

(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2009-46541

(P2009-46541A)

(43) 公開日 平成21年3月5日(2009.3.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C09J 7/02 (2006.01)	C09J 7/02 Z	2C057
H01L 21/02 (2006.01)	H01L 27/12 B	4J004
H01L 27/12 (2006.01)	H01L 41/08 U	4J040
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/08 J	
C09J 9/02 (2006.01)	H01L 21/02 B	
審査請求 未請求 請求項の数 34 O L (全 53 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2007-211991 (P2007-211991)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成19年8月15日 (2007.8.15)		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)	2C057 AF93 AP02 AP25 AP61
			4J004 AA11 AA18 AA19 AB05 AB06
			CB03 CC02 CC03 CC04 CD01
			CD08 FA05 FA08 GA01
			最終頁に続く

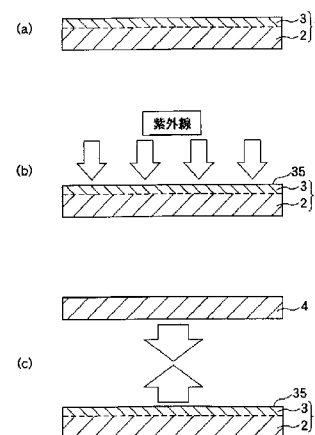
(54) 【発明の名称】 接合膜付き基材、接合膜付き基材の製造方法、接合方法および接合体

(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を製造し得る接合膜付き基材の製造方法、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1は、基板2（基材）と接合膜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。接合膜3は、金属原子と、金属原子と結合する酸素原子とを含み、その表面付近に、金属原子および酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基が導入され、紫外線の照射により、表面35付近に存在する脱離基が、金属原子および酸素原子の少なくとも一方から脱離して、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膜である。

【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、金属原子と、該金属原子と結合する酸素原子とを含み、表面付近に、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基が導入された接合膜とを有し、

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、前記接合膜の表面付近に存在する前記脱離基が、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方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】

前記接合膜は、導電性を有する請求項 1 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 3】

前記接合膜は、透光性を有する請求項 1 または 2 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 4】

前記金属原子は、インジウム、スズ、亜鉛、チタン、およびアンチモンのうちの少なくとも 1 種である請求項 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】

前記脱離基は、水素原子、炭素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子、またはこれらの各原子で構成される原子団のうちの少なくとも 1 種である請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

20

【請求項 6】

前記接合膜は、インジウム錫酸化物 (ITO)、インジウム亜鉛酸化物 (IZO)、アンチモン錫酸化物 (ATO)、フッ素含有インジウム錫酸化物 (FTO)、酸化亜鉛 (ZnO) または二酸化チタン (TiO₂) に、脱離基として水素原子が導入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】

前記接合膜中の金属原子と酸素原子の存在比は、3 : 7 ~ 7 : 3 である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 8】

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、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方から脱離した後に、活性手が生じる請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

30

【請求項 9】

前記活性手は、未結合手または水酸基である請求項 8 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 10】

前記接合膜の平均厚さは、1 ~ 1000 nm である請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 11】

前記接合膜は、流動性を有さない固体状をなしている請求項 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】

前記基材は、板状をなしている請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 13】

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 12 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 14】

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

50

面処理が施されている請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 1 5】

前記表面処理は、プラズマ処理である請求項 1 4 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 1 6】

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 1 5 のいずれかに記載の接合膜付き基材。

【請求項 1 7】

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 1 6 に記載の接合膜付き基材。

【請求項 1 8】

請求項 1 ないし 1 7 のいずれかに記載の接合膜付き基材の製造方法であって、
前記基材を用意する工程と、
前記金属原子と前記酸素原子とを含む金属酸化物膜を前記基材上に成膜する工程と、
前記金属酸化物膜の表面付近に含まれる前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に脱離基を導入して前記接合膜を得る工程とを有することを特徴とする接合膜付き基材の製造方法。

【請求項 1 9】

前記脱離基の導入は、前記脱離基を構成する原子成分を含む雰囲気下で、前記金属酸化物膜に熱処理することにより行われる請求項 1 8 に記載の接合膜付き基材の製造方法。

【請求項 2 0】

前記熱処理は、減圧雰囲気下で行われる請求項 1 9 に記載の接合膜付き基材の製造方法。

【請求項 2 1】

前記熱処理を施す際の雰囲気温度は、100～600 である請求項 1 9 または 2 0 に記載の接合膜付き基材の製造方法。

【請求項 2 2】

請求項 1 ないし 1 7 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、

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 2 3】

請求項 1 ないし 1 7 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貼り合わせ、積層体を得る工程と、

該積層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。

【請求項 2 4】

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一つの方法により行われる請求項 2 2 または 2 3 に記載の接合方法。

【請求項 2 5】

前記エネルギー線は、波長 126～300 nm の紫外線である請求項 2 4 に記載の接合方法。

【請求項 2 6】

前記加熱の温度は、25～100 である請求項 2 4 または 2 5 に記載の接合方法。

【請求項 2 7】

10

20

30

40

50

前記圧縮力は、0.2～10MPaである請求項24ないし26のいずれかに記載の接合方法。

【請求項28】

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22ないし27のいずれかに記載の接合方法。

【請求項29】

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22ないし28のいずれかに記載の接合方法。

10

【請求項30】

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22ないし29のいずれかに記載の接合方法。

【請求項31】

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22ないし30のいずれかに記載の接合方法。

【請求項32】

20

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31に記載の接合方法。

【請求項33】

請求項1ないし17のいずれかに記載の接合膜付き基材と、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。

【請求項34】

請求項1ないし17のいずれかに記載の接合膜付き基材を2枚有し、これらを、前記接合膜同士を対向させ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】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、接合膜付き基材、接合膜付き基材の製造方法、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、一般的に、接合する部材の材質によらず、優れた接着性を示すものである。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。

40

【0003】

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、金属材料および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（固化）させることにより、部材同士を接着する。

【0004】

ところが、このような接着剤を用いた接合では、以下のような問題がある。

50

- ・ 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。

【 0 0 0 5 】

一方、接着剤を用いない接合法として、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。 10

【 0 0 0 6 】

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。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 5 - 8 2 4 0 4 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

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を製造し得る接合膜付き基材の製造方法、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】

【 0 0 0 9 】

30

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、金属原子と、該金属原子と結合する酸素原子とを含み、表面付近に、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基が導入された接合膜とを有し、

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、前記接合膜の表面付近に存在する前記脱離基が、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方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。 40

【 0 0 1 0 】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、導電性を有することが好ましい。

これにより、本発明の接合膜付き基材を、他の被着体に対して接合した際に、接合膜を配線基板が備える配線や、その端子等に適用することができる。

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、透光性を有することが好ましい。

これにより、本発明の接合膜付き基材を用いて得られた接合体を、光学素子等における、透光性を必要とする領域に適用することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の接合膜付き基材では、前記金属原子は、インジウム、スズ、亜鉛、チタン、お

50

よびアンチモンのうちの少なくとも１種であることが好ましい。

接合膜を、これらの金属原子を含むものとするにより、接合膜は、優れた導電性と透明性とを発揮するものとなる。

本発明の接合膜付き基材では、前記脱離基は、水素原子、炭素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子、またはこれらの各原子で構成される原子団のうちの少なくとも１種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。

【００１２】

10

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、アンチモン錫酸化物（ATO）、フッ素含有インジウム錫酸化物（FTO）、酸化亜鉛（ZnO）または二酸化チタン（TiO₂）に、脱離基として水素原子が導入されたものであることが好ましい。

かかる構成の接合膜は、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、このような接合膜は、基板に対して特に強固に接着するとともに、対向基板に対しても特に強い被着力を示し、その結果として、基板と対向基板とを強固に接合することができる。

【００１３】

20

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜中の金属原子と酸素原子の存在比は、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、その少なくとも表面付近に存在する前記脱離基が、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方から脱離した後に、活性手が生じることが好ましい。

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。

【００１４】

30

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。

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜の平均厚さは、１～１０００nm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。

【００１５】

本発明の接合膜付き基材では、前記接合膜は、流動性を有さない固体状をなしていることが好ましい。

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。

40

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。

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。

【００１６】

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。

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

50

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。

【0017】

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。

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。

【0018】

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。

本発明の接合膜付き基材の製造方法は、本発明の接合膜付き基材の製造方法であって、前記基材を用意する工程と、

前記金属原子と前記酸素原子とを含む金属酸化物膜を前記基材上に成膜する工程と、

前記金属酸化物膜の表面付近に含まれる前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に脱離基を導入して前記接合膜を得る工程とを有することを特徴とする。

かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、金属酸化物膜の表面付近に脱離基を偏在させた状態で導入することができ、接合膜および金属酸化物膜としての双方の特性に優れた接合膜を形成することができる。

【0019】

本発明の接合膜付き基材の製造方法では、前記脱離基の導入は、前記脱離基を構成する原子成分を含む雰囲気下で、前記金属酸化物膜に熱処理することにより行われることが好ましい。

かかる方法によれば、比較的容易に、脱離基を金属酸化物膜の表面付近に選択的に導入することができる。また、熱処理を施す際の、雰囲気温度や処理時間等の処理条件を適宜設定することにより、導入する脱離基の量、さらには脱離基が導入される厚さの制御を的確に行うことができる。

【0020】

本発明の接合膜付き基材の製造方法では、前記熱処理は、減圧雰囲気下で行われることが好ましい。

これにより、金属酸化物膜の表面付近に対する脱離基の導入をより円滑に行うことができる。

本発明の接合膜付き基材の製造方法では、前記熱処理を施す際の雰囲気の温度は、100～600であることが好ましい。

かかる範囲内に設定することにより、基材および金属酸化物膜を変質・劣化させることなく、金属酸化物膜の表面に効率良く脱離基を導入することができる。

【0021】

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。

【0022】

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、

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

10

20

30

40

50

着体とを貼り合わせ、積層体を得る工程と、

該積層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。

【0023】

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。

【0024】

本発明の接合方法では、前記エネルギー線は、波長126～300nm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、接合膜中の金属原子と酸素原子との結合（金属酸化物）が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、金属原子および酸素原子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。これにより、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、接合膜に接着性を確実に発現させることができる。

【0025】

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。

【0026】

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、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。

【0027】

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。

【0028】

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。

【0029】

本発明の接合体は、本発明の接合膜付き基材と、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。

本発明の接合体は、本発明の接合膜付き基材を2枚有し、

これらを、前記接合膜同士を対向させ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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の接合膜付き基材、接合膜付き基材の製造方法、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、金属原子と、この金属原子と結合する酸素原子とを含み、表面付近に、これら金属原子および酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基が導入されたものである。

【0031】

このような接合膜を有する接合膜付き基材は、接合膜の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、前記接合膜の表面付近に存在する脱離基が、金属原子および酸素原子の少なくとも一方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。

【0032】

<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（他の被着体）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。

【0033】

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。

【0034】

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。

【 0 0 3 5 】

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 (E V A) 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 (A B S 樹脂) 、アクリロニトリル - スチレン共重合体 (A S 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 (P V A) 、エチレン - ビニルアルコール共重合体 (E V O H) 、ポリエチレンテレフタレート (P E T) 、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 (P B T) 、ポリシクロヘキサントレフタレート (P C T) 等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン (P E K) 、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K) 、ポリエーテルイミド、ポリアセタール (P O M) 、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、トランスポリイソプレン系、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、インジウム錫化合物 (I T O) 、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

30

【 0 0 3 6 】

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) や、棒状等であってもよい。

40

【 0 0 3 7 】

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、後述する対向基板 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。

【 0 0 3 8 】

この場合、基板 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

50

のが好ましく、0.1～3mm程度であるのがより好ましい。なお、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。

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。

【0039】

かかる接合膜3は、金属原子と、この金属原子結合する酸素原子とを含み、表面付近に、これら金属原子および酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基303が導入されたものである(図3参照。)。換言すれば、接合膜3は、金属酸化物で構成される金属酸化物膜の表面付近に脱離基303を導入したものであることができる。

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

【0040】

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。

かかる表面処理としては、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。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、接合膜3と対向基板4との接合強度を高めることができる。

【0041】

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。

【0042】

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、接合膜付き基材1(結合膜3)と対向基板4とを強固に接合することができる。

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。

【0043】

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、中間層を形成するようにしてもよい。

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、特に限定されるものではないが、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。

【0044】

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

10

20

30

40

50

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、これらの各種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。

【００４５】

[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。

ここで、接合膜３にエネルギーを付与すると、接合膜３では、図３および図４に示すように、脱離基３０３が接合膜３の表面３５付近から、すなわち接合膜３の表面３５付近に含まれる金属原子および酸素原子の少なくとも一方から脱離し、脱離基３０３が脱離した後には、活性手が接合膜３の表面３５付近に生じる。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。

10

【００４６】

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、いかなる方法を用いて付与され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。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。

20

【００４７】

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、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。

これらのエネルギー線の中でも、特に、波長１２６～３００ｎｍ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中の金属原子と酸素原子との結合（金属酸化物）が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、金属原子および酸素原子と脱離基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に接着性を確実に発現させることができる。

30

【００４８】

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、１２６～２００ｎｍ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、１ｍＷ／ｃｍ^２～１００ｍＷ／ｃｍ^２程度であるのが好ましく、５ｍＷ／ｃｍ^２～５０ｍＷ／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。

40

【００４９】

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に必要以上に紫外線が照射されない程度の時間とするのが好ましい。これにより、接合膜３が変質・劣化するのを効果的に防止して、接合膜３の金属酸化物膜としての特性、例えば、導電性や透明性のような特性が低下するの的確に抑制または防止することができる。具体的には、紫外線の光量、接合膜３の構成材料等に応

50

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。

【0050】

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。

10

【0051】

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1ps（ピコ秒）以下であるのが好ましく、500fs（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。

【0052】

また、レーザ光の波長は、特に限定されないが、例えば、200～1200nm程度であるのが好ましく、400～1000nm程度であるのがより好ましい。

20

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、0.1～10W程度であるのが好ましく、1～5W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、0.1～100kHz程度であるのが好ましく、1～10kHz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、レーザ光を照射した部分の温度が著しく上昇して、金属原子と酸素原子との結合が切断されてしまうのを防止しつつ、脱離基303を接合膜3の表面35付近から確実に切断することができる。

【0053】

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）～600℃程度、より好ましくは200～600℃程度、さらに好ましくは300～400℃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して、金属原子と酸素原子との結合が切断されてしまうのを防止しつつ、脱離基303を接合膜3から確実に切断することができる。

30

【0054】

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35に合わせた状態で、この表面35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35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35に存在する脱離基303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、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。

40

【0055】

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の表面35付近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および接合膜3の変質・劣化を防止することができる。

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から脱離する脱離基303の脱離量

50

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。

【0056】

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 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、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 35 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。

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。

【0057】

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。

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、その表面 35 付近に脱離基 303 を有している。かかる接合膜 3 にエネルギーを付与する、脱離基 303 (図 3 では、水素原子) が接合膜 3 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。

【0058】

ここで、本明細書中において、接合膜 3 が「活性化された」状態とは、上述のように接合膜 3 の表面 35 および内部の脱離基 303 が脱離して、金属原子または酸素原子において末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)によって末端化された状態、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」状態ということとする。

【0059】

したがって、活性手 304 とは、図 4 に示すように、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末端化されたもののことを言う。このような活性手 304 が存在するようにすれば、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末端化された状態)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末端化することによって、容易に生成されることとなる。

【0060】

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)後に行うようにしてもよい。なお、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。

【0061】

[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、前記工程[2]において、接合膜 3 が対向基板 4 に対する接着性が発現していることから、接合膜 3 と対向基板 4 とが化学的に結合することとなり、図 2(d)に示すような接合体 5 が得られる。

【0062】

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。

【0063】

10

20

30

40

50

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。

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。

【0064】

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、接合膜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、剥離の発生を的確に抑制または防止することができる。

【0065】

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。そのため、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。

【0066】

したがって、例えば、対向基板 4 として、プラズマに対する耐久性が著しく低いものを選択した場合であっても、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。

【0067】

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し得る。

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。

【0068】

ところで、対向基板 4 の構成材料は、基板 2 と異なっている場合であっても良いが、基板 2 と対向基板 4 の各熱膨張率は、ほぼ等しいものを選択するのが好ましい。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。

【0069】

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あっても、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。

【0070】

具体的には、基板 2 と対向基板 4 との熱膨張率の差にもよるが、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 との熱膨張率の差がある程度大きくて

10

20

30

40

50

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抑制または防止することができる。

【0071】

また、この場合、具体的な基板 2 と対向基板 4 との間の熱膨張係数の差が、 $5 \times 10^{-5} / K$ 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。

さらに、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。

【0072】

また、基板 2 と対向基板 4 のうち、少なくとも一方の基板は、そ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。

【0073】

以上説明したような対向基板 4 の接合膜付き基材 1 との接合に供される領域には、基板 2 と同様に、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。

【0074】

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。

【0075】

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。

【0076】

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。

【0077】

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。

ここで、本工程において、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とを接合す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

10

20

30

40

50

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 3 5 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。

【0078】

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、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結合する。これにより、接合膜付き基材 1 と対向基板 4 とがより強固に接合されると推察される。

10

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 (接合膜 3) 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。

【0079】

換言すれば、活性化させる前の接合膜 3 は、金属酸化物で構成される金属酸化物膜に脱離基 303 を導入した接合膜であるため、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。

20

【0080】

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てもよい。

30

【0081】

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。

【0082】

なお、従来のシリコン基板同士を直接接するのような固体接合では、接合に供される基板の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。

40

【0083】

これに対し、本発明によれば、比較的長時間に亘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、比較的長時間に亘って活性状態を維持し得ることは、金属原子のみならず酸素原子にも脱離基 303 が結合していることにより、活性化状態が安

50

定化していることに起因しているものと推察される。

【 0 0 8 4 】

なお、接合体 5 を得る際、または、接合体 5 を得た後に、この接合体 5 (接合膜付き基材 1 と対向基板 4 の積層体) に対して、必要に応じ、以下の 3 つの工程 ([4 A]、[4 B] および [4 C]) のうちの少なくとも 1 つの工程 (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。

【 0 0 8 5 】

[4 A] 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 における接合強度をさらに高めることができる。

【 0 0 8 6 】

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。

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 ~ 10 MPa 程度であるのが好ましく、1 ~ 5 MPa 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。

【 0 0 8 7 】

[4 B] 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。

【 0 0 8 8 】

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 [4 A]、[4 B] 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。

【 0 0 8 9 】

[4 C] 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。

【 0 0 9 0 】

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。

【００９１】

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および図４に示すように、金属原子と、この金属原子と結合する酸素原子とを含み、その表面３５付近に、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基３０３が導入されたものである。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が接合膜３の表面３５付近（金属原子および酸素原子の少なくとも一方）から脱離し、図４に示すように、接合膜３の表面３５付近に、活性手３０４が生じるものである。そして、これにより、接合膜３の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。

【００９２】

また、接合膜３は、金属原子と、この金属原子と結合する酸素原子とで構成されるもの、すなわち金属酸化物に脱離基３０３が結合したものであることから、変形し難い強固な膜となる。このため、接合膜３自体が寸法精度の高いものとなり、最終的に得られる接合体５においても、寸法精度が高いものが得られる。

さらに、接合膜３では、脱離基３０３は、表面３５付近に偏在するように導入されている。このように脱離基３０３が表面３５付近に選択的に存在する構成とすることにより、接合膜３に金属酸化物膜としての機能を好適に発揮させることができる。すなわち、接合膜３に、接合膜としての機能の他に、後述する導電性や透光性等の特性に優れた金属酸化物膜としての機能を好適に付与することができる。

【００９３】

このような接合膜３は、流動性を有さない固体状をなすものである。このため、従来から用いられている、流動性を有する液状または粘液状（半固形状）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。したがって、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。

【００９４】

また、本発明では、接合膜３は、導電性を有するものであるのが好ましい。これにより、後述する接合体において、接合膜３を配線基板が備える配線や、その端子等に適用することができる。

さらに、接合膜３は、透光性を有するものであるものが好ましい。これにより、本発明の接合体を、光学素子等における、透光性を必要とする領域に適用することができる。

【００９５】

以上のような接合膜３としての機能が好適に発揮されるように、金属原子が選択される。

具体的には、金属原子としては、例えば、Ｌｉ、Ｂｅ、Ｂ、Ｎａ、Ｍｇ、Ａｌ、Ｋ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｖ、Ｃｒ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｃｕ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｒｂ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｍｏ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｃｓ、Ｂａ、Ｌａ、Ｈｆ、Ｔａ、Ｗ、ＴｉおよびＰｂ等が挙げられる。中でも、Ｉｎ（インジウム）、Ｓｎ（スズ）、Ｚｎ（亜鉛）、Ｔｉ（チタン）およびＳｂ（アンチモン）のうちの１種または２種以上を組み合わせ用いるのが好ましい。接合膜３を、これらの金属原子を含むもの、すなわちこれらの金属原子を含む金属酸化物に脱離基３０３を導入したものとすることにより、接合膜３は、優れた導電性と透明性とを発揮するものとなる。

【００９６】

より具体的には、金属酸化物としては、例えば、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、アンチモン錫酸化物（ATO）、フッ素含有インジウム錫酸化物（FTO）、酸化亜鉛（ZnO）および二酸化チタン（TiO₂）等が挙げられる。

なお、金属酸化物としてインジウム錫酸化物（ITO）を用いる場合には、インジウムとスズとの原子比（インジウム／スズ比）は、99／1～80／20であるのが好ましく、97／3～85／15であるのがより好ましい。これにより、前述したような効果をより顕著に発揮させることができる。

【0097】

また、接合膜3中の金属原子と酸素原子の存在比は、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。金属原子と酸素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、脱離基303は、前述したように、金属原子および酸素原子の少なくとも一方から脱離することにより、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、脱離しないよう接合膜3に確実に結合しているものが好適に選択される。

【0098】

かかる観点から、脱離基303には、水素原子、炭素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子、またはこれらの各原子で構成される原子団のうちの少なくとも1種が好適に用いられる。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。

【0099】

なお、上記の各原子で構成される原子団（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、メトキシ基、エトキシ基のようなアルコキシ基、カルボキシル基、アミノ基およびスルホン酸基等が挙げられる。

以上のような各原子および原子団の中でも、脱離基303は、特に、水素原子であるのが好ましい。水素原子で構成される脱離基303は、化学的な安定性が高いため、脱離基303として水素原子を備える接合膜3は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

【0100】

以上のことを考慮すると、接合膜3としては、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、アンチモン錫酸化物（ATO）、フッ素含有インジウム錫酸化物（FTO）、酸化亜鉛（ZnO）または二酸化チタン（TiO₂）の金属酸化物に、脱離基303として水素原子が導入されたものが好適に選択される。

かかる構成の接合膜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、このような接合膜3は、基板2に対して特に強固に接着するとともに、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、金属酸化物膜としての機能も好適に発揮するものとなる。

【0101】

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。

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。

10

20

30

40

50

【0102】

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。

【0103】

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。

10

以上説明したような接合膜3は、いかなる方法で成膜してもよいが、例えば、金属原子と前記酸素原子とを含む金属酸化物膜を基材2上に成膜した後に、この金属酸化物膜の表面付近に含まれる前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に脱離基303を導入することにより得ることができる。かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、金属酸化物膜の表面付近に脱離基303を偏在させた状態で導入することができ、接合膜および金属酸化物膜としての双方の特性に優れた接合膜3を形成することができる。

【0104】

基材2上に成膜される金属酸化物膜は、いかなる方法で成膜されたものでもよく、例えば、PVD法（物理的気相成膜法）、CVD法（化学的気相成膜法）、プラズマ重合法、のような各種気相成膜法や、各種液相成膜法等により成膜することができるが、中でも、特に、PVD法により成膜するのが好ましい。PVD法によれば、緻密で均質な金属酸化物膜を効率よく成膜することができる。

20

【0105】

また、PVD法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法およびレーザーアブレーション法等が挙げられるが、中でも、スパッタリング法を用いるのが好ましい。スパッタリング法によれば、金属原子と酸素原子との結合が切断することなく、雰囲気中に金属酸化物の粒子を叩き出して、基板2上に供給することができるため、特性に優れた金属酸化物膜を成膜することができる。

【0106】

30

さらに、金属酸化物膜の表面付近に脱離基303を導入する方法としては、各種方法が用いられ、例えば、I：脱離基303を構成する原子成分を含む雰囲気下で金属酸化物膜を熱処理（アニール）する方法およびII：イオンインプランテーション法等が挙げられるが、中でも、特に、Iの方法を用いるのが好ましい。Iの方法によれば、比較的容易に、脱離基303を金属酸化物膜の表面付近に選択的に導入することができる。また、熱処理を施す際の、雰囲気温度や処理時間等の処理条件を適宜設定することにより、導入する脱離基303の量、さらには脱離基303が導入される金属酸化物膜の厚さの制御を的確に行うことができる。

【0107】

40

以下、金属酸化物膜をスパッタリング法（イオンビームスパッタリング法）により成膜し、次に、得られた金属酸化物膜を、脱離基303を構成する原子成分を含む雰囲気下で熱処理することにより、接合膜3を得る場合を代表に説明する。

まず、接合膜3の成膜方法を説明するのに先立って、接合膜3を成膜する際に用いられる成膜装置200について説明する。

【0108】

図5は、本発明の接合方法に用いられる成膜装置を模式的に示す縦断面図、図6は、図5に示す成膜装置が備えるイオン源の構成を示す模式図である。なお、以下の説明では、図5中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

図5に示す成膜装置200は、イオンビームスパッタリング法による金属酸化物膜の成膜および、金属酸化物膜の熱処理がチャンバー（装置）内で行えるように構成されている

50

。

【0109】

具体的には、成膜装置200は、チャンバー（真空チャンバー）211と、このチャンバー211内に設置され、基板2（成膜対象物）を保持する基板ホルダー（成膜対象物保持部）212と、チャンバー211内に設置され、チャンバー211内に向かってイオンビームBを照射するイオン源（イオン供給部）215と、イオンビームBの照射により、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物（例えば、ITO）を発生させるターゲット（金属酸化物材料）216を保持するターゲットホルダー（ターゲット保持部）217とを有している。

【0110】

また、チャンバー211には、チャンバー211内に、脱離基303を構成する原子成分を含むガス（例えば、水素ガス）を供給するガス供給手段260と、チャンバー211内の排気をして圧力を制御する排気手段230と、チャンバー211内を加熱する加熱手段（図示せず）とを有している。

なお、本実施形態では、基板ホルダー212は、チャンバー211の天井部に取り付けられている。この基板ホルダー212は、回動可能となっている。これにより、基板2上に金属酸化物膜を均質かつ均一な厚さで成膜することができる。

【0111】

イオン源（イオン銃）215は、図6に示すように、開口（照射口）250が形成されたイオン発生室256と、イオン発生室256内に設けられたフィラメント257と、グリッド253、254と、イオン発生室256の外側に設置された磁石255とを有している。

また、イオン発生室256には、図5に示すように、その内部にガス（スパッタリング用ガス）を供給するガス供給源219が接続されている。

【0112】

このイオン源215では、イオン発生室256内に、ガス供給源219からガスを供給した状態で、フィラメント257を通電加熱すると、フィラメント257から電子が放出され、放出された電子が磁石255の磁場によって運動し、イオン発生室256内に供給されたガス分子と衝突する。これにより、ガス分子がイオン化する。このガスのイオン E^+ は、グリッド253とグリッド254との間の電圧勾配により、イオン発生室256内から引き出されるとともに加速され、開口250を介してイオンビームBとしてイオン源215から放出（照射）される。

【0113】

イオン源215から照射されたイオンビームBは、ターゲット216の表面に衝突し、ターゲット216からは粒子（スパッタ粒子）が叩き出される。このターゲット216は、前述したような金属酸化物材料で構成されている。

この成膜装置200では、イオン源215は、その開口250がチャンバー211内に位置するように、チャンバー211の側壁に固定（設置）されている。なお、イオン源215は、チャンバー211から離間した位置に配置し、接続部を介してチャンバー211に接続した構成とすることもできるが、本実施形態のような構成とすることにより、成膜装置200の小型化を図ることができる。

【0114】

また、イオン源215は、その開口250が、基板ホルダー212と異なる方向、本実施形態では、チャンバー211の底部側を向くように設置されている。

なお、イオン源215の設置個数は、1つに限定されるものではなく、複数とすることもできる、イオン源215を複数設置することにより、接合膜3の成膜速度をより速くすることができる。

【0115】

また、ターゲットホルダー217および基板ホルダー212の近傍には、それぞれ、これらを覆うことができる第1のシャッター220および第2のシャッター221が配設さ

10

20

30

40

50

れている。

これらシャッター 220、221 は、それぞれ、ターゲット 216、基板 2 および接合膜 3 が、不要な雰囲気等に曝されるのを防ぐためのものである。

【0116】

また、排気手段 230 は、ポンプ 232 と、ポンプ 232 とチャンバー 211 とを連通する排気ライン 231 と、排気ライン 231 の途中に設けられたバルブ 233 とで構成されており、チャンバー 211 内を所望の圧力に減圧し得るようになっている。

さらに、ガス供給手段 260 は、脱離基 303 を構成する原子成分を含むガス（例えば、水素ガス）を貯留するガスボンベ 264 と、ガスボンベ 264 からこのガスをチャンバー 211 に導くガス供給ライン 261 と、ガス供給ライン 261 の途中に設けられたポンプ 262 およびバルブ 263 とで構成されており、脱離基 303 を構成する原子成分を含むガスをチャンバー 211 内に供給し得るようになっている。

以上のような構成の成膜装置 200 を用いて、以下のようにして基板 2 上に接合膜 3 が形成される。

【0117】

[1] まず、基板 2 を用意する。そして、この基板 2 を成膜装置 200 のチャンバー 211 内に搬入し、基板ホルダー 212 に装着（セット）する。

[2] 次に、排気手段 230 を動作させ、すなわちポンプ 232 を作動させた状態でバルブ 233 を開くことにより、チャンバー 211 内を減圧状態にする。この減圧の程度（真空度）は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr 程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr 程度であるのがより好ましい。

また、このとき、加熱手段を動作させ、チャンバー 211 内を加熱する。チャンバー 211 内の温度は、25 以上であればよいが、25 ~ 100 程度であるのが好ましい。かかる範囲内に設定することにより、膜密度の高い金属酸化物膜を成膜することができる。

【0118】

[3] 次に、第 2 のシャッター 221 を開き、さらに第 1 のシャッター 220 を開いた状態にする。

この状態で、イオン源 215 のイオン発生室 256 内にガスを導入するとともに、フィラメント 257 に通電して加熱する。これにより、フィラメント 257 から電子が放出され、この放出された電子とガス分子が衝突することにより、ガス分子がイオン化する。

【0119】

このガスのイオン I^+ は、グリッド 253 とグリッド 254 とにより加速されて、イオン源 215 から放出され、陰極材料で構成されるターゲット 216 に衝突する。これにより、ターゲット 216 から金属酸化物（例えば、ITO）の粒子が叩き出され、基板 2 上に被着して、金属原子と、この金属原子に結合する酸素原子とを含む金属酸化物膜が形成される。

【0120】

なお、本実施形態で説明したイオンビームスパッタリング法では、イオン源 215 のイオン発生室 256 内で、放電が行われ、電子 e^- が発生するが、この電子 e^- は、グリッド 253 により遮蔽され、チャンバー 211 内への放出が防止される。

さらに、イオンビーム B の照射方向（イオン源 215 の開口 250）がターゲット 216（チャンバー 211 の底部側と異なる方向）に向いているので、イオン発生室 256 内で発生した紫外線が、成膜された接合膜 3 に照射されるのがより確実に防止されて、接合膜 3 の成膜中に導入された脱離基 303 が脱離するのを確実に防止することができる。

【0121】

[4] 次に、第 2 のシャッター 221 を開いた状態で、第 1 のシャッター 220 を閉じる。

この状態で、加熱手段を動作させ、チャンバー 211 内をさらに加熱する。チャンバー 211 内の温度は、金属酸化物膜の表面に効率良く脱離基 303 が導入される温度に設定

10

20

30

40

50

され、100～600 程度であるのが好ましく、150～300 程度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、次工程[5]において、基板2および金属酸化物膜を変質・劣化させることなく、金属酸化物膜の表面に効率良く脱離基303を導入することができる。

【0122】

[5] 次に、ガス供給手段260を動作させ、すなわちポンプ262を作動させた状態でバルブ263を開くことにより、チャンバー211内に脱離基303を構成する原子成分を含むガスを供給する。これにより、チャンバー211内をかかるガスを含む雰囲気下(水素ガス雰囲気下)とすることができる。

このように、前記工程[4]でチャンバー211内が加熱された状態で、チャンバー211内を、脱離基303を構成する原子成分を含むガスを含む雰囲気下(例えば、水素ガス雰囲気下)とすると、金属酸化物膜の表面付近に存在する金属原子および酸素原子の少なくとも一方に脱離基303が導入されて、接合膜3が形成される。

【0123】

脱離基303を構成する原子成分を含むガスの流量は、1～100ccm程度であるのが好ましく、10～60ccm程度であるのがより好ましい。これにより、金属原子および酸素原子の少なくとも一方に確実に脱離基303を導入することができる。

なお、チャンバー211内は、前記工程[2]において、排気手段230を動作させることにより調整された減圧状態を維持しているのが好ましい。これにより、金属酸化物膜の表面付近に対する脱離基303の導入をより円滑に行うことができる。また、前記工程[2]の減圧状態を維持したまま、本工程においてチャンバー211内を減圧する構成とすることにより、再度減圧する手間が省けることから、成膜時間および成膜コスト等の削減を図ることができるという利点も得られる。

【0124】

この減圧の程度(真空度)は、特に限定されないが、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr程度であるのがより好ましい。

また、熱処理を施す時間は、15～120分程度であるのが好ましく、30～60分程度であるのがより好ましい。

【0125】

導入する脱離基303の種類等によっても異なるが、熱処理を施す際の条件(チャンバー211内の温度、真空度、ガス流量、処理時間)を上記範囲内に設定することにより、金属酸化物膜の表面付近に脱離基303を選択的に導入することができる。

なお、上記の成膜条件を適宜設定することにより、脱離基303を、金属酸化物膜の表面のみならず、その内部まで導入することができる。このように脱離基303が内部まで導入された接合膜3は、金属酸化物膜としての特性よりも、接合膜としての特性を優先させたい場合に好適に用いられる。

以上のようにして、接合膜3が基板2上に成膜されて、接合膜付き基材1を得ることができる。

【0126】

<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。

【0127】

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。

10

20

30

40

50

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、重ね合わせてなる積層体中の接合膜 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。

【0128】

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）。 10

[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、積層体を得る。なお、この積層体の状態では、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、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 3 の表面 35 方向における位置精度を高めることができる。

【0129】

[3] 次に、図 7（c）に示すように、積層体中の接合膜 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、図 7（d）に示すように、接合体 5 が得られる。 20

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。

【0130】

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は、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。 30

【0131】

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 のうちエネルギー線を照射する側の基板は、透光性を有するもので構成される。

【0132】

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 および対向基板 4 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。 40

【0133】

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 50

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。

【0134】

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 のうちヒータまたは火炎に接触させる側の基板は、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 ~ 10 MPa 程度の圧力で圧縮するのが好ましく、1 ~ 5 MPa 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、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。

【0135】

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。

【0136】

< 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。

【0137】

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。

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。

【0138】

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。

【0139】

[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 が接合膜 3 から脱離する。そし

て、脱離基 303 が脱離した後は、図 4 に示すように、各接合膜 31、32 の表面 35 付近に活性手 304 が生じ、各接合膜 31、32 が活性化される。これにより、各接合膜 31、32 にそれぞれ接着性が発現する。

【0140】

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。

ここで、接合膜 3 が「活性化された」状態とは、前記第 1 実施形態で説明したように、接合膜 3 の表面 35 および内部の脱離基 303 が脱離して、金属原子および酸素原子の少なくとも一方が終端化していない結合手（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。

したがって、本明細書中では、活性手 304 とは、図 4 に示すように、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。

【0141】

[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 5a 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。

【0142】

(i) 例えば、各接合膜 31、32 の表面 351、352 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 31、32 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 31、32 の表面 351、352 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、脱水縮合を伴って表面から切断される。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 同士がより強固に接合されると推察される。

【0143】

(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 付近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 を構成する金属原子および酸素原子いずれか一方同士が互いに直接接合することにより、各接合膜 31、32 同士が一体化する。

【0144】

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。

【0145】

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 5 a' が得られる。

【0146】

< 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。

【0147】

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。

【0148】

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 5 b 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、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。

【0150】

エネルギーが付与されると、接合膜 3 では、所定領域 350 において、図 3 に示す脱離基 303 が接合膜 3 から脱離する。そして、脱離基 303 が脱離した後は、所定領域 350 において、図 4 に示すように、接合膜 3 の表面 35 付近に活性手 304 が生じ、接合膜 3 が活性化される。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、該接着性は全く発現しないか、発現したとしてもほとんど発現しない。

【0151】

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。

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。

【0152】

また、本実施形態では、エネルギー線として、特に、レーザ光、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。

10

20

30

40

50

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 3 5 のうち、エネルギー線を照射すべき所定領域 3 5 0 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 3 5 0 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 1 0 (b) に示すように、接合膜 3 の表面 3 5 の上方に、エネルギー線を照射すべき所定領域 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、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 3 5 0 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。

【 0 1 5 3 】

[3] 次に、図 1 0 (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 3 5 0 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 1 0 (d) に示す接合体 5 b を得る。

このようにして得られた接合体 5 b 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、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 3 5 0 ）の面積を制御することにより、接合体 5 b 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 b が得られる。

【 0 1 5 4 】

また、図 1 0 (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 との間で熱膨張率の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 5 b 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 3 5 0 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 3 5 0 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。

【 0 1 5 5 】

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 3 5 0 ）の面積を制御することにより、接合体 5 b の接合強度を調整可能であると同時に、接合体 5 b 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 5 b を作製する場合には、接合体 5 b 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 5 b 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。

【 0 1 5 6 】

以上のようにして接合体 5 b を得ることができる。

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。

【 0 1 5 7 】

< 第 5 実施形態 >

10

20

30

40

50

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11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11中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0158】

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25のうち、一部の所定領域350のみに選択的に接合膜3a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。

【0159】

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350のみに形成された接合膜3a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3aに対してエネルギーを付与して、接合膜3a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3a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3aを介して接合されてなる接合体5cを得る工程とを有する。

【0160】

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11(a)に示すように、基板2の上面25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を設ける。

次に、マスク6を介して、基板2の上面25に接合膜3aを成膜する。例えば、図11(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25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350にのみ重合物が堆積する。その結果、基板2の上面25の一部の所定領域350に接合膜3aが形成される。

【0161】

[2] 次に、図11(b)に示すように、接合膜3a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3a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3aに選択的にエネルギーを付与してもよいが、接合膜3aを含む基板2の上面25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3a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。

【0162】

[3] 次に、図11(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3a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11(d)に示す接合体5cを得る。

このようにして得られた接合体5c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、接合膜3a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3aを形成する領域（所定領域350）の面積を制御することにより、接合体5c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5cが得られる。

【0163】

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。

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。

。以上のようにして接合体 5 c を得ることができる。

10

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。

【 0 1 6 4 】

< 第 6 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 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。

20

【 0 1 6 5 】

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。

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。

30

【 0 1 6 6 】

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合されてなる接合体 5 d を得る工程とを有する。

【 0 1 6 7 】

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。

40

【 0 1 6 8 】

[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

50

様の方法を用いることができる。

【0169】

各接合膜31、32にそれぞれエネルギーが付与されると、図3に示す脱離基303が各接合膜31、32から脱離する。そして、脱離基303が脱離した後は、図4に示すように、各接合膜31、32の表面35付近に活性手304が生じ、各接合膜31、32が活性化される。これにより、接合膜31の表面351の全面と、接合膜32の表面352の所定領域350とに、それぞれ接着性が発現する。また、その一方、接合膜32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2枚の接合膜付き基材1は、所定領域350において部分的に接着可能なものとなる。

10

【0170】

[3]次に、図12(c)に示すように、接着性が発現した各接合膜31、32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12(d)に示す接合体5dを得る。

このようにして得られた接合体5d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5dの接合強度を容易に調整することができる。

20

【0171】

以上のようにして接合体5dを得ることができる。

なお、接合体5cを得た後、この接合体5c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5cを加圧しつつ、加熱することにより、接合体5c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。

【0172】

なお、このとき、接合膜31の表面351と接合膜32の表面352との界面のうち、所定領域350以外の領域(非接合領域)では、各表面351、352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5cを加圧しつつ、加熱する際には、この所定領域350以外の領域において、各接合膜31、32が接合されないような条件で行うようにするのが好ましい。

30

また、上記のことを考慮して、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。

【0173】

<第7実施形態>

40

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。

【0174】

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。

50

本実施形態にかかる接合方法は、各基板 2 1、2 2 の上面 2 5 1、2 5 2 のうち、それぞれ一部の所定領域 3 5 0 にのみに選択的に接合膜 3 a 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 3 a 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。

【0175】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、各基板 2 1、2 2 と、この基板 2 1、2 2 の各所定領域 3 5 0 にそれぞれ接合膜 3 a、3 b 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 3 a、3 b に対してエネルギーを付与して、各接合膜 3 a、3 b 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合されてなる接合体 5 e を得る工程とを有する。

10

【0176】

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 3 (a) に示すように、各基板 2 1、2 2 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 をそれぞれ設ける。

次に、マスク 6 を介して、各基板 2 1、2 2 の上面 2 5 1、2 5 2 に、それぞれ接合膜 3 a、3 b を成膜する。例えば、図 1 3 (a) に示すように、マスク 6 を介して PVD 法（例えば、スパッタリング法）を用いて接合膜 3 a、3 b を成膜すると、ターゲット 2 1 6 から叩き出された金属酸化物の粒子は、各基板 2 1、2 2 の上面 2 5 1、2 5 2 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 3 5 0 にのみ重合物が堆積する。その結果、各基板 2 1、2 2 の上面 2 5 1、2 5 2 の一部の所定領域 3 5 0 に、接合膜 3 a、3 b がそれぞれ形成される。

20

【0177】

[2] 次に、図 1 3 (b) に示すように、各接合膜 3 a、3 b 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 3 a、3 b に接着性が発現する。

なお、本工程でエネルギーを付与する際には、各接合膜 3 a、3 b に選択的にエネルギーを付与してもよいが、各接合膜 3 a、3 b を含む基板 2 1、2 2 の上面 2 5 1、2 5 2 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 3 a、3 b 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。

30

【0178】

[3] 次に、図 1 3 (c) に示すように、接着性が発現した各接合膜 3 a、3 b 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 3 (d) に示す接合体 5 e を得る。

このようにして得られた接合体 5 e 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 e の接合強度を容易に調整することができる。

また、接合体 5 e の各基板 2 1、2 2 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 3 (d) 参照）。したがって、所定領域 3 5 0 の形状や各接合膜 3 a、3 b の厚さを適宜調整することにより、各基板 2 1、2 2 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。

40

【0179】

以上のようにして接合体 5 e を得ることができる。

なお、接合体 5 e を得た後、この接合体 5 e 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 e を加圧しつつ、加熱することにより、接合体 5 e 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

50

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。

【0180】

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。

【0181】

< 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。

【0182】

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。

【0183】

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。

【0184】

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。

【0185】

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 9 3 2 とを有している。

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。

【0186】

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。

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。

【0187】

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。

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。

【0188】

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。

【0189】

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。

【0190】

また、CPU には、例えば、インクカートリッジ 9 3 1 のインク残量、ヘッドユニット 9 3 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 9 6 は、通信回路を介して、印刷データを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 1 4、印刷装置 9 4 および給紙装置 9 5 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。

【0191】

以下、ヘッド 1 0 について、図 1 4 および図 1 5 を参照しつつ詳述する。

ヘッド 1 0 は、ノズル板 1 1 と、インク室基板 1 2 と、振動板 1 3 と、振動板 1 3 に接合された圧電素子（振動源）1 4 とを備えるヘッド本体 1 7 と、このヘッド本体 1 7 を収納する基体 1 6 とを有している。なお、このヘッド 1 0 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。

【0192】

ノズル板 1 1 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

10

20

30

40

50

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。

【0193】

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。

10

【0194】

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。

【0195】

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。

20

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。

【0196】

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気的に接続され、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。

30

【0197】

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。

【0198】

40

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、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 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。

【0199】

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

50

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。

【0200】

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。

10

【0201】

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。

【0202】

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。

20

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））のものであってもよい。

【0203】

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。

30

【0204】

< 配線基板 >

さらに、本発明の接合体を配線基板に適用した場合の実施形態について説明する。

図 1 7 は、本発明の接合体を適用して得られた配線基板を示す分解斜視図である。

図 1 7 に示す配線基板 4 1 0 は、絶縁基板 4 1 3 と、絶縁基板 4 1 3 上に配設された電極 4 1 2 と、リード 4 1 4 と、リード 4 1 4 の一端に、電極 4 1 2 と対向するように設けられた電極 4 1 5 とを有する。

【0205】

そして、電極 4 1 2 の上面と、電極 4 1 5 の下面とには、それぞれ接合膜 3 が形成されている。これらの接合膜 3 同士は、前述の本発明の接合方法によって貼り合わせることで接合されている。これにより、電極 4 1 2、4 1 5 間は、1 層の接合膜 3 によって強固に接合されることになり、各電極 4 1 2、4 1 5 間の層間剥離等が確実に防止されるとともに、信頼性の高い配線基板 4 1 0 が得られる。

40

【0206】

また、接合膜 3 は、接合膜 3 に含まれる金属酸化物として導電性を有するものを選択することにより、各電極 4 1 2、4 1 5 間を導通する機能をも担う。接合膜 3 は、非常に薄いものでも十分な接合力を発揮する。このため、各電極 4 1 2、4 1 5 間の間隙をより小さくすることができ、各電極 4 1 2、4 1 5 間の電気抵抗成分（接触抵抗）の低減を図る

50

ことができる。その結果、各電極 4 1 2、4 1 5 間の導電性をより高めることができる。

【0207】

また、接合膜 3 は、前述したように、その厚さを高い精度で容易に制御することができる。これにより、配線基板 4 1 0 は、より寸法精度の高いものとなり、各電極 4 1 2、4 1 5 間の導電性も容易に制御することができる。

以上、本発明の接合膜付き基材、接合膜付き基材の製造方法、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。

【0208】

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】

【0209】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

1. 接合体の製造

(実施例 1)

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。

【0210】

次いで、単結晶シリコン基板を図 5 に示す成膜装置 200 のチャンバー 211 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、イオンビームスパッタリング法を用いて、金属酸化物膜として、平均厚さ 100 nm の ITO 膜を成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0211】

<イオンビームスパッタリングの成膜条件>

- ・ターゲット : ITO
- ・チャンバーの到達真空度 : 2×10^{-6} Torr
- ・成膜時のチャンバー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・チャンバー内の温度 : 20
- ・イオンビームの加速電圧 : 600 V
- イオン発生室側のグリッドへの印加電圧 : +400 V
- チャンバー側のグリッドへの印加電圧 : -200 V
- ・イオンビーム電流 : 200 mA
- ・イオン発生室に供給するガス種 : Kr ガス
- ・処理時間 : 20 分

【0212】

次に、得られた金属酸化物膜に、以下に示す条件で熱処理を施して、金属酸化物膜 (ITO 膜) の表面付近に水素原子を導入することにより接合膜を形成した。なお、熱処理の条件は以下に示す通りである。

<熱処理の条件>

- ・熱処理時のチャンバー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・水素ガスの流量 : 60 sccm
- ・チャンバー内の温度 : 150
- ・処理時間 : 60 分

【0213】

以上のようにして成膜された接合膜は、ITO膜の表面付近に水素原子が導入されたもので構成されており、金属原子（インジウムおよびスズ）と、この金属原子と結合する酸素原子と、前記金属原子および前記酸素原子の少なくとも一方に結合する脱離基（水素原子）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接合膜が形成された、本発明の接合膜付き基材を得た。

【0214】

次に、得られた接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
- ・ 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

10

【0215】

一方、ガラス基板（対向基板）の片面に対して、酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、紫外線を照射してから1分後に、接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、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。

20

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。

【0216】

（実施例2）

接合体を加圧しつつ加熱する際の加熱温度を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3～13）

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、前記実施例1と同様にして接合体を得た。

30

【0217】

（実施例14）

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、シリコン基板の表面処理を行った面に、前記実施例1と同様にして接合膜を成膜した。これにより、接合膜付き基材を得た。

次に、接合膜付き基材の接合膜と、ガラス基板の表面処理を行った面とが接触するように、接合膜付き基材とガラス基板とを重ね合わせた。

【0218】

そして、重ね合わせた各基板に対して、以下に示す条件で紫外線を照射した。

40

< 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。

【0219】

50

(実施例 15)

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、これらの基板の双方を、それぞれ、図 5 に示す成膜装置 200 のチャンバー 211 内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

【0220】

次に、各基板の表面処理を行った面に、イオンビームスパッタリング法を用いて、それぞれ、金属酸化物膜として、平均厚さ 100 nm の ATO 膜を成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

<イオンビームスパッタリングの成膜条件>

- ・ターゲット : ATO
- ・チャンバーの到達真空度 : 2×10^{-6} Torr
- ・成膜時のチャンバー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・チャンバー内の温度 : 20
- ・イオンビームの加速電圧 : 600 V
- イオン発生室側のグリッドへの印加電圧 : +400 V
- チャンバー側のグリッドへの印加電圧 : -200 V
- ・イオンビーム電流 : 200 mA
- ・イオン発生室に供給するガス種 : Kr ガス
- ・処理時間 : 20 分

【0221】

次に、各基板上に得られた金属酸化物膜に、以下に示す条件で熱処理を施して、金属酸化物膜 (ITO 膜) の表面付近に水素原子を導入することにより接合膜を形成した。なお、熱処理の条件は以下に示す通りである。

<熱処理の条件>

- ・熱処理時のチャンバー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・水素ガスの流量 : 60 sccm
- ・チャンバー内の温度 : 150
- ・処理時間 : 60 分

【0222】

次に、各基板上に得られた接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
- ・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

続いて、紫外線を照射してから 1 分後に、紫外線を照射した面同士が接触するように、各基板を重ね合わせた。これにより、接合体を得た。

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。

【0223】

(実施例 16)

接合体を加圧しつつ加熱する際の加熱温度を 80 から 25 に変更した以外は、前記実施例 15 と同様にして接合体を得た。

(実施例 17 ~ 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 15 と同様にして接合体を得た。

【0224】

10

20

30

40

50

(実施例 28)

まず、前記実施例 15 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、シリコン基板とガラス基板の表面処理を行った面に、前記実施例 15 と同様にして、それぞれ接合膜を成膜した。これにより、2 枚の接合膜付き基材を得た。

次に、接合膜同士が接触するように、2 枚の接合膜付き基材を重ね合わせ、積層体を得た。

【0225】

そして、積層体のガラス基板側から、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
- ・ 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。

【0226】

(実施例 29)

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とガラス基板の双方を、図 5 に示す成膜装置 200 のチャンバー 211 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およびガラス基板の表面処理を行った面に、イオンビームスパッタリング法を用いて、金属酸化物膜として、平均厚さ 100 nm の ITO 膜を成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0227】

< イオンビームスパッタリングの成膜条件 >

- ・ ターゲット : ITO
- ・ チャンバーの到達真空度 : 2×10^{-6} Torr
- ・ 成膜時のチャンバー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・ チャンバー内の温度 : 20
- ・ イオンビームの加速電圧 : 600 V
- イオン発生室側のグリッドへの印加電圧 : +400 V
- チャンバー側のグリッドへの印加電圧 : -200 V
- ・ イオンビーム電流 : 200 mA
- ・ イオン発生室に供給するガス種 : Kr ガス
- ・ 処理時間 : 20 分

【0228】

次に、各基板上に得られた金属酸化物膜に、以下に示す条件で熱処理を施して、金属酸化物膜（ITO 膜）の表面付近に水素原子を導入することにより接合膜を形成した。なお、熱処理の条件は以下に示す通りである。

< 熱処理の条件 >

- ・ 熱処理時のチャンバー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・ 水素ガスの流量 : 60 sccm
- ・ チャンバー内の温度 : 150
- ・ 処理時間 : 60 分

【0229】

次に、各基板上に得られた接合膜に、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接合膜の表面全体と、ガラス基板に形成した接合膜の表面のうち、周縁部の幅 3 mm の枠状の領域とした。

< 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
- ・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

次に、接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 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。

【0230】

(実施例 30)

加熱の温度を 80 から 25 に変更した以外は、前記実施例 29 と同様にして接合体を得た。

(実施例 31、35 ~ 37、39、40)

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 29 と同様にして接合体を得た。

【0231】

(実施例 32)

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 に示す成膜装置 200 のチャンバー 211 内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

【0232】

次に、表面処理を行った面に、ITO 膜の表面付近に水素原子が導入された接合膜 (平均厚さ 100 nm) を成膜した。なお、成膜条件は、前記実施例 29 と同様である。

次に、前記実施例 29 と同様にして、接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接合膜の表面のうち、周縁部の幅 3 mm の枠状の領域とした。

【0233】

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、接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。

【0234】

(実施例 33)

加熱の温度を 80 から 25 に変更した以外は、前記実施例 32 と同様にして接合体を得た。

(実施例 34、38、41)

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 32 と同様にして接合体を得た。

【0235】

(比較例 1 ~ 3)

10

20

30

40

50

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。

(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 1 に示す材料とし、各基材間を A g ペーストで接着した以外は、前記実施例 1 と同様にして、接合体を得た。

(比較例 7 ~ 9)

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。

【0236】

10

2. 接合体の評価

2.1 接合強度(割裂強度)の評価

各実施例 1 ~ 28 および各比較例 1 ~ 6 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。

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。そして、接合強度を以下の基準にしたがって評価した。

【0237】

< 接合強度の評価基準 >

: 10 MPa (100 kgf / cm²) 以上

: 5 MPa (50 kgf / cm²) 以上、10 MPa (100 kgf / cm²)

20

未満

: 1 MPa (10 kgf / cm²) 以上、5 MPa (50 kgf / cm²)

未満

x : 1 MPa (10 kgf / cm²) 未満

【0238】

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。

30

< 寸法精度の評価基準 >

: 10 μm 未満

x : 10 μm 以上

【0239】

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を、80 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。その後、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を確認した。そして、その結果を以下の基準にしたがって評価した。

40

< 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

x : 内側に浸入している

【0240】

2.4 抵抗率の評価

各実施例 12、13、26、27 および各比較例 5、6 で得られた積層体について、それぞれ接合部分の抵抗率を測定した。そして、測定した抵抗率を以下の基準にしたがって評価した。

50

< 抵抗率の評価基準 >

： 1×10^{-3} ・ c m 未満

×： 1×10^{-3} ・ c m 以上

【 0 2 4 1 】

2 . 5 形状変化の評価

各実施例 2 9 ~ 4 1 および各比較例 7 ~ 9 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。

【 0 2 4 2 】

< 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 . 5 の各評価結果を表 1 および表 2 に示す。

【 0 2 4 3 】

【表 1】

表 1

	接合体の製造条件					評価結果					
	基板の 構成材料	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	抵抗率		
		金属酸化物	脱離基							接合膜の形成位置	対向基板の 構成材料
実施例1	シリコン	ITO	水素原子	基板のみ	積層前	80℃	○	○	◎	—	
実施例2	シリコン					25℃	○	○	◎	—	
実施例3	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例4	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例5	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例6	シリコン					80℃	◎	○	◎	—	
実施例7	シリコン					80℃	◎	○	◎	—	
実施例8	ガラス					80℃	○	○	◎	—	
実施例9	ガラス					80℃	○	○	◎	—	
実施例10	ステンレス鋼					80℃	◎	○	◎	—	
実施例11	ステンレス鋼					80℃	◎	○	◎	—	
実施例12	ステンレス鋼					80℃	○	○	◎	○	
実施例13	ステンレス鋼					80℃	○	○	◎	○	
実施例14	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例15	シリコン	ATO	酸素原子	基板と 対向基板の 双方	積層後	80℃	○	○	◎	—	
実施例16	シリコン					25℃	○	○	◎	—	
実施例17	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例18	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例19	シリコン					80℃	◎	○	◎	—	
実施例20	シリコン					80℃	◎	○	◎	—	
実施例21	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
実施例22	ガラス					80℃	○	○	◎	—	
実施例23	ガラス					80℃	◎	○	◎	—	
実施例24	ステンレス鋼					80℃	◎	○	◎	—	
実施例25	ステンレス鋼					80℃	○	○	◎	○	
実施例26	ステンレス鋼					80℃	○	○	◎	○	
実施例27	ステンレス鋼					80℃	○	○	◎	—	
実施例28	シリコン					80℃	○	○	◎	—	
比較例1	シリコン	エポキシ系接着剤	—	—	—	△	×	△	△	—	
比較例2	シリコン					△	×	△	△	—	
比較例3	シリコン					△	×	△	△	—	
比較例4	ステンレス鋼	導電性(Ag)ペースト	—	—	—	△	×	△	△	—	
比較例5	ステンレス鋼					△	×	△	△	×	
比較例6	ステンレス鋼					△	×	△	△	×	

※ PET：ポリエチレンテレフタレート
PI：ポリイミド

【 0 2 4 4 】

10

20

30

40

【表 2】

表 2

	接合体の製造条件						評価結果			
	基板の 構成材料	接合膜			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
		金属酸化物	脱離基	接合領域						
実施例29	シリコン	ITO	水素原子	基板と対向基板の双方	ガラス	積層前	80℃	○	◎	◎
実施例30	シリコン			基板と対向基板の双方	ガラス		25℃	○	◎	◎
実施例31	シリコン			基板と対向基板の双方	シリコン		80℃	○	◎	◎
実施例32	シリコン			基板のみ	ステンレス鋼		80℃	○	◎	○
実施例33	シリコン			基板のみ	ステンレス鋼		25℃	○	◎	◎
実施例34	シリコン			基板のみ	アルミニウム		80℃	○	◎	○
実施例35	シリコン			基板と対向基板の双方	PET		80℃	○	◎	○
実施例36	シリコン			基板と対向基板の双方	PI		80℃	○	◎	○
実施例37	ガラス			基板と対向基板の双方	ガラス		80℃	○	◎	◎
実施例38	ガラス			基板と対向基板の双方	ステンレス鋼		80℃	○	◎	○
実施例39	ステンレス鋼			基板のみ	PET		80℃	○	◎	○
実施例40	ステンレス鋼			基板と対向基板の双方	PI		80℃	○	◎	○
実施例41	ステンレス鋼			基板のみ	アルミニウム		80℃	○	◎	◎
比較例7	シリコン	エポキシ系接着剤	接合膜の 表面の一部	—	ガラス	—	—	×	△	◎
比較例8	シリコン				シリコン			×	△	◎
比較例9	シリコン				ステンレス鋼			×	△	○

※ PET：ポリエチレンテレフタレート
PI：ポリイミド

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、耐薬品性および抵抗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は、各比較例で得られた接合体よりも反り量の変化が小さかった。

一方、各比較例で得られた接合体は、耐薬品性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。さらに、抵抗率は、高いものであった。

【図面の簡単な説明】

【0246】

【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。

10

【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成膜装置を模式的に示す縦断面図。

【図 6】図 5 に示す成膜装置が備えるイオン源の構成を示す模式図である。

【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。

20

【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 10】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 11】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 12】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。

30

【図 13】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 14】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 15】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である。

【図 16】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。

【図 17】本発明の接合体を適用して得られた配線基板を示す分解斜視図である。

40

【符号の説明】

【0247】

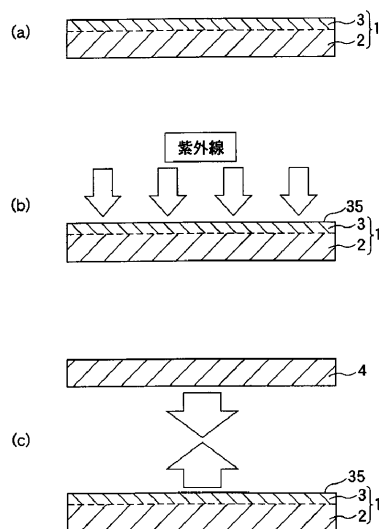
1 …… 接合膜付き基材 2、2 1、2 2 …… 基板 2 5、2 5 1、2 5 2 …… 上面 3
、3 0、3 1、3 2、3 a、3 b …… 接合膜 3 0 3 …… 脱離基 3 0 4 …… 活性手 3
c …… 間隙 3 5、3 5 1、3 5 2 …… 表面 3 5 0 …… 所定領域 4 …… 対向基板 5
、5 a、5 a'、5 b、5 c、5 d、5 e …… 接合体 6 …… マスク 6 1 …… 窓部 2
0 0 …… 成膜装置 2 1 1 …… チャンバー 2 1 2 …… 基板ホルダー 2 1 5 …… イオン
源 2 1 6 …… ターゲット 2 1 7 …… ターゲットホルダー 2 1 9 …… ガス供給源 2
2 0 …… 第 1 のシャッター 2 2 1 …… 第 2 のシャッター 2 3 0 …… 排気手段 2 3 1
…… 排気ライン 2 3 2 …… ポンプ 2 3 3 …… バルブ 2 5 0 …… 開口 2 5 3 …… グ
リッド 2 5 4 …… グリッド 2 5 5 …… 磁石 2 5 6 …… イオン発生室 2 5 7 …… フ

50

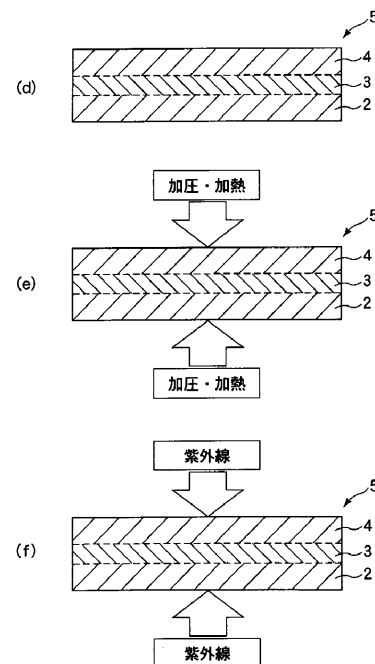
イラメント 2 6 0 ... ガス供給手段 2 6 1 ... ガス供給ライン 2 6 2 ... ポンプ
 2 6 3 ... バルブ 2 6 4 ... ガスポンペ 1 0 ... インクジェット式記録ヘッド 1 1
 ... ノズル板 1 1 1 ... ノズル孔 1 1 4 ... 被膜 1 2 ... インク室基板 1 2 1 ...
 ... インク室 1 2 2 ... 側壁 1 2 3 ... リザーバ室 1 2 4 ... 供給口 1 3 ... 振動
 板 1 3 1 ... 連通孔 1 4 ... 圧電素子 1 4 1 ... 上部電極 1 4 2 ... 下部電極
 1 4 3 ... 圧電体層 1 6 ... 基体 1 6 1 ... 凹部 1 6 2 ... 段差 1 7 ... ヘッド
 本体 9 ... インクジェットプリンタ 9 2 ... 装置本体 9 2 1 ... トレイ 9 2 2 ...
 ... 排紙口 9 3 ... ヘッドユニット 9 3 1 ... インクカートリッジ 9 3 2 ... キャリ
 ッジ 9 4 ... 印刷装置 9 4 1 ... キャリッジモータ 9 4 2 ... 往復動機構 9 4 3
 ... キャリッジガイド軸 9 4 4 ... タイミングベルト 9 5 ... 給紙装置 9 5 1 ...
 給紙モータ 9 5 2 ... 給紙ローラ 9 5 2 a ... 従動ローラ 9 5 2 b ... 駆動ローラ
 9 6 ... 制御部 9 7 ... 操作パネル P ... 記録用紙 4 1 0 ... 配線基板 4 1 2
 ... 電極 4 1 3 ... 絶縁基板 4 1 4 ... リード 4 1 5 ... 電極

10

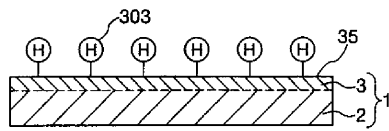
【図 1】



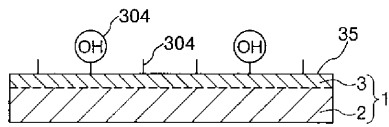
【図 2】



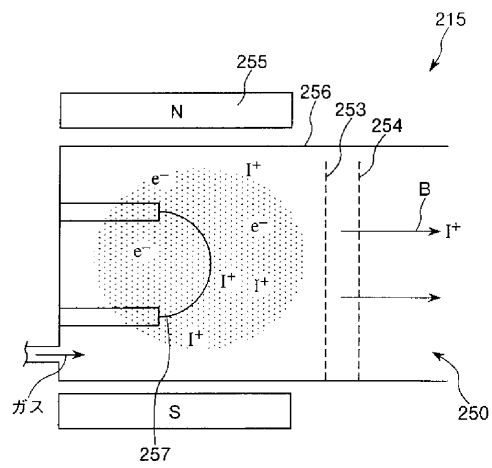
【図 3】



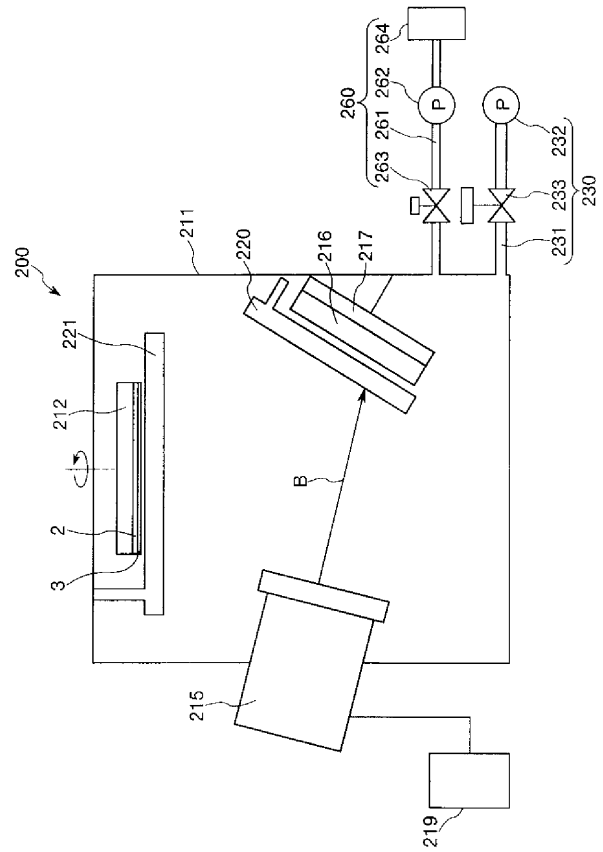
【図 4】



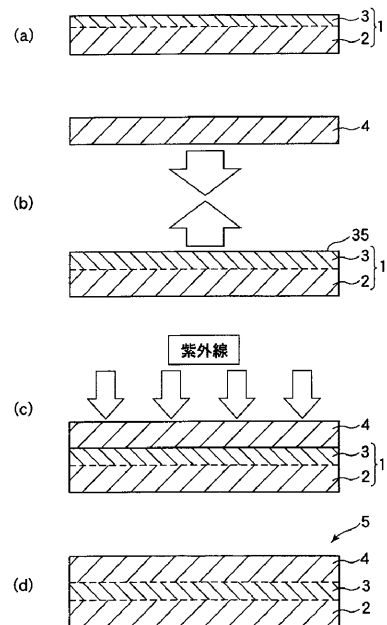
【図 6】



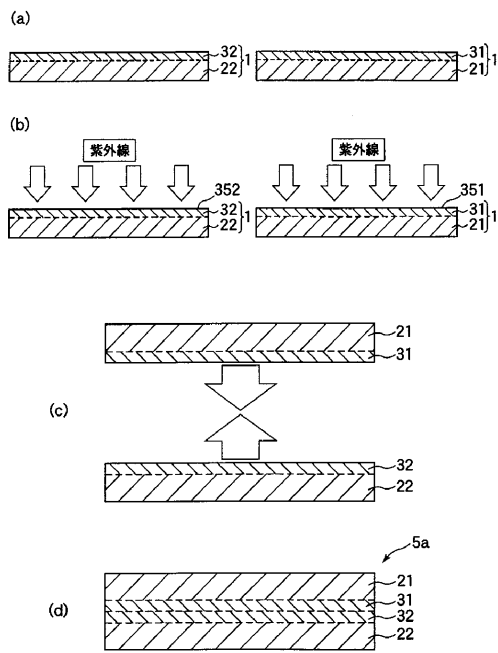
【図 5】



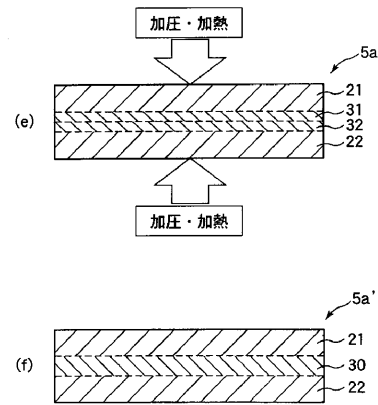
【図 7】



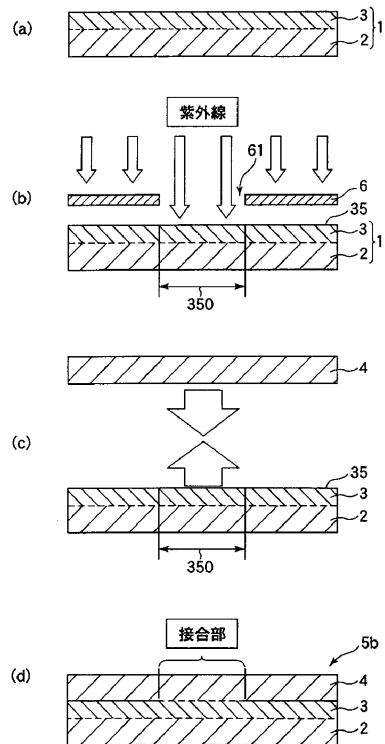
【図 8】



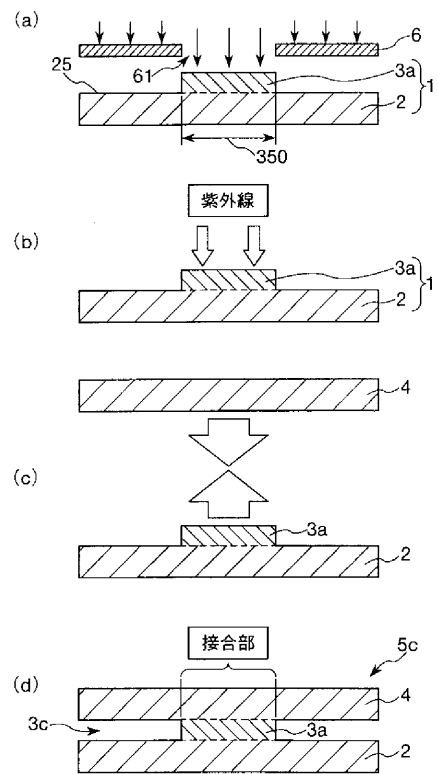
【図 9】



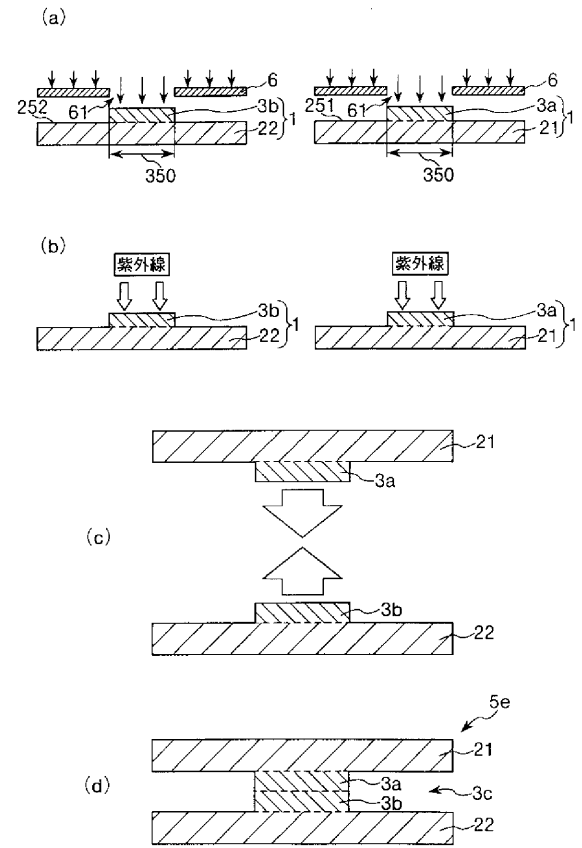
【図 10】



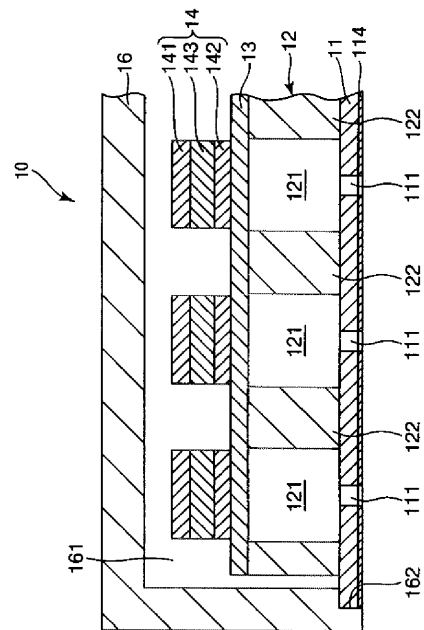
【図 11】



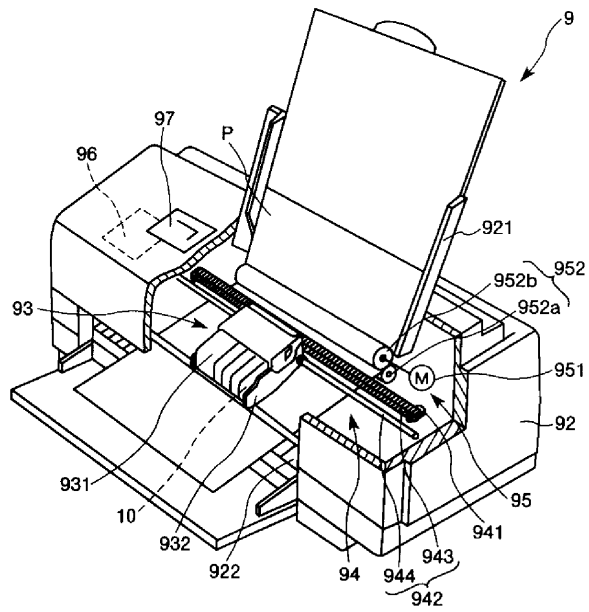
【 図 1 3 】



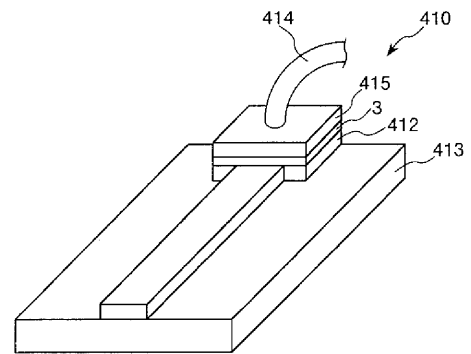
【 ㄨ 1 5 】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 4 1 J 2/16 (2006.01)	C 0 9 J 9/02	
C 0 9 J 5/00 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 0 3 H	
	C 0 9 J 5/00	

F ターム(参考) 4J040 EK031 HA011 HA016 HA061 HA066 HA131 HA136 HA341 HA346 KA32
LA06 LA09 MB03 MB05 PA15 PA30 PA32 PA33