

(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2009-76697

(P2009-76697A)

(43) 公開日 平成21年4月9日(2009.4.9)

(51) Int.Cl.
H01L 21/02 (2006.01)F I
H01L 21/02

テーマコード (参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数 45 O L (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願2007-244519 (P2007-244519)
(22) 出願日 平成19年9月20日 (2007.9.20)(71) 出願人 000002369
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 山本 隆智
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

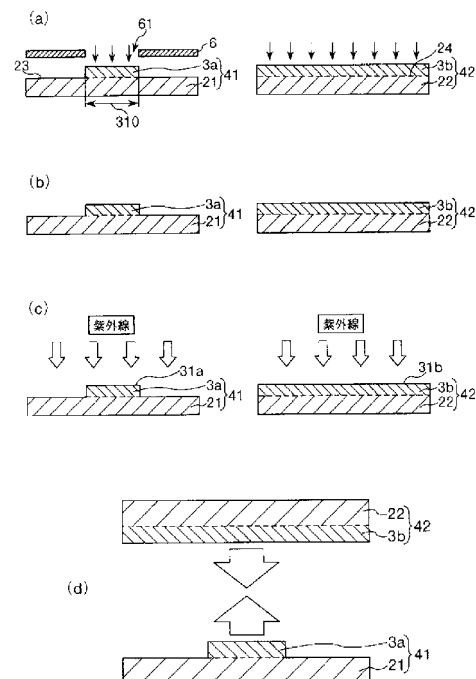
(54) 【発明の名称】 接合方法および接合体

(57) 【要約】

【課題】 2つの基材を、一部の領域において部分的に、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方法、および、2つの基材を、かかる接合方法により、一部の領域において部分的に接合してなる接合体を提供すること。

【解決手段】 本発明の接合方法は、第1の基材21と第2の基材22とを用意し、第1の基材21上の一部の所定領域310に接合膜3aを形成し、第1の被着体41を作製するとともに、第2の基材22上の全面に接合膜3bを形成し、第2の被着体42を作製する工程と、各接合膜3a、3bに対してエネルギーを付与し、各接合膜3a、3b中から脱離基を脱離させることにより、各接合膜3a、3bを活性化させる工程と、各接合膜3a、3b同士が密着するように、第1の被着体41と第2の被着体42とを貼り合わせることにより、これらが所定領域310において部分的に接合してなる接合体を得る工程とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材上の一部の所定領域に、金属原子と、該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とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材の前記第 1 の接合膜に臨む面の全面に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを貼り合わせることにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

10

【請求項 2】

基材上の一部の所定領域に、金属原子と、該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とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材の前記第 1 の接合膜に臨む面の全面に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させ、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

20

【請求項 3】

基材上に、金属原子と、該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とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材上に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜の一部の所定領域と前記第 2 の接合膜の全面とに対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを貼り合わせることにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

30

【請求項 4】

基材上に、金属原子と、該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とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材上に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜の一部の所定領域に対してエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜の前記所定領域に接着性を発現させ、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

40

【請求項 5】

前記脱離基は、前記接合膜のうち、表面付近に偏在している請求項 1 ないし 4 のいずれ

50

かに記載の接合方法。

【請求項 6】

前記接合膜は、透光性を有する請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 7】

前記金属原子は、遷移金属元素の原子である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 8】

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 6 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 9】

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 8 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 10】

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 9 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 11】

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 10 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 12】

基材上の一部の所定領域に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材の前記第 1 の接合膜に臨む面の全面に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを貼り合わせることにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

【請求項 13】

基材上の一部の所定領域に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材の前記第 1 の接合膜に臨む面の全面に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させ、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

【請求項 14】

基材上に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材上に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する前記第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜の一部の所定領域と前記第 2 の接合膜の全面とに対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜が密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを貼り合わせることにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した

10

20

30

40

50

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 15】

基材上に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第1の接合膜を備える第1の被着体と、基材上に、前記第1の接合膜と同じ機能を有する第2の接合膜を備える第2の被着体とを用意する工程と、

前記第1の接合膜と前記第2の接合膜とが密着するように、前記第1の被着体と前記第2の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第1の接合膜および前記第2の接合膜の一部の所定領域に対してエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜の前記所定領域に接着性を発現させ、前記第1の被着体と前記第2の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする接合方法。

10

【請求項 16】

前記接合膜は、有機金属材料を原材料として、有機金属化学気相成長法を用いて成膜されたものである請求項12ないし15のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 17】

前記接合膜は、低還元性雰囲気下で成膜されたものである請求項16に記載の接合方法。

【請求項 18】

前記脱離基は、前記有機金属材料に含まれる有機物の一部が残存したものである請求項16または17に記載の接合方法。

20

【請求項 19】

前記脱離基は、炭素原子を必須成分とし、水素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子のうちの少なくとも1種を含む原子団で構成される請求項16ないし18のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 20】

前記脱離基は、アルキル基である請求項19に記載の接合方法。

【請求項 21】

前記有機金属材料は、金属錯体である請求項16ないし20のいずれかに記載の接合方法。

30

【請求項 22】

前記金属原子は、遷移金属元素の原子である請求項12ないし21のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 23】

前記金属原子は、銅、アルミニウム、亜鉛および鉄のうちの少なくとも1種である請求項12ないし21のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 24】

前記接合膜中の金属原子と炭素原子との存在比は、3:7~7:3である請求項12ないし23のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 25】

前記接合膜は、導電性を有する請求項1ないし24のいずれかに記載の接合方法。

40

【請求項 26】

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、当該接合膜から脱離した後に、活性手が生じる請求項1ないし25のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 27】

前記活性手は、未結合手または水酸基である請求項26に記載の接合方法。

【請求項 28】

前記接合膜の平均厚さは、0.2~1000nmである請求項1ないし27のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 29】

50

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 2 8 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 3 0】

前記基材は、板状をなしている請求項 1 ないし 2 9 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 3 1】

前記板状の基材は、可撓性を有するものである請求項 3 0 に記載の接合方法。

【請求項 3 2】

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 3 1 のいずれかに記載の接合方法。

10

【請求項 3 3】

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 3 2 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 3 4】

前記表面処理は、プラズマ処理または紫外線照射処理である請求項 3 3 に記載の接合方法。

【請求項 3 5】

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 3 4 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 3 6】

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 3 5 に記載の接合方法。

20

【請求項 3 7】

前記エネルギーの付与は、前記接合膜にエネルギー線を照射する方法、前記接合膜を加熱する方法、および前記接合膜に圧縮力を付与する方法のうちの少なくとも 1 つの方法により行われる請求項 1 ないし 3 6 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 3 8】

前記エネルギー線は、波長 1 2 6 ~ 3 0 0 n m の紫外線である請求項 3 7 に記載の接合方法。

【請求項 3 9】

前記加熱の温度は、2 5 ~ 1 0 0 である請求項 3 7 または 3 8 に記載の接合方法。

30

【請求項 4 0】

前記圧縮力は、0 . 2 ~ 1 0 M P a である請求項 3 7 ないし 3 9 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 4 1】

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 3 7 ないし 4 0 のいずれかに記載の接合方法。

【請求項 4 2】

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 1 ないし 4 1 のいずれかに記載の接合方法。

40

【請求項 4 3】

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 4 2 に記載の接合方法。

【請求項 4 4】

2 つの基材が、請求項 1 ないし 4 3 のいずれかに記載の接合方法により接合されてなることを特徴とする接合体。

【請求項 4 5】

前記接合膜は、機能性部分接合膜としての機能を有するものである請求項 4 4 に記載の接合体。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、接合方法および接合体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

2つの部材（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。

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。

【0003】

- ・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
- ・耐インク性などの有機溶剤に対する信頼性が低い

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
- ・一部の領域を選択的に接合することができないので、接合界面に、部材間の熱膨張率差に伴う大きな応力が発生し、接合体の剥離等を招く

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、一部の領域において部分的に、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、2つの基材を、一部の領域において部分的に、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方法、および、2つの基材を、かかる接合方法により、一部の領域において部分的に接合してなる接合体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の接合方法は、基材上の一部の所定領域に、金属原子と、該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を含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材の前記第 1 の接合膜に臨む面の全面に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを貼り合わせることにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

これにより、2つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、接合体中の2つの基材間に、接合膜の厚さに相当する高さの空間が形成される。したがって、前記所定領域の形状を適宜調整することにより、この空間を活かして、接合体中に閉空間や流路を形成することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明の接合方法は、基材上の一部の所定領域に、金属原子と、該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を含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材の前記第 1 の接合膜に臨む面の全面に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させ、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

これにより、2つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、接合体中の2つの基材間に、接合膜の厚さに相当する高さの空間が形成される。したがって、前記所定領域の形状を適宜調整することにより、この空間を活かして、接合体中に閉空間や流路を形成することができる。さらに、仮接合体の状態では、第 1 の被着体と第 2 の被着体との間は接合されていない。このため、第 1 の被着体と第 2 の被着体とをずらし、これらの相対的な位置を調整することができる。このようにすれば、2つの被着体を重ね合わせた後、これらの位置を容易に微調整することができるので、位置の調整の作業性が向上し、最終的に得られる接合体の面方向における寸法精度を高めることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の接合方法は、基材上に、金属原子と、該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を含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材上に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜の一部の所定領域と前記第 2 の接合膜の全面とに対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第

2の被着体とを貼り合わせるにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

これにより、2つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、エネルギーを付与する領域を選択することのみで、接合部の領域を容易に制御することができる。

【0012】

本発明の接合方法は、基材上に、金属原子と、該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を含む第1の接合膜を備える第1の被着体と、基材上に、前記第1の接合膜と同じ機能を有する第2の接合膜を備える第2の被着体とを用意する工程と、

前記第1の接合膜と前記第2の接合膜とが密着するように、前記第1の被着体と前記第2の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第1の接合膜および前記第2の接合膜の一部の所定領域に対してエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、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させることにより、前記各接合膜の前記所定領域に接着性を発現させ、前記第1の被着体と前記第2の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

【0013】

これにより、2つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、エネルギーを付与する領域を選択することのみで、接合部の領域を容易に制御することができる。さらに、仮接合体の状態では、第1の被着体と第2の被着体との間は接合されていない。このため、第1の被着体と第2の被着体とをずらし、これらの相対的な位置を調整することができる。このようにすれば、2つの被着体を重ね合わせた後、これらの位置を容易に微調整することができるので、位置の調整の作業性が向上し、最終的に得られる接合体の面方向における寸法精度を高めることができる。

【0014】

本発明の接合方法では、前記脱離基は、前記接合膜のうち、表面付近に偏在していることが好ましい。

これにより、接合膜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、接合膜に、接合を担う機能の他に、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という利点も得られる。換言すれば、脱離基が、接合膜の導電性や透光性等の特性を阻害してしまうのを確実に防止することができる。

【0015】

本発明の接合方法では、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。

本発明の接合方法では、前記金属原子は、遷移金属元素の原子であることが好ましい。

遷移金属は、一般に硬度や融点が高く、電気伝導性および熱伝導性が高いため、接合膜が含む金属原子として遷移金属元素の原子を選択することにより、接合膜に発現する接着性をより高めることができる。また、それとともに、接合膜の導電性をより高めることができる。

【0016】

本発明の接合方法では、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。

本発明の接合方法では、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

10

20

30

40

50

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、第１の被着体と第２の被着体との間の接着性をより高度化することができる。

【００１７】

本発明の接合方法では、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、第１の基材に対して特に強固に接着するとともに、第２の被着体に対しても特に強い被着力を示し、その結果として、第１の被着体と第２の被着体とを強固に接合することができる。

本発明の接合方法では、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、第１の被着体と第２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。

【００１８】

本発明の接合方法は、基材上の一部の所定領域に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第１の接合膜を備える第１の被着体と、基材の前記第１の接合膜に臨む面の全面に、前記第１の接合膜と同じ機能を有する第２の接合膜を備える第２の被着体とを用意する工程と、

前記第１の接合膜および前記第２の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第１の接合膜と前記第２の接合膜とが密着するように、前記第１の被着体と前記第２の被着体とを貼り合わせることにより、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

これにより、２つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、接合体中の２つの基材間に、接合膜の厚さに相当する高さの空間が形成される。したがって、前記所定領域の形状を適宜調整することにより、この空間を活かして、接合体中に閉空間や流路を形成することができる。

【００１９】

本発明の接合方法は、基材上の一部の所定領域に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第１の接合膜を備える第１の被着体と、基材の前記第１の接合膜に臨む面の全面に、前記第１の接合膜と同じ機能を有する第２の接合膜を備える第２の被着体とを用意する工程と、

前記第１の接合膜と前記第２の接合膜とが密着するように、前記第１の被着体と前記第２の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第１の接合膜および前記第２の接合膜に対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させ、前記第１の被着体と前記第２の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

【００２０】

これにより、２つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、接合体中の２つの基材間に、接合膜の厚さに相当する高さの空間が形成される。したがって、前記所定領域の形状を適宜調整することにより、この空間を活かして、接合体中に閉空間や流路を形成することができる。さらに、仮接合体の状態では、第１の被着体と第２の被着体との間は接合されていない。

このため、第 1 の被着体と第 2 の被着体とをずらし、これらの相対的な位置を調整することができる。このようにすれば、2 つの被着体を重ね合わせた後、これらの位置を容易に微調整することができるので、位置の調整の作業性が向上し、最終的に得られる接合体の面方向における寸法精度を高めることができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の接合方法は、基材上に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材上に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する前記第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜の一部の所定領域と前記第 2 の接合膜の全面とに対してそれぞれエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜に接着性を発現させる工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜が密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを貼り合わせることで、これらが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

これにより、2 つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、エネルギーを付与する領域を選択することのみで、接合部の領域を容易に制御することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の接合方法は、基材上に、金属原子と、有機成分で構成される脱離基とを含む第 1 の接合膜を備える第 1 の被着体と、基材上に、前記第 1 の接合膜と同じ機能を有する第 2 の接合膜を備える第 2 の被着体とを用意する工程と、

前記第 1 の接合膜と前記第 2 の接合膜とが密着するように、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とを重ね合わせて、仮接合体を得る工程と、

前記第 1 の接合膜および前記第 2 の接合膜の一部の所定領域に対してエネルギーを付与し、前記各接合膜の表面付近に存在する前記脱離基を、前記各接合膜から脱離させることにより、前記各接合膜の前記所定領域に接着性を発現させ、前記第 1 の被着体と前記第 2 の被着体とが前記所定領域において部分的に接合した接合体を得る工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

これにより、2 つの基材を、一部の領域において部分的に、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。また、エネルギーを付与する領域を選択することのみで、接合部の領域を容易に制御することができる。さらに、仮接合体の状態では、第 1 の被着体と第 2 の被着体との間は接合されていない。このため、第 1 の被着体と第 2 の被着体とをずらし、これらの相対的な位置を調整することができる。このようにすれば、2 つの被着体を重ね合わせた後、これらの位置を容易に微調整することができるので、位置の調整の作業性が向上し、最終的に得られる接合体の面方向における寸法精度を高めることができる。

【 0 0 2 4 】

本発明の接合方法では、前記接合膜は、有機金属材料を原材料として、有機金属化学気相成長法を用いて成膜されたものであることが好ましい。

かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、かつ、均一な膜厚の接合膜を成膜することができる。

本発明の接合方法では、前記接合膜は、低還元性雰囲気下で成膜されたものであることが好ましい。

これにより、基板上に純粋な金属膜が形成されることなく、有機金属材料中に含まれる有機物の一部を残存させた状態で成膜することができる。すなわち、接合膜および金属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。

【 0 0 2 5 】

本発明の接合方法では、前記脱離基は、前記有機金属材料に含まれる有機物の一部が残存したものであることが好ましい。

このように成膜した際に膜中に残存する残存物を脱離基として用いる構成とすることにより、形成された金属膜中に脱離基を導入する必要がなく、比較的簡単な工程で接合膜を成膜することができる。

【0026】

本発明の接合方法では、前記脱離基は、炭素原子を必須成分とし、水素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子のうちの少なくとも1種を含む原子団で構成されることが好ましい。

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、第1の被着体と第2の被着体との間の接着性をより高度化することができる。

10

【0027】

本発明の接合方法では、前記脱離基は、アルキル基であることが好ましい。

アルキル基で構成される脱離基は、化学的な安定性が高いため、脱離基としてアルキル基を備える接合膜は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

本発明の接合方法では、前記有機金属材料は、金属錯体であることが好ましい。

金属錯体を用いて接合膜を成膜することにより、金属錯体中に含まれる有機物の一部を残存した状態で、確実に接合膜を形成することができる。

【0028】

本発明の接合方法では、前記金属原子は、遷移金属元素の原子であることが好ましい。

20

遷移金属は、一般に硬度や融点が高く、電気伝導性および熱伝導性が高いため、接合膜が含む金属原子として遷移金属元素の原子を選択することにより、接合膜に発現する接着性をより高めることができる。また、それとともに、接合膜の導電性をより高めることができる。

【0029】

本発明の接合方法では、前記金属原子は、銅、アルミニウム、亜鉛および鉄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ことにより、接合膜は、優れた導電性を発揮するものとなる。

本発明の接合方法では、前記接合膜中の金属原子と炭素原子との存在比は、3:7~7:3であることが好ましい。

30

金属原子と炭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、接合膜の安定性が高くなり、第1の被着体と第2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。また、接合膜を優れた導電性を発揮するものとすることができる。

【0030】

本発明の接合方法では、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、接合体において、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。

本発明の接合方法では、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、当該接合膜から脱離した後に、活性手が生じることが好ましい。

40

これにより、接合体の表面に接着性が発現する。その結果、第1の被着体は、第2の被着体に対して、高い寸法精度で強固に効率よく接合可能なものとなる。

【0031】

本発明の接合方法では、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、接合膜を有する第1の被着体は、第2の被着体に対して、特に強固な接合が可能となる。

本発明の接合方法では、前記接合膜の平均厚さは、0.2~1000nmであることが好ましい。

これにより、第1の被着体と第2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。

50

【 0 0 3 2 】

本発明の接合方法では、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、接合膜は、その厚さや形状がほとんど変化しないものとなる。このため、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、硬化に要する時間が不要になるため、従来に比べ、短時間で強固な接合が可能になる。

【 0 0 3 3 】

本発明の接合方法では、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、2つの基材を重ね合わせたときに、互い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。

本発明の接合方法では、前記板状の基材は、可撓性を有するものであることが好ましい。

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。また、基材と第2の被着体の双方が可撓性を有している場合には、全体として可撓性を有し、機能性の高い接合体が得られる。

【 0 0 3 4 】

本発明の接合方法では、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。

本発明の接合方法では、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、基材の接合面が清浄化および活性化され、接合面に対して接合膜が化学的に作用し易くなる。その結果、基材の接合面と接合膜との接合強度を高めることができる。

【 0 0 3 5 】

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

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

本発明の接合方法では、前記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。

【 0 0 3 6 】

本発明の接合方法では、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。

【 0 0 3 7 】

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、付与されるエネルギー量が最適化されるので、接合膜中の骨格をなす分子結合が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、接合膜から脱離基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。

【 0 0 3 8 】

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、 $0.2 \sim 10 \text{ MPa}$ であることが好ましい。

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

【0039】

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

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

本発明の接合方法では、さらに、前記接合体に対して、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。

【0040】

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。

本発明の接合体は、2つの基材が、本発明の接合方法により接合されてなることを特徴とする。

これにより、2つの基材を、一部の領域において部分的に接合してなる接合体が得られる。

本発明の接合体では、前記接合膜は、機能性部分接合膜としての機能を有するものであることが好ましい。

これにより、例えば、積層基板のような接合体中に各種機能を効率よく集積することができるので、電子部品の高機能化および薄型化をより高度化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

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

本発明の接合方法は、2つの基材（第1の基材21および第2の基材22）を、各接合膜3a、3bを介して、一部の領域において部分的に接合する方法である。

この各接合膜3a、3bは、それぞれ脱離基を含んでおり、エネルギーを付与することにより、各接合膜3a、3bの表面31a、3b付近に存在する脱離基が各接合膜3a、3bから脱離するものである。そして、この各接合膜3a、3b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、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各接合膜3a、3bによれば、2つの基材21、22を、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、本発明によれば、2つの基材21、22が部分的に強固に接合してなる信頼性の高い接合体1が得られる。

【0042】

< 接合方法 >

第1実施形態

まず、本発明の接合方法および本発明の接合体の各第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、本発明の接合方法において、エネルギー付与前の接合膜の状態を示す部分拡大図、図4は、本発明の接合方法において、エネルギー付与後の接合膜の状態を示す部分拡大図である。なお、以下の説明では、図1～4中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【0043】

10

20

30

40

50

本実施形態にかかる接合方法は、第1の基材21と、第2の基材22とを用意し、第1の基材21の接合面23上の一部の所定領域310に、接合膜3a(第1の接合膜)を形成し、第1の被着体41を作製するとともに、第2の基材22の接合面24(第1の基材21に臨む面)上の全面に、接合膜3b(第2の接合膜)を形成し、第2の被着体42を作製する工程と、各接合膜3a、3bに対してエネルギーを付与し、各接合膜3a、3b中から脱離基を脱離させることにより、各接合膜3a、3bを活性化させる工程と、接合膜3aと接合膜3bとが密着するように、第1の被着体41と第2の被着体42とを貼り合わせることで、これらが所定領域310において部分的に接合してなる接合体1を得る工程とを有する。

【0044】

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、第1の基材21と第2の基材22とを用意する。

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

【0045】

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

なお、第1の基材21の構成材料と第2の基材22の構成材料とは、それぞれ同じでも、異なってもよい。

【0046】

また、第1の基材21の熱膨張率と第2の基材22の熱膨張率は、ほぼ等しいのが好ま

10

20

30

40

50

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

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

【 0 0 4 7 】

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

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

【 0 0 4 8 】

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

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

【 0 0 4 9 】

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

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

この場合、各基材 2 1、2 2 の平均厚さは、特に限定されないが、0.01 ~ 10 mm 程度であるのが好ましく、0.1 ~ 3 mm 程度であるのがより好ましい。

【 0 0 5 0 】

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

【 0 0 5 1 】

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

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

【 0 0 5 2 】

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

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

【 0 0 5 3 】

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

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

10

【 0 0 5 4 】

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

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

【 0 0 5 5 】

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

20

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

【 0 0 5 6 】

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

30

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

【 0 0 5 7 】

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

40

【 0 0 5 8 】

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

なお、この場合、第 2 の基材 2 2 の全体が上記のような材料で構成されていなくてもよく、少なくとも接合面 2 4 付近が上記のような材料で構成されていればよい。

【 0 0 5 9 】

また、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 に、以下の基や物質を有する場合には、上記のよう

50

な表面処理を施さなくても、第2の基材22の接合面24と接合膜3bとの接合強度を十分に高くすることができる。

【0060】

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

【0061】

このうち、脱離性中間体分子は、開環分子または不飽和結合を有する炭化水素分子であるのが好ましい。このような炭化水素分子は、開環分子および不飽和結合の顕著な反応性に基つき、接合膜3bに対して強固に作用する。したがって、このような炭化水素分子を有する接合面24は、接合膜3bに対して特に強固に接合可能なものとなる。

また、接合面24が有する官能基は、特に水酸基が好ましい。これにより、接合面24は、接合膜3bに対して特に容易かつ強固に接合可能なものとなる。

【0062】

また、このような基や物質を有するように、接合面24に対して上述したような各種表面処理を適宜選択して行うことにより、接合膜3bに対して強固に接合可能な第2の基材22が得られる。

このうち、第2の基材22の接合面24には、水酸基が存在しているのが好ましい。このような接合面24には、水酸基が露出した接合膜3bとの間に、水素結合に基づく大きな引力が生じる。これにより、最終的に、第1の被着体41と第2の被着体42とを特に強固に接合することができる。

【0063】

また、表面処理に代えて、第2の基材22の接合面24に、あらかじめ、中間層を形成しておいてもよい。

この中間層は、いかなる機能を有するものであってもよく、例えば、前記第1の基材21の場合と同様に、接合膜3bとの密着性を高める機能、クッション性（緩衝機能）、応力集中を緩和する機能等を有するものが好ましい。このような中間層上に接合膜3bを成膜することにより、最終的に、信頼性の高い接合体1を得ることができる。

かかる中間層の構成材料には、例えば、前記第1の基材21の接合面23に形成する中間層の構成材料と同様の材料を用いることができる。

なお、上記のような表面処理および中間層の形成は、必要に応じて行えばよく、特に高い接合強度を必要としない場合には、省略することができる。

【0064】

[2]次に、図1(a)～(b)に示すように、第1の基材21の接合面23のうち、一部の所定領域310に接合膜3aを形成する。これにより、第1の被着体41を得る。また、図1(a)～(b)に示すように、第2の基材22の接合面24の全面に接合膜3bを形成する。これにより、第2の被着体42を得る。

各接合膜3a、3bは、第1の基材21と第2の基材22との間に位置し、これらの接合を担うものである。

【0065】

この各接合膜3a、3bは、前述したように脱離基を含むものである。そして、各接合膜3a、3bにエネルギーが付与されると、各接合膜3a、3bの表面31a、31b付近に存在する脱離基が各接合膜3a、3bから脱離する。そして、この各接合膜3a、3b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、接着性が発現するという同じ特徴（機能）を有するものである。

なお、この各接合膜3a、3bについては、後に詳述する。

【0066】

10

20

30

40

50

[3] 次に、第 1 の被着体 4 1 の接合膜 3 a および第 2 の被着体 4 2 の接合膜 3 b に対してそれぞれエネルギーを付与する。

各接合膜 3 a、3 b にエネルギーを付与すると、各接合膜 3 a、3 b では、図 3 および図 4 に示すように、脱離基 3 0 3 が各接合膜 3 a、3 b から脱離し、脱離基 3 0 3 が脱離した後は、各接合膜 3 a、3 b の表面 3 1 a、3 1 b 付近に活性手が生じる。これにより、各接合膜 3 a、3 b の表面 3 1 a、3 1 b に接着性が発現する。なお、図 3 および図 4 には、接合膜 3 a を代表に示している。

【 0 0 6 7 】

このような状態の第 1 の被着体 4 1 および第 2 の被着体 4 2 は、化学的結合に基づいて互いに強固に接合可能なものとなる。

10

ここで、各接合膜 3 a、3 b に付与するエネルギーは、いかなる方法を用いて付与されるものであってもよいが、例えば、各接合膜 3 a、3 b にエネルギー線を照射する方法、各接合膜 3 a、3 b を加熱する方法、各接合膜 3 a、3 b に圧縮力（物理的エネルギー）を付与する方法、各接合膜 3 a、3 b をプラズマに曝す（プラズマエネルギーを付与する）方法、各接合膜 3 a、3 b 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、各接合膜 3 a、3 b にエネルギーを付与する方法として、特に、各接合膜 3 a、3 b 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、各接合膜 3 a、3 b 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。

【 0 0 6 8 】

20

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 線のような電磁波、電子線、イオンビームのような粒子線等や、またはこれらのエネルギー線を 2 種以上組み合わせたものが挙げられる。

これらのエネルギー線の中でも、特に、波長 1 2 6 ~ 3 0 0 n m 程度の紫外線を用いるのが好ましい（図 1（c）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、各接合膜 3 a、3 b 中の骨格をなす分子結合が必要以上に破壊されるのを防止しつつ、各接合膜 3 a、3 b から脱離基 3 0 3 を選択的に切断することができる。これにより、各接合膜 3 a、3 b 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、各接合膜 3 a、3 b に接着性を確実に発現させることができる。

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 3 0 3 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。

30

【 0 0 6 9 】

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

また、UV ランプを用いる場合、その出力は、各接合膜 3 a、3 b の面積に応じて異なるが、 $1 \text{ mW} / \text{cm}^2 \sim 1 \text{ W} / \text{cm}^2$ 程度であるのが好ましく、 $5 \text{ mW} / \text{cm}^2 \sim 50 \text{ mW} / \text{cm}^2$ 程度であるのがより好ましい。なお、この場合、UV ランプと各接合膜 3 a、3 b との離間距離は、3 ~ 3 0 0 0 m m 程度とするのが好ましく、1 0 ~ 1 0 0 0 m m 程度とするのがより好ましい。

【 0 0 7 0 】

40

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

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

【 0 0 7 1 】

一方、レーザー光としては、例えば、エキシマレーザーのようなパルス発振レーザー（パルスレーザー）、炭酸ガスレーザー、半導体レーザーのような連続発振レーザー等が挙げられる。中で

50

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、各接合膜 3 a、3 b 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各接合膜 3 a、3 b 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、各接合膜 3 a、3 b 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。

【0072】

また、パルスレーザのパルス幅は、熱の影響を考慮した場合、できるだけ短い方が好ましい。具体的には、パルス幅が 1 ps (ピコ秒) 以下であるのが好ましく、500 fs (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各接合膜 3 a、3 b 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。

10

【0073】

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

また、レーザ光のピーク出力は、パルスレーザの場合、パルス幅によって異なるが、0.1 ~ 10 W 程度であるのが好ましく、1 ~ 5 W 程度であるのがより好ましい。

さらに、パルスレーザの繰り返し周波数は、0.1 ~ 100 kHz 程度であるのが好ましく、1 ~ 10 kHz 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、各接合膜 3 a、3 b の骨格をなす分子結合が切断されてしまうのを防止しつつ、脱離基 303 を各接合膜 3 a、3 b から確実に切断することができる。

20

【0074】

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、各接合膜 3 a、3 b の骨格をなす分子結合が切断されてしまうのを防止しつつ、脱離基 303 を各接合膜 3 a、3 b から確実に切断することができる。

【0075】

また、各接合膜 3 a、3 b に照射するレーザ光は、その焦点を、各接合膜 3 a、3 b の表面 31 a、31 b に合わせた状態で、この各表面 31 a、31 b 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、各表面 31 a、31 b 付近に局所的に蓄積されることとなる。その結果、各接合膜 3 a、3 b の表面 31 a、31 b 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。

30

【0076】

また、各接合膜 3 a、3 b 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

【0077】

このように、エネルギー線を照射する方法によれば、各接合膜 3 a、3 b 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各基材 21、22 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、各接合膜 3 a、3 b 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、第1の被着体 41 と第2の被着体 42 との間の接合強度を容易に制御すること

50

ができる。

【0078】

すなわち、脱離基303の脱離量を多くすることにより、各接合膜3a、3bの表面31a、31bおよび内部に、より多くの活性手が生じるため、各接合膜3a、3b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、各接合膜3a、3bの表面31a、31bおよび内部に生じる活性手を少なくし、各接合膜3a、3bに発現する接着性を抑えることができる。

【0079】

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。

ここで、エネルギーが付与される前の各接合膜3a、3bは、図3に示すように、その少なくとも表面31a、31b付近に脱離基303を有している。かかる各接合膜3a、3bにエネルギーを付与すると、脱離基303（図3では、水素原子）が各接合膜3a、3bから脱離する。これにより、図4に示すように、各接合膜3a、3bの表面31a、31bに活性手304が生じ、活性化される。その結果、各接合膜3a、3bの表面31a、31bに接着性が発現する。

【0080】

ここで、本明細書中において、各接合膜3a、3bが「活性化された」状態とは、上述のように各接合膜3a、3bの表面31a、31bおよび内部の脱離基303が脱離して、各接合膜3a、3b中に終端化されていない結合手（以下、「未結合手」または「ダングリングボンド」とも言う。）が生じた状態の他、この未結合手が水酸基（OH基）によって終端化された状態、さらに、これらの状態が混在した状態を含めて、各接合膜3a、3bが「活性化された」状態と言うこととする。

【0081】

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終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、接合膜3aと接合膜3bとが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、各接合膜3a、3b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、容易に生成されることとなる。

【0082】

[4]次に、接合膜3aと接合膜3bとが密着するように、第1の被着体41と第2の被着体42とを貼り合わせる（図1（d）参照）。これにより、前記工程[3]において、各接合膜3a、3bに接着性が発現していることから、接合膜3aと接合膜3bとが化学的に結合する。その結果、第1の被着体41と第2の被着体42とが所定領域310において部分的に接合され、図2（e）に示すような接合体1が得られる。

【0083】

このようにして得られた接合体1では、従来の接合方法で用いられていた接着剤のように、主にアンカー効果のような物理的結合に基づく接着ではなく、共有結合のような短時間で生じる強固な化学的結合に基づいて、2つの基材21、22が接合されている。このため、接合体1は短時間で形成することができ、かつ、極めて剥離し難く、接合ムラ等も生じ難いものとなる。

【0084】

また、このような接合方法によれば、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第1の基材21および第2の基材22をも、接合に供することができる。

また、各接合膜3a、3bを介して第1の基材21と第2の基材22とを接合している

10

20

30

40

50

ため、各基材 2 1、2 2 の構成材料に制約がないという利点もある。

【0085】

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

また、固体接合では、接合層を介していないため、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 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）1 では、各接合膜 3 a、3 b 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。

【0086】

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

具体的には、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との熱膨張率の差にもよるが、第 1 の基材 2 1 および第 2 の基材 2 2 の温度が 25 ~ 50 程度である状態下で、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを貼り合わせるのが好ましく、25 ~ 40 程度である状態下で貼り合わせるのがより好ましい。このような温度範囲であれば、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との熱膨張率の差がある程度大きくても、接合界面に発生する熱応力を十分に低減することができる。その結果、接合体 1 における反りや剥離等の発生を確実に抑制または防止することができる。

【0087】

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

また、本実施形態によれば、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを接合する際に、これらの接合面（互いに対向する面）全体を接合するのではなく、一部の領域（所定領域 3 1 0）のみを選択的に接合する。この接合の際、接合膜 3 を形成する領域（所定領域 3 1 0）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、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との接合部の面積や形状を制御することができるので、接合体 1 の接合強度を容易に調整することができる。その結果、例えば、接合部を容易に分離可能な接合体 1 が得られる。

【0088】

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

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

【0089】

また、本実施形態では、接合膜 3 a が第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 の一部の所定領域 3 1 0 に設けられているのに対し、接合膜 3 b が第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 の全面に設けられている。このため、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが密着するように、2 つの被着体 4 1、4 2 を貼り合わせる際、これらの位置ズレがある程度許容されることとなる。すなわち、接合膜 3 b に対する接合膜 3 a の位置は、厳密に定める必要がないので、2 つの被着体 4 1、4 2 の貼り合わせ作業を簡素化することができる。

【0090】

また、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との接合部の面積や形状を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、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との間で熱膨張率差が大きい場合でも、各基材 2 1、2 2 を確実に接合することができる。

さらに、本実施形態にかかる接合方法によれば、図 2（e）、（f）に示すように、接合される所定領域 3 1 0 以外の領域では、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との間に、接

10

20

30

40

50

合膜 3 a の厚さに相当する距離（高さ）の空間 3 c が形成される。この空間 3 c を活かすため、所定領域 3 1 0 の形状を適宜調整することにより、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 との間に、閉空間や流路を形成したりすることができる。

【0091】

ここで、本工程において、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを接合するメカニズムについて説明する。

例えば、第 2 の被着体 4 2 の接合面 2 4 に水酸基が露出している場合を例に説明すると、本工程において、第 1 の被着体 4 1 の接合膜 3 a と第 2 の被着体 4 2 の接合膜 3 b とが接触するように、これらを貼り合わせたとき、接合膜 3 a の表面 3 1 a に存在する水酸基と、接合膜 3 b の表面 3 1 b 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、水酸基同士の間には引力が発生する。この引力によって、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とが接合されると推察される。

【0092】

また、この水素結合によって互いに引き合う水酸基同士は、温度条件等によって、脱水縮合を伴って表面から切断される。その結果、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 との接触界面では、水酸基が結合していた結合手同士が結合する。これにより、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とがより強固に接合されると推察される。

また、第 1 の被着体 4 1 の接合膜 3 a の表面や内部、および、第 2 の被着体 4 2 の接合膜 3 b の表面や内部に、それぞれ終端化されていない結合手すなわち未結合手（ダングリングボンド）が存在している場合、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを貼り合わせた時、これらの未結合手同士が再結合する。この再結合は、互いに重なり合う（絡み合う）ように複雑に生じることから、接合界面にネットワーク状の結合が形成されることとなる。これにより、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とが特に強固に接合される。

【0093】

なお、前記工程 [3] で活性化された各接合膜 3 a、3 b 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 [3] の終了後、できるだけ早く本工程 [4] を行うようにするのが好ましい。具体的には、前記工程 [3] の終了後、60 分以内に本工程 [4] 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、各接合膜 3 a、3 b の表面が十分な活性状態を維持しているので、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 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。

【0094】

換言すれば、活性化させる前の各接合膜 3 a、3 b は、金属系の骨格に脱離基 3 0 3 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、活性化させる前の各接合膜 3 a、3 b は、長期にわたる保存に適したものとなる。したがって、そのような各接合膜 3 a、3 b を備えた各被着体 4 1、4 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 [3] 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 1 の製造効率の観点から有効である。

【0095】

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

このようにして得られた接合体 1 は、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 の間の接合強度が 5 MPa ($50 \text{ kgf} / \text{cm}^2$) 以上であるのが好ましく、 10 MPa ($100 \text{ kgf} / \text{cm}^2$) 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 1 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 1 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、本発明の接合方法によれば、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とが上記のような大きな接合強度で接合された接合体 1 を効率よく作製することができる。

【0096】

なお、従来のシリコン基板同士を直接接合する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。

【００９７】

これに対し、本発明によれば、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１を得る際、または、接合体１を得た後に、この接合体１に対して、必要に応じ、以下の３つの工程（〔５Ａ〕、〔５Ｂ〕および〔５Ｃ〕）のうちの少なくとも１つの工程（接合体１の接合強度を高める工程）を行うようにしてもよい。これにより、接合体１の接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【００９８】

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

これにより、各接合膜３ａ、３ｂの表面３１ａ、３１ｂが互いにより近接し、接合体１における接合強度をより高めることができる。

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

【００９９】

なお、この圧力は、第１の基材２１および第２の基材２２の各構成材料や各厚さ、接合装置等の条件に応じて、適宜調整すればよい。具体的には、第１の基材２１および第２の基材２２の各構成材料や各厚さ等に応じて若干異なるものの、０．２～１０ＭＰａ程度であるのが好ましく、１～５ＭＰａ程度であるのがより好ましい。これにより、接合体１の接合強度を確実に高めることができる。なお、この圧力が前記上限値を上回っても構わないが、第１の基材２１および第２の基材２２の各構成材料によっては、各基材２１、２２に損傷等が生じるおそれがある。

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

【０１００】

〔５Ｂ〕 図２（ｆ）に示すように、得られた接合体１を加熱する。

これにより、接合体１における接合強度をより高めることができる。

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

また、加熱時間は、特に限定されないが、１～３０分程度であるのが好ましい。

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

【０１０１】

〔５Ｃ〕 得られた接合体１に紫外線を照射する。

これにより、各接合膜３ａ、３ｂ間に形成される化学結合を増加させ、接合体１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〔３〕に示した紫外線の条件と同等にす

10

20

30

40

50

ればよい。

また、本工程〔５Ｃ〕を行う場合、第１の基材２１および第２の基材２２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、透光性を有する基材側から、紫外線を照射することにより、各接合膜３ａ、３ｂに対して確実に紫外線を照射することができる。

【０１０２】

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

ここで、第１の基材２１と第２の基材２２との接合を担う各接合膜３ａ、３ｂについて詳述する。

以上説明したような本実施形態にかかる接合方法において、各接合膜３ａ、３ｂには、次のⅠまたはⅡの構成のものが適用される。各接合膜３ａ、３ｂをⅠまたはⅡの構成のものとするれば、各接合膜３ａ、３ｂに対してエネルギーを付与することにより、各接合膜３ａ、３ｂの表面３１ａ、３１ｂ付近に存在する脱離基３０３が、各接合膜３ａ、３ｂから脱離する。そして、この各接合膜３ａ、３ｂは、脱離基３０３の脱離によって、その表面３１ａ、３１ｂに接着性が発現する。

【０１０３】

以下、ⅠおよびⅡの構成の各接合膜３ａ、３ｂについて、それぞれ、詳述する。なお、接合膜３ａと接合膜３ｂとは同じ構成であるため、ここでは、接合膜３ａを代表に説明する。

<Ⅰ> まず、Ⅰの構成の接合膜３ａは、各基材２１、２２上に設けられ、金属原子と、この金属原子と結合する酸素原子と、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を含むものである（図３参照。）。換言すれば、接合膜３ａは、金属酸化物で構成される金属酸化物膜に脱離基３０３を導入したものであることができる。

【０１０４】

このような接合膜３ａは、エネルギーが付与されると、脱離基３０３が接合膜３ａ（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３ａの少なくとも表面３１ａの付近に、活性手３０４が生じるものである。そして、これにより、接合膜３ａ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３ａを備えた第１の被着体４１は、第２の被着体４２の接合膜３ｂ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。

【０１０５】

また、接合膜３ａ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３ａ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１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３ａ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３ａ）の厚さや形状がほとんど変化しない。したがって、接合膜３ａを用いて得られた接合体１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。

【０１０６】

また、本発明では、接合膜３ａ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１において、接合膜３ａ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。

また、接合膜３ａが導電性を有する場合、接合膜３ａの抵抗率は、構成材料の組成に応じて若干異なるものの、 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であるのがより好ましい。接合膜３ａの抵抗率が、このように十分に低ければ、かかる接合膜３ａは、例えば、損失の少ない配線として十分に利用することができる。

【0107】

さらに、接合膜3a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。

なお、脱離基303は、少なくとも接合膜3aの表面31a付近に存在していればよく、接合膜3aのほぼ全体に存在していてもよいし、接合膜3aの表面31a付近に偏在していてもよい。なお、脱離基303が表面31a付近に偏在する構成とすることにより、接合膜3a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3aに、接合を担う機能の他に、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という利点も得られる。換言すれば、脱離基303が、接合膜3aの導電性や透光性等の特性を阻害してしまうのを確実に防止することができる。

10

【0108】

以上のような接合膜3a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。

この金属原子に適用される金属元素としては、特に限定されないが、例えば、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、各種ランタノイド元素、各種アクチノイド元素のような遷移金属元素、Li、Be、Na、Mg、Al、K、Ca、Zn、Ga、Rb、Sr、Cd、In、Sn、Sb、Cs、Ba、Tl、Pb、Bi、Poのような典型金属元素等が挙げられる。

20

【0109】

このうち、遷移金属は、最外殻電子がd軌道またはf軌道に位置しており、各遷移金属元素間は、最外殻電子の数が異なることのみの差異であるため、物性が類似している。そして、遷移金属は、一般に、硬度や融点が高く、電気伝導性および熱伝導性が高い。このため、接合膜3aが含む金属原子として、遷移金属元素の原子を選択することにより、接合膜3aに発現する接着性をより高めることができる。また、それとともに、接合膜3aの導電性をより高めることができる。

また、特に、接合膜3aが含む金属原子としてIn、Sn、Zn、TiおよびSbのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることにより、接合膜3aは、特に優れた導電性と透明性とを発揮するものとなる。

30

【0110】

また、前述の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。

【0111】

また、接合膜3a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3aの安定性が高くなり、第1の被着体41と第2の被着体42とをより強固に接合することができるようになる。

40

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3a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3aに確実に結合しているものが好適に選択される。

【0112】

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

50

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、第 1 の被着体 41 と第 2 の被着体 42 との接着性をより高度なものとすることができる。

【0113】

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 3a は、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

10

【0114】

以上のことを考慮すると、接合膜 3a 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 3a 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 3a は、第 1 の基材 21 に対して特に強固に接着するとともに、接合膜 3b に対しても特に強い被着力を示し、その結果として、各被着体 41、42 を強固に接合することができる。

20

【0115】

また、接合膜 3a の平均厚さは、0.2 ~ 1000 nm 程度であるのが好ましく、2 ~ 800 nm 程度であるのがより好ましい。接合膜 3a の平均厚さを前記範囲内とすることにより、接合体 1 の寸法精度が著しく低下するのを防止しつつ、第 1 の被着体 41 と第 2 の被着体 42 とをより強固に接合することができる。

すなわち、接合膜 3a 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 3a の平均厚さが前記上限値を上回った場合は、接合体 1 の寸法精度が著しく低下するおそれがある。

30

【0116】

さらに、接合膜 3a の平均厚さが前記範囲内であれば、接合膜 3a にある程度の形状追従性が確保される。このため、例えば、第 1 の基材 21 の接合面 23（接合膜 3a を成膜する面）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 3a を被着させることができる。その結果、接合膜 3a 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、第 1 の被着体 41 と第 2 の被着体 42 とを貼り合わせた際に、接合膜 3a の第 2 の被着体 42 に対する密着性を高めることができる。

【0117】

なお、上記のような形状追従性の程度は、接合膜 3a 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 3a の厚さをできるだけ厚くすればよい。

40

以上説明したような接合膜 3a は、接合膜 3a のほぼ全体に脱離基 303 を存在させる場合には、例えば、A：脱離基 303 を構成する原子成分を含む雰囲気下で、物理的气相成膜法により、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物材料を成膜することにより形成することができる。また、脱離基 303 を接合膜 3a の表面 31a 付近に偏在させる場合には、例えば、B：金属原子と前記酸素原子とを含む金属酸化物膜を成膜した後、この金属酸化物膜の表面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に脱離基 303 を導入することにより形成することができる。

【0118】

50

以下、AおよびBの方法を用いて、第1の基材21上に接合膜3aを成膜する場合について、詳述する。

< A > Aの方法では、接合膜3aは、上記のように、脱離基303を構成する原子成分を含む雰囲気下で、物理的气相成膜法（PVD法）により、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物材料を成膜することにより形成される。このようにPVD法を用いる構成とすれば、金属酸化物材料を第1の基材21に向かって飛来させる際に、比較的容易に金属原子および酸素原子の少なくとも一方に脱離基303を導入することができる。このため、接合膜3aのほぼ全体にわたって脱離基303を導入することができる。

【0119】

さらに、PVD法によれば、緻密で均質な接合膜3aを効率よく成膜することができる。これにより、PVD法で成膜された接合膜3aは、接合膜3bに対して特に強固に接合し得るものとなる。さらに、PVD法で成膜された接合膜3a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1の製造過程の簡素化、効率化を図ることができる。

【0120】

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、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、脱離基303を構成する原子成分を含む雰囲気中に、金属酸化物の粒子を叩き出すことができる。そして、金属酸化物の粒子が叩き出された状態で、脱離基303を構成する原子成分を含むガスと接触させることができるため、金属酸化物（金属原子または酸素原子）への脱離基303の導入をより円滑に行うことができる。

【0121】

以下、PVD法により接合膜3aを成膜する方法として、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、接合膜3aを成膜する場合を代表に説明する。

まず、接合膜3aの成膜方法を説明するのに先立って、第1の基材21上にイオンビームスパッタリング法により接合膜3a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。

【0122】

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接合膜3aの形成がチャンバー（装置）内で行えるように構成されている。

【0123】

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、第1の基材21（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。

【0124】

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、第1の基材21上に接合膜3aを均質かつ均一な厚さで成膜することができる。

【0125】

10

20

30

40

50

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。

【０１２６】

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 I^+ 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。

【０１２７】

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。

【０１２８】

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３ａの成膜速度をより速くすることができる。

【０１２９】

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、第１の基材２１および接合膜３ａ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。

【０１３０】

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。

【０１３１】

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

ここでは、第１の基材２１上に接合膜３ａを成膜する方法について説明する。

まず、第１の基材２１を用意し、この第１の基材２１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。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

次に、排気手段 2 3 0 を動作させ、すなわちポンプ 2 3 2 を作動させた状態でバルブ 2 3 3 を開くことにより、チャンバー 2 1 1 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。

さらに、ガス供給手段 2 6 0 を動作させ、すなわちポンプ 2 6 2 を作動させた状態でバルブ 2 6 3 を開くことにより、チャンバー 2 1 1 内に脱離基 3 0 3 を構成する原子成分を含むガスを供給する。これにより、チャンバー内をかかえ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。

【 0 1 3 3 】

脱離基 3 0 3 を構成する原子成分を含むガスの流量は、 $1 \sim 100$ c c m 程度であるのが好ましく、 $10 \sim 60$ c c m 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 3 0 3 を導入することができる。

また、チャンバー 2 1 1 内の温度は、 25 以上であればよいが、 $25 \sim 100$ 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、金属原子または酸素原子と、前記原子成分を含むガスとの反応が効率良く行われ、金属原子および酸素原子に確実に、前記原子成分を含むガスを導入することができる。

【 0 1 3 4 】

次に、第 2 のシャッター 2 2 1 を開き、さらに第 1 のシャッター 2 2 0 を開いた状態にする。

この状態で、イオン源 2 1 5 のイオン発生室 2 5 6 内にガスを導入するとともに、フィラメント 2 5 7 に通電して加熱する。これにより、フィラメント 2 5 7 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。

【 0 1 3 5 】

このガスのイオン I^+ は、グリッド 2 5 3 とグリッド 2 5 4 とにより加速されて、イオン源 2 1 5 から放出され、陰極材料で構成されるターゲット 2 1 6 に衝突する。これにより、ターゲット 2 1 6 から金属酸化物（例えば、ITO）の粒子が叩き出される。このとき、チャンバー 2 1 1 内が脱離基 3 0 3 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）であることから、チャンバー 2 1 1 内に叩き出された粒子に含まれる金属原子および酸素原子に脱離基 3 0 3 が導入される。そして、この脱離基 3 0 3 が導入された金属酸化物が第 1 の基材 2 1 上に堆積することにより、接合膜 3 a が形成される。

【 0 1 3 6 】

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 2 1 5 のイオン発生室 2 5 6 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 2 5 3 により遮蔽され、チャンバー 2 1 1 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 2 1 5 の開口 2 5 0）がターゲット 2 1 6（チャンバー 2 1 1 の底部側と異なる方向）に向いているので、イオン発生室 2 5 6 内で発生した紫外線が、成膜された接合膜 3 a に照射されるのがより確実に防止されて、接合膜 3 a の成膜中に導入された脱離基 3 0 3 が脱離するのを確実に防止することができる。

以上のようにして、ほぼ全体にわたって脱離基 3 0 3 が存在する接合膜 3 a を成膜することができる。

【 0 1 3 7 】

< B > 一方、B の方法では、接合膜 3 a は、上記のように、金属原子と酸素原子とを含む金属酸化物膜を成膜した後、この金属酸化物膜の表面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に脱離基 3 0 3 を導入することにより形成される。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 3 0 3 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 a を形成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

ここで、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。

【 0 1 3 9 】

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、第1の基材21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。

10

【 0 1 4 0 】

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、B1：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（アニーリング）する方法、B2：イオン・インプランテーション等が挙げられるが、中でも、特に、B1の方法を用いるのが好ましい。B1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。

20

【 0 1 4 1 】

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（アニーリング）することにより、接合膜3aを得る場合を代表に説明する。

なお、Bの方法を用いて接合膜3aの成膜する場合も、Aの方法を用いて接合膜3aを成膜する際に用いられる成膜装置200と同様の成膜装置が用いられるため、成膜装置に関する説明は省略する。

【 0 1 4 2 】

〔 i 〕 まず、各基材21、22を用意する。そして、この各基材21、22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。

30

〔 ii 〕 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。

【 0 1 4 3 】

〔 iii 〕 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。

40

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。

【 0 1 4 4 】

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、第1の基材21上に堆積して、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

50

膜が形成される。

【0145】

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。

【0146】

[iv] 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[v]において、各基材21、22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。

【0147】

[v] 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[iv]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3aが形成される。

【0148】

脱離基303を構成する原子成分を含むガスの流量は、1～100 c c m程度であるのが好ましく、10～60 c c m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[ii]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[ii]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。

【0149】

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。

【0150】

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。

以上のようにして、表面31a付近に脱離基303が偏在する接合膜3aを成膜することができる。

【0151】

10

20

30

40

50

<II> 次に、IIの構成の接合膜3aは、第1の基材21上に設けられ、金属原子と、有機成分で構成される脱離基303を含むものである(図3参照。)。

このような接合膜3aは、エネルギーが付与されると、脱離基303の結合手が切れて接合膜3aの少なくとも表面31a付近から脱離し、図4に示すように、接合膜3aの少なくとも表面31a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3aの表面31aに接着性が発現する。かかる接着性が発現すると、接合膜3aを備えた第1の被着体41は、第2の被着体42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。

【0152】

また、接合膜3aは、金属原子と、有機成分で構成される脱離基303を含むもの、すなわち有機金属膜であることから、変形し難い強固な膜となる。このため、接合膜3a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1においても、寸法精度が高いものが得られる。

このような接合膜3a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3a)の厚さや形状がほとんど変化しない。したがって、このような接合膜3aを用いて得られた接合体1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。

【0153】

また、本発明では、接合膜3a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1において、接合膜3a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。

以上のような接合膜3aとしての機能が好適に発揮されるように、金属原子および脱離基303が選択される。

【0154】

具体的には、金属原子としては、例えば、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、各種ランタノイド元素、各種アクチノイド元素のような遷移金属元素、Li、Be、Na、Mg、Al、K、Ca、Zn、Ga、Rb、Sr、Cd、In、Sn、Sb、Cs、Ba、Tl、Pb、Bi、Poのような典型金属元素等が

【0155】

このうち、遷移金属は、前述したように、各遷移金属元素間は、最外殻電子の数が異なることのみ差であるため、物性が類似している。そして、遷移金属は、一般に、硬度や融点が高く、電気伝導性および熱伝導性が高い。このため、接合膜3aが含む金属原子として、遷移金属元素の原子を選択することにより、接合膜3aに発現する接着性をより高めることができる。また、それとともに、接合膜3aの導電性をより高めることができる。

【0156】

また、特に、接合膜3aが含む金属原子としてCu、Al、ZnおよびFeのうちの1種または2種以上を組み合わせることで、接合膜3aは、特に優れた導電性を発揮するものとなる。さらに、接合膜3aを後述する有機金属化学気相成長法を用いて成膜する場合には、これらの金属を含む金属錯体等を原材料として用いて、比較的容易かつ均一な膜厚の接合膜3aを成膜することができる。

【0157】

また、脱離基303は、前述したように、接合膜3aから脱離することにより、接合膜3a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、エネルギーが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3aに確実に結合しているものが好適に選択される。

【0158】

具体的には、脱離基303としては、炭素原子を必須成分とし、水素原子、窒素原子、リン原子、硫黄原子およびハロゲン原子のうちの少なくとも1種を含む原子団が好適に選択される。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、第1の被着体41の接着性をより高度なものとすることができる。

【0159】

より具体的には、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、カルボキシ基の他、前記アルキル基の末端がイソシアネート基、アミノ基およびスルホン酸基等で終端しているもの等が挙げられる。

以上のような原子団の中でも、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としてアルキル基を備える接合膜3aは、耐候性および耐薬品性に優れたものとなる。

【0160】

また、かかる構成の接合膜3aにおいて、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。金属原子と炭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3aの安定性が高くなり、第1の被着体41と第2の被着体42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3aを優れた導電性を発揮するものとすることができる。

【0161】

また、接合膜3aの平均厚さは、0.2~1000nm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3aの平均厚さを前記範囲内とすることにより、接合体1の寸法精度が著しく低下するのを防止しつつ、第1の被着体41と第2の被着体42とをより強固に接合することができる。

すなわち、接合膜3a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3aの平均厚さが前記上限値を上回った場合は、接合体1の寸法精度が著しく低下するおそれがある。

【0162】

さらに、接合膜3aの平均厚さが前記範囲内であれば、接合膜3aにある程度の形状追従性が確保される。このため、例えば、第1の基材21の接合面23(接合膜3aを成膜する面)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3aを被着させることができる。その結果、接合膜3a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、第1の被着体41と第2の被着体42とを貼り合わせた際に、接合膜3aの第2の被着体42に対する密着性を高めることができる。

【0163】

なお、上記のような形状追従性の程度は、接合膜3a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3aの厚さをできるだけ厚くすればよい。

以上説明したような接合膜3aは、いかなる方法で成膜してもよいが、例えば、IIa:金属原子で構成される金属膜に、脱離基(有機成分)303を含む有機物を、金属膜のほぼ全体または表面付近に選択的に付与(化学修飾)して接合膜3aを形成する方法、IIb:金属原子と、脱離基(有機成分)303を含む有機物とを有する有機金属材料を原材料として有機金属化学気相成長法を用いて接合膜3aを形成する方法(積層させる方法あるいは、単原子層からなる接合層を形成)、IIc:金属原子と脱離基303を含む有機物とを有する有機金属材料を原材料として適切な溶媒に溶解させスピンコート法などを用いて接合膜を形成する方法等が挙げられる。これらの中でも、IIbの方法により接合膜3aを成膜するのが好ましい。かかる方法によれば、比較的簡単な工程で、かつ、均一な膜厚の接合膜3aを形成することができる。

【0164】

以下、11bの方法、すなわち金属原子と、脱離基（有機成分）303を含む有機物とを有する有機金属材料を原材料として有機金属化学気相成長法を用いて接合膜3aを形成する方法により、接合膜3aを得る場合を代表に説明する。

まず、接合膜3aの成膜方法を説明するのに先立って、接合膜3aを成膜する際に用いられる成膜装置400について説明する。

【0165】

図7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。

図7に示す成膜装置400は、有機金属化学気相成長法（以下、「MOCVD法」と省略することもある。）による接合膜3aの形成をチャンバー411内で行えるように構成されている。

【0166】

具体的には、成膜装置400は、チャンバー（真空チャンバー）411と、このチャンバー411内に設置され、第1の基材21（成膜対象物）を保持する基板ホルダー（成膜対象物保持部）412と、チャンバー411内に、気化または霧化した有機金属材料を供給する有機金属材料供給手段460と、チャンバー411内を低還元性雰囲気下とするためのガスを供給するガス供給手段470と、チャンバー411内の排気をして圧力を制御する排気手段430と、基板ホルダー412を加熱する加熱手段（図示せず）とを有している。

【0167】

基板ホルダー412は、本実施形態では、チャンバー411の底部に取り付けられている。この基板ホルダー412は、モータの作動により回転可能となっている。これにより、第1の基材21上に接合膜3aを均質かつ均一な厚さで成膜することができる。

また、基板ホルダー412の近傍には、それぞれ、これらを覆うことができるシャッター421が配設されている。このシャッター421は、第1の基材21および接合膜3a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。

【0168】

有機金属材料供給手段460は、チャンバー411に接続されている。この有機金属材料供給手段460は、固形状の有機金属材料を貯留する貯留槽462と、気化または霧化した有機金属材料をチャンバー411内に送気するキャリアガスを貯留するガスボンベ465と、キャリアガスと気化または霧化した有機金属材料をチャンバー411内に導くガス供給ライン461と、ガス供給ライン461の途中に設けられたポンプ464およびバルブ463とで構成されている。かかる構成の有機金属材料供給手段460では、貯留槽462は、加熱手段を有しており、この加熱手段の作動により固形状の有機金属材料を加熱して気化し得るようになっている。そのため、バルブ463を開放した状態で、ポンプ464を作動させて、キャリアガスをガスボンベ465から貯留槽462に供給すると、このキャリアガスとともに気化または霧化した有機金属材料が、供給ライン461内を通過してチャンバー411内に供給されるようになっている。

【0169】

なお、キャリアガスとしては、特に限定されず、例えば、窒素ガス、アルゴンガスおよびヘリウムガス等が好適に用いられる。

また、本実施形態では、ガス供給手段470がチャンバー411に接続されている。ガス供給手段470は、チャンバー411内を低還元性雰囲気下とするためのガスを貯留するガスボンベ475と、前記低還元性雰囲気下とするためのガスをチャンバー411内に導くガス供給ライン471と、ガス供給ライン471の途中に設けられたポンプ474およびバルブ473とで構成されている。かかる構成のガス供給手段470では、バルブ473を開放した状態で、ポンプ474を作動させると、前記低還元性雰囲気下とするためのガスが、ガスボンベ475から、供給ライン471を介して、チャンバー411内に供給されるようになっている。ガス供給手段470をかかる構成とすることにより、チャン

バー 4 1 1 内を有機金属材料に対して確実に低還元性雰囲気とすることができる。その結果、有機金属材料を原材料として M O C V D 法を用いて接合膜 3 a を成膜する際に、有機金属材料に含まれる有機成分の少なくとも一部を脱離基 3 0 3 として残存させた状態で接合膜 3 a が成膜される。

【 0 1 7 0 】

チャンバー 4 1 1 内を低還元性雰囲気下とするためのガスとしては、特に限定されないが、例えば、窒素ガスおよびヘリウム、アルゴン、キセノンのような希ガス、一酸化窒素、一酸化二窒素等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせる用いることができる。

なお、有機金属材料として、後述する 2 , 4 - ペンタジオネート - 銅 (II) や [C u (h f a c) (V T M S)] 等のように分子構造中に酸素原子を含有するものを用いる場合には、低還元性雰囲気下とするためのガスに、水素ガスを添加するのが好ましい。これにより、酸素原子に対する還元性を向上させることができ、接合膜 3 a に過度の酸素原子が残存することなく、接合膜 3 a を成膜することができる。その結果、この接合膜 3 a は、膜中における金属酸化物の存在率が低いものとなり、優れた導電性を発揮することとなる。

また、キャリアガスとして前述した窒素ガス、アルゴンガスおよびヘリウムガスのうちの少なくとも 1 種を用いる場合には、このキャリアガスに低還元性雰囲気下とするためのガスとしての機能をも発揮させることができる。

【 0 1 7 1 】

また、排気手段 4 3 0 は、ポンプ 4 3 2 と、ポンプ 4 3 2 とチャンバー 4 1 1 とを連通する排気ライン 4 3 1 と、排気ライン 4 3 1 の途中に設けられたバルブ 4 3 3 とで構成されており、チャンバー 4 1 1 内を所望の圧力に減圧し得るようになっている。

以上のような構成の成膜装置 4 0 0 を用いて M O C V D 法により、以下のようにして第 1 の基材 2 1 上に接合膜 3 a が形成される。

【 0 1 7 2 】

[i] まず、第 1 の基材 2 1 を用意する。そして、この第 1 の基材 2 1 を成膜装置 4 0 0 のチャンバー 4 1 1 内に搬入し、基板ホルダー 4 1 2 に装着 (セット) する。

[ii] 次に、排気手段 4 3 0 を動作させ、すなわちポンプ 4 3 2 を作動させた状態でバルブ 4 3 3 を開くことにより、チャンバー 4 1 1 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、 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ T o r r 程度であるのが好ましく、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ T o r r 程度であるのがより好ましい。

【 0 1 7 3 】

また、ガス供給手段 4 7 0 を動作させ、すなわちポンプ 4 7 4 を作動させた状態でバルブ 4 7 3 を開くことにより、チャンバー 4 1 1 内に、低還元性雰囲気下とするためのガスを供給して、チャンバー 4 1 1 内を低還元性雰囲気下とする。ガス供給手段 4 7 0 による前記ガスの流量は、特に限定されないが、 $0.1 \sim 10$ s c c m 程度であるのが好ましく、 $0.5 \sim 5$ s c c m 程度であるのがより好ましい。

【 0 1 7 4 】

さらに、このとき、加熱手段を動作させ、基板ホルダー 4 1 2 を加熱する。基板ホルダー 4 1 2 の温度は、形成する接合膜 3 の種類、すなわち、接合膜 3 a を形成する際に用いる原材料の種類によっても若干異なるが、 $80 \sim 600$ 程度であるのが好ましく、 $100 \sim 450$ 程度であるのがより好ましく、 $200 \sim 300$ 程度であるのがさらに好ましい。かかる範囲内に設定することにより、後述する有機金属材料を用いて、優れた接着性を有する接合膜 3 a を成膜することができる。

【 0 1 7 5 】

[iii] 次に、シャッター 4 2 1 を開いた状態にする。

そして、固形状の有機金属材料を貯留された貯留槽 4 6 2 が備える加熱手段を動作させることにより、有機金属材料を気化させた状態で、ポンプ 4 6 4 を動作させるとともに、バルブ 4 6 3 を開くことにより、気化または霧化した有機金属材料をキャリアガスとともに

10

20

30

40

50

にチャンバー内に導入する。

【0176】

このように、前記工程 [ii] で基板ホルダー 412 が加熱された状態で、チャンバー 411 内に、気化または霧化した有機金属材料を供給すると、第 1 の基材 21 上で有機金属材料が加熱されることにより、有機金属材料中に含まれる有機物の一部が残存した状態で、第 1 の基材 21 上に接合膜 3a を形成することができる。

すなわち、MOCVD 法によれば、有機金属材料に含まれる有機物の一部が残存するように金属原子を含む膜を形成すれば、この有機物の一部が脱離基 303 としての機能を発揮する接合膜 3a を第 1 の基材 21 上に形成することができる。

【0177】

10

このような MOCVD 法に用いられる、有機金属材料としては、特に限定されないが、例えば、2, 4 - ペンタジオネート - 銅 (II)、トリス (8 - キノリノレート) アルミニウム (Alq_3)、トリス (4 - メチル - 8 キノリノレート) アルミニウム (III) ($Almq_3$)、(8 - ヒドロキシキノリン) 亜鉛 (Znq_2)、銅フタロシアニン、Cu (ヘキサフルオロアセチルアセトネート) (ビニルトリメチルシラン) [$Cu(hfac)$ (VTMS)]、Cu (ヘキサフルオロアセチルアセトネート) (2 - メチル - 1 - ヘキセン - 3 - エン) [$Cu(hfac)$ (MHY)]、Cu (パーフルオロアセチルアセトネート) (ビニルトリメチルシラン) [$Cu(pfac)$ (VTMS)]、Cu (パーフルオロアセチルアセトネート) (2 - メチル - 1 - ヘキセン - 3 - エン) [$Cu(pfac)$ (MHY)] 等、各種遷移金属元素を含んだアミド系、アセチルアセトネート系、アルコキシ系、シリコンを含むシリル系、カルボキシル基をもつカルボニル系のような金属錯体、トリメチルガリウム、トリメチルアルミニウム、ジエチル亜鉛のようなアルキル金属や、その誘導体等が挙げられる。これらの中でも、有機金属材料としては、金属錯体であるのが好ましい。金属錯体を用いることにより、金属錯体中に含まれる有機物の一部を残存した状態で、接合膜 3a を確実に形成することができる。

20

【0178】

また、本実施形態では、ガス供給手段 470 を動作させることにより、チャンバー 411 内を低還元性雰囲気下となっているが、このような雰囲気下とすることにより、第 1 の基材 21 上に純粋な金属膜が形成されることなく、有機金属材料中に含まれる有機物の一部を残存させた状態で成膜することができる。すなわち、接合膜および金属膜としての双方の特性に優れた接合膜 3a を形成することができる。

30

【0179】

気化または霧化した有機金属材料の流量は、0.1 ~ 100 ccm 程度であるのが好ましく、0.5 ~ 60 ccm 程度であるのがより好ましい。これにより、均一な膜厚で、かつ、有機金属材料中に含まれる有機物の一部を残存させた状態で、接合膜 3a を成膜することができる。

以上のように、接合膜 3a を成膜した際に膜中に残存する残存物を脱離基 303 として用いる構成とすることにより、形成した金属膜等に脱離基を導入する必要がなく、比較的簡単な工程で接合膜 3a を成膜することができる。

なお、有機金属材料を用いて形成された接合膜 3a に残存する前記有機物の一部は、その全てが脱離基 303 として機能するものであってもよいし、その一部が脱離基 303 として機能するものであってもよい。

40

【0180】

以上のようにして、接合膜 3a を成膜することができる。

なお、第 1 の基材 21 の接合面 23 のうち、一部の所定領域 310 に接合膜 3a を形成する場合には、所定領域 310 の形状に対応する窓部 61 を有するマスク 6 を用いて、前述したような方法で接合膜 3a を成膜するようにすればよい。

すなわち、図 1 (a) に示すように、第 1 の基材 21 の接合面 23 の上方にマスク 6 を設け、このマスク 6 を介して、接合面 23 に接合膜 3a を成膜する。この成膜の際、接合膜 3a を構成する原料が、マスク 6 の窓部 61 を通過することにより、所定領域 310 に

50

のみ原料が堆積する。これにより、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 の所定領域 3 1 0 に接合膜 3 a が形成される。

なお、図 1 (a) では、マスク 6 と第 1 の基材 2 1 とが離れているが、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 に接するようにマスク 6 を設けるようにしてもよい。

【 0 1 8 1 】

第 2 実施形態

次に、本発明の接合方法の第 2 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 8 および図 9 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

10

【 0 1 8 2 】

以下、接合方法の第 2 実施形態について説明するが、前記第 1 実施形態にかかる接合方法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では、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを、各接合膜 3 a、3 b にエネルギーを付与する前に重ね合わせて仮接合体 5 とした後、この仮接合体 5 にエネルギーを付与して、接合体 1 を得るようにした以外は、前記第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 8 3 】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とを用意し、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 の一部の所定領域 3 1 0 に接合膜 3 a（第 1 の接合膜）を形成し、第 1 の被着体 4 1 を作製するとともに、第 2 の基材 2 2 の接合面（第 1 の基材 2 1 に臨む面）2 4 の全面に接合膜 3 b（第 2 の接合膜）を形成し、第 2 の被着体 4 2 を作製する工程と、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが密着するように、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを重ね合わせて、仮接合体 5 を得る工程と、仮接合体 5 にエネルギーを付与して、接合体 1 を得る工程とを有する。

20

【 0 1 8 4 】

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、図 8 (a) ~ (b) に示すように、第 1 の基材 2 1 上に接合膜 3 a を形成する。また、それと同様に、第 2 の基材 2 2 上に接合膜 3 b を形成する。これにより、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを得る。

30

この場合、接合膜 3 a の構成材料と、接合膜 3 b の構成材料とは、互いに異なる材料であってもよいが、好ましくは同種の材料とされる。これにより、接合膜 3 a と接合膜 3 b との親和性が向上する。その結果、後述する工程を経ることにより、接合膜 3 a と接合膜 3 b との間を強固に接合することができる。

【 0 1 8 5 】

[2] 次に、図 8 (c) に示すように、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが密着するように、2 つの被着体 4 1、4 2 を重ね合わせる。これにより、仮接合体 5 を得る。

なお、この仮接合体 5 の状態では、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 との間は接合されていない。このため、前記第 1 実施形態と同様に、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とをずらし、これらの相対的な位置を調整することができる。

40

【 0 1 8 6 】

[3] 次に、得られた仮接合体 5 中の各接合膜 3 a、3 b に対してエネルギーを付与する。

具体的には、図 9 (d) に示すように、仮接合体 5 に紫外線を照射することにより、エネルギーを付与する。これにより、仮接合体 5 において、各接合膜 3 a、3 b の分子結合の一部が切断され、活性化される。その結果、各接合膜 3 a、3 b に接着性が発現する。そして、この接着性により、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが所定領域 3 1 0 において部分的に接合される。これにより、図 9 (e) に示す接合体 1 が得られる。

【 0 1 8 7 】

なお、仮接合体 5 に付与するエネルギーは、紫外線を照射する方法以外のいかなる方法

50

で付与されてもよく、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。

ここでは、仮接合体 5 にエネルギーを付与する他の方法として、仮接合体 5 中の各接合膜 3 a、3 b を加熱する方法、および、各接合膜 3 a、3 b に圧縮力を付与する方法を例に説明する。

【0188】

各接合膜 3 a、3 b を加熱する場合、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、第 1 の基材 2 1 および第 2 の基材 2 2 が熱によって変質・劣化するのを確実に防止しつつ、各接合膜 3 a、3 b を確実に活性化させることができる。

また、加熱時間は、各接合膜 3 a、3 b の脱離基 3 0 3 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。

10

【0189】

また、各接合膜 3 a、3 b 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、第 1 の基材 2 1 または第 2 の基材 2 2 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第 1 の基材 2 1 または第 2 の基材 2 2 は、効率よく発熱する。その結果、各接合膜 3 a、3 b を効率よく加熱することができる。

20

【0190】

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、第 1 の基材 2 1 または第 2 の基材 2 2 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、第 1 の基材 2 1 または第 2 の基材 2 2 を介して、各接合膜 3 a、3 b に対して効率よく熱を伝えることができ、各接合膜 3 a、3 b を効率よく加熱することができる。

また、各接合膜 3 a、3 b に圧縮力を付与することにより、各接合膜 3 a、3 b に対してエネルギーを付与する場合には、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 とが互いに近づく方向に、仮接合体 5 を 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、各接合膜 3 a、3 b 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 a と接合膜 3 b とに、互いに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、第 1 の基材 2 1 と第 2 の基材 2 2 の各構成材料によっては、各基材 2 1、2 2 に損傷等が生じるおそれがある。

30

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。

【0191】

本実施形態にかかる接合方法では、前記第 1 実施形態にかかる接合方法と同様の作用・効果が得られる。

40

なお、接合体 1 を得た後、この接合体 1 に対して、必要に応じて、前記第 1 実施形態における 3 つの工程（[5A]、[5B] および [5C]）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。これにより、接合体 1 の接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【0192】

第 3 実施形態

次に、本発明の接合方法の第 3 実施形態について説明する。

図 10 および図 11 は、本発明の接合方法の第 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 10 および図 11 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

50

【 0 1 9 3 】

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 実施形態または前記第 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、第 1 の基材 2 1 上の全面に接合膜 3 a を備える第 1 の被着体 4 1 と、第 2 の基材 2 2 上の全面に接合膜 3 b を備える第 2 の被着体 4 2 とを用意し、接合膜 3 a の一部と接合膜 3 b の全部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。

【 0 1 9 4 】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、各基材 2 1、2 2 の接合面 2 3、2 4 の全面に接合膜 3 a、3 b (第 1 の接合膜および第 2 の接合膜) を形成し、これにより第 1 の被着体 4 1 および第 2 の被着体 4 2 を得る工程と、接合膜 3 a の一部の所定領域 3 1 0 と、接合膜 3 b の全部にエネルギーを付与する工程と、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが密着するように、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを貼り合わせて、接合体 1 を得る工程とを有する。

【 0 1 9 5 】

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 0 (a) ~ (b) に示すように、第 1 の基材 2 1 の接合面 2 3 の全面に接合膜 3 a を形成する。これにより、第 1 の被着体 4 1 を得る。また、それと同様に、第 2 の基材 2 2 の接合面 2 4 の全面に接合膜 3 b を形成する。これにより、第 2 の被着体 4 2 を得る。

なお、各接合膜 3 a、3 b の形成方法は、マスクを用いないようにした以外は、前記第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 9 6 】

[2] 次に、図 1 0 (c) に示すように、第 1 の被着体 4 1 の接合膜 3 a の表面 3 1 a のうち、一部の所定領域 3 1 0 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 a では、所定領域 3 1 0 が部分的に活性化される。これにより、接合膜 3 a のうちの所定領域 3 1 0 に接着性が発現する。一方、接合膜 3 a の所定領域 3 1 0 以外の領域には、この接着性はほとんど発現しない。

【 0 1 9 7 】

このような方法によれば、エネルギーを付与する領域を選択することのみで、接合部の領域を容易に制御することができる。

ここで、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。

また、本実施形態では、接合膜 3 a にエネルギーを付与する方法として、特に、接合膜 3 a 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 a 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。

【 0 1 9 8 】

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 3 1 0 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 a の表面 3 1 a のうち、エネルギー線を照射すべき所定領域 3 1 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 1 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。

【 0 1 9 9 】

具体的には、図 1 0 (c) に示すように、接合膜 3 a の表面 3 1 a の上方に、エネルギー線を照射すべき所定領域 3 1 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

10

20

30

40

50

領域 3 1 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。

また、図 1 0 (c) に示すように、第 2 の被着体 4 2 の接合膜 3 b の表面 3 1 b の全部に対してエネルギーを付与する。これにより、接合膜 3 b の全部に接着性が発現する。

【 0 2 0 0 】

[3] 次に、図 1 1 (d) に示すように、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが密着するように、2 つの被着体 4 1、4 2 を貼り合わせる。これにより、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とが所定領域 3 1 0 において部分的に接合され、図 1 1 (e) に示す接合体 1 を得る。

なお、接合体 1 では、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 との間隙のうち、接合している所定領域 3 1 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 1 0 の形状を適宜調整することにより、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 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 2 0 1 】

また、接合体 1 を得た後、この接合体 1 に対して、必要に応じ、前記第 1 実施形態の工程 [5 A]、[5 B] および [5 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、図 1 1 (f) に示すように、接合体 1 を加圧しつつ、加熱することにより、接合体 1 の各基材 2 1、2 2 同士がより近接する。これにより、接合膜 3 a と接合膜 3 b との界面における水酸基の脱水縮合が促進される。そして、接合体 1 の接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【 0 2 0 2 】

このとき、前述したように、接合膜 3 a と接合膜 3 b との界面のうち、所定領域 3 1 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 1 を加圧しつつ、加熱する際には、この所定領域 3 1 0 以外の領域において、接合膜 3 a と接合膜 3 b 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 [5 A]、[5 B] および [5 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 1 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 1 0 以外の領域において、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが接合されるのを防止することができる。

【 0 2 0 3 】

第 4 実施形態

次に、本発明の接合方法の第 4 実施形態について説明する。

図 1 2 および図 1 3 は、本発明の接合方法の第 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 1 2 および図 1 3 中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

【 0 2 0 4 】

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、エネルギーを付与する前に、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを重ね合わせて仮接合体 5 を得た後、一部の所定領域 3 1 0 に対して選択的にエネルギーを付与する以外は、前記第 3 実施形態と同様である。

【 0 2 0 5 】

すなわち、本実施形態にかかる接合方法は、各基材 2 1、2 2 の接合面 2 3、2 4 の全面に接合膜 3 a、3 b（第 1 の接合膜および第 2 の接合膜）を形成し、これにより第 1 の被着体 4 1 および第 2 の被着体 4 2 を得る工程と、接合膜 3 a と接合膜 3 b とが密着するように、第 1 の被着体 4 1 と第 2 の被着体 4 2 とを重ね合わせて、仮接合体 5 を得る工程と、仮接合体 5 の一部の所定領域 3 1 0 に対して選択的にエネルギーを付与して、接合体 1 を得る工程とを有する。

【 0 2 0 6 】

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１２（ａ）～（ｂ）に示すように、第１の基材２１の接合面２３の全面に接合膜３ａを形成する。これにより、第１の被着体４１を得る。また、それと同様に、第２の基材２２の接合面２４の全面に接合膜３ｂを形成する。これにより、第２の被着体４２を得る。

なお、各接合膜３ａ、３ｂの形成方法は、マスクを用いないようにした以外は、前記第１実施形態と同様である。

【０２０７】

〔２〕次に、図１２（ｃ）に示すように、接合膜３ａの表面３１ａと接合膜３ｂの表面３１ｂとが密着するように、第１の被着体４１と第２の被着体４２とを重ね合わせる。これにより、仮接合体５を得る。

10

なお、この仮接合体５の状態では、第１の被着体４１と第２の被着体４２との間は接合されていない。このため、第１の被着体４１と第２の被着体４２とをずらし、これらの相対的な位置を調整することができる。このようにすれば、２つの被着体４１、４２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ので、位置の調整の作業性が向上し、最終的に得られる接合体１の面方向における寸法精度を高めることができる。

また、仮接合体５を得るにあたっては、接合膜３ａの表面３１ａの全面が接合膜３ｂによって覆われるように２つの被着体４１、４２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３ａの表面３１ａの一部が露出するように、第１の被着体４１と第２の被着体４２とを重ね合わせるようにしてもよい。

20

【０２０８】

〔３〕次に、得られた仮接合体５中の各接合膜３ａ、３ｂのうち、一部の所定領域３１０に対して選択的にエネルギーを付与する。

具体的には、前記第２実施形態と同様に、図１３（ｄ）に示すように、マスク６を介して、所定領域３１０に紫外線を選択的に照射することにより、エネルギーを付与する。その結果、各接合膜３ａ、３ｂの所定領域３１０に接着性が発現する。そして、この接着性により、接合膜３ａと接合膜３ｂとが所定領域３１０において部分的に接合される。これにより、図１３（ｅ）に示す接合体１が得られる。

【０２０９】

なお、仮接合体５に付与するエネルギーは、紫外線を照射する方法以外のいかなる方法で付与されてもよく、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

また、接合体１を得た後、この接合体１に対して、必要に応じ、前記第１実施形態の工程〔５Ａ〕、〔５Ｂ〕および〔５Ｃ〕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。これにより、接合体１の接合強度のさらなる向上を容易に図ることができる。

【０２１０】

また、図１４には、本実施形態にかかる接合体の他の構成例を示す。

この例では、図１４（ａ）に示すように、仮接合体５の所定領域３１０に対して選択的に紫外線を照射する。

この所定領域３１０は、複数の四角形の領域が、所定の間隔で分布するように設定されたパターンである。

40

【０２１１】

そして、このパターンに対応する形状をなす窓部６１を有するマスク６を用いて、仮接合体５の所定領域３１０に対して選択的に紫外線を照射する。

このようにして紫外線を照射すると、仮接合体５の所定領域３１０に位置する各接合膜３ａ、３ｂにおいて部分的に接着性が発現する。

その結果、図１４（ｂ）に示すように、所定領域３１０において各接合膜３ａ、３ｂが部分的に接合されてなる接合体１が得られる。

【０２１２】

このような接合体１では、所定領域３１０の面積や形状を適宜制御することにより、例えば、接合体１の接合強度を調整したり、接合部（所定領域３１０）に生じる応力の局所

50

集中を緩和したりすることができる。

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。

【0213】

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。

10

【0214】

また、前記各実施形態にかかる接合方法により得られた接合体は、構成材料を選択することにより、接合膜に導電性を付与することができる。これにより、接合体中の接合膜を、部材同士を部分的に接合する機能の他、配線、くし歯状電極（アンテナ、フィルタ等）の各種機能を有する「機能性部分接合膜」として用いることができる。その結果、例えば、積層基板のような接合体中に前述したような各種機能を効率よく集積することができるので、電子部品の高機能化および薄型化をより高度化することができる。

20

【0215】

< 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15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16は、図15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17は、図15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15は、通常使用される状態とは、上下逆に示されている。

30

【0216】

図15に示すインクジェット式記録ヘッド10は、図17に示すようなインクジェットプリンタ9に搭載されている。

図17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。

【0217】

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。

40

【0218】

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。

【0219】

50

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

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

【0 2 2 0】

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。

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。

【0 2 2 1】

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

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

【0 2 2 2】

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

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

【0 2 2 3】

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。

【0 2 2 4】

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。

【0 2 2 5】

以下、ヘッド 1 0 について、図 1 5 および図 1 6 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

10

20

30

40

50

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。

【０２２６】

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。

10

【０２２７】

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。

【０２２８】

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。

20

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。

【０２２９】

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。

30

【０２３０】

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。

【０２３１】

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。

40

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。

【０２３２】

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

50

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。

【０２３３】

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

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

10

【０２３４】

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

【０２３５】

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

20

【０２３６】

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

なお、ヘッド１０は、圧電素子１４の代わりに電気熱変換素子を有していてもよい。つまり、ヘッド１０は、電気熱変換素子による材料の熱膨張を利用してインクを吐出する構成（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。

30

【０２３７】

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

【０２３８】

< 配線基板 >

40

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１８は、本発明の接合体を適用して得られた配線基板を示す斜視図である。

図１８に示す配線基板５１０は、絶縁基板５１３と、絶縁基板５１３上に配設された電極５１２と、リード５１４と、リード５１４の一端に、電極５１２と対向するように設けられた電極５１５とを有する。

【０２３９】

そして、電極５１２の上面の全面には、前述した接合膜３ｂと同様の接合膜（図示せず）が形成されており、一方、電極５１５の下面の一部分にも、前述した接合膜３ａと同様の接合膜（図示せず）が形成されている。すなわち、電極５１２と電極５１５とは、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

50

５１２、５１５間は、接合膜によって強固に接合されることになる。その結果、各電極５１２、５１５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５１０が得られる。

【０２４０】

また、接合膜は、接合膜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５１２、５１５間を導通する機能をも担う。接合膜は、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５１２、５１５間の離間距離をより小さくすることができ、各電極５１２、５１５間の電気抵抗成分（接触抵抗）の低減を図ることができる。その結果、各電極５１２、５１５間の導電性をより高めることができる。

【０２４１】

また、接合膜は、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５１０は、より寸法精度の高いものとなり、各電極５１２、５１５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。

【０２４２】

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、第１の基材と第２の基材の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、本発明の接合方法を用いるようにしてもよい。

【実施例】

【０２４３】

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、第１の基材として、縦２０ｍｍ×横２０ｍｍ×平均厚さ１ｍｍの単結晶シリコン基板を用意し、第２の基材として、縦２０ｍｍ×横２０ｍｍ×平均厚さ１ｍｍのガラス基板を用意した。

【０２４４】

次いで、単結晶シリコン基板およびガラス基板を図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、各基板の表面処理を行った面の全面に、イオンビームスパッタリング法を用いて、ＩＴＯに水素原子が導入された接合膜（平均厚さ１００ｎｍ）をそれぞれ成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【０２４５】

<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
- ・水素ガスの流量 : 60 sccm
- ・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

【0246】

このようにして成膜された接合膜は、ITO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。

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。なお、紫外線は、単結晶シリコン基板上に形成したITO膜（接合膜）のうち、周縁部の幅3mmの枠状の領域と、ガラス基板上に形成したITO膜の全面とに照射した。

【0247】

< 紫外線照射条件 >

- ・ 雰囲気ガスの組成 : 窒素ガス
- ・ 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、紫外線を照射してから1分後に、接合膜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。

【0248】

（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）

第1の基材の構成材料および第2の基材の構成材料を、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。

【0249】

（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（第1の基材および第2の基材）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、各基板の表面処理を行った面の全面に、前記実施例1と同様にして接合膜をそれぞれ成膜した。

【0250】

次に、接合膜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、仮接合体を得た。

そして、仮接合体に対して、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、仮接合体中のITO膜（接合膜）のうち、周縁部の幅3mmの枠状の領域とした。

【0251】

< 紫外線照射条件 >

- ・ 雰囲気ガスの組成 : 窒素ガス
- ・ 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。

【0252】

（実施例15）

10

20

30

40

50

単結晶シリコン基板上にITO膜（接合膜）を成膜する際に、シリコン基板の周縁部の幅3mmの枠状の領域のみに成膜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。

（実施例16）

単結晶シリコン基板上にITO膜（接合膜）を成膜する際に、シリコン基板の周縁部の幅3mmの枠状の領域のみに成膜するようにした以外は、前記実施例14と同様にして接合体を得た。

【0253】

（実施例17）

次に、ターゲットとしてITOに代えてATOを用いた以外は、前記実施例1と同様にして、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、ATOに水素原子が導入された接合膜をそれぞれ成膜した。以下に詳述する。

まず、第1の基材として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmの単結晶シリコン基板を用意し、第2の基材として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmのガラス基板を用意した。

【0254】

次いで、これらの基材の双方を、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。

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、ATOに水素原子が導入された接合膜（平均厚さ100nm）をそれぞれ成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0255】

<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
- ・水素ガスの流量 : 60 sccm
- ・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

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。なお、紫外線は、単結晶シリコン基板上に形成したATO膜（接合膜）のうち、周縁部の幅3mmの枠状の領域と、ガラス基板上に形成したATO膜の全面とに照射した。

【0256】

<紫外線照射条件>

- ・雰囲気ガスの組成 : 窒素ガス
- ・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、接合膜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。

【0257】

（実施例18）

まず、第1の基材として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmの単結晶シリコン基板を用意し、第2の基材として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmのガラス基板を用意した。

次いで、単結晶シリコン基板およびガラス基板を図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、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、金属酸化物膜として、平均厚さ100nmのITO膜をそれぞれ成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0258】

<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 : 600V

イオン発生室側のグリッドへの印加電圧 : +400V

チャンバー側のグリッドへの印加電圧 : -200V

- ・イオンビーム電流 : 200mA
- ・イオン発生室に供給するガス種 : Krガス
- ・処理時間 : 20分

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。

【0259】

<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 : 60sccm
- ・チャンバー内の温度 : 150
- ・処理時間 : 60分

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。

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。なお、紫外線は、単結晶シリコン基板上に形成したITO膜（接合膜）のうち、周縁部の幅3mmの枠状の領域と、ガラス基板上に形成したITO膜の全面とに照射した。

【0260】

<紫外線照射条件>

- ・雰囲気ガスの組成 : 窒素ガス
- ・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、紫外線を照射してから1分後に、接合膜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。

【0261】

（実施例19）

まず、第1の基材として、縦20mm×横20mm×平均厚さ1mmの単結晶シリコン

10

20

30

40

50

基板を用意し、第2の基材として、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およびガラス基板を、図7に示す成膜装置400のチャンパー411内に収納し、酸素プラズマによる表面処理を行った。

次に、各基板の表面処理を行った面に、原材料を2,4-ペンタジオネート-銅(II)とし、MOCVD法を用いて、平均厚さ100nmの接合膜をそれぞれ成膜した。なお、成膜条件は以下に示す通りである。

【0262】

<成膜条件>

- ・チャンパー内の雰囲気 : 窒素ガス + 水素ガス
- ・有機金属材料(原材料) : 2,4-ペンタジオネート-銅(II)
- ・有機金属材料の流量 : 1 sccm
- ・キャリアガス : 窒素ガス
- ・水素ガスの流量 : 0.2 sccm
- ・チャンパーの到達真空度 : 2×10^{-6} Torr
- ・成膜時のチャンパー内の圧力 : 1×10^{-3} Torr
- ・基板ホルダーの温度 : 275
- ・処理時間 : 10分

以上のようにして成膜された接合膜は、金属原子として銅原子を含み、脱離基として、2,4-ペンタジオネート-銅(II)に含まれる有機物の一部(アルキル基)が残存しているものである。

【0263】

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。なお、紫外線は、単結晶シリコン基板上に形成した接合膜のうち、周縁部の幅3mmの枠状の領域と、ガラス基板上に形成した接合膜の全面とに照射した。

<紫外線照射条件>

- ・雰囲気ガスの組成 : 窒素ガス
- ・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、紫外線を照射してから1分後に、接合膜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10MPaで加圧しつつ、120℃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。

【0264】

(比較例1~3)

第1の基材の構成材料および第2の基材の構成材料を、それぞれ表1に示す材料とし、各基材間の周縁部の幅3mmの枠状の領域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)

第1の基材の構成材料および第2の基材の構成材料を、それぞれ表1に示す材料とし、各基材間の周縁部の幅3mmの枠状の領域をAg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。

【0265】

(参考例1~3)

第1の基材の構成材料および第2の基材の構成材料を、それぞれ表1に示す材料とし、各接合膜に紫外線を照射する際に、各接合膜のそれぞれ全面に照射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。これにより得られた接合体は、第1の基材と第2の基材とが全面で接合されたものとなる。

【0266】

2. 接合体の評価

2.1 接合強度（割裂強度）の評価

各実施例、各比較例および各参考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。

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（荷重）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。

【0267】

その結果、各実施例で得られた接合体の接合強度は、いずれも各参考例で得られた接合体の接合強度より小さかった。このことから、接合する領域を、接合面の一部とするか、または全部とすることを選擇することによって、すなわち接合部の面積を変えることによって、接合強度（荷重の大きさ）を調整可能であることが明らかとなった。

また、各実施例で得られた接合体の接合強度は、いずれも各比較例で得られた接合体の接合強度より大きかった。

【0268】

2.2 寸法精度の評価

各実施例、各比較例および各参考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。

<寸法精度の評価基準>

○：10 μm未満

×：10 μm以上

【0269】

2.3 耐薬品性の評価

各実施例、各比較例および各参考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、「H Q 4」）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。

【0270】

<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

【0271】

2.4 抵抗率の評価

各実施例12、13および比較例6で得られた接合体について、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。

<抵抗率の評価基準>

○： $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 未満

×： $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上

【0272】

2.5 形状変化の評価

各実施例、各比較例および各参考例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。

<反り量の評価基準>

10

20

30

40

50

- ： 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、2.2～2.5の各評価結果を表1に示す。

【0273】

【表1】

表1

接合体の製造条件					接合体製造後の加熱の温度	評価結果			
第1の基材の構成材料	接合膜		第2の基材の構成材料	紫外線の照射		寸法精度	耐薬品性	反り量の変化	抵抗率
	組成	脱離基							
実施例1	シリコン	ITO	水素原子 (全体に分布)	接合面の一部 (一部の領域にUV照射)	ガラス	○	◎	◎	—
実施例2	シリコン				ガラス	○	◎	◎	—
実施例3	シリコン				シリコン	○	◎	◎	—
実施例4	シリコン				ステンレス鋼	○	◎	◎	—
実施例5	シリコン				アルミニウム	○	◎	◎	—
実施例6	シリコン				PET	○	◎	◎	—
実施例7	シリコン				PI	○	◎	◎	—
実施例8	ガラス				ガラス	○	◎	◎	—
実施例9	ガラス				ステンレス鋼	○	◎	◎	—
実施例10	ステンレス鋼				PET	○	◎	◎	—
実施例11	ステンレス鋼				PI	○	◎	◎	—
実施例12	ステンレス鋼				アルミニウム	○	◎	◎	○
実施例13	ステンレス鋼				ステンレス鋼	○	◎	◎	○
実施例14	シリコン				ガラス	○	◎	◎	—
実施例15	シリコン				ガラス	○	◎	◎	—
実施例16	シリコン	ATO	水素原子 (表面に偏在)	接合面の一部 (一部の領域に成膜)	ガラス	○	◎	◎	—
実施例17	シリコン				ガラス	○	◎	◎	—
実施例18	シリコン				ガラス	○	◎	◎	—
実施例19	シリコン	ITO	アルキル基	接合面の一部 (一部の領域にUV照射)	ガラス	○	◎	◎	—
比較例1	シリコン	エポキシ系 接着剤 導電性(Ag) ペースト	—	接合面の一部	ガラス	×	△	◎	—
比較例2	シリコン				シリコン	×	△	◎	—
比較例3	シリコン				ステンレス鋼	×	△	◎	—
比較例4	ステンレス鋼				ガラス	×	△	◎	—
比較例5	ステンレス鋼				シリコン	×	△	◎	—
比較例6	ステンレス鋼				ステンレス鋼	×	△	◎	×
参考例1	シリコン	ITO	水素原子 (全体に分布)	接合面の全部	80℃	○	◎	△	—
参考例2	シリコン				80℃	○	◎	△	—
参考例3	シリコン				80℃	○	◎	△	—

※ P E T : ポリエチレンテレフタレート
 P I : ポリイミド

【0274】

表1から明らかなように、各実施例で得られた接合体は、寸法精度、耐薬品性、反り量の変化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。

10

20

30

40

50

また、各実施例で得られた接合体は、各参考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、接合膜の抵抗率が高いという結果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【0275】

【図1】本発明の接合方法の第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】本発明の接合方法において、エネルギー付与前の接合膜の状態を示す部分拡大図である。

【図4】本発明の接合方法において、エネルギー付与後の接合膜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である。

【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】本発明の接合方法に用いられる成膜装置を模式的に示す縦断面図である。

【図8】本発明の接合方法の第2実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図9】本発明の接合方法の第2実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図10】本発明の接合方法の第3実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図11】本発明の接合方法の第3実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図12】本発明の接合方法の第4実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図13】本発明の接合方法の第4実施形態を説明するための図（縦断面図）である。

【図14】第4実施形態にかかる接合体の他の構成例を示す図（斜視図）である。

【図15】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16】図15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17】図15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18】本発明の接合体を適用して得られた配線基板を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0276】

1 ... 接合体 2 1 ... 第1の基材 2 2 ... 第2の基材 2 3、2 4 ... 接合面 3
a、3 b ... 接合膜 3 0 3 ... 脱離基 3 0 4 ... 活性手 3 c ... 空間 3 1 a、3
1 b ... 表面 3 1 0 ... 所定領域 4 1 ... 第1の被着体 4 2 ... 第2の被着体 5
... 仮接合体 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 ... フィラメント 2 6 0 ... ガス供給手段 40
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
ベ 4 0 0 ... 成膜装置 4 1 1 ... チャンバー 4 1 2 ... 基板ホルダー 4 2 1 ...
シャッター 4 3 0 ... 排気手段 4 3 1 ... 排気ライン 4 3 2 ... ポンプ 4 3 3 ...
... バルブ 4 6 0 ... 有機金属材料供給手段 4 6 1 ... ガス供給ライン 4 6 2 ... 貯
留槽 4 6 3 ... バルブ 4 6 4 ... ポンプ 4 6 5 ... ガスポンベ 4 7 0 ... ガス供
給手段 4 7 1 ... ガス供給ライン 4 7 3 ... バルブ 4 7 4 ... ポンプ 4 7 5 ...
ガスポンベ 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 ...

10

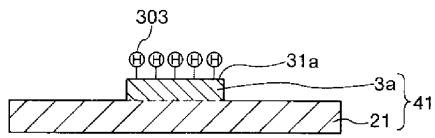
20

30

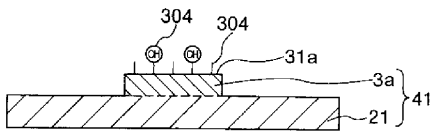
40

50

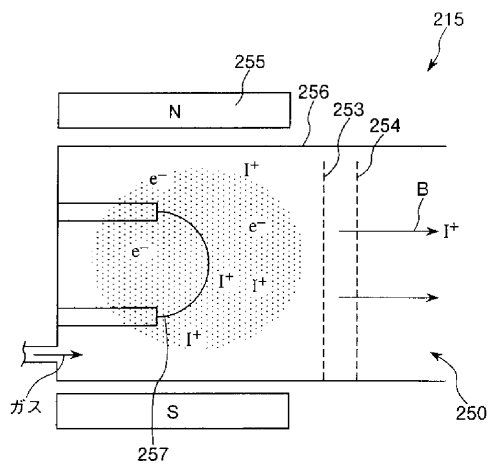
【図 3】



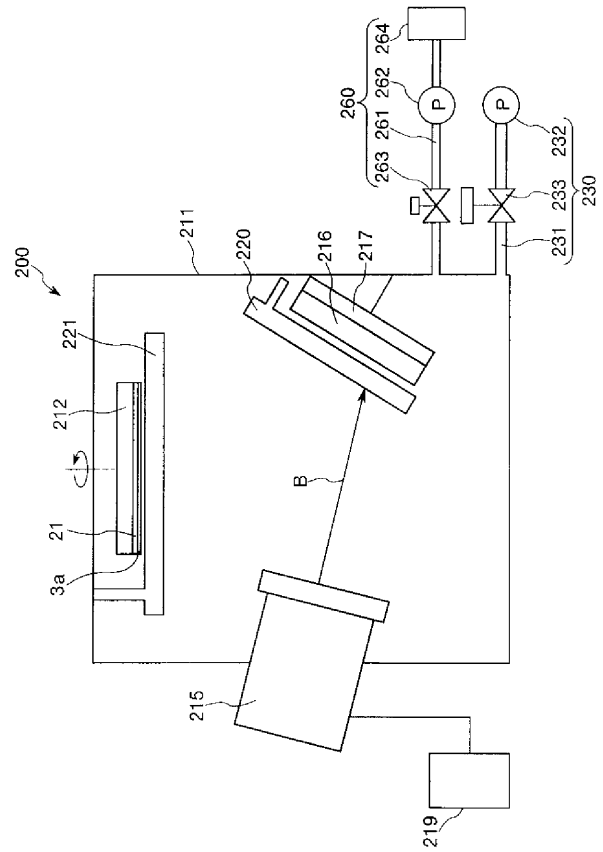
【図 4】



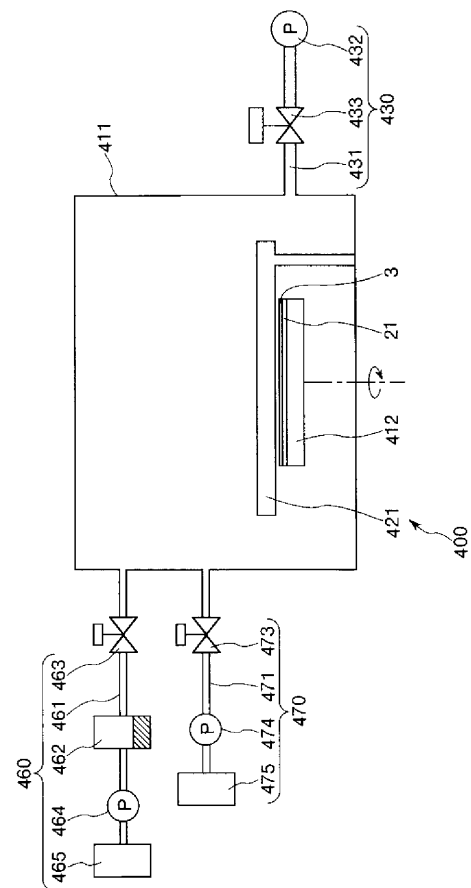
【図 6】



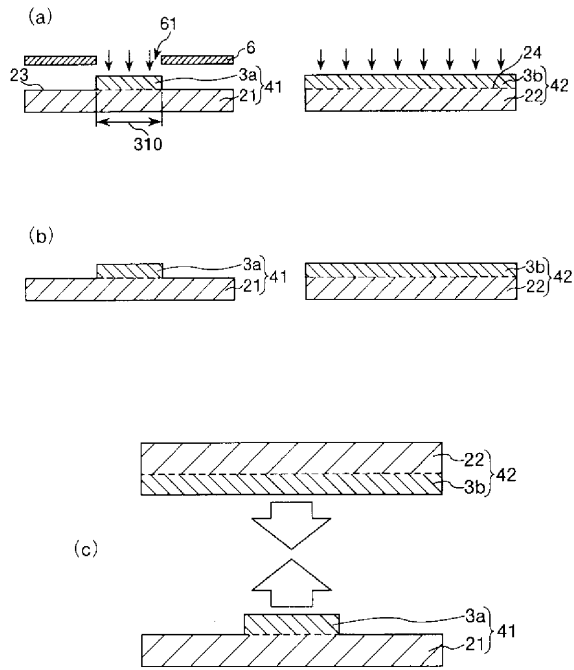
【図 5】



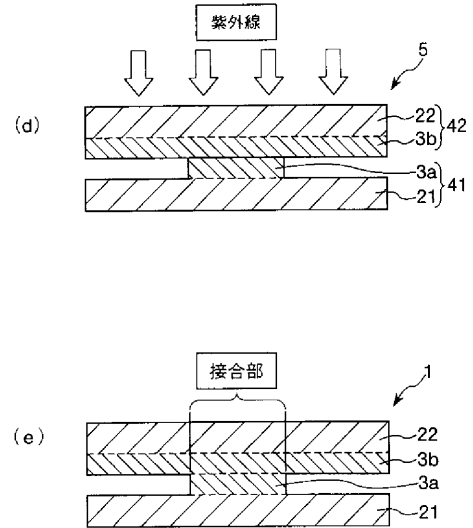
【図 7】



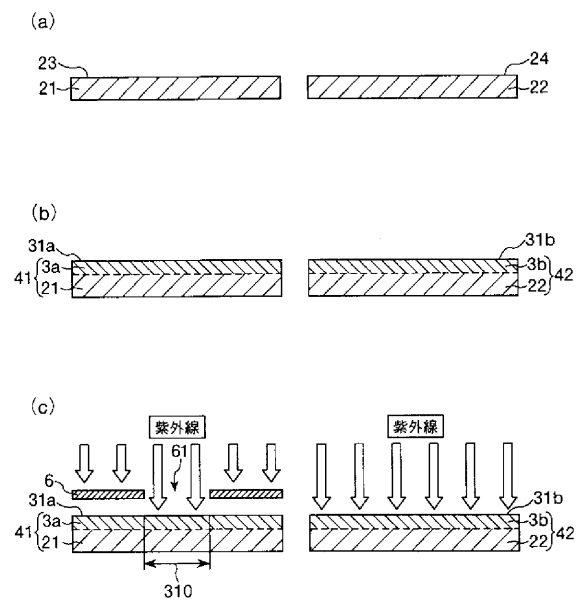
【図 8】



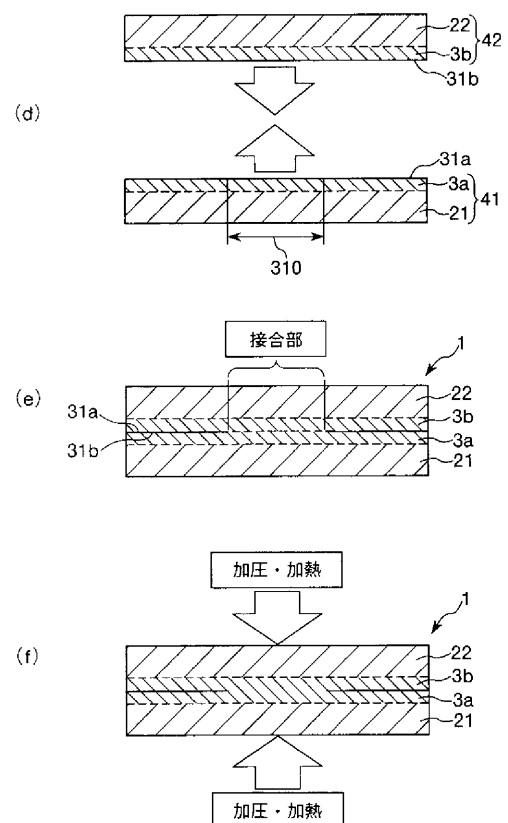
【図 9】



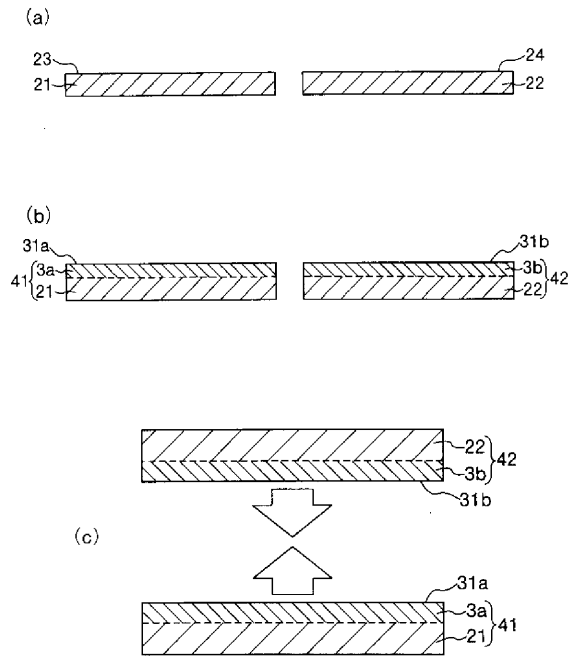
【図 10】



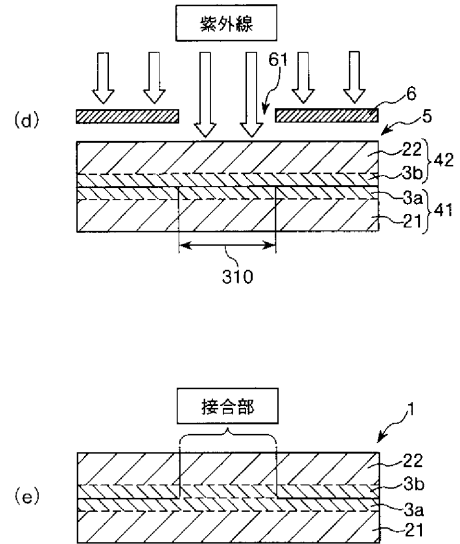
【図 11】



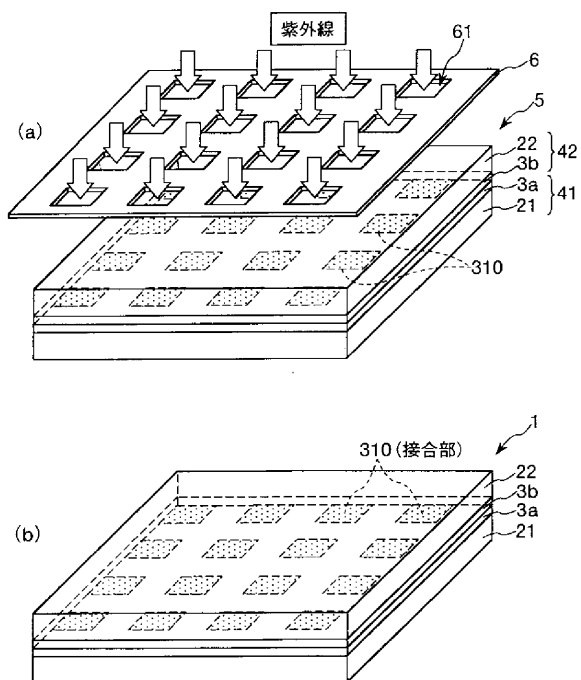
【図 1 2】



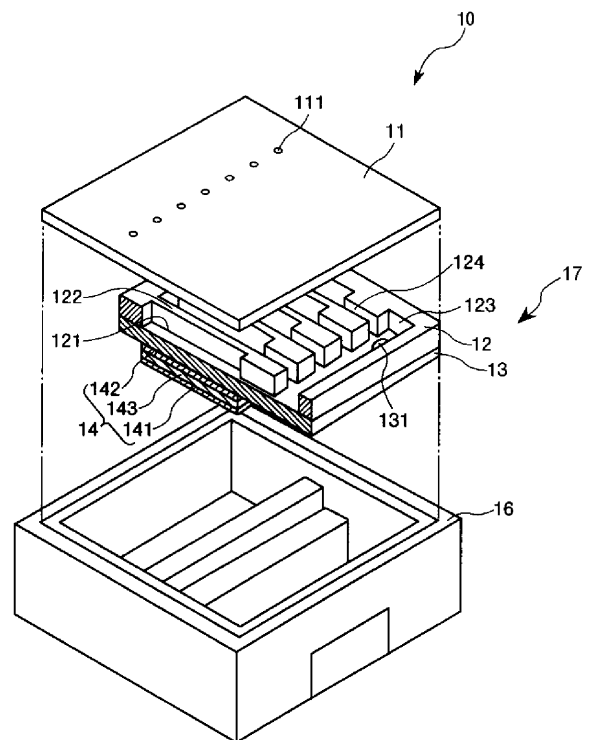
【図 1 3】



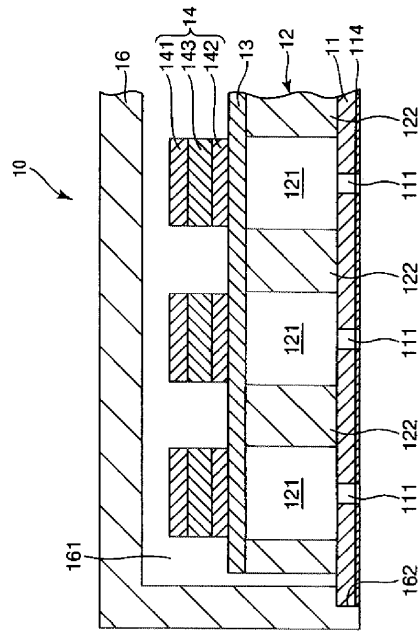
【図 1 4】



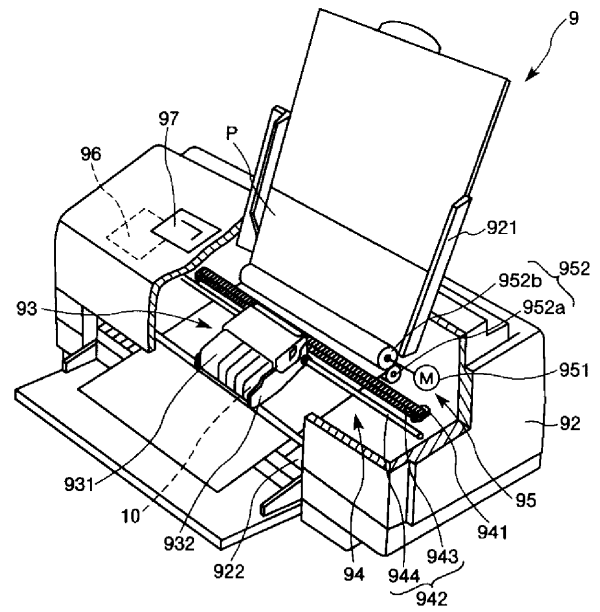
【図 1 5】



【 図 1 6 】



【圖 17】



【 図 1 8 】

