記接合膜を形成する部分は、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 17 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 19】

前記基材の前記接合膜を備える面には、あらかじめ、前記接合膜との密着性を高める表面処理が施されている請求項 1 ないし 18 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 20】

前記表面処理は、プラズマ処理である請求項 19 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 21】

前記基材と前記接合膜との間に、中間層が介挿されている請求項 1 ないし 20 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

20

【請求項 22】

前記中間層は、酸化物系材料を主材料として構成されている請求項 21 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 23】

請求項 1 ないし 22 のいずれかに記載の接合膜付き基材と、前記他の被着体とを用意する工程と、

該接合膜付き基材中の前記接合膜の少なくとも一部の領域にエネルギーを付与する工程と、

30

前記接合膜と前記他の被着体とを密着させるように、前記接合膜付き基材と前記他の被着体とを貼り合わせ、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。

【請求項 24】

請求項 1 ないし 22 のいずれかに記載の接合膜付き基材と、前記他の被着体とを用意する工程と、

前記接合膜と前記他の被着体とを密着させるように、前記接合膜付き基材と前記他の被着体とを重ね合わせ、仮接合体を得る工程と、

該仮接合体中の前記接合膜の少なくとも一部の領域にエネルギーを付与することにより、前記接合膜付き基材と前記他の被着体とを接合し、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。

40

【請求項 25】

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 23 または 24 に記載の接合方法。

【請求項 26】

前記エネルギー線は、波長 150～300 nm の紫外線である請求項 25 に記載の接合方法。

【請求項 27】

前記加熱の温度は、25～100℃である請求項 25 に記載の接合方法。

【請求項 28】

50

前記圧縮力は、0.2～10MPaである請求項25に記載の接合方法。

【請求項29】

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23ないし28のいずれかに記載の接合方法。

【請求項30】

前記他の被着体は、あらかじめ、前記接合膜との密着性を高める表面処理を施した表面を有するものであり、

前記接合膜付き基材は、前記表面処理を施した表面に対して、前記接合膜が密着するようにして貼り合わされる請求項23ないし29のいずれかに記載の接合方法。

【請求項31】

前記他の被着体は、あらかじめ、官能基、ラジカル、開環分子、不飽和結合、ハロゲンおよび過酸化物からなる群から選択される少なくとも1つの基または物質を有する表面を有するものであり、

前記接合膜付き基材は、前記基または物質を有する表面に対して、前記接合膜が密着するようにして貼り合わされる請求項23ないし29のいずれかに記載の接合方法。

【請求項32】

さらに、前記接合体に対して、その接合強度を高める処理を行う工程を有する請求項23ないし31のいずれかに記載の接合方法。

【請求項33】

前記接合強度を高める処理を行う工程は、前記接合体にエネルギー線を照射する方法、前記接合体を加熱する方法、および前記接合体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32に記載の接合方法。

【請求項34】

請求項1ないし22のいずれかに記載の接合膜付き基材と前記他の被着体とを有し、これらを、前記接合膜を介して接合し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】

本発明は、接合膜付き基材、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（基材）同士を接合（接着）する際には、従来、エポキシ系接着剤、ウレタン系接着剤、シリコン系接着剤等の接着剤を用いて行う方法が多く用いられている。

接着剤は、部材の材質によらず、接着性を示すことができる。このため、種々の材料で構成された部材同士を、様々な組み合わせで接着することができる。

例えば、インクジェットプリンタが備える液滴吐出ヘッド（インクジェット式記録ヘッド）は、樹脂材料、金属材料、シリコン系材料等の異種材料で構成された部品同士を、接着剤を用いて接着することにより組み立てられている。

このように接着剤を用いて部材同士を接着する際には、液状またはペースト状の接着剤を接着面に塗布し、塗布された接着剤を介して部材同士を貼り合わせる。その後、熱または光の作用により接着剤を硬化させることにより、部材同士を接着する。

【0003】

ところが、このような接着剤では、以下のような問題がある。

- ・接着強度が低い
- ・寸法精度が低い
- ・硬化時間が長いため、接着に長時間を要する

また、多くの場合、接着強度を高めるためにプライマーを用いる必要があり、そのためのコストと手間が接着工程の高コスト化・複雑化を招いている。

【0004】

一方、接着剤を用いない接合方法として、固体接合による方法がある。

固体接合は、接着剤等の中間層が介在することなく、部材同士を直接接合する方法である（例えば、特許文献1参照）。

このような固体接合によれば、接着剤のような中間層を用いないので、寸法精度の高い接合体を得ることができる。

【0005】

しかしながら、固体接合には、以下のような問題がある。

- ・接合される部材の材質に制約がある
- ・接合プロセスにおいて高温（例えば、700～800℃程度）での熱処理を伴う
- ・接合プロセスにおける雰囲気が減圧雰囲気に限られる

このような問題を受け、接合に供される部材の材質によらず、部材同士を、高い寸法精度で強固に、かつ低温下で効率よく接合する方法が求められている。

【0006】

【特許文献1】特開平5-82404号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、被着体に対して、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接合膜を備えた接合膜付き基材、かかる接合膜付き基材と被着体とを、低温下で効率よく接合する接合方法、および、前記接合膜付き基材と被着体とが高い寸法精度で強固に接合してなる信頼性の高い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】

【0008】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の接合膜付き基材は、基材と、

該基材上に設けられ、シロキサン（Si-O）結合を含みランダムな原子構造を有するSi骨格と、該Si骨格に結合する脱離基とを含む接合膜とを有し、

前記Si骨格は、その結晶化度が45%以下のものであり、

前記接合膜の少なくとも一部の領域にエネルギーを付与し、前記接合膜の少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が前記Si骨格から脱離することにより、前記接合膜の表面の前記領域に、他の被着体との接着性が発現するものであることを特徴とする。

これにより、被着体に対して、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接合膜を備えた接合膜付き基材が得られる。

【0009】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜を構成する全原子からH原子を除いた原子のうち、Si原子の含有率とO原子の含有率の合計が、10～90原子%であることが好ましい。

これにより、接合膜は、Si原子とO原子とが強固なネットワークを形成し、接合膜自体が強固なものとなる。また、かかる接合膜は、基材および他の被着体に対して、特に高い接合強度を示すものとなる。

【0010】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜中のSi原子とO原子の存在比は、3：7～7：3であることが好ましい。

これにより、接合膜の安定性が高くなり、接合膜付き基材と他の被着体とをより強固に接合することができるようになる。

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、Si-H結合を含んでいることが好ましい。

Si-H結合は、シロキサン結合の生成が規則的に行われるのを阻害すると考えられる。このため、シロキサン結合は、Si-H結合を避けるように形成されることとなり、Si骨格の規則性が低下する。このようにして、接合膜中にSi-H結合が含まれることにより、結晶化度の低いSi骨格を効率よく形成することができる。

本発明の接合膜付き基材では、前記 Si-H 結合を含む接合膜についての赤外光吸収スペクトルにおいて、シロキサン結合に帰属するピーク強度を 1 としたとき、Si-H 結合に帰属するピーク強度が 0.001~0.2 であることが好ましい。

これにより、接合膜中の原子構造は、相対的に最もランダムなものとなる。このため、接合膜は、接合強度、耐薬品性および寸法精度において特に優れたものとなる。

【0011】

本発明の接合膜付き基材では、前記脱離基は、H 原子、B 原子、C 原子、N 原子、O 原子、P 原子、S 原子およびハロゲン系原子、またはこれらの各原子が前記 Si 骨格に結合するように配置された原子団からなる群から選択される少なくとも 1 種で構成されたものであることが好ましい。

これらの脱離基は、エネルギーの付与による結合／脱離の選択性に比較的優れている。このため、エネルギーを付与することによって比較的簡単に、かつ均一に脱離する脱離基が得られることとなり、接合膜付き基材の接着性をより高度化することができる。

本発明の接合膜付き基材では、前記脱離基は、アルキル基であることが好ましい。

これにより、耐候性および耐薬品性に優れた接合膜が得られる。

本発明の接合膜付き基材では、前記脱離基としてメチル基を含む接合膜についての赤外光吸収スペクトルにおいて、シロキサン結合に帰属するピーク強度を 1 としたとき、メチル基に帰属するピーク強度が 0.05~0.45 であることが好ましい。

これにより、メチル基の含有率が最適化され、メチル基がシロキサン結合の生成を必要以上に阻害するのを防止しつつ、接合膜中に必要かつ十分な数の活性手が生じるため、接合膜に十分な接着性が生じる。また、接合膜には、メチル基に起因する十分な耐候性および耐薬品性が発現する。

【0012】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、その少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が前記 Si 骨格から脱離した後に、活性手を有することが好ましい。

これにより、他の被着体に対して、化学的結合に基づいて強固に接合可能な接合膜付き基材が得られる。

本発明の接合膜付き基材では、前記活性手は、未結合手または水酸基であることが好ましい。

これにより、他の被着体に対して、特に強固な接合が可能となる。

【0013】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、ポリオルガノシロキサン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、接着性により優れた接合膜が得られる。また、この接合膜は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなり、例えば、薬品類等に長期にわたって曝されるような基材の接合に際して、有効に用いられるものとなる。

【0014】

本発明の接合膜付き基材では、前記ポリオルガノシロキサンは、オクタメチルトリシロキサンの重合物を主成分とするものであることが好ましい。

これにより、接着性に特に優れた接合膜が得られる。

本発明の接合膜付き基材では、前記プラズマ重合法において、プラズマを発生させる際の高周波の出力密度は、0.01~100 W/cm² であることが好ましい。

これにより、高周波の出力密度が高過ぎて原料ガスに必要以上のプラズマエネルギーが付加されるのを防止しつつ、ランダムな原子構造を有する Si 骨格を確実に形成することができる。

【0015】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜の平均厚さは、1~1000 nm であることが好ましい。

これにより、接合膜付き基材と他の被着体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することができる。

10

20

30

40

50

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、流動性を有しない固体状のものであることが好ましい。

これにより、接合膜付き基材を用いて得られた接合体の寸法精度は、従来に比べて格段に高いものとなる。また、従来に比べ、短時間で強固な接合が可能になる。

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜の屈折率は、 $1.35 \sim 1.6$ であることが好ましい。

このような接合膜は、その屈折率が水晶や石英ガラスの屈折率に比較的近いので、例えば、接合膜を貫通するような構造の光学部品を製造する際に好適に用いられる。

【0016】

本発明の接合膜付き基材では、前記基材は、板状をなしていることが好ましい。

10

これにより、基材が撓み易くなり、基材は、他の被着体の形状に沿って十分に変形可能なものとなるため、これらの密着性がより高くなる。また、基材が撓むことによって、接合界面に生じる応力を、ある程度緩和することができる。

本発明の接合膜付き基材では、前記基材の少なくとも前記接合膜を形成する部分は、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、表面処理を施さなくても、十分な接合強度が得られる。

【0017】

本発明の接合膜付き基材では、前記基材の前記接合膜を備える面には、あらかじめ、前記接合膜との密着性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、基材の表面を清浄化および活性化し、接合膜と対向基板との接合強度を高めることができる。

20

本発明の接合膜付き基材では、前記表面処理は、プラズマ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。

【0018】

本発明の接合膜付き基材では、前記基材と前記接合膜との間に、中間層が介挿されていることが好ましい。

これにより、信頼性の高い接合体を得ることができる。

本発明の接合膜付き基材では、前記中間層は、酸化物系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、基材と接合膜との間の接合強度を特に高めることができる。

30

【0019】

本発明の接合方法は、本発明の接合膜付き基材と、前記他の被着体とを用意する工程と、

該接合膜付き基材中の前記接合膜の少なくとも一部の領域にエネルギーを付与する工程と、

前記接合膜と前記他の被着体とを密着させるように、前記接合膜付き基材と前記他の被着体とを貼り合わせ、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、接合膜付き基材と被着体とを、低温下で効率よく接合することができる。

【0020】

本発明の接合方法は、本発明の接合膜付き基材と、前記他の被着体とを用意する工程と、

40

前記接合膜と前記他の被着体とを密着させるように、前記接合膜付き基材と前記他の被着体とを重ね合わせ、仮接合体を得る工程と、

該仮接合体中の前記接合膜の少なくとも一部の領域にエネルギーを付与することにより、前記接合膜付き基材と前記他の被着体とを接合し、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、接合膜付き基材と被着体とを、低温下で効率よく接合することができる。また、積層体の状態では、接合膜付き基材と被着体との間は接合されていないので、接合膜付き基材と被着体とを重ね合わせた後、これらの位置を容易に微調整することができる。その結果、接合膜の表面方向における位置精度を高めることができる。

50

【0021】

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。

【0022】

本発明の接合方法では、前記エネルギー線は、波長150～300nmの紫外線であることが好ましい。

これにより、接合膜に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Si骨格が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、Si骨格と脱離基との間の結合を選択的に切断することができる。その結果、接合膜の特性（機械的特性、化学的特性等）が低下するのを防止しつつ、接合膜に接着性を発現させることができる。

【0023】

本発明の接合方法では、前記加熱の温度は、25～100℃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。

本発明の接合方法では、前記圧縮力は、0.2～10MPaであることが好ましい。

これにより、圧力が高すぎて基板や被着体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。

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。

【0024】

本発明の接合方法では、前記他の被着体は、あらかじめ、前記接合膜との密着性を高める表面処理を施した表面を有するものであり、

前記接合膜付き基材は、前記表面処理を施した表面に対して、前記接合膜が密着するようにして貼り合わされることが好ましい。

これにより、接合膜付き基材と被着体との接合強度をより高めることができる。

【0025】

本発明の接合方法では、前記他の被着体は、あらかじめ、官能基、ラジカル、開環分子、不飽和結合、ハロゲンおよび過酸化物からなる群から選択される少なくとも1つの基または物質を有する表面を有するものであり、

前記接合膜付き基材は、前記基または物質を有する表面に対して、前記接合膜が密着するようにして貼り合わされることが好ましい。

これにより、接合膜付き基材と被着体との接合強度を十分に高くすることができる。

【0026】

本発明の接合方法では、さらに、前記接合体に対して、そ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。

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。

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、前記接合体にエネルギー線を照射する方法、前記接合体を加熱する方法、および前記接合体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。

【0027】

本発明の接合体は、本発明の接合膜付き基材と、前記他の被着体とを有し、

これらを、前記接合膜を介して接合してなることを特徴とする。

これにより、接合膜付き基材と他の被着体とが高い寸法精度で強固に接合してなる信頼性の高い接合体が得られる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の接合膜付き基材、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。

本発明の接合膜付き基材は、基板（基材）と、この基板上に設けられた接合膜とを有しており、対向基板（他の被着体）に対して接合するのに用いられるものである。

この接合膜付き基材のうち、接合膜は、シロキサン（ Si-O ）結合を含みランダムな原子構造を有する Si 骨格と、この Si 骨格に結合する脱離基とを含む接合膜とを有するものである。

【0029】

このような接合膜付き基材は、接合膜の平面視における少なくとも一部の領域、すなわち、平面視における接合膜の全面または一部の領域に対して、エネルギーを付与することにより、接合膜の少なくとも表面付近に存在する脱離基が Si 骨格から脱離するものである。そして、この接合膜は、脱離基の脱離によって、その表面のエネルギーを付与した領域に、他の被着体との接着性が発現するという特徴を有するものである。

このような特徴を有する接合膜付き基材は、対向基板に対して、高い寸法精度で強固に、かつ低温下で効率よく接合可能なものである。そして、かかる接合膜付き基材を用いることにより、基板と対向基板とが強固に接合してなる信頼性の高い接合体が得られる。

【0030】

＜第1実施形態＞

まず、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第1実施形態について説明する。

図1および図2は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第1実施形態を説明するための図（縦断面図）、図3は、本発明の接合膜付き基材が備える接合膜のエネルギー付与前の状態を示す部分拡大図、図4は、本発明の接合膜付き基材が備える接合膜のエネルギー付与後の状態を示す部分拡大図である。なお、以下の説明では、図1ないし図4中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0031】

本実施形態にかかる接合方法は、本発明の接合膜付き基材を用意する工程と、接合膜付き基材の接合膜に対してエネルギーを付与して、接合膜中から脱離基を脱離させることにより、接合膜を活性化させる工程と、対向基板（他の被着体）を用意し、接合膜付き基材が備える接合膜と対向基板とが密着するように、これらを貼り合わせ、接合体を得る工程とを有する。

【0032】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

[1] まず、接合膜付き基材1（本発明の接合膜付き基材）を用意する。

接合膜付き基材1は、図1（a）に示すように、板状をなす基板（基材）2と、基板2上に設けられた接合膜3とを有している。

このうち、基板2は、接合膜3を支持する程度の剛性を有するものであれば、いかなる材料で構成されたものであってもよい。

【0033】

具体的には、基板2の構成材料は、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

10

20

30

40

50

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、シリコーン樹脂、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、酸化インジウムスズ（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、炭化タング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。

10

20

【0034】

また、基板2は、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働態化処理、または窒化処理等を施したものであってもよい。

また、基板（基材）2の形状は、接合膜3を支持する面を有するような形状であればよく、板状のものに限定されない。すなわち、基材の形状は、例えば、塊状（ブロック状）、棒状等であってもよい。

【0035】

なお、本実施形態では、基板2が板状をなしていることから、基板2が撓み易くなり、基板2は、対向基板4の形状に沿って十分に変形可能なものとなるため、これらの密着性がより高くなる。また、接合膜付き基材1において、基板2と接合膜3との密着性が高くなるとともに、基板2が撓むことによって、接合界面に生じる応力を、ある程度緩和することができる。

30

この場合、基板2の平均厚さは、特に限定されないが、0.01～10mm程度であるのが好ましく、0.1～3mm程度であるのがより好ましい。なお、後述する対向基板4の平均厚さも、前述した基板2の平均厚さと同様の範囲内であるのが好ましい。

【0036】

一方、接合膜3は、基板2と後述する対向基板4との間に位置し、これらの基板2、4の接合を担うものである。

40

かかる接合膜3は、図3、4に示すように、シロキサン（Si-O）結合302を含み、ランダムな原子構造を有するSi骨格301と、このSi骨格301に結合する脱離基303とを有するものである。

【0037】

本発明の接合膜付き基材は、主にこの接合膜3に特徴を有する。なお、この接合膜3については、後に詳述する。

また、基板2の少なくとも接合膜3を形成すべき領域には、基板2の構成材料に応じて、接合膜3を形成する前に、あらかじめ、基板2と接合膜3との密着性を高める表面処理を施すのが好ましい。

【0038】

50

かかる表面処理としては、例えば、スパッタリング処理、ブ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。このような処理を施すことにより、基板 2 の接合膜 3 を形成すべき領域を清浄化するとともに、該領域を活性化させることができる。これにより、基板 2 と接合膜 3 との接合強度を高めることができる。

【0039】

また、これらの各表面処理の中でもプラズマ処理を用いることにより、接合膜 3 を形成するために、基板 2 の表面を特に最適化することができる。

なお、表面処理を施す基板 2 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。

また、基板 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 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基板 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。

【0040】

このような材料で構成された基板 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、比較的活性の高い水酸基が結合している。したがって、このような材料で構成された基板 2 を用いると、上記のような表面処理を施さなくても、基板 2 と接合膜 3 との密着強度を高めることができる。

なお、この場合、基板 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く、少なくとも接合膜 3 を形成すべき領域の表面付近が上記のような材料で構成されていればよい。

【0041】

また、表面処理に代えて、基板 2 の少なくとも接合膜 3 を形成すべき領域には、あらかじめ、中間層を形成しておくのが好ましい。

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。このような中間層を介して基板 2 と接合膜 3 とを接合することになり、信頼性の高い接合体を得ることができる。

【0042】

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て用いることができる。

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、基板 2 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。

【0043】

[2] 次に、接合膜付き基材 1 の接合膜 3 の表面 35 に対してエネルギーを付与する。

エネルギーが付与されると、接合膜 3 では、脱離基 303 が Si 骨格 301 から脱離する。そして、脱離基 303 が脱離した後には、接合膜 3 の表面 35 および内部に活性手が生じる。これにより、接合膜 3 の表面 35 に、対向基板 4 との接着性が発現する。

このような状態の接合膜付き基材 1 は、対向基板 4 と、化学的結合に基づいて強固に接合可能なものとなる。

ここで、接合膜 3 に付与するエネルギーは、いかなる方法で付与されてもよく、例えば、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、プラズマに曝す（プラズマエネルギーを付与する）方法、オ

10

20

30

40

50

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。

【0044】

また、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。これらの方法は、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、エネルギー付与方法として好適である。

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

【0045】

これらのエネルギー線の中でも、特に、波長150～300nm程度の紫外線を用いるのが好ましい（図1（b）参照）。かかる紫外線によれば、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Si骨格301が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、Si骨格301と脱離基303との間の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に接着性を発現させることができる。

【0046】

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、脱離基303の脱離を効率よく行わせることができる。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、160～200nm程度とされる。

【0047】

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、 $1\text{ mW/cm}^2 \sim 1\text{ W/cm}^2$ 程度であるのが好ましく、 $5\text{ mW/cm}^2 \sim 50\text{ mW/cm}^2$ 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、3～3000mm程度とするのが好ましく、10～1000mm程度とするのがより好ましい。

【0048】

また、紫外線を照射する時間は、接合膜3の表面35付近の脱離基303を脱離し得る程度の時間、すなわち、接合膜3の内部の脱離基303を多量に脱離させない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、0.5～30分程度であるのが好ましく、1～10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。

一方、レーザー光としては、例えば、エキシマレーザー（フェムト秒レーザー）、Nd-YAGレーザー、Arレーザー、CO₂レーザー、He-Neレーザー等が挙げられる。

【0049】

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、特に大気雰囲気中で行うのが好ましい。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基板2の変質・劣化を防止することができる。

【0050】

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

10

20

30

40

50

く簡単に調整することができる。このため、接合膜 3 から脱離する脱離基 303 の脱離量を調整することが可能となる。このように脱離基 303 の脱離量を調整することにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 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、脱離基 303 の脱離量を多くすることにより、接合膜 3 の表面 35 および内部に、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、脱離基 303 の脱離量を少なくすることにより、接合膜 3 の表面および内部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。

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。

10

【0051】

ここで、エネルギーが付与される前の接合膜 3 は、図 3 に示すように、Si 骨格 301 と脱離基 303 とを有している。かかる接合膜 3 にエネルギーが付与されると、脱離基 303（本実施形態では、メチル基）が Si 骨格 301 から脱離する。これにより、図 4 に示すように、接合膜 3 の表面 35 に活性手 304 が生じ、活性化される。その結果、接合膜 3 の表面に接着性が発現する。

【0052】

ここで、接合膜 3 を「活性化させる」とは、接合膜 3 の表面 35 および内部の脱離基 303 が脱離して、Si 骨格 301 において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。）が生じた状態や、この未結合手が水酸基（OH 基）によって終端化された状態、または、これらの状態が混在した状態のことを言う。

20

【0053】

したがって、活性手 304 とは、未結合手（ダングリングボンド）、または未結合手が水酸基によって終端化されたもののことを言う。このような活性手 304 によれば、対向基板 4 に対して、特に強固な接合が可能となる。

なお、後者の状態（未結合手が水酸基によって終端化された状態）は、例えば、接合膜 3 に対して大気雰囲気中でエネルギー線を照射することにより、大気中の水分が未結合手を終端化することによって、容易に生成することができる。

30

【0054】

また、本実施形態では、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせる前に、あらかじめ、接合膜付き基材 1 の接合膜 3 に対してエネルギーを付与する場合について説明しているが、かかるエネルギーの付与は、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせる（重ね合わせる）際、または貼り合わせた（重ね合わせた）後に行われるようにしてもよい。このような場合については、後述する第 2 実施形態において説明する。

【0055】

[3] 対向基板（他の被着体）4 を用意する。そして、図 1（c）に示すように、活性化させた接合膜 3 と対向基板 4 とが密着するように、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせる。これにより、図 2（d）に示すような接合体 5 を得る。

40

このようにして得られた接合体 5 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、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とが接合されている。このため、接合体 5 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。

【0056】

また、このような接合膜付き基材 1 を用いて得られた接合体 5 を得る方法によれば、従来の固体接合のように、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基板 2 および対向基板 4 をも、接合に供することができる。

50

また、接合膜 3 を介して基板 2 と対向基板 4 とを接合しているため、基板 2 や対向基板 4 の構成材料に制約がないという利点もある。

【0057】

以上のことから、本発明によれば、基板 2 および対向基板 4 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、固体接合では、接合層を介していないため、基板 2 と対向基板 4 との間の熱膨張率に大きな差がある場合、その差に基づく応力が接合界面に集中し易く、剥離等が生じるおそれがあったが、接合体（本発明の接合体）5 では、接合膜 3 によって応力の集中が緩和され、剥離を防止することができる。

【0058】

また、本実施形態では、接合に供される基板 2 および対向基板 4 のうち、一方のみ（本実施形態では、基板 2）に接合膜 3 が設けられている。基板 2 上に接合膜 3 を形成する際に、接合膜 3 の形成方法によっては、基板 2 が比較的長時間にわたってプラズマに曝されることになるが、本実施形態では、対向基板 4 は、プラズマに曝されることはない。したがって、例えば、対向基板 4 のプラズマに対する耐久性が著しく低い場合であっても、本実施形態にかかる方法によれば、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを強固に接合することができる。したがって、対向基板 4 を構成する材料は、プラズマに対する耐久性をあまり考慮することなく、幅広い材料から選択することが可能になるという利点もある。

【0059】

ここで、用意する対向基板 4 は、基板 2 と同様、いかなる材料で構成されたものであってもよい。

具体的には、対向基板 4 は、基板 2 の構成材料と同様の材料で構成される。

また、対向基板 4 の形状も、基板 2 と同様、接合膜 3 が密着する面を有する形状であれば、特に限定されず、例えば、板状（層状）、塊状（ブロック状）、棒状等とされる。

ところで、対向基板 4 の構成材料は、基板 2 と異なっても同じでもよい。

【0060】

また、基板 2 と対向基板 4 の各熱膨張率は、ほぼ等しいのが好ましい。基板 2 と対向基板 4 の熱膨張率がほぼ等しければ、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合せた際に、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 5 において、剥離等の不具合が発生するのを確実に防止することができる。

また、後に詳述するが、基板 2 および対向基板 4 の各熱膨張率が互いに異なる場合でも、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせる際の条件を以下のように最適化することにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを高い寸法精度で強固に接合することができる。

すなわち、基板 2 と対向基板 4 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。

【0061】

具体的には、基板 2 と対向基板 4 との熱膨張率差にもよるが、基板 2 および対向基板 4 の温度が 25～50℃程度である状態下で、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 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、基板 2 と対向基板 4 の熱膨張率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 5 における反りや剥離等の発生を確実に防止することができる。

【0062】

また、この場合、基板 2 と対向基板 4 との間の熱膨張係数の差が、 $5 \times 10^{-5} / \text{K}$ 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合を行うことが特に推奨される。

また、基板 2 と対向基板 4 は、互いに剛性が異なっているのが好ましい。これにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とをより強固に接合することができる。

【0063】

また、基板2と対向基板4のうち、少なくとも一方の構成材料が、樹脂材料で構成されているのが好ましい。樹脂材料は、その柔軟性により、接合膜付き基材1と対向基板4とを接合した際に、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5を得ることができる。

【0064】

このような対向基板4の接合膜付き基材1との接合に供される領域には、対向基板4の構成材料に応じて、接合を行う前に、あらかじめ、対向基板4と接合膜3との密着性を高める表面処理を施すのが好ましい。これにより、接合膜付き基材1と対向基板4との接合強度をより高めることができる。

なお、表面処理としては、基板2に対して施す前述したような表面処理と同様の処理を適用することができる。

【0065】

また、対向基板4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、接合膜付き基材1と対向基板4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対向基板4の構成材料には、前述した基板2の構成材料と同様のもの、すなわち、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用いることができる。

さらに、対向基板4の接合膜付き基材1との接合に供される領域に、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、接合膜付き基材1と対向基板4との接合強度を十分に高くすることができる。

【0066】

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官能基、ラジカル、開環分子、2重結合、3重結合のような不飽和結合、F、Cl、Br、Iのようなハロゲン、過氧化物からなる群から選択される少なくとも1つの基または物質が挙げられる。このような基または物質を有する表面は、接合膜付き基材1の接合膜3に対する接合強度のさらなる向上を実現し得るものとなる。

【0067】

また、このようなものを有する表面が得られるように、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、接合膜付き基材1と特に強固に接合可能な対向基板4が得られる。

また、表面処理に代えて、対向基板4の接合膜付き基材1との接合に供される領域には、あらかじめ、接合膜3との密着性を高める機能を有する中間層を形成しておくのが好ましい。これにより、かかる中間層を介して接合膜付き基材1と対向基板4とを接合することになり、より接合強度の高い接合体5が得られるようになる。

かかる中間層の構成材料には、前述の基板2に形成する中間層の構成材料と同様のものを用いることができる。

【0068】

ここで、本工程において、接合膜付き基材1と対向基板4とが接合されるメカニズムについて説明する。

例えば、対向基板4の接合膜付き基材1との接合に供される領域に、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、接合膜付き基材1の接合膜3と対向基板4とが接触するように、これらを貼り合わせたとき、接合膜付き基材1の接合膜3の表面35に存在する水酸基と、対向基板4の前記領域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、接合膜付き基材1と対向基板4とが接合されると推察される。

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、脱水縮合する。その結果、接合膜付き基材1と対向基板4との接触界面では、水酸基が結合していた結合手同士が酸素原子を介して結合する。これにより、接合膜付き基材1と対向基

10

20

30

40

50

板 4 とがより強固に接合されると推察される。

【0069】

なお、前記工程〔2〕で活性化された接合膜 3 の表面は、その活性状態が経時的に緩和してしまう。このため、前記工程〔2〕の終了後、できるだけ早く本工程〔3〕を行うようにするのが好ましい。具体的には、前記工程〔2〕の終了後、60 分以内に本工程〔3〕を行うようにするのが好ましく、5 分以内に行うのがより好ましい。かかる時間内であれば、接合膜 3 の表面が十分な活性状態を維持しているので、本工程で接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせたとき、これらの間に十分な接合強度を得ることができる。

【0070】

換言すれば、活性化させる前の接合膜 3 は、Si 骨格 301 を有する接合膜であるため、化学的に比較的安定であり、耐候性に優れている。このため、活性化させる前の接合膜 3 は、長期にわたる保存に適したものとなる。したがって、そのような接合膜 3 を備えた基板 2 を多量に製造または購入して保存しておき、本工程の貼り合わせを行う直前に、必要な個数のみに前記工程〔2〕に記載したエネルギーの付与を行うようにすれば、接合体 5 の製造効率の観点から有効である。

【0071】

以上のようにして、図 2（d）に示す接合体（本発明の接合体）5 を得ることができる。

なお、図 2（d）では、接合膜付き基材 1 の接合膜 3 の全面を覆うように対向基板 4 を重ね合わせているが、これらの相対的な位置は、互いにずれていてもよい。すなわち、接合膜 3 から対向基板 4 がはみ出るように、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とが重ね合わされているともよい。

【0072】

このようにして得られた接合体 5 は、基板 2 と対向基板 4 との間の接合強度が 5 MPa (50 kgf/cm^2) 以上であるのが好ましく、 10 MPa (100 kgf/cm^2) 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 5 は、その剥離を十分に防止し得るものとなる。そして、後述のように、接合体 5 を用いて、例えば液滴吐出ヘッドを構成した場合、耐久性に優れた液滴吐出ヘッドが得られる。また、本発明の接合膜付き基材 1 によれば、基板 2 と対向基板 4 とが上記のような大きな接合強度で接合された接合体 5 を効率よく作製することができる。

【0073】

なお、従来のシリコン直接接合のような固体接合では、接合に供される表面を活性化させても、その活性状態は、大気中で数秒～数十秒程度の極めて短時間しか維持することができなかった。このため、表面の活性化を行った後、接合する 2 つの基板を貼り合わせる等の作業に要する時間を、十分に確保することができないという問題があった。

これに対し、本発明によれば、Si 骨格 301 を有する接合膜 3 を用いて接合を行っているため、数分以上の比較的長時間にわたって活性状態を維持することができる。このため、貼り合わせ作業に要する時間を十分に確保することができ、接合作業の効率化を高めることができる。

なお、接合体 5 を得た後、この接合体 5 に対して、必要に応じ、以下の 3 つの工程（〔4A〕、〔4B〕および〔4C〕）のうちの少なくとも 1 つの工程（接合体 5 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 5 の接合強度のさらなる向上を図ることができる。

【0074】

〔4A〕図 2（e）に示すように、得られた接合体 5 を、基板 2 と対向基板 4 とが互いに近づく方向に加圧する。

これにより、基板 2 の表面および対向基板 4 の表面に、それぞれ接合膜 3 の表面がより近接し、接合体 5 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 5 を加圧することにより、接合体 5 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 5 における接合強

10

20

30

40

50

度をさらに高めることができる。

このとき、接合体 5 を加圧する際の圧力は、接合体 5 が損傷を受けない程度の圧力で、できるだけ高い方が好ましい。これにより、この圧力に比例して接合体 5 における接合強度を高めることができる。

【0075】

なお、この圧力は、基板 2 および対向基板 4 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、基板 2 および対向基板 4 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 5 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、基板 2 および対向基板 4 の各構成材料によっては、基板 2 および対向基板 4 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 5 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。

【0076】

〔4B〕図 2（e）に示すように、得られた接合体 5 を加熱する。

これにより、接合体 5 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 5 を加熱する際の温度は、室温より高く、接合体 5 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 5 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。

【0077】

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〔4A〕、〔4B〕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（e）に示すように、接合体 5 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 5 の接合強度を特に高めることができる。

【0078】

〔4C〕図 2（f）に示すように、得られた接合体 5 に紫外線を照射する。

これにより、接合膜 3 と基板 2 および対向基板 4 との間に形成される化学結合を増加させ、基板 2 および対向基板 4 と接合膜 3 との間の接合強度をそれぞれ高めることができる。その結果、接合体 5 の接合強度を特に高めることができる。

このとき照射される紫外線の条件は、前記工程〔2〕に示した紫外線の条件と同等にすればよい。

また、本工程〔4C〕を行う場合、基板 2 および対向基板 4 のうち、いずれか一方が透光性を有していることが必要である。そして、透光性を有する基板側から、紫外線を照射することにより、接合膜 3 に対して確実に紫外線を照射することができる。

以上のような工程を行うことにより、接合体 5 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。

【0079】

ここで、前述したように、本発明の接合膜付き基材は、接合膜 3 に特徴を有している。以下、接合膜 3 について詳述する。

前述したように、接合膜 3 は、図 3、4 に示すように、シロキサン（Si—O）結合 302 を含み、ランダムな原子構造を有する Si 骨格 301 と、この Si 骨格 301 に結合する脱離基 303 とを有するものである。また、Si 骨格 301 は、その結晶化度が 45% 以下のものである。このような接合膜 3 は、シロキサン結合 302 を含みランダムな原子構造を有する Si 骨格 301 の影響によって、変形し難い強固な膜となる。これは、Si 骨格 301 の結晶性が低くなるため、結晶粒界における転位やズレ等の欠陥が生じ難いためであると考えられる。このため、接合膜 3 自体が接合強度、耐薬品性および寸法精度

10

20

30

40

50

の高いものとなり、最終的に得られる接合体 5 においても、接合強度、耐薬品性および寸法精度が高いものが得られる。

【0080】

このような接合膜 3 は、エネルギーが付与されると、脱離基 303 が Si 骨格 301 から脱離し、図 4 に示すように、接合膜 3 の表面 35 および内部に、活性基 304 が生じるものである。そして、これにより、接合膜 3 表面に接着性が発現する。

かかる接着性が発現すると、接合膜 3 を備えた接合膜付き基材 1 は、対向基板 4 に対して、高い寸法精度で強固に効率よく接合可能なものとなる。

【0081】

また、このような接合膜 3 は、流動性を有しない固体状のものとなる。このため、従来、流動性を有する液状または粘液状の接着剤に比べて、接着層（接合膜 3）の厚さや形状がほとんど変化しない。これにより、接合膜付き基材 1 を用いて得られた接合体 5 の寸法精度は、従来に比べて格段に高いものとなる。さらに、接着剤の硬化に要する時間が不要になるため、短時間で強固な接合が可能となる。

【0082】

このような接合膜 3 としては、特に、接合膜 3 を構成する全原子から H 原子を除いた原子のうち、Si 原子の含有率と O 原子の含有率の合計が、10～90 原子%程度であるのが好ましく、20～80 原子%程度であるのがより好ましい。Si 原子と O 原子とが、前記範囲の含有率で含まれていれば、接合膜 3 は、Si 原子と O 原子とが強固なネットワークを形成し、接合膜 3 自体が強固なものとなる。また、かかる接合膜 3 は、基板 2 および対向基板 4 に対して、特に高い接合強度を示すものとなる。

【0083】

また、接合膜 3 中の Si 原子と O 原子の存在比は、3：7～7：3 程度であるのが好ましく、4：6～6：4 程度であるのがより好ましい。Si 原子と O 原子の存在比を前記範囲内になるよう設定することにより、接合膜 3 の安定性が高くなり、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とをより強固に接合することができるようになる。

また、接合膜 3 中の Si 骨格 301 の結晶化度は、前述したように 45%以下であるが、好ましくは 40%以下である。このような Si 骨格 301 は十分にランダムな原子構造を含むものとなる。このため、前述した Si 骨格 301 の特性が顕在化し、接合膜 3 の寸法精度および接着性がより優れたものとなる。

【0084】

なお、Si 骨格 301 の結晶化度が前記上限値を上回った場合、Si 骨格 301 における原子構造の規則性が顕著になり、Si 骨格 301 において結晶の特性が支配的になる一方、Si 骨格 301 の原子構造がランダムであることの特性がほとんど認められなくなる。

前述したように、Si 骨格 301 がランダムな原子構造を有することにより、Si 骨格 301 において結晶粒界における転位やズレ等の欠陥が生じ難くなるため、接合膜 3 は変形し難い強固な膜となる。その結果、接合膜 3 は、接合強度、耐薬品性および寸法精度の高いものとなる。

【0085】

また、接合膜 3 は、その構造中に Si-H 結合を含んでいるのが好ましい。この Si-H 結合は、特にプラズマ重合法によってシランが重合反応する際に重合物中に生じるものであるが、このとき、Si-H 結合がシロキサン結合の生成が規則的に行われるのを阻害すると考えられる。このため、シロキサン結合は、Si-H 結合を避けるように形成されることとなり、Si 骨格 301 の原子構造の規則性が低下する。このようにして、プラズマ重合法によれば、結晶化度の低い Si 骨格 301 を効率よく形成することができる。

一方、接合膜 3 中の Si-H 結合の含有率が多ければ多いほど結晶化度が低くなるわけではない。具体的には、接合膜 3 の赤外光吸収スペクトルにおいて、シロキサン結合に帰属するピークの強度を 1 としたとき、Si-H 結合に帰属するピークの強度は、0.001～0.2 程度であるのが好ましく、0.002～0.05 程度であるのがより好ましく

10

20

30

40

50

、0.005～0.02程度であるのがさらに好ましい。Si-H結合のシロキサン結合に対する割合が前記範囲内であることにより、接合膜3中の原子構造は、相対的に最もランダムなものとなる。このため、Si-H結合のピーク強度がシロキサン結合のピーク強度に対して前記範囲内にある場合、接合膜3は、接合強度、耐薬品性および寸法精度において特に優れたものとなる。

【0086】

また、Si骨格301に結合する脱離基303は、前述したように、Si骨格301から脱離することによって、接合膜3に活性手を生じさせるよう振る舞うものである。したがって、脱離基303には、エネルギーを付与されることによって、比較的簡単に、かつ均一に脱離するものの、エネルギーが付与されないときには、脱離しないようSi骨格301に確実に結合しているものである必要がある。

10

【0087】

かかる観点から、脱離基303には、H原子、B原子、C原子、N原子、O原子、P原子、S原子およびハロゲン系原子、またはこれらの各原子を含み、これらの各原子がSi骨格301に結合するよう配置された原子団からなる群から選択される少なくとも1種で構成されたものが好ましく用いられる。かかる脱離基303は、エネルギーの付与による結合／脱離の選択性に比較的優れている。このため、このような脱離基303は、上記のような必要性を十分に満足し得るものとなり、接合膜付き基材1の接着性をより高度なものとすることができる。

【0088】

20

なお、上記のような各原子がSi骨格301に結合するよう配置された原子団（基）としては、例えば、メチル基、エチル基のようなアルキル基、ビニル基、アリル基のようなアルケニル基、アルデヒド基、ケトン基、カルボキシ基、アミノ基、アミド基、ニトロ基、ハロゲン化アルキル基、メルカプト基、スルホン酸基、シアノ基、イソシアネート基等が挙げられる。

【0089】

これらの各基の中でも、脱離基303は、特にアルキル基であるのが好ましい。アルキル基は化学的な安定性が高いため、アルキル基を含む接合膜3は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

ここで、脱離基303がメチル基（ $-CH_3$ ）である場合、その好ましい含有率は、赤外光吸収スペクトルにおけるピーク強度から以下のように規定される。

30

【0090】

すなわち、接合膜3の赤外光吸収スペクトルにおいて、シロキサン結合に帰属するピークの強度を1としたとき、メチル基に帰属するピークの強度は、0.05～0.45程度であるのが好ましく、0.1～0.4程度であるのがより好ましく、0.2～0.3程度であるのがさらに好ましい。メチル基のピーク強度がシロキサン結合のピーク強度に対する割合が前記範囲内であることにより、メチル基がシロキサン結合の生成を必要以上に阻害するのを防止しつつ、接合膜3中に必要かつ十分な数の活性手が生じるため、接合膜3に十分な接着性が生じる。また、接合膜3には、メチル基に起因する十分な耐候性および耐薬品性が発現する。

40

【0091】

このような特徴を有する接合膜3の構成材料としては、例えば、ポリオルガノシロキサンのようなシロキサン結合を含む重合体等が挙げられる。

ポリオルガノシロキサンで構成された接合膜3は、それ自体が優れた機械的特性を有している。また、多くの材料に対して特に優れた接着性を示すものである。したがって、ポリオルガノシロキサンで構成された接合膜3は、基板2に対して特に強固に被着するとともに、対向基板4に対しても特に強い被着力を示し、その結果として、基板2と対向基板4とを強固に接合することができる。

また、ポリオルガノシロキサンは、通常、撥水性（非接着性）を示すが、エネルギーを付与されることにより、容易に有機基を脱離させることができ、親水性に変化し、接着性

50

を発現するが、この非接着性と接着性との制御を容易かつ確実にできるという利点を有する。

【0092】

なお、この撥水性（非接着性）は、主に、ポリオルガノシロキサン中に含まれたアルキル基による作用である。したがって、ポリオルガノシロキサンで構成された接合膜3は、エネルギーを付与されることにより、表面35に接着性が発現するとともに、表面35以外の部分においては、前述したアルキル基による作用・効果が得られるという利点も有する。したがって、接合膜3は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなり、例えば、薬品類等に長期にわたって曝されるような基板の接合に際して、有効に用いられるものとなる。これにより、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、ポリオルガノシロキサンで構成された接合膜3を備えた接合膜付き基材1を用いることにより、耐久性および耐薬品性の高い液滴吐出ヘッドを得ることができる。

10

【0093】

また、ポリオルガノシロキサンの中でも、特に、オクタメチルトリシロキサンの重合物を主成分とするものが好ましい。オクタメチルトリシロキサンの重合物を主成分とする接合膜3は、接着性に特に優れることから、本発明の接合膜付き基材に対して特に好適に適用できるものである。また、オクタメチルトリシロキサンを主成分とする原料は、常温で液状をなし、適度な粘度を有するため、取り扱いが容易であるという利点もある。

また、接合膜3の平均厚さは、1～1000nm程度であるのが好ましく、2～800nm程度であるのがより好ましい。接合膜3の平均厚さを前記範囲内とすることにより、接合膜付き基材1と対向基板4とを接合した接合体5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することができる。

20

【0094】

すなわち、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5の寸法精度が著しく低下するおそれがある。

さらに、接合膜3の平均厚さが前記範囲内であれば、接合膜3にある程度の形状追従性が確保される。このため、例えば、基板2の接合面（接合膜3に隣接する面）に凹凸が存在している場合でも、その凹凸の高さにもよるが、凹凸の形状に追従するように接合膜3を被着させることができる。その結果、接合膜3は、凹凸を吸収して、その表面に生じる凹凸の高さを緩和することができる。そして、接合膜付き基材1と対向基板4とを貼り合わせた際に、接合膜3の対向基板4に対する密着性を高めることができる。

30

なお、上記のような形状追従性の程度は、接合膜3の厚さが厚いほど顕著になる。したがって、形状追従性を十分に確保するためには、接合膜3の厚さをできるだけ厚くすればよい。

【0095】

このような接合膜3は、いかなる方法で作製されたものでもよく、プラズマ重合法、CVD法、PVD法のような各種気相成膜法や、各種液相成膜法等により作製することができるが、これらの中でも、プラズマ重合法により作製されたものが好ましい。プラズマ重合法によれば、緻密で均質な接合膜3を効率よく作製することができる。これにより、プラズマ重合法で作製された接合膜3は、対向基板4に対して特に強固に接合し得るものとなる。さらに、プラズマ重合法で作製された接合膜3は、エネルギーが付与されて活性化された状態が比較的長時間にわたって維持される。このため、接合体5の製造過程の簡素化、効率化を図ることができる。

40

【0096】

以下、一例として、プラズマ重合法により接合膜3を作製する方法について説明する。

まず、接合膜3の作製方法を説明するのに先立って、基板2上にプラズマ重合法を行い接合膜3を作製する際に用いるプラズマ重合装置について説明する。

図5は、本発明の接合方法に用いられるプラズマ重合装置を模式的に示す縦断面図であ

50

る。なお、以下の説明では、図 5 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0097】

図 5 に示すプラズマ重合装置 100 は、チャンバー 101 と、基板 2 を支持する第 1 の電極 130 と、第 2 の電極 140 と、各電極 130、140 間に高周波電圧を印加する電源回路 180 と、チャンバー 101 内にガスを供給するガス供給部 190 と、チャンバー 101 内のガスを排気する排気ポンプ 170 とを備えている。これらの各部のうち、第 1 の電極 130 および第 2 の電極 140 がチャンバー 101 内に設けられている。以下、各部について詳細に説明する。

【0098】

チャンバー 101 は、内部の気密を保持し得る容器であり、内部を減圧（真空）状態にして使用されるため、内部と外部との圧力差に耐え得る耐圧性能を有するものとされる。

図 5 に示すチャンバー 101 は、軸線が水平方向に沿って配置されたほぼ円筒形をなすチャンバー本体と、チャンバー本体の左側開口部を封止する円形の側壁と、右側開口部を封止する円形の側壁とで構成されている。

【0099】

チャンバー 101 の上方には供給口 103 が、下方には排気口 104 が、それぞれ設けられている。そして、供給口 103 にはガス供給部 190 が接続され、排気口 104 には排気ポンプ 170 が接続されている。

なお、本実施形態では、チャンバー 101 は、導電性の高い金属材料で構成されており、接地線 102 を介して電氣的に接地されている。

【0100】

第 1 の電極 130 は、板状をなしており、基板 2 を支持している。

この第 1 の電極 130 は、チャンバー 101 の側壁の内壁面に、鉛直方向に沿って設けられており、これにより、第 1 の電極 130 は、チャンバー 101 を介して電氣的に接地されている。なお、第 1 の電極 130 は、図 5 に示すように、チャンバー本体と同心状に設けられている。

【0101】

第 1 の電極 130 の基板 2 を支持する面には、静電チャック（吸着機構）139 が設けられている。

この静電チャック 139 により、図 5 に示すように、基板 2 を鉛直方向に沿って支持することができる。また、基板 2 に多少の反りがあっても、静電チャック 139 に吸着させることにより、その反りを矯正した状態で基板 2 をプラズマ処理に供することができる。

【0102】

第 2 の電極 140 は、基板 2 を介して、第 1 の電極 130 と対向して設けられている。なお、第 2 の電極 140 は、チャンバー 101 の側壁の内壁面から離間した（絶縁された）状態で設けられている。

この第 2 の電極 140 には、配線 184 を介して高周波電源 182 が接続されている。また、配線 184 の途中には、マッチングボックス（整合器）183 が設けられている。これらの配線 184、高周波電源 182 およびマッチングボックス 183 により、電源回路 180 が構成されている。

【0103】

このような電源回路 180 によれば、第 1 の電極 130 は接地されているので、第 1 の電極 130 と第 2 の電極 140 との間に高周波電圧が印加される。これにより、第 1 の電極 130 と第 2 の電極 140 との間隙には、高い周波数で向きが反転する電界が誘起される。

ガス供給部 190 は、チャンバー 101 内に所定のガスを供給するものである。

【0104】

図 5 に示すガス供給部 190 は、液状の膜材料（原料液）を貯留する貯液部 191 と、液状の膜材料を気化してガス状に変化させる気化装置 192 と、キャリアガスを貯留するガスボンベ 193 とを有している。また、これらの各部とチャンバー 101 の供給口 10

10

20

30

40

50

3とが、それぞれ配管194で接続されており、ガス状の膜材料（原料ガス）とキャリアガスとの混合ガスを、供給口103からチャンバー101内に供給するように構成されている。

【0105】

貯液部191に貯留される液状の膜材料は、プラズマ重合装置100により、重合して基板2の表面に重合膜を形成する原材料となるものである。

このような液状の膜材料は、気化装置192により気化され、ガス状の膜材料（原料ガス）となってチャンバー101内に供給される。なお、原料ガスについては、後に詳述する。

【0106】

ガスポンベ193に貯留されるキャリアガスは、電界の作用により放電し、およびこの放電を維持するために導入するガスである。このようなキャリアガスとしては、例えば、Arガス、Heガス等が挙げられる。

また、チャンバー101内の供給口103の近傍には、拡散板195が設けられている。

【0107】

拡散板195は、チャンバー101内に供給される混合ガスの拡散を促進する機能を有する。これにより、混合ガスは、チャンバー101内に、ほぼ均一の濃度で分散することができる。

排気ポンプ170は、チャンバー101内を排気するものであり、例えば、油回転ポンプ、ターボ分子ポンプ等で構成される。このようにチャンバー101内を排気して減圧することにより、ガスを容易にプラズマ化することができる。また、大気雰囲気との接触による基板2の汚染・酸化等を防止するとともに、プラズマ処理による反応生成物をチャンバー101内から効果的に除去することができる。

また、排気口104には、チャンバー101内の圧力を調整する圧力制御機構171が設けられている。これにより、チャンバー101内の圧力が、ガス供給部190の動作状況に応じて、適宜設定される。

【0108】

次に、上記のプラズマ重合装置100を用いて、基板2上に接合膜3を作製する方法について説明する。

図6は、基板2上に接合膜3を作製する方法を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図6中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

接合膜3は、強電界中に、原料ガスとキャリアガスとの混合ガスを供給することにより、原料ガス中の分子を重合させ、重合物を基板2上に堆積させることにより得ることができる。以下、詳細に説明する。

【0109】

まず、基板2を用意し、必要に応じて、基板2の上面25に前述したような表面処理を施す。

次に、基板2をプラズマ重合装置100のチャンバー101内に収納して封止状態とした後、排気ポンプ170の作動により、チャンバー101内を減圧状態とする。

次に、ガス供給部190を作動させ、チャンバー101内に原料ガスとキャリアガスの混合ガスを供給する。供給された混合ガスは、チャンバー101内に充填される（図6（a）参照）。

【0110】

ここで、混合ガス中における原料ガスの占める割合（混合比）は、原料ガスやキャリアガスの種類や目的とする成膜速度等によって若干異なるが、例えば、混合ガス中の原料ガスの割合を20～70%程度に設定するのが好ましく、30～60%程度に設定するのがより好ましい。これにより、重合膜の形成（成膜）の条件の最適化を図ることができる。

また、供給するガスの流量は、ガスの種類や目的とする成膜速度、膜厚等によって適宜決定され、特に限定されるものではないが、通常は、原料ガスおよびキャリアガスの流量

10

20

30

40

50

を、それぞれ、1～100ccm程度に設定するのが好ましく、10～60ccm程度に設定するのがより好ましい。

【0111】

次いで、電源回路180を作動させ、一对の電極130、140間に高周波電圧を印加する。これにより、一对の電極130、140間に存在するガスの分子が電離し、プラズマが発生する。このプラズマのエネルギーにより原料ガス中の分子が重合し、図6(b)に示すように、重合物が基板2に付着・堆積する。これにより、基板2上にプラズマ重合膜で構成された接合膜3が形成される(図6(c)参照)。

また、プラズマの作用により、基板2の表面が活性化・清浄化される。このため、原料ガスの重合物が基板2の表面に堆積し易くなり、接合膜3の安定した成膜が可能になる。このようにプラズマ重合によれば、基板2の構成材料によらず、基板2と接合膜3との密着強度をより高めることができる。

【0112】

原料ガスとしては、例えば、メチルシロキサン、オクタメチルトリシロキサン、デカメチルテトラシロキサン、デカメチルシクロペンタシロキサン、オクタメチルシクロテトラシロキサン、メチルフェニルシロキサンのようなオルガノシロキサン等が挙げられる。

このような原料ガスを用いて得られるプラズマ重合膜、すなわち接合膜3は、これらの原料が重合してなるもの(重合物)、すなわちポリオルガノシロキサンで構成されることとなる。

【0113】

プラズマ重合の際、一对の電極130、140間に印加する高周波の周波数は、特に限定されないが、1kHz～100MHz程度であるのが好ましく、10～60MHz程度であるのがより好ましい。

また、高周波の出力密度は、特に限定されないが、0.01～100W/cm²程度であるのが好ましく、0.1～50W/cm²程度であるのがより好ましく、1～40W/cm²程度であるのがさらに好ましい。高周波の出力密度を前記範囲内とすることにより、高周波の出力密度が高過ぎて原料ガスに必要以上のプラズマエネルギーが付加されるのを防止しつつ、ランダムな原子構造を有するSi骨格301を確実に形成することができる。すなわち、高周波の出力密度が前記下限値を下回った場合、原料ガス中の分子に重合反応を生じさせることができず、接合膜3を形成することができないおそれがある。一方、高周波の出力密度が前記上限値を上回った場合、原料ガスが分解する等して、脱離基303となり得る構造がSi骨格301から分離してしまい、得られる接合膜3において脱離基303の含有率が著しく低くなったり、Si骨格301のランダム性が低下する(規則性が高くなる)おそれがある。

【0114】

また、成膜時のチャンバー101内の圧力は、133.3×10⁻⁵～1333Pa(1×10⁻⁵～10Torr)程度であるのが好ましく、133.3×10⁻⁴～133.3Pa(1×10⁻⁴～1Torr)程度であるのがより好ましい。

原料ガス流量は、0.5～200sccm程度であるのが好ましく、1～100sccm程度であるのがより好ましい。一方、キャリアガス流量は、5～750sccm程度であるのが好ましく、10～500sccm程度であるのがより好ましい。

【0115】

処理時間は、1～10分程度であるのが好ましく、4～7分程度であるのがより好ましい。

また、基板2の温度は、25℃以上であるのが好ましく、25～100℃程度であるのがより好ましい。

以上のようにして、接合膜3を得るとともに、接合膜付き基材1を得ることができる。

なお、接合膜3は、光を透過させることができる。また、接合膜3の形成条件(プラズマ重合の際の条件や原料ガスの組成等)を適宜設定することにより、接合膜3の屈折率を調整することができる。具体的には、プラズマ重合の際の高周波の出力密度を高めること

10

20

30

40

50

により、接合膜 3 の屈折率を高めることができ、反対に、プラズマ重合の際の高周波の出力密度を低くすることにより、接合膜 3 の屈折率を低くすることができる。

【0116】

具体的には、プラズマ重合法によれば、屈折率の範囲が 1.35 ～ 1.6 程度の接合膜 3 が得られる。このような接合膜 3 は、その屈折率が、水晶や石英ガラスの屈折率に近いため、例えば接合膜 3 を光路が貫通するような構造の光学部品を製造する際に好適に用いられる。また、接合膜 3 の屈折率を調整することができるので、所望の屈折率の接合膜 3 を作製することができる。

【0117】

<第 2 実施形態>

次に、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第 2 実施形態について説明する。

図 7 は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 2 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図 7 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0118】

以下、第 2 実施形態にかかる接合方法について説明するが、前記第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本実施形態にかかる接合方法は、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを重ね合わせた後に、接合膜 3 にエネルギーを付与するようにした以外は、前記第 1 実施形態と同様である。

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、本発明の接合膜付き基材 1 を用意する工程と、対向基板（他の被着体）4 を用意し、接合膜付き基材 1 が備える接合膜 3 と対向基板 4 とが密着するように、これらを重ね合わせる工程と、重ね合わせてなる仮接合体中の接合膜 3 に対してエネルギーを付与して、接合膜 3 を活性化させ、これにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを接合してなる接合体 5 を得る工程とを有する。

【0119】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

〔1〕まず、前記第 1 実施形態と同様にして、接合膜付き基材 1 を用意する（図 7（a）参照）。

〔2〕次に、図 7（b）に示すように、対向基板 4 を用意し、接合膜 3 の表面 35 と対向基板 4 とが密着するように、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを重ね合わせ、仮接合体を得る。なお、この仮接合体の状態では、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 との間は接合されていないので、接合膜付き基材 1 の対向基板 4 に対する相対位置を調整することができる。これにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを重ね合わせた後、互いをずらすことによって、これらの位置を容易に微調整することができる。その結果、接合膜付き基材 1 の対向基板 4 に対する位置精度を高めることができる。

【0120】

〔3〕次に、図 7（c）に示すように、仮接合体中の接合膜 3 に対してエネルギーを付与する。接合膜 3 にエネルギーが付与されると、接合膜 3 に、対向基板 4 との接着性が発現する。これにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とが接合され、接合体 5 が得られる。

ここで、接合膜 3 に付与するエネルギーは、いかなる方法で付与されてもよいが、例えば、前記第 1 実施形態で挙げたような方法で付与される。

【0121】

また、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、接合膜 3 を加熱する方法、および接合膜 3 に圧縮力（物理的エネルギー）を付与する方法のうちの少なくとも 1 つの方法を用いるのが好ましい。これらの方法は、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、エネルギー付与方法として好適である。

【0122】

このうち、接合膜3にエネルギー線を照射する方法としては、前記第1実施形態と同様の方法を用いることができる。

なお、この場合、エネルギー線は、基板2または対向基板4を透過して接合膜3に照射されることとなる。したがって、基板2または対向基板4は、透光性を有するものであるのが好ましい。

一方、接合膜3を加熱することにより、接合膜3に対してエネルギーを付与する場合には、加熱温度を25～100℃程度に設定するのが好ましく、50～100℃程度に設定するのがより好ましい。かかる範囲の温度で加熱すれば、基板2が熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、接合膜3を確実に活性化させることができる。

10

【0123】

また、加熱時間は、接合膜3の脱離基303を脱離し得る程度の時間とすればよく、具体的には、加熱温度が前記範囲内であれば、1～30分程度であるのが好ましい。

また、接合膜3は、いかなる方法で加熱されてもよいが、例えば、ヒータを用いる方法、赤外線を照射する方法、火炎に接触させる方法等の各種方法で加熱することができる。

なお、赤外線を照射する方法を用いる場合には、基板2または対向基板4は、光吸収性を有する材料で構成されているのが好ましい。これにより、赤外線を照射された基板2または対向基板4は、効率よく発熱する。その結果、接合膜3を効率よく加熱することができる。

【0124】

20

また、ヒータを用いる方法または火炎に接触させる方法を用いる場合には、基板2または対向基板4は、熱伝導性に優れた材料で構成されているのが好ましい。これにより、基板2または対向基板4を介して、接合膜3に対して効率よく熱を伝えることができ、接合膜3を効率よく加熱することができる。

また、接合膜3に圧縮力を付与することにより、接合膜3に対してエネルギーを付与する場合には、接合膜付き基材1と対向基板4とが互いに近づく方向に、0.2～10MPa程度の圧力で圧縮するのが好ましく、1～5MPa程度の圧力で圧縮するのがより好ましい。これにより、単に圧縮するのみで、接合膜3に対して適度なエネルギーを簡単に付与することができ、接合膜3に、対向基板4との十分な接着性が発現する。なお、この圧力が前記上限値を上回っても構わないが、基板2と対向基板4の各構成材料によっては、

30

【0125】

また、圧縮力を付与する時間は、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、圧縮力を付与する時間は、圧縮力の大きさに応じて適宜変更すればよい。具体的には、圧縮力の大きさが大きいほど、圧縮力を付与する時間を短くすることができる。

以上のようにして接合体5を得ることができる。

なお、接合体5を得た後、この接合体5に対して、必要に応じ、前記第1実施形態の工程[4A]、[4B]および[4C]のうちの少なくとも1つの工程を行うようにしてもよい。

40

【0126】

<第3実施形態>

次に、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第3実施形態について説明する。

図8および図9は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第3実施形態を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図8および図9中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0127】

以下、第3実施形態にかかる接合方法について説明するが、前記第1実施形態および前

50

記第 2 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本実施形態にかかる接合方法は、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を接合するようにした以外は、前記第 1 実施形態と同様である。

【0128】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、本発明の接合膜付き基材 1 を 2 枚用意する工程と、それぞれの接合膜付き基材 1 の各接合膜 3 1、3 2 に対してそれぞれエネルギーを付与して、各接合膜 3 1、3 2 を活性化させる工程と、各接合膜 3 1、3 2 同士が密着するように、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を貼り合わせ、接合体 5 a を得る工程とを有する。

10

【0129】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

[1] まず、前記第 1 実施形態と同様にして、2 枚の接合膜付き基材 1 を用意する（図 8 (a) 参照）。なお、本実施形態では、この 2 枚の接合膜付き基材 1 として、図 8 (a) に示すように、基板 2 1 とこの基板 2 1 上に設けられた接合膜 3 1 とを有する接合膜付き基材 1 と、基板 2 2 とこの基板 2 2 上に設けられた接合膜 3 2 とを有する接合膜付き基材 1 とを用いるものとする。

【0130】

[2] 次に、図 8 (b) に示すように、2 枚の接合膜付き基材 1 の各接合膜 3 1、3 2 に対して、それぞれエネルギーを付与する。各接合膜 3 1、3 2 にエネルギーが付与されると、各接合膜 3 1、3 2 では、図 3 に示す脱離基 3 0 3 が Si 骨格 3 0 1 から脱離する。そして、脱離基 3 0 3 が脱離した後は、図 4 に示すように、各接合膜 3 1、3 2 の表面 3 5 および内部に活性手 3 0 4 が生じ、各接合膜 3 1、3 2 が活性化される。これにより、各接合膜 3 1、3 2 にそれぞれ接着性が発現する。

20

このような状態の 2 枚の接合膜付き基材 1 は、それぞれ互いに接着可能なものとなる。

なお、エネルギー付与方法としては、前記第 1 実施形態と同様の方法を用いることができる。

【0131】

ここで、接合膜 3 を「活性化させる」とは、前述したように、各接合膜 3 1、3 2 の表面 3 5 1、3 5 2 および内部の脱離基 3 0 3 が脱離して、Si 骨格 3 0 1 に終端化されていない結合手（未結合手）が生じた状態や、この未結合手が水酸基（OH 基）によって終端化された状態、または、これらの状態が混在した状態のことを言う。

30

したがって、活性手 3 0 4 とは、未結合手または未結合手が水酸基によって終端化されたもののことを言う。

【0132】

[3] 次に、図 8 (c) に示すように、接着性が発現した各接合膜 3 同士が密着するように、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を貼り合わせ、接合体 5 a を得る。

ここで、本工程において、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を接合するが、この接合は、以下のような 2 つのメカニズム (i)、(ii) の双方または一方に基づくものであると推察される。

40

【0133】

(i) 例えば、各接合膜 3 1、3 2 の表面 3 5 1、3 5 2 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、各接合膜 3 1、3 2 同士が密着するように、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を貼り合わせたとき、各接合膜付き基材 1 の接合膜 3 1、3 2 の表面 3 5 1、3 5 2 に存在する水酸基同士が、水素結合によって互いに引き合い、水酸基同士の間に引力が発生する。この引力によって、2 枚の接合膜付き基材 1 同士が接合されると推察される。

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、脱水縮合する。その結果、2 枚の接合膜付き基材 1 同士の間では、水酸基が結合していた結合手同士が酸素原子を介して結合する。これにより、2 枚の接合膜付き基材 1 同士がより強

50

固に接合されると推察される。

【0134】

(ii) 2枚の接合膜付き基材1同士を貼り合わせると、各接合膜31、32の表面351、352や内部に生じた終端化されていない結合手（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。これにより、各接合膜31、32を構成するそれぞれの母材（Si骨格301）同士が直接接合して、各接合膜31、32同士が一体化する。

【0135】

以上のような(i)または(ii)のメカニズムにより、図8(d)に示すような接合体5aが得られる。

なお、接合体5aを得た後、この接合体5aに対して、必要に応じ、前記第1実施形態の工程[4A]、[4B]および[4C]のうちの少なくとも1つの工程を行うようにしてもよい。

例えば、図9(e)に示すように、接合体5aを加圧しつつ、加熱することにより、接合体5aの各基板21、22同士がより近接する。これにより、各接合膜31、32の界面における水酸基の脱水縮合や未結合手同士の再結合が促進される。そして、各接合膜31、32同士の一体化がより進行する。その結果、図9(f)に示すように、ほぼ完全に一体化された接合膜30を有する接合体5a'が得られる。

【0136】

<第4実施形態>

次に、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第4実施形態について説明する。

図10は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第4実施形態を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図10中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0137】

以下、第4実施形態にかかる接合方法について説明するが、前記第1実施形態ないし前記第3実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本実施形態にかかる接合方法は、接合膜3の一部の所定領域350のみを選択的に活性化させることにより、接合膜付き基材1と対向基板4とを、前記所定領域350において部分的に接合するようにした以外は、前記第1実施形態と同様である。

【0138】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、本発明の接合膜付き基材1を用意する工程と、接合膜付き基材1の接合膜3に対して、一部の所定領域350に対して選択的にエネルギーを付与して、前記所定領域350を選択的に活性化させる工程と、対向基板（他の被着体）4を用意し、接合膜付き基材1が備える接合膜3と対向基板4とが密着するように、これらを貼り合わせ、接合膜付き基材1と対向基板4とが前記所定領域350において部分的に接合されてなる接合体5bを得る工程とを有する。

【0139】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

[1] まず、接合膜付き基材1（本発明の接合膜付き基材）を用意する（図10(a)参照）。

[2] 次に、図10(b)に示すように、接合膜付き基材1の接合膜3の表面35のうち、一部の所定領域350に対して選択的にエネルギーを付与する。

エネルギーが付与されると、接合膜3では、所定領域において、脱離基303がSi骨格301から脱離する（図3参照）。そして、脱離基303が脱離した後には、接合膜3の表面35および内部に活性手304が生じる（図4参照）。これにより、接合膜3の所定領域350に、対向基板4との接着性が発現し、一方、接合膜3の所定領域350以外

の領域には、該接着性はほとんど発現しない。

このような状態の接合膜付き基材 1 は、所定領域 350 において、対向基板 4 と部分的に接着可能なものとなる。

【0140】

ここで、接合膜 3 に付与するエネルギーは、いかなる方法で付与されてもよいが、例えば、前記第 1 実施形態で挙げたような方法で付与される。

また、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。この方法は、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、エネルギー付与方法として好適である。

10

【0141】

また、本実施形態では、エネルギー線として、特に、レーザー光、電子線のような指向性の高いエネルギー線を用いるのが好ましい。かかるエネルギー線であれば、目的の方向に向けて照射することにより、所定領域に対してエネルギー線を選択的にかつ簡単に照射することができる。

また、指向性の低いエネルギー線であっても、接合膜 3 の表面 35 のうち、エネルギー線を照射すべき所定領域 350 以外の領域を覆うように（隠すように）して照射すれば、所定領域 350 に対してエネルギー線を選択的に照射することができる。

具体的には、図 10 (b) に示すように、接合膜 3 の表面 35 の上方に、エネルギー線を照射すべき所定領域 350 の形状に対応する形状をなす窓部 61 を有するマスク 6 を設け、このマスク 6 を介してエネルギー線を照射すればよい。このようにすれば、所定領域 350 に対して、エネルギー線を選択的に照射することが容易に行える。

20

【0142】

[3] 次に、図 10 (c) に示すように、対向基板（他の被着体）4 を用意する。そして、所定領域 350 を選択的に活性化させた接合膜 3 と対向基板 4 とが密着するように、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせる。これにより、図 10 (d) に示す接合体 5b を得る。

このようにして得られた接合体 5b は、基板 2 と対向基板 4 の対向面全体を接合するのではなく、一部の領域（所定領域 350）のみを部分的に接合してなるものである。そして、この接合の際、接合膜 3 に対してエネルギーを付与する領域を制御することのみで、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、接合膜付き基材 1 の接合膜 3 を活性化させる領域（本実施形態では、所定領域 350）の面積を制御することにより、接合体 5b 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、接合した箇所を容易に分離することができる接合体 5b が得られる。

30

【0143】

また、図 10 (d) に示す接合膜付き基材 1 と対向基板 4 との接合部（所定領域 350）の面積や形状を適宜制御することにより、接合部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、基板 2 と対向基板 4 との間で熱膨張率差が大きい場合でも、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを確実に接合することができる。

さらに、接合体 5b では、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 との間隙のうち、接合している所定領域 350 以外の領域では、わずかな間隙が生じている（残存している）。したがって、この所定領域 350 の形状を適宜調整することにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 との間に、閉空間や流路等を容易に形成することができる。

40

【0144】

なお、前述したように、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 との接合部（所定領域 350）の面積を制御することにより、接合体 5b の接合強度を調整可能であると同時に、接合体 5b を分離する際の強度（割裂強度）を調整可能である。

かかる観点から、容易に分離可能な接合体 5b を作製する場合には、接合体 5b 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 5b 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。

50

以上のようにして接合体 5 b を得ることができる。

【0145】

なお、接合体 5 b を得た後、この接合体 5 b に対して、必要に応じ、前記第 1 実施形態の工程 [4 A]、[4 B] および [4 C] のうちの少なくとも 1 つの工程を行うようにしてもよい。

このとき、接合体 5 b の接合膜 3 と対向基板 4 との界面のうち、所定領域 3 5 0 以外の領域（非接合領域）では、わずかな間隙が生じている（残存している）。したがって、接合体 5 b を加圧しつつ、加熱する際には、この所定領域 3 5 0 以外の領域において、接合膜 3 と対向基板 4 とが接合されないような条件で行うようにするのが好ましい。

また、上記のことを考慮して、前記第 1 実施形態の工程 [4 A]、[4 B] および [4 C] のうちの少なくとも 1 つの工程を行う場合、これらの工程を、所定領域 3 5 0 に対して選択的に行うのが好ましい。これにより、所定領域 3 5 0 以外の領域において、接合膜 3 と対向基板 4 とが接合されるのを防止することができる。

【0146】

<第 5 実施形態>

次に、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第 5 実施形態について説明する。

図 1 1 は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 5 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図 1 1 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0147】

以下、第 5 実施形態にかかる接合方法について説明するが、前記第 1 実施形態ないし前記第 4 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本実施形態にかかる接合方法は、基板 2 の上面 2 5 のうち、一部の所定領域 3 5 0 のみに選択的に接合膜 3 a を形成することにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを、前記所定領域 3 5 0 において部分的に接合するようにした以外は、前記第 1 実施形態と同様である。

【0148】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、基板 2 と、基板 2 上の一部の所定領域 3 5 0 のみに形成された接合膜 3 a とを有する接合膜付き基材 1 を用意する工程と、接合膜付き基材 1 の接合膜 3 a に対してエネルギーを付与して、接合膜 3 a を活性化させる工程と、対向基板（他の被着体）4 を用意し、接合膜付き基材 1 が備える接合膜 3 a と対向基板 4 とが密着するように、これらを貼り合わせ、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とが接合膜 3 a を介して接合されてなる接合体 5 c を得る工程とを有する。

【0149】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

[1] まず、図 1 1 (a) に示すように、基板 2 の上面 2 5 の上方に、所定領域 3 5 0 の形状に対応する形状をなす窓部 6 1 を有するマスク 6 を設ける。

次に、マスク 6 を介して、基板 2 の上面 2 5 に接合膜 3 a を成膜する。例えば、図 1 1 (a) に示すように、マスク 6 を介してプラズマ重合法により接合膜 3 a を成膜する場合、プラズマ重合法によって生成された重合物は、基板 2 の上面 2 5 上に堆積するが、このときマスク 6 を介することにより、所定領域 3 5 0 にのみ重合物が堆積する。その結果、基板 2 の上面 2 5 の一部の所定領域 3 5 0 に接合膜 3 a が形成される。

【0150】

[2] 次に、図 1 1 (b) に示すように、接合膜 3 a にエネルギーを付与する。これにより、接合膜付き基材 1 では、接合膜 3 a に、対向基板 4 との接着性が発現する。

なお、本工程でエネルギーを付与する際には、接合膜 3 a に選択的にエネルギーを付与してもよいが、接合膜 3 a を含む基板 2 の上面 2 5 全体にエネルギーを付与するようにし

てもよい。

また、接合膜 3 a に付与するエネルギーは、いかなる方法で付与されてもよいが、例えば、前記第 1 実施形態で挙げたような方法で付与される。

【0151】

[3] 次に、図 1 1 (c) に示すように、対向基板（他の被着体）4 を用意する。そして、接合膜 3 a と対向基板 4 とを密着するように、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを貼り合わせる。これにより、図 1 1 (d) に示す接合体 5 c を得る。

このようにして得られた接合体 5 c は、基板 2 と対向基板 4 の対向面全体を接合するのではなく、一部の領域（所定領域 3 5 0）のみを部分的に接合してなるものである。そして、接合膜 3 a を形成する際、形成領域を制御することのみで、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、接合膜 3 a を形成する領域（所定領域 3 5 0）の面積を制御することにより、接合体 5 c 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、接合した箇所を容易に分離することができる接合体 5 c が得られる。

10

また、図 1 1 (d) に示す接合膜付き基材 1 と対向基板 4 との接合部（所定領域 3 5 0）の面積や形状を適宜制御することにより、接合部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、基板 2 と対向基板 4 との間で熱膨張率差が大きい場合でも、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを確実に接合することができる。

【0152】

さらに、接合体 5 c の基板 2 と対向基板 4 との間には、所定領域 3 5 0 以外の領域に、接合膜 3 a の厚さに相当する離間距離の間隙 3 c が形成されている（図 1 1 (d) 参照）。したがって、所定領域 3 5 0 の形状や接合膜 3 a の厚さを適宜調整することにより、基板 2 と対向基板 4 との間に、所望の形状の閉空間や流路等を容易に形成することができる。

20

以上のようにして接合体 5 c を得ることができる。

なお、接合体 5 c を得た後、この接合体 5 c に対して、必要に応じ、前記第 1 実施形態の工程 [4 A]、[4 B] および [4 C] のうちの少なくとも 1 つの工程を行うようにしてもよい。

【0153】

<第 6 実施形態>

30

次に、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第 6 実施形態について説明する。

図 1 2 は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 6 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図 1 2 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0154】

以下、第 6 実施形態にかかる接合方法について説明するが、前記第 1 実施形態ないし前記第 5 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

40

本実施形態にかかる接合方法は、2 枚の接合膜付き基材 1 を用意し、そのうち一方の接合膜付き基材 1 において、接合膜 3 の一部の所定領域 3 5 0 のみを選択的に活性化させた後、2 枚の接合膜付き基材 1 の各接合膜 3 1、3 2 同士が接触するように、これらを重ね合わせることににより、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を前記所定領域 3 5 0 において接合するようにした以外は、前記第 1 実施形態と同様である。

【0155】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、本発明の接合膜付き基材 1 を 2 枚用意する工程と、それぞれの接合膜付き基材 1 の接合膜 3 1、3 2 に対して、それぞれ異なる領域にエネルギーを付与して、その領域を活性化させる工程と、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を貼り合わせ、2 枚の接合膜付き基材 1 同士が、前記所定領域 3 5 0 において部分的に接

50

合されてなる接合体 5 d を得る工程とを有する。

【0156】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

[1] まず、前記第 1 実施形態と同様にして、2 枚の接合膜付き基材 1 を用意する（図 1 2 (a) 参照）。なお、本実施形態では、この 2 枚の接合膜付き基材 1 として、図 1 2 (a) に示すように、基板 2 1 とこの基板 2 1 上に設けられた接合膜 3 1 とを有する接合膜付き基材 1 と、基板 2 2 とこの基板 2 2 上に設けられた接合膜 3 2 とを有する接合膜付き基材 1 とを用いるものとする。

【0157】

[2] 次に、図 1 2 (b) に示すように、2 枚の接合膜付き基材 1 のうち、一方の接合膜付き基材 1 の接合膜 3 1 の表面 3 5 1 には、全面にエネルギーを付与する。これにより、接合膜 3 1 の表面 3 5 1 の全面に接着性が発現する。

一方、2 枚の接合膜付き基材 1 のうち、他方の接合膜付き基材 1 の接合膜 3 2 の表面 3 5 2 には、一部の所定領域 3 5 0 に対して選択的にエネルギーを付与する。所定領域 3 5 0 に対して選択的にエネルギーを付与する方法としては、例えば、前記第 4 実施形態と同様の方法を用いることができる。

【0158】

各接合膜 3 1、3 2 にそれぞれエネルギーが付与されると、各接合膜 3 1、3 2 では、脱離基 3 0 3 が Si 骨格 3 0 1 から脱離する（図 3 参照）。そして、脱離基 3 0 3 が脱離した後には、各接合膜 3 1、3 2 の表面 3 5 1、3 5 2 および内部に活性基 3 0 4 が生じる（図 4 参照）。これにより、接合膜 3 1 の表面 3 5 1 の全面と、接合膜 3 2 の表面 3 5 2 の所定領域 3 5 0 とに、それぞれ接着性が発現する。また、その一方、接合膜 3 2 の所定領域 3 5 0 以外の領域には、該接着性はほとんど発現しない。

このような状態の 2 枚の接合膜付き基材 1 は、所定領域 3 5 0 において部分的に接着可能なものとなる。

【0159】

[3] 次に、図 1 2 (c) に示すように、接着性が発現した各接合膜 3 1、3 2 同士が密着するように、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を貼り合わせる。これにより、図 1 2 (d) に示す接合体 5 d を得る。

このようにして得られた接合体 5 d は、2 枚の接合膜付き基材 1 同士を対向面全体で接合するのではなく、一部の領域（所定領域 3 5 0）のみを部分的に接合してなるものである。そして、この接合の際、接合膜 3 2 に対してエネルギーを付与する領域を制御することのみで、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、接合体 5 d の接合強度を容易に調整することができる。

【0160】

以上のようにして接合体 5 d を得ることができる。

なお、接合体 5 d を得た後、この接合体 5 d に対して、必要に応じ、前記第 1 実施形態の工程 [4 A]、[4 B] および [4 C] のうちの少なくとも 1 つの工程を行うようにしてもよい。

例えば、接合体 5 d を加圧しつつ、加熱することにより、接合体 5 d の各基板 2 1、2 2 同士がより近接する。これにより、各接合膜 3 1、3 2 の界面における水酸基の脱水縮合や未結合基同士の再結合が促進される。そして、所定領域 3 5 0 に形成された接合部において、一体化がより進行し、最終的には、ほぼ完全に一体化される。

【0161】

なお、このとき、接合膜 3 1 の表面 3 5 1 と接合膜 3 2 の表面 3 5 2 との界面のうち、所定領域 3 5 0 以外の領域（非接合領域）では、各表面 3 5 1、3 5 2 間にわずかな間隙が生じている（残存している）。したがって、接合体 5 d を加圧しつつ、加熱する際には、この所定領域 3 5 0 以外の領域において、各接合膜 3 1、3 2 が接合されないような条件で行うようにするのが好ましい。

また、上記のことを考慮して、前記第 1 実施形態の工程 [4 A]、[4 B] および [4

10

20

30

40

50

C]のうちの少なくとも1つの工程を行う場合、これらの工程を、所定領域350に対して選択的に行うのが好ましい。これにより、所定領域350以外の領域において、各接合膜31、32が接合されるのを防止することができる。

【0162】

＜第7実施形態＞

次に、本発明の接合膜付き基材、この接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法（本発明の接合方法）、および本発明の接合膜付き基材を備える接合体の各第7実施形態について説明する。

図13は、本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第7実施形態を説明するための図（縦断面図）である。なお、以下の説明では、図13中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

10

【0163】

以下、第7実施形態にかかる接合方法について説明するが、前記第1実施形態ないし前記第6実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本実施形態にかかる接合方法は、各基板21、22の上面251、252のうち、それぞれ一部の所定領域350にのみに選択的に接合膜3a、3bを形成することにより、2枚の接合膜付き基材1を用意し、これらを各接合膜3a、3bを介して部分的に接合するようにした以外は、前記第1実施形態と同様である。

【0164】

20

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、各基板21、22と、この基板21、22の各所定領域350にそれぞれ接合膜3a、3bとを有する2枚の接合膜付き基材1を用意する工程と、各接合膜付き基材1の各接合膜3a、3bに対してエネルギーを付与して、各接合膜3a、3bを活性化させる工程と、2枚の接合膜付き基材1同士を貼り合わせ、2枚の接合膜付き基材1同士が、前記所定領域350において部分的に接合されてなる接合体5eを得る工程とを有する。

【0165】

以下、本実施形態にかかる接合方法の各工程について順次説明する。

[1]まず、図13(a)に示すように、各基板21、22の上方に、所定領域350の形状に対応する形状をなす窓部61を有するマスク6をそれぞれ設ける。

30

次に、マスク6を介して、各基板21、22の上面251、252に、それぞれ接合膜3a、3bを成膜する。例えば、図13(a)に示すように、マスク6を介してプラズマ重合法により接合膜3a、3bを成膜する場合、プラズマ重合法によって生成された重合物は、各基板21、22の上面251、252上に堆積するが、このときマスク6を介することにより、それぞれの所定領域350にのみ重合物が堆積する。その結果、各基板21、22の上面251、252の一部の所定領域350に、接合膜3a、3bがそれぞれ形成される。

【0166】

[2]次に、図13(b)に示すように、各接合膜3a、3bにエネルギーを付与する。これにより、各接合膜付き基材1では、接合膜3a、3bに接着性が発現する。

40

なお、本工程でエネルギーを付与する際には、各接合膜3a、3bに選択的にエネルギーを付与してもよいが、各接合膜3a、3bを含む基板21、22の上面251、252の全体に、それぞれエネルギーを付与するようにしてもよい。

また、各接合膜3a、3bに付与するエネルギーは、いかなる方法で付与されてもよいが、例えば、前記第1実施形態で挙げたような方法で付与される。

【0167】

[3]次に、図13(c)に示すように、接着性が発現した各接合膜3a、3b同士が密着するように、2枚の接合膜付き基材1同士を貼り合わせる。これにより、図13(d)に示す接合体5eを得る。

このようにして得られた接合体5eは、2枚の接合膜付き基材1同士を対向面全体で接

50

合するのではなく、一部の領域（所定領域 350）のみを部分的に接合してなるものである。そして、この接合の際、接合膜 32 に対してエネルギーを付与する領域を制御することのみで、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、接合体 5e の接合強度を容易に調整することができる。

また、接合体 5e の各基板 21、22 間には、所定領域 350 以外の領域に、接合膜 3a と接合膜 3b との合計の厚さに相当する離間距離の間隙 3c が形成されている（図 13（d）参照）。したがって、所定領域 350 の形状や各接合膜 3a、3b の厚さを適宜調整することにより、各基板 21、22 間に、所望の形状の閉空間や流路等を容易に形成することができる。

【0168】

以上のようにして接合体 5e を得ることができる。

なお、接合体 5e を得た後、この接合体 5e に対して、必要に応じ、前記第 1 実施形態の工程 [4A]、[4B] および [4C] のうちの少なくとも 1 つの工程を行うようにしてもよい。

例えば、接合体 5e を加圧しつつ、加熱することにより、接合体 5e の各基板 21、22 同士がより近接する。これにより、各接合膜 31、32 の界面における水酸基の脱水縮合や未結合手同士の再結合が促進される。そして、所定領域 350 に形成された接合部において、一体化がより進行し、最終的には、ほぼ完全に一体化される。

【0169】

以上のような前記各実施形態にかかる接合方法は、種々の複数の部材同士を接合するのに用いることができる。

このような接合に供される部材としては、例えば、トランジスタ、ダイオード、メモリのような半導体素子、水晶発振子のような圧電素子、反射鏡、光学レンズ、回折格子、光学フィルタのような光学素子、太陽電池のような光電変換素子、半導体基板とそれに搭載される半導体素子、絶縁性基板と配線または電極、インクジェット式記録ヘッド、マイクロリアクタ、マイクロミラーのような MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）部品、圧力センサ、加速度センサのようなセンサ部品、半導体素子や電子部品のパッケージ部品、磁気記録媒体、光磁気記録媒体、光記録媒体のような記録媒体、液晶表示素子、有機 EL 素子、電気泳動表示素子のような表示素子用部品、燃料電池用部品等が挙げられる。

【0170】

<液滴吐出ヘッド>

ここでは、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 14 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 15 は、図 14 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 16 は、図 14 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 14 は、通常使用される状態とは、上下逆に示されている。

【0171】

図 14 に示すインクジェット式記録ヘッド 10 は、図 16 に示すようなインクジェットプリンタ（本発明の液滴吐出装置）9 に搭載されている。

図 16 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。

【0172】

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 92 の内部には、主に、往復動するヘッドユニット 93 を備える印刷装

10

20

30

40

50

置（印刷手段）９４と、記録用紙Ｐを１枚ずつ印刷装置９４に送り込む給紙装置（給紙手段）９５と、印刷装置９４および給紙装置９５を制御する制御部（制御手段）９６とを有している。

【０１７３】

制御部９６の制御により、給紙装置９５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９３の下部近傍を通過する。このとき、ヘッドユニット９３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９３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。

【０１７４】

印刷装置９４は、ヘッドユニット９３と、ヘッドユニット９３の駆動源となるキャリッジモータ９４１と、キャリッジモータ９４１の回転を受けて、ヘッドユニット９３を往復動させる往復動機構９４２とを備えている。

ヘッドユニット９３は、その下部に、多数のノズル孔１１１を備えるインクジェット式記録ヘッド１０（以下、単に「ヘッド１０」と言う。）と、ヘッド１０にインクを供給するインクカートリッジ９３１と、ヘッド１０およびインクカートリッジ９３１を搭載したキャリッジ９３２とを有している。

なお、インクカートリッジ９３１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。

【０１７５】

往復動機構９４２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９４３と、キャリッジガイド軸９４３と平行に延在するタイミングベルト９４４とを有している。

キャリッジ９３２は、キャリッジガイド軸９４３に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト９４４の一部に固定されている。

【０１７６】

キャリッジモータ９４１の作動により、プーリを介してタイミングベルト９４４を正逆走行させると、キャリッジガイド軸９４３に案内されて、ヘッドユニット９３が往復動する。そして、この往復動の際に、ヘッド１０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。

給紙装置９５は、その駆動源となる給紙モータ９５１と、給紙モータ９５１の作動により回転する給紙ローラ９５２とを有している。

【０１７７】

給紙ローラ９５２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９５２ａと駆動ローラ９５２ｂとで構成され、駆動ローラ９５２ｂは給紙モータ９５１に連結されている。これにより、給紙ローラ９５２は、トレイ９２１に設置した多数枚の記録用紙Ｐを、印刷装置９４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９２１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。

【０１７８】

制御部９６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９４や給紙装置９５等を制御することにより印刷を行うものである。

制御部９６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）１４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９４（キャリッジモータ９４１）を駆動する駆動回路、給紙装置９５（給紙モータ９５１）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。

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

10

20

30

40

50

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。

【０１７９】

制御部９６は、通信回路を介して、印刷データを入力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。

【０１８０】

以下、ヘッド１０について、図１４および図１５を参照しつつ詳述する。

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。

【０１８１】

ノズル板１１は、例えば、 SiO_2 、 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。

【０１８２】

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（キャビティ、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。

【０１８３】

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。

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。

【０１８４】

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。

【０１８５】

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。

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

10

20

30

40

50

板 1 1 の縁部を支持する。

【0186】

以上のような、ノズル板 1 1 とインク室基板 1 2 との接合、インク室基板 1 2 と振動板 1 3 との接合、およびノズル板 1 1 と基体 1 6 とを接合する際に、少なくとも 1 箇所において本発明の接合方法が適用されている。

換言すれば、ノズル板 1 1 とインク室基板 1 2 との接合体、インク室基板 1 2 と振動板 1 3 との接合体、およびノズル板 1 1 と基体 1 6 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 1 0 は、接合部の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 1 2 1 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 1 0 は、信頼性の高いものとなる。

【0187】

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 1 0 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 1 4 の下部電極 1 4 2 と上部電極 1 4 1 との間に電圧が印加されていない状態では、圧電体層 1 4 3 に変形が生じない。このため、振動板 1 3 にも変形が生じず、インク室 1 2 1 には容積変化が生じない。したがって、ノズル孔 1 1 1 からインク滴は吐出されない。

【0188】

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 1 4 の下部電極 1 4 2 と上部電極 1 4 1 との間に一定電圧が印加された状態では、圧電体層 1 4 3 に変形が生じる。これにより、振動板 1 3 が大きくたわみ、インク室 1 2 1 の容積変化が生じる。このとき、インク室 1 2 1 内の圧力が瞬間的に高まり、ノズル孔 1 1 1 からインク滴が吐出される。

【0189】

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 1 4 2 と上部電極 1 4 1 との間への電圧の印加を停止する。これにより、圧電素子 1 4 は、ほぼ元の形状に戻り、インク室 1 2 1 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 9 3 1 からノズル孔 1 1 1 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 1 1 1 からインク室 1 2 1 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 9 3 1 （リザーバ室 1 2 3）からインク室 1 2 1 へ供給される。

【0190】

このようにして、ヘッド 1 0 において、印刷させたい位置の圧電素子 1 4 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。

なお、ヘッド 1 0 は、圧電素子 1 4 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 1 0 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構成（いわゆる、「バブルジェット方式」（「バブルジェット」は登録商標））のものである。

【0191】

かかる構成のヘッド 1 0 において、ノズル板 1 1 には、撥液性を付与することを目的に形成された被膜 1 1 4 が設けられている。これにより、ノズル孔 1 1 1 からインク滴が吐出される際に、このノズル孔 1 1 1 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 1 1 1 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。

【0192】

以上、本発明の接合膜付き基材、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、本発明の接合方法は、前記各実施形態のうち、任意の1つまたは2つ以上を組み合わせたものであってもよい。

また、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、前記各実施形態では、基板と対向基板の2枚の基材を接合する方法について説明しているが、3枚以上の基材を接合する場合に、本発明の接合膜付き基材および本発明の接合方法を用いるようにしてもよい。

【実施例】

【0193】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

10

1. 接合体の製造

以下、各実施例および各比較例では、それぞれ接合体を20個作製する。

(実施例1)

まず、基板として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmの単結晶シリコン基板を用意し、対向基板として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmのガラス基板を用意した。

次いで、単結晶シリコン基板を図5に示すプラズマ重合装置100のチャンバー101内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、表面処理を行った面に、平均厚さ200nmのプラズマ重合膜を成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

20

【0194】

<成膜条件>

- ・原料ガスの組成 : オクタメチルトリシロキサン
- ・原料ガスの流量 : 50 sccm
- ・キャリアガスの組成 : アルゴン
- ・キャリアガスの流量 : 100 sccm
- ・高周波電力の出力 : 100 W
- ・高周波出力密度 : 25 W/cm²
- ・チャンバー内圧力 : 1 Pa (低真空)
- ・処理時間 : 15 分
- ・基板温度 : 20 °C

30

【0195】

このようにして成膜されたプラズマ重合膜は、オクタメチルトリシロキサン（原料ガス）の重合体で構成されており、シロキサン結合を含み、ランダムな原子構造を有するSi骨格と、アルキル基（脱離基）とを含むものである。

これにより、単結晶シリコン基板上にプラズマ重合膜を形成してなる接合膜付き基材を得た。

また、これと同様にして、ガラス基板に表面処理を行った後、この表面処理を行った面にプラズマ重合膜を形成した。これにより、接合膜付き基材を得た。

40

【0196】

次に、得られたプラズマ重合膜に以下に示す条件で紫外線を照射した。

<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 °C
- ・雰囲気ガスの圧力 : 大気圧（100 kPa）
- ・紫外線の波長 : 172 nm
- ・紫外線の照射時間 : 5 分

【0197】

次に、紫外線を照射してから1分後に、プラズマ重合膜の紫外線を照射した面同士が接触するように、単結晶シリコン基板とガラス基板とを重ね合わせた。これにより、接合体

50

を得た。

次に、得られた接合体を 3 MPa で加圧しつつ、80℃で加熱し、15 分間維持した。これにより、接合体の接合強度の向上を図った。

【0198】

(実施例 2)

加熱の温度を 80℃から 25℃に変更した以外は、前記実施例 1 と同様にして接合体を得た。

(実施例 3～12)

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表 1 に示す材料に変更した以外は、前記実施例 1 と同様にして接合体を得た。

【0199】

(実施例 13)

まず、前記実施例 1 と同様にして、単結晶シリコン基板とガラス基板（基板および対向基板）を用意し、それぞれに酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、シリコン基板およびガラス基板の表面処理を行った面に、それぞれ前記実施例 1 と同様にして、プラズマ重合膜を成膜した。これにより、2 枚の接合膜付き基材を得た。

また、ガラス基板の表面処理を行った面に、前記実施例 1 と同様にして、プラズマ重合膜を成膜した。これにより、接合膜付き基材を得た。

次に、プラズマ重合膜同士が接触するように、2 枚の接合膜付き基材同士を重ね合わせた。これにより、仮接合体を得た。

そして、仮接合体に対して、ガラス基板側から以下に示す条件で紫外線を照射した。

【0200】

<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（100 kPa）
- ・紫外線の波長 : 172 nm
- ・紫外線の照射時間 : 5 分

これにより、各基板を接合し、接合体を得た。

続いて、得られた接合体を 3 MPa で加圧しつつ、80℃で加熱し、15 分間維持した。これにより、接合体の接合強度の向上を図った。

【0201】

(実施例 14)

高周波電力の出力を 150 W（高周波出力密度を 37.5 W/cm²）に変更した以外は、前記実施例 1 と同様にして接合体を得た。

(実施例 15)

高周波電力の出力を 200 W（高周波出力密度を 50 W/cm²）に変更した以外は、前記実施例 1 と同様にして接合体を得た。

【0202】

(実施例 16)

まず、基板として、縦 20 mm×横 20 mm×平均厚さ 1 mm の単結晶シリコン基板を用意し、対向基板として、縦 20 mm×横 20 mm×平均厚さ 1 mm のガラス基板を用意した。

次いで、単結晶シリコン基板を図 5 に示すプラズマ重合装置 100 のチャンバー 101 内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、表面処理を行った面に、平均厚さ 200 nm のプラズマ重合膜を成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0203】

<成膜条件>

- ・原料ガスの組成 : オクタメチルトリシロキサン

- ・原料ガスの流量 : 50 s c c m
- ・キャリアガスの組成 : アルゴン
- ・キャリアガスの流量 : 100 s c c m
- ・高周波電力の出力 : 100 W
- ・高周波出力密度 : 25 W / c m ²
- ・チャンパー内圧力 : 1 P a (低真空)
- ・処理時間 : 15 分
- ・基板温度 : 20 °C

【0204】

次に、得られたプラズマ重合膜に以下に示す条件で紫外線を照射した。

10

＜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 °C
- ・雰囲気ガスの圧力 : 大気圧 (100 k P a)
- ・紫外線の波長 : 172 n m
- ・紫外線の照射時間 : 5 分

【0205】

続いて、紫外線を照射してから1分後に、プラズマ重合膜の紫外線を照射した面とガラス基板の表面処理を施した面とが接触するように、各基板を重ね合わせた。これにより、接合体を得た。

20

次に、得られた接合体を3MPaで加圧しつつ、80°Cで加熱し、15分間維持した。これにより、接合体の接合強度の向上を図った。

【0206】

(実施例17)

加熱の温度を80°Cから25°Cに変更した以外は、前記実施例16と同様にして接合体を得た。

(実施例18～27)

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表1に示す材料に変更した以外は、前記実施例16と同様にして接合体を得た。

【0207】

30

(実施例28)

まず、前記実施例16と同様にして、単結晶シリコン基板とガラス基板 (基板および対向基板) を用意し、それぞれに酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、シリコン基板の表面処理を行った面に、前記実施例16と同様にしてプラズマ重合膜を成膜した。これにより、接合膜付き基材を得た。

次に、プラズマ重合膜とガラス基板の表面処理を施した面とが接触するように、シリコン基板とガラス基板とを重ね合わせ、仮接合体を得た。

そして、仮接合体に対して、ガラス基板側から以下に示す条件で紫外線を照射した。

【0208】

＜紫外線照射条件＞

40

- ・雰囲気ガスの組成 : 大気 (空気)
- ・雰囲気ガスの温度 : 20 °C
- ・雰囲気ガスの圧力 : 大気圧 (100 k P a)
- ・紫外線の波長 : 172 n m
- ・紫外線の照射時間 : 5 分

これにより、各基板を接合し、接合体を得た。

続いて、得られた接合体を3MPaで加圧しつつ、80°Cで加熱し、15分間維持した。これにより、接合体の接合強度の向上を図った。

【0209】

(実施例29)

50

高周波電力の出力を150W（高周波出力密度を 37.5 W/cm^2 ）に変更した以外は、前記実施例16と同様にして接合体を得た。

（実施例30）

高周波電力の出力を200W（高周波出力密度を 50 W/cm^2 ）に変更した以外は、前記実施例16と同様にして接合体を得た。

【0210】

（実施例31）

まず、基板として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmの単結晶シリコン基板を用意し、対向基板として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmのガラス基板を用意した。

次いで、単結晶シリコン基板とガラス基板の双方を、図5に示すプラズマ重合装置100のチャンバー101内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、単結晶シリコン基板とガラス基板の表面処理を行った各面に、それぞれ平均厚さ200nmのプラズマ重合膜を成膜した。これにより、接合膜付き基材を得た。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0211】

<成膜条件>

- ・原料ガスの組成 : オクタメチルトリシロキサン
- ・原料ガスの流量 : 50 sccm
- ・キャリアガスの組成 : アルゴン
- ・キャリアガスの流量 : 100 sccm
- ・高周波電力の出力 : 100W
- ・高周波出力密度 : 25 W/cm^2
- ・チャンバー内圧力 : 1Pa（低真空）
- ・処理時間 : 15分
- ・基板温度 : 20℃

次に、得られたプラズマ重合膜に、それぞれ以下に示す条件で紫外線を照射した。なお、紫外線を照射した領域は、単結晶シリコン基板に形成したプラズマ重合膜の表面全体と、ガラス基板に形成したプラズマ重合膜の表面のうち、周縁部の幅3mmの枠状の領域とした。

【0212】

<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、各プラズマ重合膜の紫外線を照射した面同士が接触するように、単結晶シリコン基板とガラス基板とを重ね合わせた。これにより、接合体を得た。

次に、得られた接合体を3MPaで加圧しつつ、80℃で加熱し、15分間維持した。これにより、接合体の接合強度の向上を図った。

【0213】

（実施例32）

加熱の温度を80℃から25℃に変更した以外は、前記実施例31と同様にして接合体を得た。

（実施例33～38）

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表2に示す材料に変更した以外は、前記実施例31と同様にして接合体を得た。

【0214】

（実施例39）

10

20

30

40

50

まず、基板として、縦 20 mm×横 20 mm×平均厚さ 1 mm の単結晶シリコン基板を用意し、対向基板として、縦 20 mm×横 20 mm×平均厚さ 1 mm のステンレス鋼基板を用意した。

次いで、シリコン基板を、図 5 に示すプラズマ重合装置 100 のチャンバー 101 内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

【0215】

次に、表面処理を行った面に、平均厚さ 200 nm のプラズマ重合膜を成膜した。なお、成膜条件は、前記実施例 31 と同様である。

次に、前記実施例 31 と同様にして、プラズマ重合膜に紫外線を照射した。なお、紫外線を照射した領域は、シリコン基板に形成したプラズマ重合膜の表面のうち、周縁部の幅 3 mm の枠状の領域とした。

10

【0216】

次に、ステンレス鋼基板にも、シリコン基板と同様にして、酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、プラズマ重合膜の紫外線を照射した面と、ステンレス鋼基板の表面処理を行った面とが接触するように、シリコン基板とステンレス鋼基板とを重ね合わせた。これにより、接合体を得た。

次に、得られた接合体を 3 MPa で加圧しつつ、80℃で加熱し、15 分間維持した。これにより、接合体の接合強度の向上を図った。

【0217】

20

(実施例 40)

加熱の温度を 80℃から 25℃に変更した以外は、前記実施例 39 と同様にして接合体を得た。

(実施例 41～43)

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表 2 に示す材料に変更した以外は、前記実施例 39 と同様にして接合体を得た。

【0218】

(比較例 1～3)

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表 1 に示す材料とし、各基材間をエポキシ系接着剤で接着した以外は、前記実施例 1 と同様にして、接合体を得た。

30

(比較例 4～6)

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表 2 に示す材料とし、各基材間を、周縁部の幅 3 mm の枠状の領域において、エポキシ系接着剤で部分的に接着した以外は、前記実施例 1 と同様にして、接合体を得た。

【0219】

(比較例 7)

プラズマ重合膜に代えて、以下のようにして接合膜を形成するようにした以外は、前記実施例 1 と同様にして、接合体を得た。

まず、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℃）18.0 mPa・s）を用意した。

40

次いで、単結晶シリコン基板の表面に酸素プラズマによる表面処理を行った後、この面に液状材料を塗布した。

次いで、得られた液状被膜を常温（25℃）で 24 時間乾燥させた。これにより、接合膜を得た。

また、これと同様にして、ガラス基板に酸素プラズマによる表面処理を行った後、この面に接合膜を得た。

そして、各接合膜に紫外線を照射した。

次いで、シリコン基板とガラス基板とを加圧しつつ加熱した。これにより、シリコン基板と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。

50

【0220】

(比較例8～13)

基板の構成材料および対向基板の構成材料を、それぞれ表1に示す材料に変更した以外は、前記比較例7と同様にして接合体を得た。

(比較例14)

プラズマ重合膜に代えて、以下のようにして接合膜を形成するようにした以外は、前記実施例1と同様にして、接合体を得た。

まず、単結晶シリコン基板の表面に酸素プラズマによる表面処理を行った後、この面にヘキサメチルジシラザン(HMDS)の蒸気をあてることによって、HMDSで構成された接合膜を得た。

10

【0221】

また、これと同様にして、ガラス基板に酸素プラズマによる表面処理を行った後、この面にHMDSで構成された接合膜を得た。

そして、各接合膜に紫外線を照射した。

次いで、シリコン基板とガラス基板とを加圧しつつ加熱した。これにより、シリコン基板と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。

【0222】

2. 接合体の評価

2.1 接合強度(割裂強度)の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体について、それぞれ接合強度を測定した。

20

接合強度の測定は、各基材を引き剥がしたとき、剥がれる直前の強度を測定することにより行った。また、接合強度の測定は、接合直後と、接合後に $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ の温度サイクルを50回繰り返した後のそれぞれにおいて行った。そして、接合強度を以下の基準にしたがって評価した。

なお、部分的に接合してなる接合体(表2に記載の接合体)は、いずれも全面を接合してなる接合体(表1に記載の接合体)に比べて、接合強度が大きかった。

【0223】

<接合強度の評価基準>

◎: 10MPa ($100\text{kgf}/\text{cm}^2$) 以上○: 5MPa ($50\text{kgf}/\text{cm}^2$) 以上、 10MPa ($100\text{kgf}/\text{cm}^2$) 未満

30

△: 1MPa ($10\text{kgf}/\text{cm}^2$) 以上、 5MPa ($50\text{kgf}/\text{cm}^2$) 未満×: 1MPa ($10\text{kgf}/\text{cm}^2$) 未満

【0224】

2.2 寸法精度の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体について、それぞれ厚さ方向の寸法精度を測定した。

寸法精度の測定は、正方形の接合体の各角部の厚さを測定し、4箇所の厚さの最大値と最小値の差を算出することにより行った。そして、この差を以下の基準にしたがって評価した。

40

<寸法精度の評価基準>

○: $10\mu\text{m}$ 未満×: $10\mu\text{m}$ 以上

【0225】

2.3 耐薬品性の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体のうち10個を、 80°C に維持したインクジェットプリンタ用インク(エプソン社製、HQ4)に、以下の条件で3週間浸漬した。また、接合体の残りの10個を、同様のインクに50日間浸漬した。そして、各基材を引き剥がし、接合界面にインクが浸入していないか確認した。そして、その結果を以下の基準

50

にしたがって評価した。

【0226】

＜耐薬品性の評価基準＞

◎：全く浸入していない

○：角部にわずかに浸入している

△：縁部に沿って浸入している

×：内側に浸入している

2. 4 結晶化度の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体中の接合膜について、それぞれSi骨格の結晶化度を測定した。そして、以下の評価基準にしたがって結晶化度を評価した。

10

【0227】

＜結晶化度の評価基準＞

◎：結晶化度が30%以下である

○：結晶化度が30%超45%以下である

△：結晶化度が45%超55%以下である

×：結晶化度が55%超である

2. 5 赤外線吸収（FT-IR）の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体中の接合膜について、それぞれ赤外光吸収スペクトルを取得した。そして、各スペクトルについて、（1）シロキサン（Si-O）結合に帰属するピークに対するSi-H結合に帰属するピークの相対強度と、（2）シロキサン結合に帰属するピークに対するCH₃結合に帰属するピークの相対強度とを算出した。

20

【0228】

2. 6 屈折率の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体中の接合膜について、それぞれ屈折率を測定した。

2. 7 光透過率の評価

各実施例および各比較例で得られた接合体のうち、光透過率の測定が可能なものについて、光透過率を測定した。そして、得られた光透過率を以下の評価基準にしたがって評価した。

30

【0229】

＜光透過率の評価基準＞

◎：95%超

○：90%超95%未満

△：85%超90%未満

×：85%未満

2. 8 形状変化の評価

各実施例31～43および各比較例4～6で得られた接合体について、それぞれの接合体の接合前後における形状変化を測定した。

具体的には、接合体の反り量を、接合前後で測定し、以下の基準にしたがって評価した。

40

【0230】

＜反り量の評価基準＞

◎：接合前後で反り量がほとんど変化しなかった

○：接合前後で反り量がわずかに変化した

△：接合前後で反り量がやや大きく変化した

×：接合前後で反り量が大きく変化した

以上、2. 1～2. 8の各評価結果を表1、2に示す。

【0231】

【表 1】

接合体の製造条件										評価結果											
基材の構成材料	形態	組成	接合膜		紫外線の照射	加熱温度	接合強度		寸法精度	耐薬品性		結晶化度	Si-H/ Si-O-Si	CH ₃ / Si-O-Si	屈折率	光透過率					
			高周波出力密度[W/cm ²]	接合膜の形成位置			接合直後	温度サイクル後		3週間後	50日後										
実施例1	シリコン	オクタメチル トリシロキサン 重合膜	25 (100W)	基板と 対向基板の 双方	積層前	80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例2	シリコン					25℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例3	シリコン					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例4	シリコン					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例5	シリコン					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例6	シリコン					80℃	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例7	シリコン					80℃	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例8	ガラス					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	◎					
実施例9	ガラス					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例10	ステンレス鋼					80℃	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例11	ステンレス鋼					80℃	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例12	ステンレス鋼					80℃	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例13	シリコン					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—					
実施例14	シリコン					80℃	○	○	○	○	◎	◎	0.02	0.20	1.45	—					
実施例15	シリコン				37.5 (150W)	基板のみ	積層後	80℃	○	○	○	○	○	○	○	0.03	0.17	1.49	—		
実施例16	シリコン				50 (200W)			80℃	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.02	0.22	1.44	—
実施例17	シリコン				80℃			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.02	0.22	1.44	—
実施例18	シリコン				80℃			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.02	0.22	1.44	—
実施例19	シリコン				80℃			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.02	0.22	1.44	—
実施例20	シリコン				80℃			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.02	0.22	1.44	—
実施例21	シリコン				80℃			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例22	シリコン				80℃			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例23	ガラス				80℃			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例24	ガラス				80℃			○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例25	ステンレス鋼				80℃			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例26	ステンレス鋼				80℃			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例27	ステンレス鋼				80℃			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例28	シリコン				80℃			○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例29	シリコン				37.5 (150W)	積層前	積層後	80℃	○	○	○	○	○	○	○	0.02	0.20	1.45	—		
実施例30	シリコン				50 (200W)			80℃	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.03	0.17	1.49	—
比較例1	シリコン	—	80℃	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	—	—	—			
比較例2	シリコン	—	80℃	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	—	—	—			
比較例3	シリコン	—	80℃	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	—	—	—			
比較例4	シリコン	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	—			
比較例5	シリコン	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	—			
比較例6	シリコン	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	×			
比較例7	シリコン	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	×			
比較例8	シリコン	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	×			
比較例9	ガラス	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	×			
比較例10	ステンレス鋼	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	×			
比較例11	ステンレス鋼	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	—			
比較例12	ステンレス鋼	80℃	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	—			
比較例13	ステンレス鋼	80℃	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	0.49	1.56	—					
比較例14	シリコン	80℃	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	0	0.49	1.56	—					

※ PET: ポリエチレンテレフタレート
PI: ポリイミド
詳細結果中、例えば「◎」は、○のものと同様のものが存在していることを示す。

【表 2】

被合体の製造条件										評価結果							
被合膜					被合層					評価結果							
基板の 構成材料	形態	組成	高周波出力密度 [W/cm ²]	被合領域	被合膜の形成位置	対向基板の 構成材料	紫外線 の照射	加熱温度	寸法精度	耐薬品性		反り量の 変化	結晶化度	Si-H/ Si-O-Si	CH ₃ / Si-O-Si	屈折率	光透過率
										3週間後	50日後						
実施例31	シリコン					ガラス		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例32	シリコン					ガラス		25℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例33	シリコン					シリコン		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例34	シリコン					PET		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例35	シリコン					PI		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例36	ガラス					ガラス		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	◎
実施例37	ステンレス鋼					PET		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例38	ステンレス鋼		25 (100W)	被合膜の 裏面の一部	基板と対向基板の両方	PI	積層前	80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例39	シリコン	オクタメチル トリシロキサ ン				ステンレス鋼		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例40	シリコン					ステンレス鋼		25℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例41	シリコン					アルミニウム		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例42	ガラス					ステンレス鋼		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
実施例43	ステンレス鋼					アルミニウム		80℃	○	◎	◎	◎	◎	0.02	0.22	1.44	—
比較例4	シリコン					ガラス	—	—	×	△	×	◎	—	0.02	0.22	1.44	—
比較例5	シリコン		—	被合膜の 裏面の一部	—	シリコン		—	×	△	×	◎	—	0.02	0.22	1.44	—
比較例6	シリコン	エポキシ系				ステンレス鋼		—	×	△	×	◎	—	0.02	0.22	1.44	—

※ PET: ポリエチレンテレフタレート

PI: ポリイミド

評価結果中、例えば「◎◎」は、○のもの◎のものが混在していることを示す。

表 1、2 から明らかなように、各実施例で得られた接合体は、接合強度、寸法精度、耐薬品性および光透過率のいずれの項目においても優れた特性を示した。

また、各実施例で得られた接合体では、いずれも接合膜中の S i 骨格の結晶化度が 4 5 % 以下であった。このため、各実施例で得られた接合体における優れた特性は、S i 骨格の結晶化度が低いことによりもたらされたものであると考えられる。

【0 2 3 4】

また、各実施例で得られた接合体では、赤外光吸収スペクトルの解析から、接合膜中に S i - H 結合が含まれていることが認められた。また、S i - H 結合が含まれている接合膜は、結晶化度が低いことが明らかとなった。前述したような各実施例の優れた特性は、接合膜がプラズマ重合により形成され、これにより接合膜中に S i - H 結合が含まれるとともに、接合膜の結晶化度が低くなっている（接合膜の構造のランダム性が高くなっている）ことに起因するものと考えられる。

さらに、各実施例で得られた接合体では、接合膜形成時の高周波出力密度を変化させることにより、屈折率が変化することが認められた。

一方、各比較例で得られた接合体は、耐薬品性、接合強度および光透過率が十分ではなかった。また、寸法精度は、特に低いことが認められた。

【図面の簡単な説明】

【0 2 3 5】

【図 1】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 1 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 2】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 1 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 3】本発明の接合膜付き基材が備える接合膜のエネルギー付与前の状態を示す部分拡大図である。

【図 4】本発明の接合膜付き基材が備える接合膜のエネルギー付与後の状態を示す部分拡大図である。

【図 5】本発明の接合方法に用いられるプラズマ重合装置を模式的に示す縦断面図である。

【図 6】基板上に接合膜を作製する方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図 7】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 2 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 8】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 3 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 9】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 3 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 1 0】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 4 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 1 1】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 5 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 1 2】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 6 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 1 3】本発明の接合膜付き基材を用いて、接合膜付き基材と対向基板とを接合する接合方法の第 7 実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図 1 4】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 1 5】図 1 4 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。

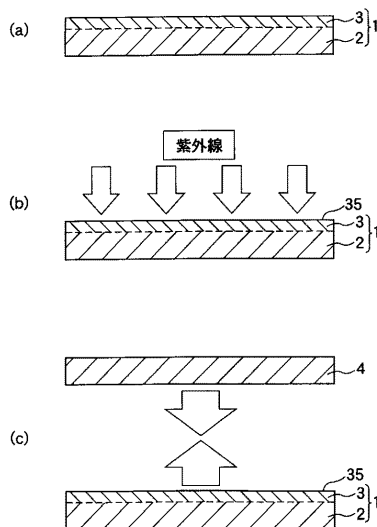
【図 1 6】図 1 4 に示すインクジェット式記録ヘッドを備えるインクジェットプリンタの実施形態を示す概略図である。

【符号の説明】

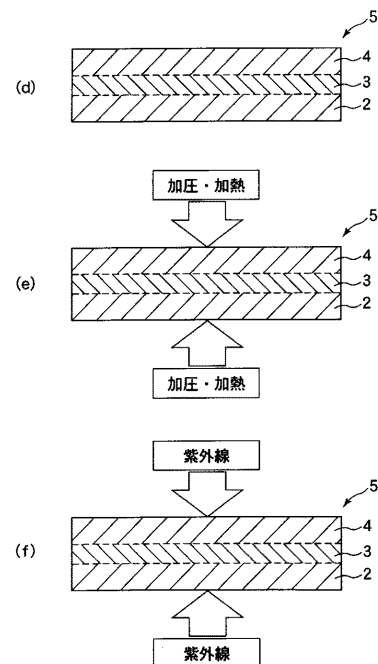
【0236】

1 …… 接合膜付き基材 2、21、22 …… 基板 25、251、252 …… 上面 3
 、30、31、32、3a、3b …… 接合膜 301 …… Si 骨格 302 …… シロキサン結合 303 …… 脱離基 304 …… 活性基 3c …… 間隙 35、351、352 ……
 …… 表面 350 …… 所定領域 4 …… 対向基板 5、5a、5a'、5b、5c、5d、
 5e …… 接合体 6 …… マスク 61 …… 窓部 100 …… プラズマ重合装置 101 ……
 …… チャンバー 102 …… 接地線 103 …… 供給口 104 …… 排気口 130 …… 第
 1の電極 139 …… 静電チャック 170 …… ポンプ 171 …… 圧力制御機構 18
 0 …… 電源回路 182 …… 高周波電源 183 …… マッチングボックス 184 …… 配
 線 190 …… ガス供給部 191 …… 貯液部 192 …… 気化装置 193 …… ガスポン
 10 ペ 194 …… 配管 195 …… 拡散板 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 140 …… 第2の電極 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 92
 1 …… 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 952a …… 従動ローラ
 20 952b …… 駆動ローラ 96 …… 制御部 97 …… 操作パネル P …… 記録用紙

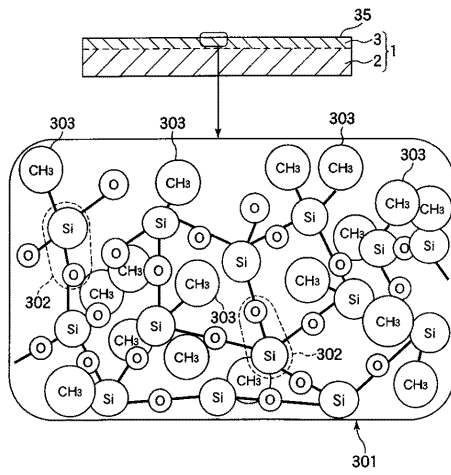
【図1】



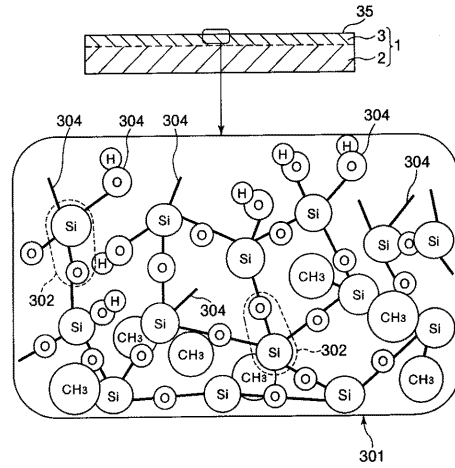
【図2】



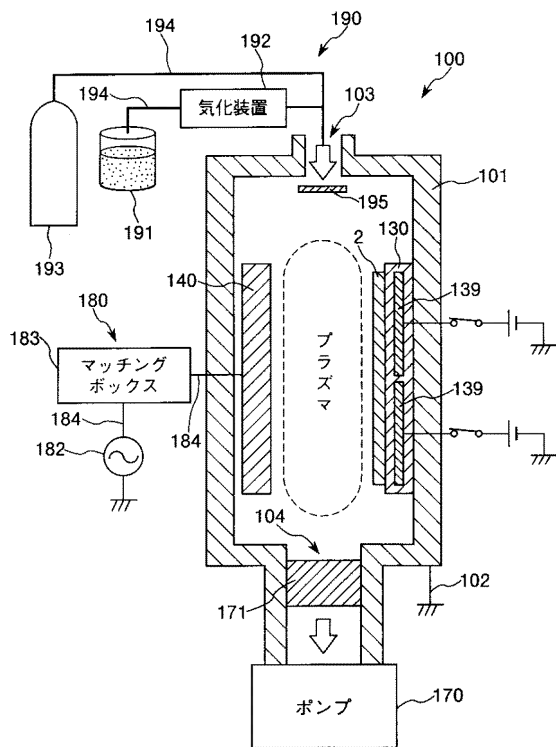
【図 3】



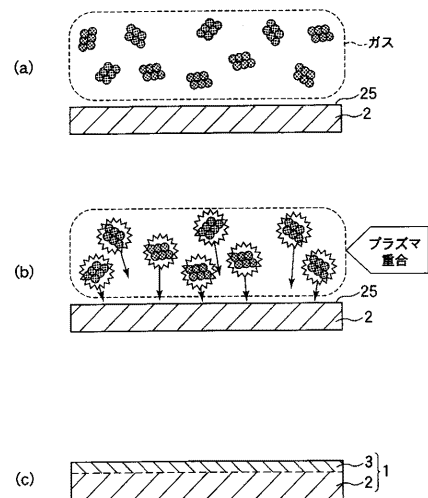
【図 4】



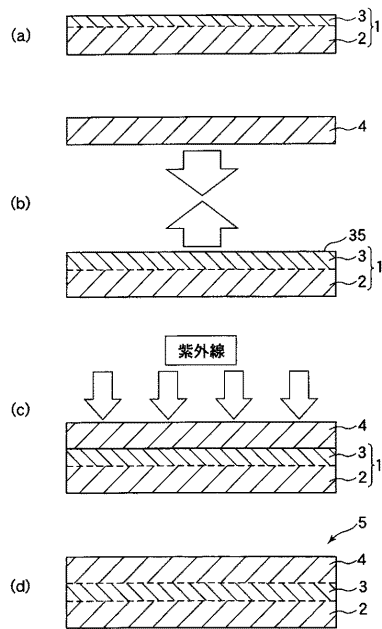
【図 5】



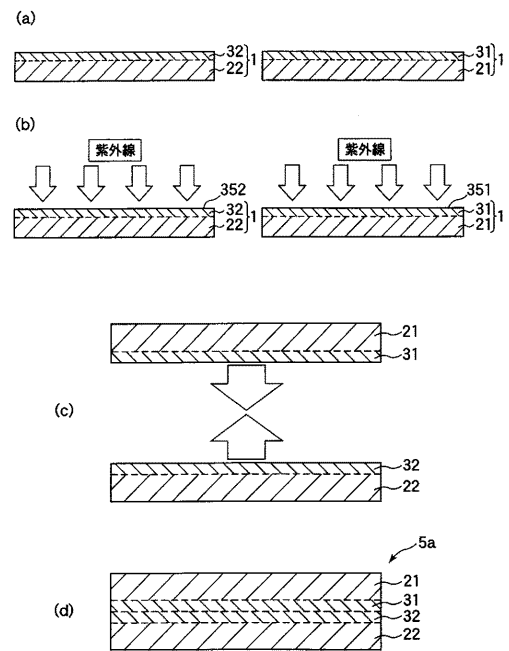
【図 6】



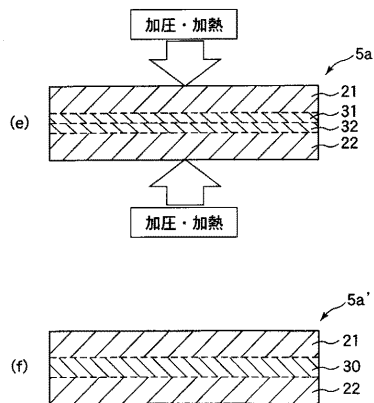
【図 7】



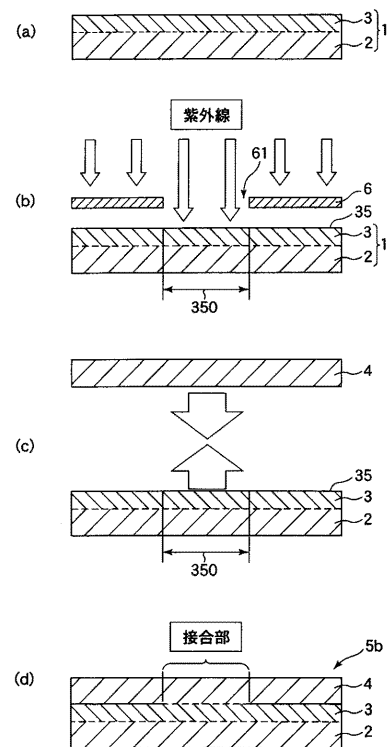
【図 8】



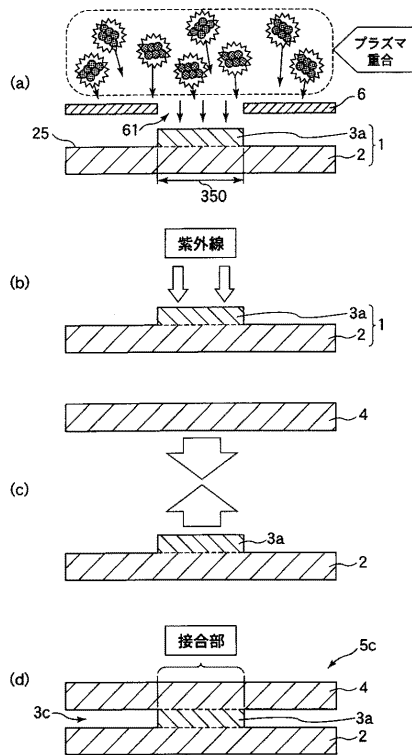
【図 9】



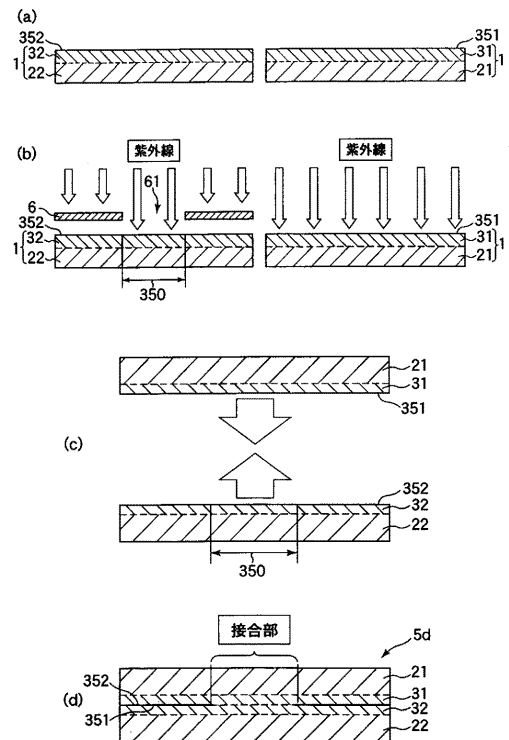
【図 10】



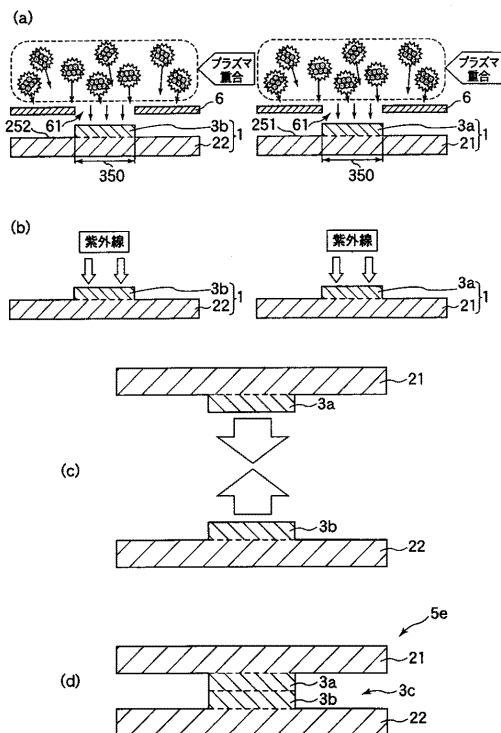
【図 1 1】



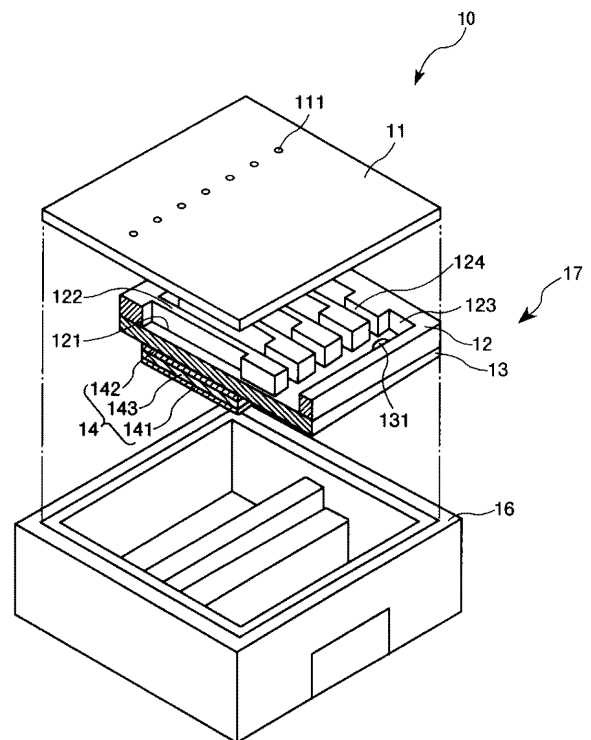
【図 1 2】



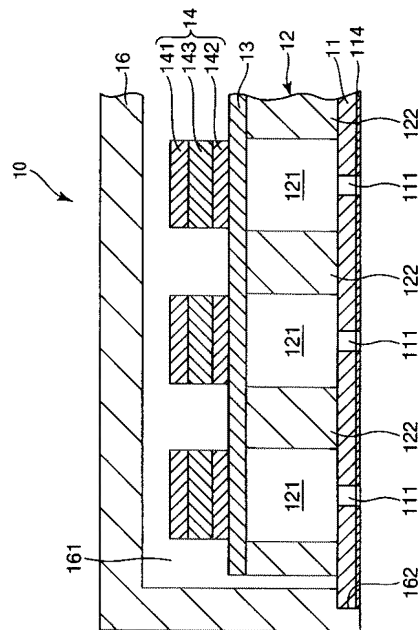
【図 1 3】



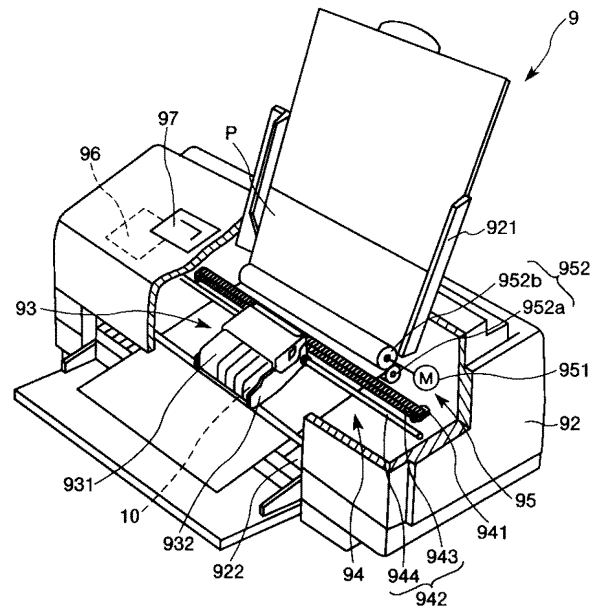
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)
H 0 1 L	27/12	(2006.01)	H 0 1 L	21/02	B
B 4 1 J	2/16	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 H

(72)発明者 樋口 和央
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

(72)発明者 若松 康介
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) 2C057 AF93 AN01 AP02 AP24 AQ01 AQ02 AQ06
4J004 AA11 AB03 AB05 AB06 FA08
4J040 JA09 JB01 JB02 JB07 JB09 PA03 PA15 PA23 PA32