

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7547540号
(P7547540)

(45)発行日 令和6年9月9日(2024.9.9)

(24)登録日 令和6年8月30日(2024.8.30)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/683(2006.01)

H 0 1 L 21/68

R

C 0 4 B 35/111(2006.01)

C 0 4 B 35/111

請求項の数 13 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-60118(P2023-60118)	(73)特許権者	000190688
(22)出願日	令和5年4月3日(2023.4.3)		新光電気工業株式会社
(62)分割の表示	特願2020-19825(P2020-19825)の 分割		長野県長野市小島田町 8 0 番地
原出願日	令和2年2月7日(2020.2.7)	(74)代理人	100105957
(65)公開番号	特開2023-80153(P2023-80153A)		弁理士 恩田 誠
(43)公開日	令和5年6月8日(2023.6.8)	(74)代理人	100068755
審査請求日	令和5年4月3日(2023.4.3)		弁理士 恩田 博宣
		(72)発明者	峯村 知剛
			長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電 気工業株式会社内
		審査官	内田 正和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 セラミックス基板、静電チャック

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板本体と、
前記基板本体に内接された導電体層と、
を有し、
前記基板本体は、
酸化アルミニウムからなるセラミックスである絶縁体層と、
前記絶縁体層と前記導電体層との間に形成されたアルミニウムとケイ素の複合酸化物層と、
を備え、

前記絶縁体層は、前記酸化アルミニウムの純度が99.5%以上であり、
前記導電体層は、タングステンを主成分とし、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を含む焼成体である、
セラミックス基板。

【請求項 2】

ケイ素は、前記複合酸化物層に局在している、請求項 1 に記載のセラミックス基板。

【請求項 3】

前記セラミックス基板は、半導体装置用パッケージに用いられる、請求項 1 又は請求項 2 に記載のセラミックス基板。

【請求項 4】

基板本体と、
前記基板本体に内接された静電電極と、
を有し、
前記基板本体は、
酸化アルミニウムからなるセラミックスである絶縁体層と、
前記絶縁体層と前記静電電極との間に形成されたアルミニウムとケイ素の複合酸化物層と、
を備え、
前記絶縁体層は、前記酸化アルミニウムの純度が99.5%以上であり、
前記静電電極は、タングステンを主成分とし、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を含む焼成体である、
静電チャック。

10

【請求項5】

ケイ素は、前記複合酸化物層に局在している、請求項4に記載の静電チャック。

【請求項6】

前記絶縁体層は、相対密度が98%以上である、請求項4又は請求項5に記載の静電チャック。

【請求項7】

前記絶縁体層は、前記酸化アルミニウムの平均粒子径が1.0 μm 以上3.0 μm 以下である、請求項4から請求項6のいずれか一項に記載の静電チャック。

20

【請求項8】

前記絶縁体層と前記静電電極は同時焼成によってなる焼成体である、請求項4から請求項7のいずれか一項に記載の静電チャック。

【請求項9】

前記静電電極は、タングステンの平均粒子径が0.5 μm 以上3.0 μm 以下である導電性ペーストを焼成した焼成体であり、タングステン成分は前記静電電極に局在する、請求項4から請求項8のいずれか一項に記載の静電チャック。

【請求項10】

前記静電電極は、酸化ニッケルの平均粒子径が5.0 μm 以上15.0 μm 以下である導電性ペーストを焼成した焼成体であり、ニッケルは、前記静電電極に局在する、請求項4から請求項9のいずれか一項に記載の静電チャック。

30

【請求項11】

前記静電電極は、酸化アルミニウムの平均粒子径が0.1 μm 以上4.0 μm 以下である導電性ペーストを焼成した焼成体であり、アルミニウムは、前記絶縁体層と前記静電電極と前記複合酸化物層とに存在する、請求項4から請求項10のいずれか一項に記載の静電チャック。

【請求項12】

前記静電電極は、二酸化ケイ素の平均粒子径が0.1 μm 以上12.0 μm 以下である導電性ペーストを焼成した焼成体であり、ケイ素は、前記静電電極と前記複合酸化物層とに局在する、請求項4から請求項11のいずれか一項に記載の静電チャック。

40

【請求項13】

前記複合酸化物層は、前記静電電極を形成する導電性ペーストに添加された酸化アルミニウムと二酸化ケイ素との添加量に応じた厚さである、請求項4から請求項12のいずれか一項に記載の静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

セラミックス基板、静電チャックに関する。

【背景技術】

【0002】

50

従来、半導体ウェハ等の基板を処理する半導体製造装置は、半導体ウェハを保持する静電チャックを有している。半導体製造装置は、たとえばＣＶＤ装置やＰＶＤ装置等の成膜装置、プラズマエッチング装置などである。静電チャックは、セラミックス基板の載置台と載置台内に配置された導体パターンとを有し、導体パターンを静電電極として載置台上の基板を保持する。導体パターンは、例えばタングステン等の高融点材料を含む導電性ペーストを用い、セラミックス基板と同時に焼成して形成される（例えば、特許文献１，２参照）。なお、半導体装置用のセラミックス基板も同様に形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

10

【文献】特開平４－３３１７７９号公報

【文献】特開平６－２９０６３５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ところで、上記の静電チャックは、グリーンシートに導電性ペーストを印刷し、グリーンシートと導電性ペーストとを同時に焼結して形成される。一例として、酸化アルミニウム（アルミナ）を主成分とするセラミックス（アルミナセラミックス）のグリーンシートとタングステンの導電性ペーストを挙げた場合、一般的にアルミナセラミックスには、焼結助剤（例えば、シリカ、マグネシア、カルシア、イットリア、等）が含まれることが多い。このように焼結助剤を含むセラミックスは、使用環境の温度上昇に伴って絶縁抵抗の値が低下し易い。そこで、絶縁抵抗の温度依存性の小さい、焼結助剤を含まないアルミナセラミックスが望まれる。しかし、焼成時に液相となる焼結助剤がないため、導体であるタングステンとの接合強度が得られない場合がある。

20

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の一観点によれば、セラミックス基板は、基板本体と、前記基板本体に内接された導電体層と、を有し、前記基板本体は、酸化アルミニウムからなるセラミックスである絶縁体層と、前記絶縁体層と前記導電体層との間に形成されたアルミニウムとケイ素の複合酸化物層と、を備え、前記絶縁体層は、前記酸化アルミニウムの純度が９９．５％以上であり、前記導電体層は、タングステンを主成分とし、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を含む焼成体である。

30

【０００６】

本発明の一観点によれば、静電チャックは、基板本体と、前記基板本体に内接された静電電極と、を有し、前記基板本体は、酸化アルミニウムからなるセラミックスである絶縁体層と、前記絶縁体層と前記静電電極との間に形成されたアルミニウムとケイ素の複合酸化物層と、を備え、前記絶縁体層は、前記酸化アルミニウムの純度が９９．５％以上であり、前記静電電極は、タングステンを主成分とし、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を含む焼成体である。

【発明の効果】

40

【０００７】

本発明の一観点によれば、高純度の酸化アルミニウムからなるセラミックスに形成された導電体層、静電電極を有するセラミックス基板、静電チャックを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】第一実施形態の静電チャックの概略断面図。

【図２】静電チャックの概略平面図。

【図３】静電チャックの一部断面図。

【図４】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図５】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

50

- 【図 6】静電チャックの製造工程を示す斜視図。
【図 7】静電チャックの製造工程を示す斜視図。
【図 8】(a) は引掻試験を示す斜視図、(b) は剥離試験を示す斜視図。
【図 9】サンプル 1 の S E 像 (二次電子像) を示す断面写真。
【図 10】サンプル 1 のアルミニウムの分析結果を示す断面写真。
【図 11】サンプル 1 のケイ素の分析結果を示す断面写真。
【図 12】サンプル 1 のタンゲステンの分析結果を示す断面写真。
【図 13】サンプル 1 の X R D 分析結果を示すチャート図。
【図 14】サンプル 2 の S E 像 (二次電子像) を示す断面写真。
【図 15】サンプル 2 のアルミニウムの分析結果を示す断面写真。
【図 16】サンプル 2 のケイ素の分析結果を示す断面写真。
【図 17】サンプル 2 のタンゲステンの分析結果を示す断面写真。
【図 18】サンプル 2 の X R D 分析結果を示すチャート図。
【図 19】サンプル 1, 2 の試験結果を示す説明図。
【図 20】セラミックスの温度と抵抗値の関係を示す説明図。
【図 21】第二実施形態の半導体用パッケージの概略断面図。
【図 22】半導体用パッケージの概略平面図。
【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照して各実施形態を説明する。なお、添付図面は、便宜上、特徴を分かりやすくするために特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。また、断面図では、各部材の断面構造を分かりやすくするために、一部の部材のハッチングを梨地模様に変えて示し、一部の部材のハッチングを省略している。なお、本明細書において、「平面視」とは、対象物を図 1 等の鉛直方向 (図中上下方向) から視ることを言い、「平面形状」とは、対象物を図 1 等の鉛直方向から見た形状のことを言う。

【0010】

(第一実施形態)

以下、図 1 から図 20 に従って第一実施形態を説明する。

図 1 は、第一実施形態の静電チャックの概略断面を示す。

【0011】

図 1 に示すように、静電チャック 1 は、ベースプレート 10 と、ベースプレート 10 の上に配置された載置台 20 とを有している。載置台 20 は、たとえばシリコン樹脂などの接着剤によりベースプレート 10 の上面に固定されている。なお、ベースプレート 10 に対して載置台 20 をネジにより固定してもよい。載置台 20 の上面には基板 W が載置される。基板 W は、たとえば半導体ウェハである。静電チャック 1 は、載置台 20 の上に載置された基板 W を吸着保持する。

【0012】

図 2 に示すように、ベースプレート 10 及び載置台 20 は、平面視で円形状に形成されている。つまり、ベースプレート 10 及び載置台 20 は、円盤状に形成されている。図 2 に示すように、ベースプレート 10 は、載置台 20 の周囲において露出している。ベースプレート 10 の周縁部には、半導体製造装置のチャンバに取り付けるための取付孔 11 が周縁部に沿って配列されている。また、載置台 20 及びベースプレート 10 は、中央部に複数 (図 2 では 3 つ) のリフトピン用開口部 12 を有している。リフトピン用開口部 12 には、図 1 に示す基板 W を上下方向に移動するリフトピンが挿通される。リフトピンで基板を載置台より上昇させることにより、搬送装置による基板 W の自動搬送が可能になる。

【0013】

ベースプレート 10 の材料はたとえば、アルミニウムや超合金等の金属材料や、その金属材料とセラミックス材との複合材料等である。たとえば、入手のし易さ、加工のし易さ、熱伝導性が良好であることなどの点から、アルミニウム又はその合金を使用し、その

10

20

30

40

50

表面にアルマイト処理（絶縁層形成）を施したものが使用される。ベースプレート 10 には、たとえば載置台 20 の上面に載置される基板 W を冷却する冷媒（ガス、冷却水等）の供給路を設けることもできる。

【0014】

図 1 に示すように、載置台 20 は、基板本体 21 と、基板本体 21 に内設された静電電極 31 及び発熱体 32 とを有している。

静電電極 31 は、膜状に形成された導電体層である。本実施形態の静電電極 31 は双極タイプのものであり、第 1 静電電極 31 a と第 2 静電電極 31 b を有している。なお、静電電極 31 として、1 つの静電電極からなる単極タイプのものが使用されてもよい。静電電極 31 は、タングステン（W）を主成分とし、酸化ニッケル（NiO）、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素（SiO₂）を含む焼成体である。静電電極 31 の材料としては、タングステン（W）を主成分とし、酸化ニッケル（NiO）、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素（SiO₂）を添加した導電性ペーストが使用される。

10

【0015】

発熱体 32 は、第 1 静電電極 31 a 及び第 2 静電電極 31 b の下に配置されている。発熱体 32 は、膜状に形成された導電体層である。発熱体 32 は、基板本体 21 を平面的に複数の領域（ヒータゾーン）を独立して加熱制御することが可能な複数のヒータ電極として設けられる。なお、発熱体 32 が 1 つのヒータ電極として設けられてもよい。発熱体 32 は、タングステン（W）を主成分とし、酸化ニッケル（NiO）、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素（SiO₂）を含む焼成体である。発熱体 32 の材料としては、タングステン（W）を主成分とし、酸化ニッケル（NiO）、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素（SiO₂）を添加した導電性ペーストが使用される。

20

【0016】

図 1 及び図 2 に示すように、基板本体 21 は、基板 W の形状に応じて円盤状に形成されている。

図 1、図 3 に示すように、基板本体 21 は、絶縁体層 22 と、絶縁体層 22 と静電電極 31 との間の複合酸化物層 23 と、絶縁体層 22 と発熱体 32 との間の複合酸化物層 24 とを備えている。

【0017】

絶縁体層 22 は、酸化アルミニウム（Al₂O₃）からなるセラミックスである。「酸化アルミニウムからなるセラミックス」とは、酸化アルミニウム以外の無機成分を添加していないセラミックスを意味する。セラミックスからなる絶縁体層 22 は、酸化アルミニウムの純度が 99.5% 以上であることが好ましい。純度が 99.5% 以上であることは、焼結助剤を添加することなく形成されることを示す。また、純度が 99.5% 以上であることは、製造工程等において意図しない不純物を含む場合もあることを意味している。絶縁体層 22 は、相対密度が 98% 以上であることが好ましい。絶縁体層 22 は、酸化アルミニウムの平均粒子径が 1.0 μm 以上、3.0 μm 以下であることが好ましい。

30

【0018】

図 1 に示すように、複合酸化物層 23 は、静電電極 31 の全体を覆うように形成されている。複合酸化物層 24 は、発熱体 32 の全体を覆うように形成されている。複合酸化物層 23、24 は、アルミニウム（Al）とケイ素（Si）の複合酸化物層である。複合酸化物層 23、24 は、ムライト（3Al₂O₃・2SiO₂（Al₆Si₂O₁₃））からなる層、シリマナイト（Al₂O₃・SiO₂（Al₂SiO₅））からなる層、ムライトとシリマナイトとが混在する層である。

40

【0019】

図 3 に示すように、絶縁体層 22 は、例えば 3 つの絶縁層 22 a、22 b、22 c により構成される。各絶縁層 22 a、22 b、22 c は、複合酸化物層 23、24 とともに、焼結助剤を含まない酸化アルミニウムと有機材料との混合物からなるグリーンシートを焼結して形成される焼結体である。なお、図 3 に示す破線は、絶縁層 22 a と絶縁層 22 b との間、絶縁層 22 b と絶縁層 22 c との間の界面を示している。これらの界面は、図 4

50

、図 5 に示すグリーンシート 5 1 ~ 5 3 を積層することによって形成されるものであり、積層状態によって位置が異なる場合、断面において界面が直線にならない場合、あるいは界面が明確ではない場合がある。

【 0 0 2 0 】

載置台 2 0 を作製する方法としては、図 4、図 5 に示すグリーンシート 5 1 ~ 5 3 で静電電極 3 1 用の導電体パターン及び発熱体 3 2 用の導電体パターンをそれぞれ挟み、その積層体を焼結することにより、基板本体 2 1 に静電電極 3 1 及び発熱体 3 2 が内設されるとともに、基板本体 2 1 と静電電極 3 1 及び発熱体 3 2 との間の複合酸化物層 2 3 , 2 4 を有する載置台 2 0 を得ることができる。

【 0 0 2 1 】

図 1 に示すように、本実施形態の静電チャック 1 では、載置台 2 0 の上に基板 W が載置される。そして、第 1 静電電極 3 1 a にプラス (+) の電圧が印加され、第 2 静電電極 3 1 b にマイナス (-) の電圧が印加される。これにより、第 1 静電電極 3 1 a にプラス (+) 電荷が帯電し、第 2 静電電極 3 1 b にマイナス (-) 電荷が帯電する。これに伴って、第 1 静電電極 3 1 a に対応する基板 W の部分 W a にマイナス (-) 電荷が誘起され、第 2 静電電極 3 1 b に対応する基板 W の部分 W b にプラス (+) 電荷が誘起される。

【 0 0 2 2 】

基板 W と、静電電極 3 1 と、静電電極 3 1 よりも上に位置する絶縁体層 2 2 のセラミックス部 2 2 d とをコンデンサとみなした場合、セラミックス部 2 2 d が誘電層に相当する。そして、セラミックス部 2 2 d を介して静電電極 3 1 と基板 W との間に発生したクーロン力によって基板 W が載置台 2 0 の上に静電吸着される。そして、発熱体 3 2 に所定の電圧が印加されて載置台 2 0 が加熱される。載置台 2 0 の温度により、基板 W が所定の温度に制御される。静電チャック 1 の加熱温度は、5 0 ~ 2 0 0 、例えば 1 5 0 に設定される。

【 0 0 2 3 】

[製造方法]

次に、上記の載置台 2 0 の製造方法を説明する。

まず、図 4 に示すように、セラミックス材料と有機材料からなるグリーンシート 5 1 ~ 5 3 を準備する。各グリーンシート 5 1 ~ 5 3 は、矩形板状に形成されている。各グリーンシート 5 1 ~ 5 3 のセラミックス材料は酸化アルミニウムからなり、焼結助剤を含まない。

【 0 0 2 4 】

グリーンシート 5 1 は、有機成分が除去されセラミックス材料が焼結し、緻密化することにより、図 1 に示す基板 W が搭載される部分の絶縁体層 2 2 (絶縁層 2 2 a) となるものである。グリーンシート 5 2 は、焼成されることにより、静電電極 3 1 と発熱体 3 2 の間の部分の絶縁体層 2 2 (絶縁層 2 2 b) となるものである。グリーンシート 5 3 は、焼成されることにより、図 1 に示すベースプレート 1 0 に接着される部分の絶縁体層 2 2 (絶縁層 2 2 c) となるものである。

【 0 0 2 5 】

次いで、グリーンシート 5 2 の上面に、例えば印刷法 (スクリーン印刷) により、導電ペーストを塗布して導電体パターン 5 4 を形成する。この導電体パターン 5 4 は、後述する工程において焼成されることにより、図 1 に示す静電電極 3 1 となるものである。なお、導電体パターン 5 4 は、上述のグリーンシート 5 1 の下面に形成されてもよい。

【 0 0 2 6 】

導電体パターン 5 4 の形成に用いられる導電性ペーストは、タングステンを主成分とし、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素と有機材料とを混合したものである。酸化ニッケルの添加量は、タングステンに対して、0 . 2 w t % 以上、1 . 0 w t % 以下であることが好ましい。酸化ニッケルは、タングステンの焼結性を向上させるため、0 . 2 w t % 以上添加することが好ましい。一方、5 w t % 以上添加すると、タングステンの結晶が大きくなりすぎ、基板本体 2 1 との十分な密着が得られない。導電性ペーストとグ

10

20

30

40

50

リーンシートとを同時焼成する上で、タングステンの平均粒径は、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。同様に、酸化ニッケルの平均粒径は、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $15.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0027】

酸化アルミニウムの添加量は、タングステンに対して、 $0.2\text{ wt}\%$ 以上、 $3.0\text{ wt}\%$ 以下であることが好ましい。酸化アルミニウムは、静電電極31と酸化アルミニウムからなるセラミックスの基板本体21との密着性を向上させるため、 $0.2\text{ wt}\%$ 以上添加することが好ましい。一方、 $3.0\text{ wt}\%$ より多く添加すると、焼結性が低下する。また、抵抗率が増加する。導電性ペーストとグリーンシートとを同時焼成する上で、酸化アルミニウムの平均粒径は、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $4.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

10

【0028】

二酸化ケイ素の添加量は、タングステンに対して、 $0.2\text{ wt}\%$ 以上、 $3.0\text{ wt}\%$ 以下であることが好ましい。二酸化ケイ素は、焼成時に液相となり、タングステンの焼結性、及び基板本体21との密着性を向上させるため、 $0.2\text{ wt}\%$ 以上添加することが好ましい。一方、 $3.0\text{ wt}\%$ より多く添加すると、焼結性、密着性が低下する。また、抵抗率が増加する。導電性ペーストとグリーンシートとを同時焼成する上で、二酸化ケイ素の平均粒径は、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $12.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0029】

次いで、グリーンシート53の上面に、例えば印刷法（スクリーン印刷）により、導電性ペーストを用いて導電体パターン55を形成する。導電体パターン55を形成する導電性ペーストは、上述の導電体パターン54を形成する導電性ペーストと同じ材料の導電性ペーストを用いることができる。この導電体パターン55は、後述する工程において焼成されることにより、発熱体32となるものである。なお、導電体パターン55は、上述のグリーンシート52の下面に形成されてもよい。

20

【0030】

次いで、図5に示すように、各グリーンシート51～53が積層されて構造体71が形成される。各グリーンシート51～53は、加熱しながら加圧することにより、互いに接着される。

【0031】

次いで、図6に示すように、構造体71の周囲を切断して円盤状の構造体72が形成される。

30

次いで、構造体72を大気圧焼成して、図7に示すセラミックス基板73が得られる。焼成する際の温度は、例えば、 1600 である。このセラミックス基板73は、図1に示す絶縁体層22と、図4に示す導電体パターン54、55を焼結して得られた静電電極31及び発熱体32（図1参照）と複合酸化物層23、24を内蔵する。このようなセラミックス基板73に対して各種の加工が施される。

【0032】

例えば、セラミックス基板73は、上下両面が研磨されて載置面と接着面とが形成される。また、セラミックス基板73は、図1に示すリフトピン用開口部12が形成される。

以上の工程により、載置台20が得られる。

40

【0033】

（作用）

〔サンプルの形状〕

図8（a）は、サンプルの形状を示す。このサンプル80は、セラミックス基板81と、セラミックス基板81の上面の導電体パターン82を有している。このサンプル80は、グリーンシート上に導電性ペーストを印刷し、一体を同時に焼成して形成される。剥離試験に際し、図8（b）に示すように、サンプル80の導電体パターン82の上面に、銅を含む銀口ウを介してコパール製のリング90を加熱接合する。引張試験装置により、セラミックス基板81を固定してリング90の一端を上方に引き上げ、導電体パターン82がセラミックス基板81から剥離した際の試験力を記録する。

50

【 0 0 3 4 】

[サンプルの作成]

(サンプル 1)

焼結助剤を含まない酸化アルミニウムのグリーンシートに対して、タングステンの粉末量に対して酸化ニッケル粉末を 0 . 5 w t %、アルミナ粉末を 2 . 0 w t %、シリカ粉末を 2 . 0 w t % 添加した導電性ペーストを印刷し、一体を同時に大気圧焼成してサンプル 1 を作成した。

【 0 0 3 5 】

このサンプル 1 について、E P M A (electron probe microanalyzer) により分析した。

図 9 は、サンプル 1 の S E 像 (二次電子像) を示す。

【 0 0 3 6 】

図 1 0 は、サンプル 1 におけるアルミニウムの分析結果を示す。アルミニウムは、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 の両方に存在している。このため、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 との密着強度が向上していると考えられる。

【 0 0 3 7 】

図 1 1 は、サンプル 1 におけるケイ素の分析結果を示す。ケイ素は、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 の両方に存在している。特にセラミックス基板 8 1 において、ケイ素は、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 との界面から 2 0 μ m 以内の範囲にのみ存在し、それ以遠には存在していないことが確認された。図 1 0 及び図 1 1 に示すように、セラミックス基板 8 1 において、アルミニウムとケイ素とが存在する領域は上述の複合酸化物層 8 3 であり、ケイ素が存在しない領域は絶縁体層 8 4 である。このように、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 の境界近傍にアルミニウムとケイ素の複合酸化物層 8 3 が形成されることで、ケイ素がセラミックス基板 8 1 の全体に亘って拡散しないため、セラミックス基板 8 1 の電気特性を劣化させることなく導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 との密着強度が向上していると考えられる。

【 0 0 3 8 】

図 1 2 は、サンプル 1 におけるタングステンの分析結果を示す。タングステンは、導電体パターン 8 2 に局在し、セラミックス基板 8 1 に拡散していない。導電体パターン 8 2 の良好な焼結性及びセラミックス基板 8 1 の良好な電気特性を得るために、タングステンは導電体パターン 8 2 にのみ存在することが好ましい。

【 0 0 3 9 】

図 1 3 は、サンプル 1 を分析した X R D (X 線回折) チャートである。図 1 3 の (a) は、サンプル 1 の導電体パターン 8 2 を削り、セラミックス基板 8 1 が露出した部分の X R D チャートを示している。図 1 3 において、(b) はタングステン、(c) は酸化アルミニウム、(d) はシリマナイト、(e) はムライトの各 X R D チャートを示している。図 1 3 の結果から、サンプル 1 のセラミックス基板 8 1 は、ムライト、シリマナイト、又はムライトとシリマナイトとが混在する結晶相が形成されていることが確認された。なお、図示しないが、アルミニウムとケイ素の複合酸化物のうち、ムライト、シリマナイト以外の複合酸化物の X R D チャートのピークは、図 1 3 の (a) に示すサンプル 1 の X R D チャートのピークと一致しないことが確認されている。

【 0 0 4 0 】

導電性ペーストに添加した酸化ケイ素のケイ素成分は、焼成後に導電体パターン 8 2 に留まるものとセラミックス基板 8 1 に拡散するものに分かれる。導電体パターン 8 2 からセラミックス基板 8 1 に拡散したケイ素成分は、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 の境界近傍においてアルミニウムとケイ素の複合酸化物層を形成し、セラミック層の内部へは拡散していない。アルミニウムとケイ素の複合酸化物層は、ムライトからなる層、シリマナイトからなる層、又はムライトとシリマナイトと混在した層である。そして、ケイ素成分は、導電性ペーストに添加する酸化アルミニウムと二酸化ケイ素の添加量に応じて、セラミックス基板 8 1 に拡散する。したがって、ケイ素成分の拡散する範囲、つま

10

20

30

40

50

り酸化アルミニウムと二酸化ケイ素の添加量により複合酸化物層の厚さを制御できる。

【 0 0 4 1 】

(サンプル 2)

焼結助剤を含む酸化アルミニウムのグリーンシートに対して、タングステンの粉末量に対して酸化ニッケル粉末を 0 . 5 w t %、アルミナ粉末を 2 . 0 w t %、シリカ粉末を 2 . 0 w t % 添加した導電性ペーストを印刷し、一体を同時に大気圧焼成してサンプル 2 を作成した。

【 0 0 4 2 】

このサンプル 2 について、E P M A (electron probe microanalyzer) により分析した。

図 1 4 は、サンプル 2 の S E 像 (二次電子像) を示す。

【 0 0 4 3 】

図 1 5 は、サンプル 2 におけるアルミニウムの分析結果を示す。アルミニウムは、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 の両方に存在している。

図 1 6 は、サンプル 2 におけるケイ素の分析結果を示す。ケイ素は、導電体パターン 8 2 とセラミックス基板 8 1 の両方に存在している。サンプル 2 では、ケイ素成分がセラミックス基板 8 1 において広く分散していることを確認した。

【 0 0 4 4 】

図 1 7 は、サンプル 2 におけるタングステンの分析結果を示す。タングステンは、導電体パターン 8 2 に局在し、セラミックス基板 8 1 に拡散していない。

図 1 8 は、サンプル 2 を分析した X R D (X 線回折) チャートである。図 1 8 の (a) は、サンプル 2 の導電体パターン 8 2 を削り、セラミックス基板 8 1 が露出した部分の X R D チャートを示している。図 1 8 において、(b) はタングステン、(c) は酸化アルミニウム、(d) はマグネシウムとアルミニウムの複合酸化物 ($Mg \cdot Al_2O_4$) の各 X R D チャートを示している。図 1 8 の結果から、サンプル 2 のセラミックス基板 8 1 は、ムライト、シリマナイトの結晶相が形成されていないことが確認された。

【 0 0 4 5 】

[試験結果]

図 1 9 は、引張試験による密着強度の測定結果を示す。図 1 9 において、バー B 1 は、上述したサンプル 1、つまり酸化ニッケル粉末を 0 . 5 w t %、アルミナ粉末 (酸化アルミニウム粉末) を 2 . 0 w t %、シリカ粉末 (二酸化ケイ素粉末) を 2 . 0 w t % 添加した導電性ペーストを用いて形成した導電体パターンについて、剥離試験により密着強度を確認したときの試験力 [N] の範囲を示す。バー B 2 は、タングステンよりなり、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を添加しない、つまり無添加の導電性材料を用いて形成した導電体パターン 8 2 を含む比較例における試験力 [N] の範囲を示す。酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を添加することにより、導電体パターンの密着強度を向上できる。さらに、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素の含有量を多くすることにより、導電体パターンの密着強度をより向上できる。

【 0 0 4 6 】

[温度と抵抗値の特性]

図 2 0 において、実線は、焼結助剤を含まない酸化アルミニウムのグリーンシートを焼成したセラミックス (以下、無添加セラミックス) の温度と抵抗値の関係を示し、一点鎖線は、焼結助剤を含む組成のグリーンシートを焼成したセラミックス (以下、添加セラミックス) の温度と抵抗値の関係を示す。無添加セラミックスでは、温度に対する抵抗値の変化が少なく、添加セラミックスでは、無添加セラミックスと比較し、温度に対する抵抗の変化が大きい。つまり、無添加セラミックスは、絶縁抵抗の温度依存性が低い。静電チャック用のセラミックスに求められる特性としては、使用環境の温度が上昇しても、絶縁抵抗の低下が少ないことが求められる。このような特性の無添加セラミックスは、静電電極 3 1 を含む基板本体 2 1 として有効である。

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

50

以上記述したように、本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

(1-1) 静電チャック1の載置台20は、基板本体21と、基板本体21に内接された静電電極31を含む。基板本体21は、酸化アルミニウムからなるセラミックスである絶縁体層22と、絶縁体層22と静電電極31との間に形成されたアルミニウムとケイ素の複合酸化物層23とを備えている。複合酸化物層23により、ケイ素成分がセラミックスからなる絶縁体層22に拡散しないため、基板本体21のセラミックスの特性を低下させることなく、静電電極31を含む載置台20を得ることができる。

【0048】

(1-2) 載置台は、基板本体21に内接された発熱体32を含む。基板本体21は、絶縁体層22と発熱体32との間に形成されたアルミニウムとケイ素の複合酸化物層24とを備えている。複合酸化物層24により、ケイ素成分がセラミックスからなる絶縁体層22に拡散しないため、基板本体21のセラミックスの特性を低下させることなく、発熱体32を含む載置台20を得ることができる。

10

【0049】

(1-3) 静電電極31は、タングステン(W)を主成分とし、酸化ニッケル(NiO)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、二酸化ケイ素(SiO_2)を含む焼成体である。このような構成の静電電極31とすることにより、基板本体21のセラミックスの特性を低下させることなく、静電電極31を含む載置台20を得ることができる。

【0050】

(1-4) 発熱体32は、タングステン(W)を主成分とし、酸化ニッケル(NiO)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、二酸化ケイ素(SiO_2)を含む焼成体である。このような構成の発熱体32とすることにより、基板本体21のセラミックスの特性を低下させることなく、発熱体32を含む載置台20を得ることができる。

20

【0051】

(1-5) 酸化ニッケルにより、タングステンの焼結性が向上する。酸化アルミニウムと二酸化ケイ素により、セラミックスとタングステンとの密着性が向上する。従って、焼結助剤を用いる必要がないため、セラミックスの特性を低下させることなく、静電電極31を含む載置台20を得ることができる。

【0052】

(1-6) 基板本体21のセラミックスは、酸化アルミニウムの純度が99.5%以上である。このような基板本体21は、絶縁抵抗の温度依存性が少なく、温度上昇に対する絶縁抵抗の低下を抑制できる。

30

【0053】

(1-7) 基板本体21のセラミックスは、相対密度が98%以上である。このような基板本体21は、表面及び内部の気孔が少ない。気孔は、基板本体21の吸着に影響する。従って、高い相対密度の基板本体21は、静電チャック1として特性上好ましいものとなる。

【0054】

(第二実施形態)

以下、図21、図22に従って第二実施形態を説明する。

40

図21は、第二実施形態の半導体装置用パッケージの概略断面、図22は、半導体用パッケージの概略平面を示す。

【0055】

図21に示すように、半導体装置用パッケージ100は、セラミックス基板110と、放熱板150と、外部接続端子160とを有し、放熱板150はセラミックス基板110にろう付けされている。

【0056】

セラミックス基板110は、積層された複数(本実施形態では4つ)のセラミックス基材111, 112, 113, 114と、タングステンからなる配線パターン121, 122, 123, 124と、セラミックス基材112, 113, 114を貫通するビア132

50

、１３３、１３４を有している。ビア１３２は、配線パターン１２１、１２２を互いに接続し、ビア１３３は、配線パターン１２２、１２３を互いに接続し、ビア１３４は配線パターン１２３、１２４を互いに接続する。このセラミックス基板１１０は、セラミックス基材１１１～１１４から構成される基板本体と、タングステンからなる配線パターン１２１～１２４とを有している。

【００５７】

図２１及び図２２に示すように、セラミックス基板１１０には、セラミックス基材１１２、１１３、１１４の中央部を貫通して半導体素子２００を搭載するキャビティ１７０が設けられている。配線パターン１２１は、キャビティ１７０を囲むように、セラミックス基材１１２の上面に配設されている。セラミックス基材１１１には、配線パターン１２１を露出する開口部１１１Ｘが形成されている。

10

【００５８】

セラミックス基材１１１～１１４は、酸化アルミニウムからなるセラミックスであり、配線パターン１２１～１２４及びビア１３２～１３４は、タングステンを主成分とし、酸化ニッケル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素を含む焼成体である。そして、このセラミックス基板１１０は、第一実施形態の載置台２０と同様の製造方法により製造することができる。

【００５９】

半導体装置用パッケージ１００において、半導体素子２００は放熱板１５０に搭載される。半導体素子２００のパッドは、ボンディングワイヤ等によってセラミックス基板１１０の配線パターン１２１と電氣的に接続される。これにより、半導体素子２００は、配線パターン１２１～１２４とビア１３２～１３４とを介して外部接続端子１６０に接続される。

20

【００６０】

以上記述したように、本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

（２－１）このような半導体装置用パッケージ１００では、第一実施形態と同様に、基板本体となるセラミックス基材１１１～１１４の特性を低下させることなく、配線パターン１２１～１２４を含むセラミックス基板１１０を得ることができる。

【００６１】

（２－２）このセラミックス基板１１０において、セラミックス基材１１１～１１４と配線パターン１２１～１２４との密着性を向上できる。

30

（他の実施形態）

上記各実施形態は、以下のように変更して実施することができる。上記各実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

【００６２】

- ・上記第一実施形態に対し、静電チャックに含まれる部材や配置を適宜変更してもよい。
- ・上記第一実施形態に対し、静電電極３１のみを含む載置台とし、発熱体３２を載置台とベースプレート１０との間に配設してもよい。また、発熱体３２は、ベースプレート１０に内設されてもよい。また、発熱体３２は、静電チャックの下に外付けされてもよい。

【００６３】

- ・上記第一実施形態及び変更例の静電チャックは、半導体製造装置、たとえばドライエッチング装置（たとえば平行平板型の反応性イオンエッチング（ＲＩＥ：Reactive Ion Etching）装置）に適用される。

40

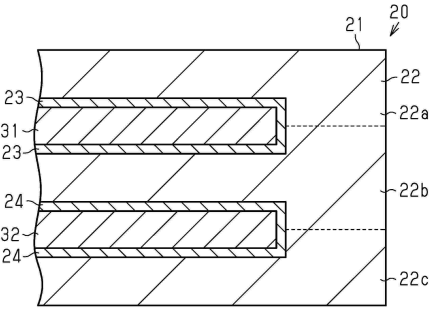
【符号の説明】

【００６４】

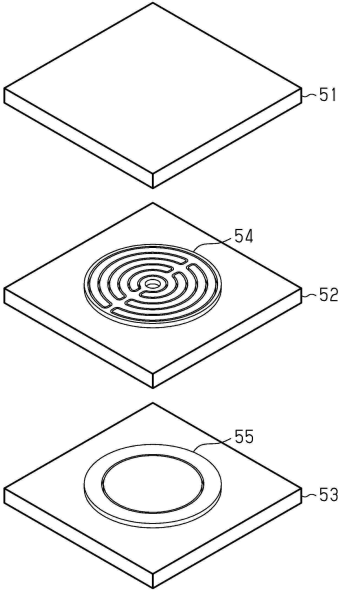
- １ 静電チャック
- １０ ベースプレート
- １１ 取付孔
- １２ リフトピン用開口部
- ２０ 載置台

50

【図 3】



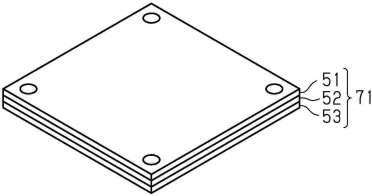
【図 4】



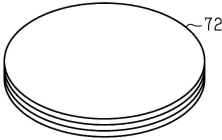
10

20

【図 5】



【図 6】

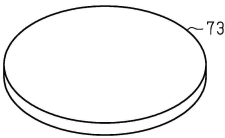


30

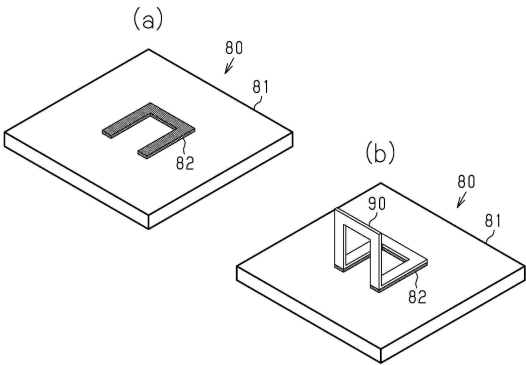
40

50

【図 7】

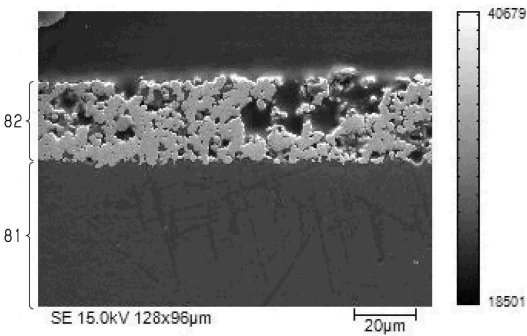


【図 8】

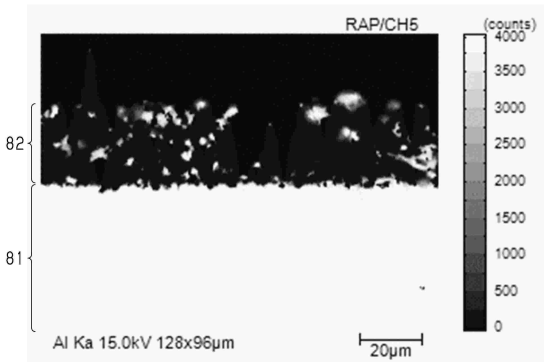


10

【図 9】

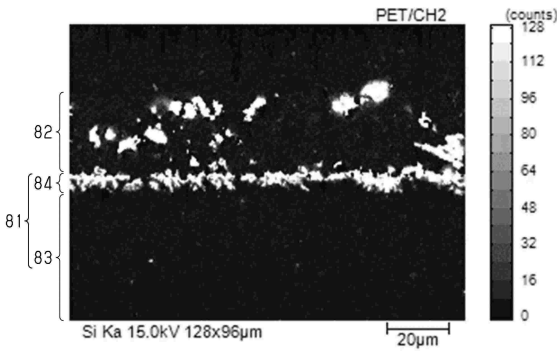


【図 10】

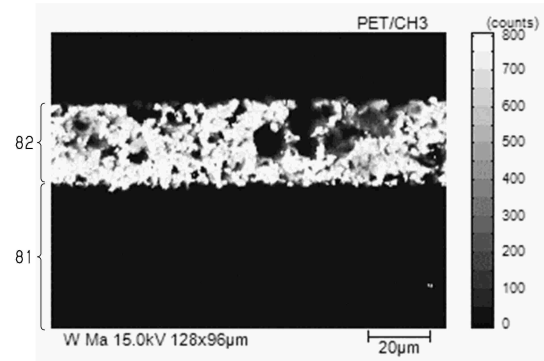


20

【図 11】



【図 12】

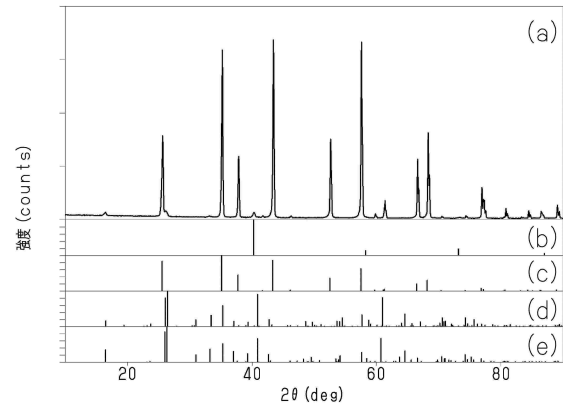


30

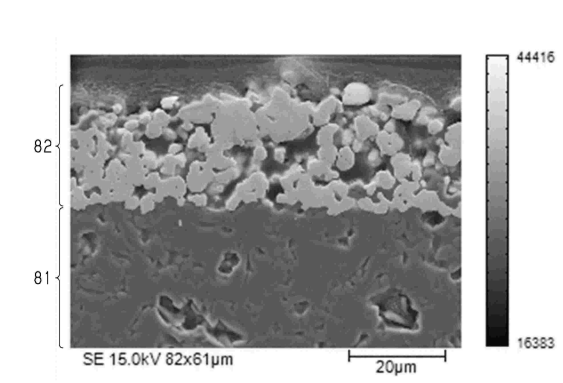
40

50

【図 1 3】

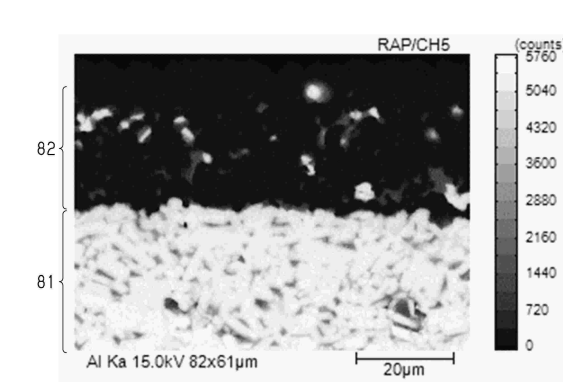


【図 1 4】

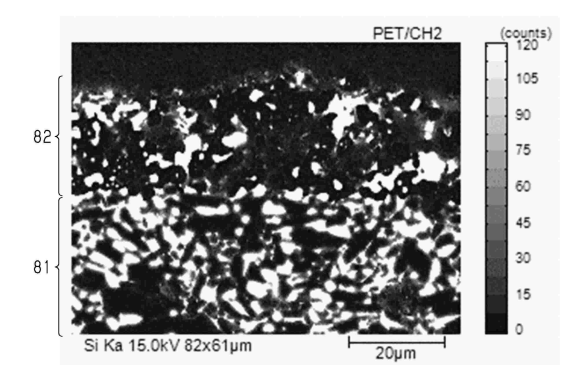


10

【図 1 5】



【図 1 6】



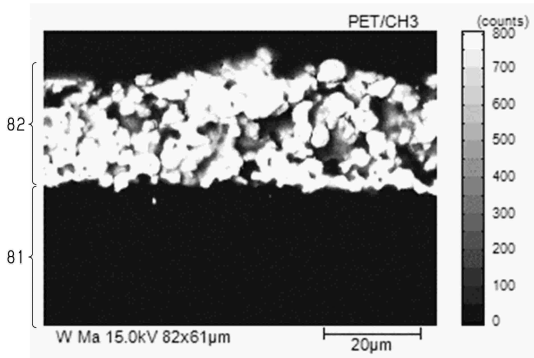
20

30

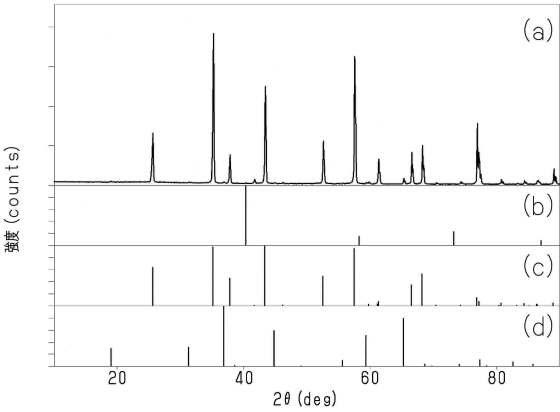
40

50

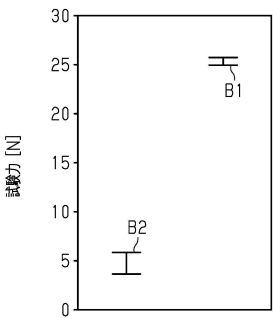
【図 17】



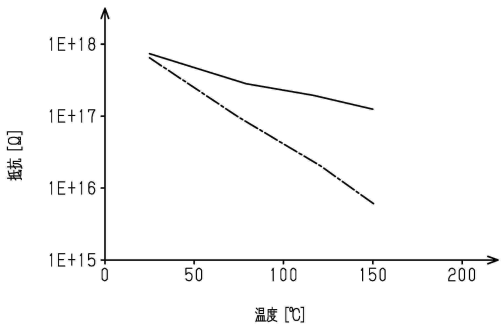
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

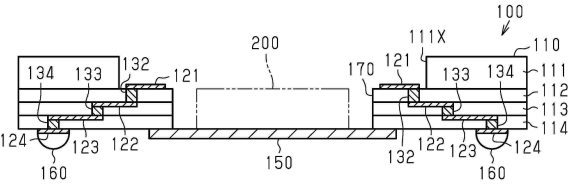
20

30

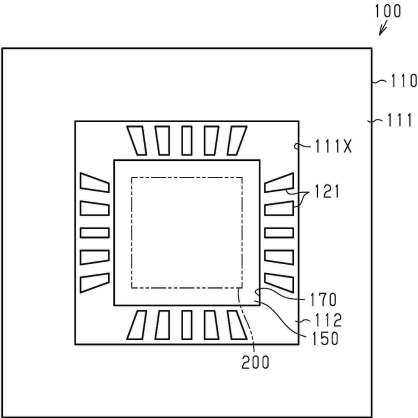
40

50

【図 2 1】



【図 2 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 2 0 - 0 0 4 7 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 8 6 1 0 7 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 0 3 3 8 9 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 7 5 5 7 2 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 7 3 1 6 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 1 5 5 0 5 3 (W O , A 1)
特開平 0 6 - 2 9 0 6 3 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 1 L 2 1 / 6 8 3
C 0 4 B 3 5 / 1 1 1