



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 G11B 5/82, 5/84, H01G 4/06 H05K 1/03, B25J 15/06 C04B 35/10, 35/46	A1	(11) 国際公開番号 WO 93/24925 (43) 国際公開日 1993年12月9日 (09.12.1993)
(21) 国際出願番号 PCT/JP93/00120 (22) 国際出願日 1993年2月2日 (02. 02. 93) (30) 優先権データ 特願平4/158582 1992年5月26日 (26. 05. 92) JP 特願平4/158666 1992年5月26日 (26. 05. 92) JP 特願平4/158697 1992年5月26日 (26. 05. 92) JP 特願平4/158774 1992年5月26日 (26. 05. 92) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本セメント株式会社 (NIHON CEMENT CO., LTD.) [JP/JP] 〒100 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 Tokyo, (JP) 株式会社 日本セラテック (NIHON CERATEC CO., LTD.) [JP/JP] 〒981-31 宮城県仙台市泉区明通3丁目5番 Miyagi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 上赤日出人 (KAMIAKA, Hideto) [JP/JP] 〒154 東京都世田谷区梅丘2-18-14 メゾンアサノ梅丘A-202号 Tokyo, (JP) 岸 幸男 (KISHI, Yukio) [JP/JP] 〒273 千葉県船橋市栄町1-4-6 コクト船橋ハイッ302号 Chiba, (JP) (74) 代理人 弁理士 奥山尚男, 外 (OKUYAMA, Hisao et al.) 〒107 東京都港区赤坂3丁目2番3号 ニュー赤坂ビル7階 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), GR (欧州特許), IE (欧州特許), IT (欧州特許), KR, LU (欧州特許), MC (欧州特許), NL (欧州特許), PT (欧州特許), SE (欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title : CERAMIC SUBSTRATE AND ITS MANUFACTURE, AND SUBSTRATE VACUUM-CLAMPING DEVICE USING CERAMIC VACUUM-CLAMPING BOARD (54) 発明の名称 セラミック基板およびその製造方法、およびセラミック吸着板を用いた基板吸着装置 (57) Abstract A ceramic substrate for hard disks, thin film chip capacitors, and hybrid ICs, of titanium oxide or aluminum oxide, has an extremely small number of pores of larger than 3 μm diameter in the surface. The substrate is fabricated by burning finely powdered high-purity titanium oxide or high-purity aluminum oxide in the air, an inert atmosphere at 1,100-1,300 °C, or a reducing atmosphere at 1,200-1,400 °C and then, subjecting it to an HIP process.		

(57) 要約

基板表面に3 μm径以上ポアーが極めて少ない酸化チタン又は酸化アルミニウム基板を用いて構成されたハードディスク、薄膜チップコンデンサ、ハイブリッドIC用セラミック基板および基板吸着装置。

また、上記基板は、高純度酸化チタン微粉末又は高純度酸化アルミニウムを大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し（前者は1100～1300℃、後者は1200～1400℃）、HIP処理して製造する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のハンプレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FR	フランス	MW	マラウイ
AU	オーストラリア	GA	ガボン	NL	オランダ
BB	バルバドス	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BE	ベルギー	GN	ギニア	NZ	ニュー・ジージーランド
BF	ブルキナ・ファソ	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BG	ブルガリア	HU	ハンガリー	PT	ポルトガル
BJ	ベナン	IE	アイルランド	RO	ルーマニア
BR	ブラジル	IT	イタリア	RU	ロシア連邦
CA	カナダ	JP	日本	SD	スーダン
CF	中央アフリカ共和国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CG	コンゴ	KR	大韓民国	SK	スロヴァキア共和国
CH	スイス	KZ	カザフスタン	SN	セネガル
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソヴィエト連邦
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TD	チャード
CS	チェコスロヴァキア	LU	ルクセンブルグ	TG	トーゴ
CZ	チェッコ共和国	MC	モナコ	UA	ウクライナ
DE	ドイツ	MG	マダガスカル	US	米国
DK	デンマーク	ML	マリ	VN	ヴェトナム
FI	フィンランド	MN	モンゴル		
ES	スペイン	MR	モーリタニア		

明 細 書

発明の名称

セラミック基板およびその製造方法、およびセラミック吸着板を用いた基板吸着装置

技術分野

本発明は、セラミック基板およびその製造方法、およびセラミック吸着板を用いた基板吸着装置に関する。

詳しくは、本発明は、ハードディスク用基板及びその製造方法に関し、特に酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体で形成したセラミック基板からなるハードディスク用基板及びその製造方法に関する。

また、本発明は、基板上に下部薄膜電極、誘導体薄膜、上部薄膜電極を形成した構造を有する薄膜チップコンデンサに関し、特に該基板として酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体で形成したセラミック基板を使用する薄膜チップコンデンサに関する。

また、本発明は、基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成した構造を有する薄膜チップコンデンサにおいて、基板兼下部薄膜電極として、或いは、さらに誘電体薄膜としても兼用する酸化チタン基板からなる薄膜チップコンデンサに関する。

さらに、本発明は、ハイブリッドＩＣ用セラミック基板及びその製造方法に関し、特に薄膜回路を形成するためのハイブリッドＩＣ用セラミック基板及びその製造方法に関する。

さらにまた、本発明は、薄板を吸着移動又は吸着固定する吸着板を備えた基板吸着装置に関し、特に半導体ウェハ等の薄板を吸着して移動したり、吸着固定するウェハハンド又はウェハホルダに係る

基板吸着装置に関する。

背景技術

記録用磁気ディスク円板に非磁性金属円板を使用する磁気ディスク記憶装置（ハードディスク）の代表例として、ウィンチェスターディスクが従来より知られている。

このウィンチェスターディスクは、取り外し不可能な、あるいは、密閉されているディスクパックで特徴づけられるディスク記憶装置であり、記録用磁気ディスク及びそのディスク面上に浮上させて配置した読書きヘッドを備えたものである。

上記記録用磁気ディスクは、平滑な基板（ハードディスク用基板）を用い、この基板上に情報を記録する磁性体層が形成されている。

そして、この種のハードディスク用基板としては、従来からアルミ又はアルミ合金等の金属基板が使用されている。

ところで、今日、この種のハードディスクの高容量化に対する研究開発が盛んに行われており、高容量化を達成するためには、前記したヘッドの浮上量を小さくすることが不可欠である。

このヘッドの浮上量を小さくするためには、ディスク用基板の平坦度を小さくすることが必要であるが、従来から使用されているアルミ又はアルミ合金等の金属基板では、限界にきており、より平坦な基板を作製することが困難である欠点を有している。

平坦度については、金属基板よりもセラミック基板のほうがより容易に作製することができるため、セラミックからなるハードディスク用基板の出現が要望されている。

しかしながら、セラミック基板では、平坦な基板を作製することができるが、その表面に3 μ m径以上の大径のポアーが多数生成す

るという欠点があり、表面にポアーが存在しないセラミック基板が得られないという問題があった。

そこで、本発明は、基板表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大きな径のポアーが極めて少ないセラミック製のハードディスク用基板及びその製造方法を提供することによって、ハードディスクの高容量化を可能とするハードディスク用基板を提供することを第1の目的とする。

また、現在、チップコンデンサは、積層チップコンデンサが主流であるが、これは工程が複雑であること、並びに、高容量化していくためには積層数を増加しなくてはならず、そのための工程が煩雑であること等のために近年薄膜でチップコンデンサを形成する研究が盛んに行われている。

しかしながら、薄膜チップコンデンサは、電極及び誘電体層の厚さが数 μm 以下で形成されるので、この薄膜電極及び薄膜誘電体を形成する基板の表面に大きなポアーが存在すると、耐圧不良を起こしたり、極端な場合にはコンデンサを形成しなくなる等の問題が生ずる。このため該基板の表面にポアーの少ないセラミック基板が今日強く要望されている。

本発明は、上記要望に沿うセラミック基板を使用する薄膜チップコンデンサを提供することを第2の目的とする。すなわち、本発明は、基板表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大きな径のポアーが極めて少ない酸化チタン又は酸化アルミニウムからなるセラミック基板を用いた薄膜チップコンデンサを提供することによって、高容量化を可能とする薄膜チップコンデンサを提供することを目的とする。

また、本発明は、表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大きな径のポアーが極めて少ない酸化チタン基板を用い、基板兼下部薄膜電極として、或い

は、さらに誘電体薄膜としても兼用する酸化チタン基板からなる薄膜チップコンデンサを提供することを目的とする。

さらに、従来より、ハイブリッド I C 用絶縁基板として、従来から種々のセラミック基板が使用されている。しかし、例えば酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなるセラミック基板では、その表面に $3\ \mu\text{m}$ 径以上の大径のポアーが多数存在し、ハイブリッド I C 用絶縁基板として不適當であった。

そこで、現在、この基板表面のポアーをなくすため、セラミック基板上にガラスをコーティングし、ガラス層被覆セラミック基板として使用されている。

ところで、I C の高集積化に伴い、I C を搭載する基板の高密度配線化が今日重要な課題となっており、高密度配線化するために、配線のファイン化技術が盛んに研究されている。

そして、配線のファイン化が進むにつれて、配線を形成する基板の表面に存在するポアー及びその数、特に $30\ \mu\text{m}$ 径以上という大径のポアーの存在が問題となっている。

上記問題点を解消するため、前記したとおり、ガラス層被覆セラミック基板が用いられているが、この基板では、ガラス層を被覆するという煩雑な工程を必要とするのみならず、基板作製時又は配線形成時にガラス層とセラミック基板とが剥離したり、あるいは、配線形成手段によってはガラス層被覆基板が使用できない等の欠点を有している。

そこで、ハイブリッド I C 用絶縁基板として、ガラス等をコーティングしない、しかも、表面にポアーを有しない単独成分のセラミック基板の出現が強く要望されている。

本発明は、上記要望に沿うセラミックからなるハイブリッドＩＣ用基板及びその製造方法を提供することを第３の目的とする。

すなわち、本発明は、基板表面に $3\mu\text{m}$ 径以上のポアーが極めて少なく、しかも、 $30\mu\text{m}$ 径以上のポアーが皆無であるハイブリッドＩＣ用セラミック基板及びその製造方法を提供することを目的として、基板に形成する配線のファイン化を可能とし、配線の高密度化を可能とするハイブリッドＩＣ用セラミック基板を提供することを目的とする。

さらにまた、従来より、半導体集積回路の製造装置に組み込まれるウェハハンド及びウェハホルダは、吸着板を通じて、真空吸着によりウェハを移動するため及びウェハを真空吸着固定するために使用されている。

このウェハハンド及びウェハホルダ用吸着板としては、従来、アルミナで作製された吸着板、即ち、絶縁体であるアルミナ製の吸着板が使用されている。

ところで、ＩＣの製造工程では、極端にゴミが嫌われており、このゴミに対する配慮がなされているが、従来のアルミナ製吸着板の場合、この吸着板に静電気が帯電しやすく、この静電気によりゴミが吸着しやすい欠点を有している。

この欠点を解消するために、即ち、アルミナ製吸着板に帯電する静電気を除去するために、この吸着板に導体をコーティングする等の手段が従来から提案されている。

しかしながら、導体をコーティングする手段では、煩雑な工程を必要とする等問題点が多く、そのため、このような手段を要しないセラミック製吸着板が望まれていた。

即ち、従来の絶縁体であるアルミナ製の吸着板と異なり、比抵抗が小さく、静電気が帯電しないセラミック製吸着板が要望されている。

また、吸着板表面に多数のポアが存在する場合、特に大径のポア（例えば $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポア）が多数存在すると、

(a) このポアにゴミ、塵埃などが付着し、これが半導体製造工程中に混入する等の問題が生じ、さらには、

(b) このポア内にガスなどが吸着し、そのため半導体ウェハ等の薄板の吸着能、保持能を低下させる。

という問題が生ずる。

従って、前記要望に加え、さらに上記問題点(a)及び(b)をも解消する吸着板、即ち、比抵抗が小さく、しかも、吸着板表面にポアが極めて少ないセラミック製吸着板の出現が今日強く要望されている。

そこで、本発明は、上記要望に沿うセラミック製吸着板を備えた基板吸着装置を提供することを第4の目的とする。

すなわち、本発明は、比抵抗が小さく、しかも、表面にポアが極めて少ないセラミック製吸着板を備えた基板吸着装置を提供することによって、静電気対策が容易であり、半導体の高集積化、高歩留りに大きく貢献することができるセラミック製吸着板を備えた基板吸着装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、第1の目的を達成するために、酸化チタン製基板又は酸化アルミニウム製基板からなり、その表面における $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポアを 100 個以下/ mm^2 としたセラミック基板によってハードディスク用基板を構成した。また、本発明のハードディスク用

基板を製造する方法として、特定の平均粒径及び特定の純度を有する酸化チタン又は酸化アルミニウム粉末を原料とし、特定焼成条件で焼成した。

即ち、本発明のハードディスク用基板は、基板表面に存在する $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1mm^2 当り 100 個以下である酸化チタン又は酸化アルミニウム基板からなることを要旨とするものである。

また、ハードディスク用基板を製造する方法として、酸化チタン基板の製造方法は、

(A) 平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成すること、

(B) 得られた焼結体をさらに $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の圧力で H I P 処理すること、

(C) H I P 処理後、さらに $700\sim 900^\circ\text{C}$ で加熱すること、を要旨としている。

また、本発明の酸化アルミニウム基板の製造法は、

(A) 平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化アルミニウム粉末を成形した後、 $1200\sim 1400^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成すること、

(B) 得られた焼結体をさらに $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の圧力で H I P 処理すること、を要旨するものである。

また、本発明は、第 2 の目的を達成するために、薄膜チップコンデンサの基板として、酸化チタン又は酸化アルミニウム基板からなり、その表面に存在する $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が $100\text{個}/\text{mm}^2$

以下の基板を用いた。また、酸化チタン基板にあっては、基板用以外に下部薄膜電極又はさらに誘電体薄膜としても兼用する基板を用いた。

即ち、本発明の薄膜チップコンデンサ基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成してなる薄膜チップコンデンサにおいて、上記基板として、表面に存在する $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1mm^2 当り 100 個以下である酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなることを要旨とする。

また、本発明の薄膜チップコンデンサは、基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成してなる薄膜チップコンデンサにおいて、表面に存在する $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1mm^2 当たり 100 個以下であり、かつ、半導体化した酸化チタン基板からなり、該基板を前記基材兼下部薄膜電極として用いることを要旨とする。

さらに、本発明の薄膜チップコンデンサは、基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成してなる薄膜チップコンデンサにおいて、表面に存在する $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1mm^2 当たり 100 個以下であり、かつ、表面を絶縁体化した半導体化酸化チタン基板からなり、該基板を前記基板兼下部薄膜電極として、上記絶縁体化した表面を前記誘電体薄膜として用いることを要旨とするものである。

さらに、本発明は、第3の目的を達成するために、表面にガラスコーティング等の被覆処理が施されていない酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板であって、この基板表面に $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一が 100 個/ mm^2 以下と極めて少なく、また、 $30\mu\text{m}$ 径以上のポア一が皆無であるハイブリッドIC用セラミック基板を構成し、

また、該基板を製造する方法として、特定の平均粒径及び特定の純度を有する酸化チタン又は酸化アルミニウム粉末を原料とし、特定焼成条件で焼成した。

即ち、本発明のハイブリッド I C 用セラミック基板は、表面にガラスコーティング等の被覆処理が施されていない酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなり、該基板表面に存在する $3 \mu\text{m}$ 径以上のポアが 1mm^2 当たり 100 個以下であり、 $30 \mu\text{m}$ 径以上のポアが存在しない上記酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなることを要旨とする。

また、本発明のハイブリッド I C 用セラミック基板を製造する方法として、酸化チタン基板の製造法は、

(A) 平均粒径 $1 \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100 \sim 1300^\circ\text{C}$ で大気雰囲気又は不活性雰囲気中で焼成すること、

(B) 上記 (A) で得られた焼結体を 500kg/cm^2 以上の圧力下で H I P 処理しさらに $700 \sim 900^\circ\text{C}$ で加熱処理すること、

(C) 上記 (A) の大気雰囲気又は不活性雰囲気に代えて還元雰囲気中で焼成し、さらに $700 \sim 900^\circ\text{C}$ で加熱処理すること、

(D) 上記 (A) の大気雰囲気又は不活性雰囲気に代えて還元雰囲気中で焼成し、 500kg/cm^2 以上の圧力下で H I P 処理し、さらに $700 \sim 900^\circ\text{C}$ で加熱処理することを要旨とする。

さらに、本発明の酸化アルミニウム基板の製造方法は、

(A) 平均粒径 $1 \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1200 \sim 1400^\circ\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成すること、

(B) 上記(A) で得られた焼結体を 500 kg/cm^2 以上の圧力下でHIP処理することを要旨とするものである。

さらにまた、本発明は、第4の目的を達成するために、セラミック製吸着板として酸化チタン製の吸着板を使用するものであって、この吸着板の比抵抗が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、かつ、その表面に存在する $3 \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 100 個/mm^2 以下である吸着板を用いて基板吸着装置を構成した。

即ち、本発明はこの基板吸着装置は、薄板を吸着移動又は吸着固定する吸着板を備えた基板吸着装置であって、上記吸着板の比抵抗が $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、かつ、その表面に存在する $3 \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1 mm^2 当たり 100 個以下である酸化チタン製吸着板を備えてなることを要旨とするものである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の詳細に説明する。本発明者等は、表面にポア一を有しないセラミック基板の製造法について、鋭意研究した結果、本発明の製造法によれば表面にポア一が極めて少ない酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体がえららることを見出し、本発明を完成したものである。

即ち、本発明者等は、本発明の製造法によると、粒界にポア一が集積して顕在化することなく、極めて微細なポア一として結晶粒内に留めることができることを見出し、本発明を完成したものである。

本発明において、原料として使用する酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末としては、 99% 以上の高純度のものを用いるのが好ましい。 99% 未満では、本発明で目的とする“表面にポア一が極めて少ない基板（ $3 \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 100 個/mm^2 以

下の基板)”が得られ難いので、好ましくない（後記比較例5，6，13，14参照）。

上記原料粉末の平均粒子径としては、 $1\mu\text{m}$ 以下のものを用いるのが好ましい。 $1\mu\text{m}$ をこえると、同じく本発明で目的とする“表面にポアーが極めて少ない基板”が得られ難いので、好ましくない（後記比較例7，8，15，16参照）。

本発明で使用する原料粉末について更に詳記すると、純度が99%未満の場合、また、平均粒子径が $1\mu\text{m}$ より粗い場合、後記するように、低温易焼結の性質が失われてしまい、十分に焼結密度が上がらない。

一方、焼結密度を上げるために恒温で焼結すると、粒成長が生じ、ポアーが粗大化してしまう（後記比較例1～16参照）。

従って、本発明において、原料として使用する酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末としては、99%以上の高純度で $1\mu\text{m}$ 以下の平均粒子径のものを用いるのが好ましく、99.8%以上の高純度で $0.5\mu\text{m}$ 以下の平均粒子径の酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末を用いるのがより好ましい。

本発明において、上記原料粉末をドクターブレード法又は押出法等により成形し、セラミックグリーンシート化する。

得られたグリーンシートを必要に応じ脱バインダー処理した後、焼成条件を制御しながら焼成する。この焼成温度条件は、酸化チタン基板と酸化アルミニウム基板では異なり、酸化チタン基板では、 $1100\sim 1300^{\circ}\text{C}$ で焼成し、酸化アルミニウム基板では、 $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ で焼成する。

上記焼成温度として、 1100°C 未満（酸化チタン基板の場合）

又は1200℃未満（酸化アルミニウム基板の場合）の焼成では、焼結自体進行しにくくそれぞれの焼結体を得られ難く、一方、1300℃（酸化チタン基板の場合）又は1400℃（酸化アルミニウム基板の場合）をこえる焼成温度では、本発明で目的とする“表面にポアーが極めて少ない基板”を得られ難いので、好ましくない。

上記焼成温度について更に説明すると、本発明では、チタニアセラミック及びアルミナセラミックで通常採用されている焼成温度（前者では1350℃程度、後者では1500～1600℃）よりも低温である「1100～1300℃」及び「1200～1400℃」で焼成するものであり、1300℃（酸化チタン基板の場合）及び1400℃（酸化アルミニウム基板の場合）を越える温度では、粒成長（結晶成長）が著しく、ポアーの粒界相への移動と粒成長に伴うポアーの粗大化が生じるので、好ましくない。

本発明では、このような低温での焼結を容易に行わせるため（低温易焼結性を発揮させるため）、前記した99%以上の高純度で1μm以下の平均粒子径の酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末を原料として使用するものである。

本発明において、表面のポアーをより少なくするため、上記焼成条件で得られた酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体に対しさらにHIP処理（例えばカーボンヒータを有するHIP炉での処理）を施すことができる。

このHIP処理としては、粒成長によるポアーの粗大化を生じさせないという点から、焼成温度よりもいくぶん低温で行うのが好ましく、また、圧力としては、500kg/cm²以上が好ましく、より好ましくは1500kg/cm²以上である。なお、HIP処

理条件は、酸化チタンの場合と酸化アルミニウムの場合では異なり、前者では、具体的には800～1100℃の温度で1500 kg/cm²の圧力で行うのが好ましく、後者では、100～1400℃未満で1800 kg/cm²の圧力で行うのが好ましい。

前記焼成時における雰囲気としては、酸化チタン、酸化アルミニウムのいずれの場合も大気、不活性雰囲気（例えばアルゴン雰囲気）又は還元雰囲気（例えばカーボンヒータ等の使用による窒素雰囲気）中で焼成することができる。

上記雰囲気のうち還元雰囲気中で焼成する場合、酸化チタン基板では、酸化アルミニウム基板と異なり、焼成時に酸化チタンが半導体化する。また、酸化チタン基板の場合、前記したHIP処理（例えばカーボンヒータを使用したHIP処理）を施した場合でも酸化アルミニウム基板の場合と異なり、半導体化した基板が得られる。

ハードディスク用基板表面には、磁性材料がスパッタ等により成形されるが、このように形成される磁性膜の性状は、基板の表面状態の違いにより異なる場合が生ずる。

そこで、もし必要な場合には、この半導体化した表面をさらに700～900℃で大気雰囲気中で加熱処理し、絶縁体化して使用することもできる。

このようにして得られた酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板に必要な応じその表面を平面研削やラップ処理を施すこともできる。

次に、本発明に係る薄膜チップコンデンサについて詳細に説明すると、本発明者等は、表面にポアーが極めて少ないセラミックの製造法について、鋭意研究した結果、次の(A)～(E)の製造法によれ

ば本発明で目的とするセラミック基板（酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板）が得られることを見出し、本発明の薄膜チップコンデンサを完成した。

（酸化チタン基材について）

（A）高純度酸化チタン粉末を成形した後1100～1300℃で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成する方法。

（B）上記（A）で得られた焼結体をさらにHIP処理する方法。

（C）上記（A）の方法のうち「還元雰囲気中での焼成法」により得られた酸化チタン又は上記（B）で得られた焼結体をさらに700～900℃で加熱処理する方法。

（酸化アルミニウム基材について）

（D）高純度酸化アルミニウム粉末を成形した後1200～1400℃で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成する方法。

（E）上記（D）で得られた焼結体をさらにHIP処理する方法。

即ち、本発明者等は、上記（A）～（E）の製造法によれば、粒界にポアーが集積して顕在化することなく極めて微細なポアーとして結晶粒内に留めることができ、本発明で目的とする「表面に3μm径以上の大きな径のポアーが極めて少ない酸化チタン及び酸化アルミニウム焼結体」が得られることを見出し、この焼結体を薄膜チップコンデンサ用の基板として使用する本発明を完成したものである。

また、本発明者等は、上記酸化チタン基板について前記（A）の製造法のうち「還元雰囲気中での焼成法」によれば、後に詳記するが、表面にポアーが極めて少ない酸化チタン基板が得られるのみならず半導体化した酸化チタンが得られることを見出し、この半導体化酸化チタン基材を基板兼下部薄膜電極として用いる第2発明を完成し

た。前記(B)の「HIP処理」によっても半導体化した酸化チタンが得られ、これも基板兼下部薄膜電極として用いることができる。

なお、これらによって得られた半導体化酸化チタン基板上に下部薄膜電極を形成し、基板としてのみ使用することもできる。

更に、本発明者等は、上記酸化チタン基板について前記(C)の「さらに700～900℃で加熱処理する方法」によれば、これも後に詳記するが、半導体化した酸化チタンの表面にさらに絶縁体薄膜が形成し、この基板を基板兼下部薄膜電極として用い、上記絶縁体化した表面を誘電体薄膜として使用する発明を完成したものである。

前記(A)～(E)の製造法において、原料として使用する酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末としては、99%以上の高純度のものを用いるのが好ましい。99%未満では、本発明で目的とする“表面にポアが極めて少ない基板(3μm径以上のポア数が100個/mm²以下の基材)”が得られ難いので、好ましくない(後記比較例5, 6, 13, 14参照)。

上記原料粉末の平均粒子径としては、1μm以下のものを用いるのが好ましい。1μmをこえると、同じく本発明で目的とする“表面にポアが極めて少ない基板”が得られ難いので、好ましくない(後記比較例7, 8, 15, 16参照)。

上記原料粉末について更に詳記すると、純度が99%未満の場合、また、平均粒子径が1μmより粗い場合、後記するように、低温易焼結の性質が失われてしまい、十分に焼結密度が上がらない。

一方、焼結密度を上げるために高温で焼結すると、粒成長が生じ、ポアが粗大化してしまう(後記比較例1～16参照)。

従って、本発明において、原料として使用する酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末としては、99%以上の高純度で1 μ m以下の平均粒子径のものを用いるのが好ましく、99.8%以上の高純度で0.5 μ m以下の平均粒子径の酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末を用いるのがより好ましい。

本発明において、上記原料粉末をドクターブレード法又は押出法等により成形し、セラミックグリーンシート化する。

得られたグリーンシートを必要に応じて脱バインダー処理した後、焼成条件を制御しながら焼成する。この焼成温度条件は、酸化チタン基板と酸化アルミニウム基板では異なり、酸化チタン基板では、1100～1300℃で焼成し、一方、酸化アルミニウム基板では、1200～1400℃で焼成する。

上記焼成温度として、1100℃未満（酸化チタン基板の場合）又は1200℃未満（酸化アルミニウム基板の場合）の焼成では、焼結自体進行しにくくそれぞれの焼結体を得られ難く、一方、1300℃（酸化チタン基板の場合）又は1400℃（酸化アルミニウム基板の場合）をこえる焼成温度では、本発明で目的とする“表面にポアーが極めて少ない基板”が得られ難いので、好ましくない。

上記焼成温度について更に説明すると、本発明では、チタニアセラミック及びアルミナセラミックで通常採用されている焼成温度（前者では1350℃前後、後者では1500～1600℃）よりも低温である「1100～1300℃」及び「1200～1400℃」で焼成するものであり、1300℃（酸化チタン基板の場合）及び1400℃（酸化アルミニウム基板の場合）を越える温度では、粒成長（結晶成長）が著しく、ポアーの粒界相への移動と粒成長に

伴うポアーの粗大化が生じるので、好ましくない。

本発明では、このような低温での焼結を容易に行わせるため（低温易焼結性を発揮させるため）、前記した99%以上の高純度で1 μ m以下の平均粒子径の酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末を原料として使用するものである。

本発明において、表面のポアーをより少なくするため、上記焼成条件で得られた酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体に対しさらにHIP処理（例えばカーボンヒータを有するHIP炉での処理）を施すことができる。

このHIP処理としては、粒成長によるポアーの粗大化を生じさせないという点から、焼成温度よりもいくぶん低温で行うのが好ましく、また、圧力としては、500 kg/cm²以上が好ましく、より好ましくは1500 kg/cm²以上である。なお、HIP処理条件は、酸化チタンの場合と酸化アルミニウムの場合では異なり、前者では、具体的には800～1100℃の温度で1500 kg/cm²の圧力で行うのが好ましく、後者では、1000～1400℃未満で1800 kg/cm²の圧力で行うのが好ましい。

前記焼成時における雰囲気としては、酸化チタン、酸化アルミニウムのいずれかの場合も大気、不活性雰囲気（例えばアルゴン雰囲気）又は還元雰囲気（例えばカーボンヒータ等の使用による窒素雰囲気）中で焼成することができる。

上記雰囲気のうち還元雰囲気中で焼成する場合、酸化チタン基材では、酸化アルミニウム基材と異なり、焼成時に酸化チタンが半導体化する。また、酸化チタン基材の場合、前記したHIP処理（例えばカーボンヒータを使用したHIP処理）を施した場合でも酸化

アルミニウム基材の場合と異なり、半導体化した基板が得られる。

この半導体化した酸化チタン基板を薄膜コンデンサの下部電極として兼用することが可能であるが、この基材表面に下部薄膜電極を形成し、その上に誘電体薄膜並びに上部薄膜電極を形成した薄膜チップコンデンサとすることもできる。

この加熱処理を施した酸化チタン基板を用いる場合、その表面に上部薄膜電極を形成するだけで薄膜チップコンデンサを構成することができる。即ち、この半導体化した基材それ自体を下部薄膜電極として、また、この表面の絶縁体層を誘電体薄膜として利用でき、表面に上部薄膜電極を設けるだけで薄膜チップコンデンサを形成することができる。

このように形成された薄膜チップコンデンサの容量は、基板表面の絶縁体層厚さに関係するため、700～900℃で大気雰囲気中で加熱処理するその温度及び時間により適宜調製し、制御することができる。

例えば700～900℃で大気雰囲気中で1時間加熱処理した酸化チタン基板を2mm角に切断し、片面(A面)の絶縁体層を研磨除去し、別の表面(B面)にAuを蒸着し、A-B間の容量を測定したところ、

- ・前記(A)の方法のうち「還元雰囲気中での焼成」のとき、容量は250PF、
 - ・前記(B)の方法「さらにHIP処理を施した」とき、容量は300PF、
- であった。

本発明において、前記(A)～(E)の製造法によって得られた酸化

チタン基板又は酸化アルミニウム基板に、必要に応じてその表面を平面研削及びラップ処理を施すことができる。

次に、本発明に係るハイブリッド I C 用セラミック基板について詳細に説明すると、本発明者等は、表面にボアーを有しないセラミック基板の製造法について、鋭意研究した結果、本発明の製造法によれば、「表面にボアーが極めて少ない、しかも、 $30\mu\text{m}$ 径以上のボアーが存在しない酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体」が得られることを見出し、本発明を完成したものである。

即ち、本発明者等は、本発明の製造法によると、粒界にボアーが集積して顕在化することなく、極めて微細なボアーとして結晶粒内に留めることができることを見出し、本発明を完成したものである。

本発明において、原料として使用する酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末としては、 99% 以上の高純度のものを用いることが好ましい。 99% 未満では、本発明で目的とする“基板表面に $3\mu\text{m}$ 径以上のボアーが極めて少なく、しかも、 $30\mu\text{m}$ 径以上のボアーが皆無である基板”が得られ難いので、好ましくない（後記比較例 5, 6, 13, 14 参照）。

上記原料粉末の平均粒子径としては、 $1\mu\text{m}$ 以下のものを用いるのが好ましい。 $1\mu\text{m}$ をこえると、同じく本発明で目的とする上記基板が得られ難いので、好ましくない（後記比較例 7, 8, 15, 16 参照）。

本発明で使用する原料粉末について更に詳記すると、純度が 99% 未満の場合、また、平均粒子径が $1\mu\text{m}$ より粗い場合、後記するように、低温易焼結の性質が失われてしまい、十分に焼結密度が上がらない。

一方、焼結密度を上げるために高温で焼結すると、粒成長が生じ、ポアーが粗大化してしまう（後記比較例 1 ～ 16 参照）。

従って、本発明において、原料として使用する酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末としては、99%以上の高純度で1 μ m以下の平均粒子径のものをを用いるのが好ましく、99.8%以上の高純度で0.5 μ m以下の平均粒子径の酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末を用いるのがより好ましい。

本発明において、上記原料微粉末をドクターブレード法又は押出法等により成形し、セラミックグリーンシート化する。

得られたグリーンシートを必要に応じ脱バインダー処理した後、焼成条件を制御しながら焼成する。この焼成温度条件は、酸化チタン基板と酸化アルミニウム基板では異なり、酸化チタン基板では、1100～1300℃で、酸化アルミニウム基板では、1200～1400℃で焼成する。

上記焼成温度として、1100℃未満（酸化チタン基板の場合）又は1200℃未満（酸化アルミニウム基板の場合）の焼成では、焼結自体進行しにくくそれぞれの焼結体を得られ難く、一方、1300℃（酸化チタン基板の場合）又は1400℃（酸化アルミニウム基板の場合）をこえる焼成温度では、本発明で目的とする“基板表面に3 μ m径以上のポアーが極めて少なく、しかも、30 μ m径以上のポアーが皆無である基板”が得られ難いので、好ましくない。

上記焼成温度について更に説明すると、本発明では、チタニアセラミック及びアルミナセラミックで通常採用されている焼成温度（前者では1340℃程度、後者では1500～1600℃）よりも低温である「1100～1300℃」及び「1200～1400

℃」で焼成するものであり、1300℃（酸化チタン基板の場合）及び1400℃（酸化アルミニウム基板の場合）を越える温度では、粒成長（結晶成長）が著しく、ポアーの粒界相への移動と粒成長に伴うポアーの粗大化が生じるので、好ましくない。

本発明では、このような低温での焼結を容易に行わせるため（低温易焼結性を発揮させるため）、原料として前記した99%以上の高純度で1μm以下の平均粒子径の酸化チタン粉末又は酸化アルミニウム粉末を使用するものである。

本発明において、表面のポアーをより少なくするため、上記焼成条件で得られた酸化チタン又は酸化アルミニウム焼結体に対しさらにHIP処理（例えばカーボンヒータを有するHIP炉での処理）を施すことができる。

このHIP処理としては、粒成長によるポアーの粗大化を生じさせないという点から、焼成温度よりもいくぶん低温で行うのが好ましく、また、圧力としては、500kg/cm²以上が好ましく、より好ましくは1500kg/cm²以上である。なお、HIP処理条件は、酸化チタンの場合と酸化アルミニウムの場合では異なり、前者では、具体的には800～1100℃の温度で1500kg/cm²の圧力で行うのが好ましく、後者では、1000～1400℃未満で1800kg/cm²の圧力で行うのが好ましい。

前記焼成時における雰囲気としては、酸化チタン、酸化アルミニウムのいずれの場合も、大気、不活性雰囲気（例えばアルゴン雰囲気）又は還元雰囲気（例えばカーボンヒータ等の使用による窒素雰囲気）中で焼成することができる。

上記雰囲気のうち還元雰囲気中で焼成する場合、酸化チタン基板

では、酸化アルミニウム基板と異なり、焼成時に酸化チタン還元し、半導体化するので、このままではハイブリッド I C 用セラミック基板として使用することができない。

そこで、この半導体化した表面を絶縁体化するため、還元雰囲気中で焼成して得た酸化チタン焼結体をさらに 700～900℃で大気雰囲気中で加熱処理を行う必要がある。また、酸化チタン基板の場合、前記した H I P 処理を施した場合でも半導体化が認められるので、この場合も同様に加熱処理を行う必要がある。

このようにして得られた酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板に必要な応じその表面を平面研削やラップ処理を施すこともできる。

以下、本発明のハードディスク用基板、薄膜チップコンデンサおよびハイブリッド I C 用セラミック基板についての実施例を比較例と共に挙げ、本発明をより詳細に説明する。

(実施例 1～4)

平均粒径 0.25 μ m、純度 99.8%の酸化チタン粉末にポリビニルブチラールとエチルアルコールを加えて混合しスラリー化した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを作製した。

このグリーンシートを脱バインダー処理した後、表 1 に示す常圧焼結条件（温度 1200℃、大気又は窒素雰囲気）で焼成し、さらに実施例 2、4 では、表 1 に示す H I P 処理条件（1000℃、1500 kg/cm² の圧力）でアルゴン雰囲気中でカーボンヒータを有する H I P 炉で H I P 処理した。

次に、実施例 1 を除いて実施例 2～実施例 4 では、700～900℃で大気雰囲気中で加熱処理を行った。

得られた各酸化チタン基板について、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 径以上のポアー数を測定し、その結果を表1に示した。なお、該基板の表面に $30\text{ }\mu\text{m}$ 径以上のポアーが認められなかった。

上記基板表面のポアーの径及び個数は、走査型電子顕微鏡で観察し、得られた像の写真を使用して測定した。

(実施例5)

平均粒径 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 、純度99.2%の酸化チタン粉末にポリビニルブチラールとエチルアルコールを加えて混合し、スラリー化した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを作製した。

このグリーンシートを脱バインダー処理した後、表1に示す常圧焼結条件(温度 1200°C 、大気雰囲気)で焼成し、さらに表1に示すHIP処理条件でアルゴン雰囲気中でHIP処理(前記実施例2, 4と同様のHIP処理)を行い、その後 $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ で大気雰囲気中で加熱処理した。

得られた酸化チタン基板について、実施例1~4と同様ポアー数を測定し、その結果を表1に示した。なお、この基板の表面に $30\text{ }\mu\text{m}$ 径以上のポアーが皆無であった。

(実施例6~9)

平均粒径 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 、純度99.9%の酸化アルミニウム粉末にポリビニルブチラールとエチルアルコールを加えて混合し、スラリー化した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを作製した。

このグリーンシートを脱バインダー処理した後、表1に示す常圧焼結条件(温度 1400°C 、大気又は窒素雰囲気)で焼成し、さらに実施例7, 9では、表1に示すHIP処理条件(1350°C 、1

800 kg/cm² の圧力) でアルゴン雰囲気中でHIP処理を行った。

得られた酸化アルミニウム基板について、実施例1～4と同様ポア数を測定し、その結果を表1に示した。なお、該基板の表面に30 μm径以上のポアが皆無であった。

(実施例10)

平均粒径0.6 μm、純度99.2%の酸化アルミニウム粉末にポリビニルブチラールとエチルアルコールを加えて混合し、スラリー化した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを作製した。

このグリーンシートを脱バインダー処理した後、表1に示す常圧焼結条件(温度1400℃、大気雰囲気)で焼成し、さらに表1に示すHIP処理条件(1350℃、1800 kg/cm² の圧力)でアルゴン雰囲気中でHIP処理を行った。

得られた酸化アルミニウム基板について、実施例1～4と同様にポア数を測定し、その結果を表1に示した。なお、この基板の表面に30 μm径以上のポアが皆無であった。

表 1 実施例

No.		酸化物 種 類	純度 (%)	平均 粒径 (μm)	常圧焼結 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	結 露 雰 圍 氣	HIP処理条件 温度 圧力 ($^{\circ}\text{C}$)(kg/cm^2)	加熱 処理	ポア数 個/ mm^2
実 施 例	1	TiO_2	99.8	0.25	1200	大気	(未処理)	無	70
	2	TiO_2	99.8	0.25	1200	大気	1000 1500	有	34
	3	TiO_2	99.8	0.25	1200	窒素	(未処理)	〃	70
	4	TiO_2	99.8	0.25	1200	窒素	1000 1500	〃	38
	5	TiO_2	99.2	0.7	1200	大気	1000 1500	〃	92
	6	Al_2O_3	99.9	0.25	1400	大気	(未処理)	無	85
	7	Al_2O_3	99.9	0.25	1400	大気	1350 1800	〃	48
	8	Al_2O_3	99.9	0.25	1400	窒素	(未処理)	〃	82
	9	Al_2O_3	99.9	0.25	1400	窒素	1350 1800	〃	40
	10	Al_2O_3	99.2	0.6	1400	大気	1350 1800	〃	96

(注) : 窒素雰囲気中での加熱はカーボンヒータの使用による。
: HIP処理はカーボンヒータを有するHIP炉を使用して行った。

(比較例 1 ~ 8)

表 2 に示す純度及び平均粒径の酸化チタン粉末を用い、前記実施例 1 ~ 4 と同様の方法でグリーンシートを作製し、脱バインダーした後、表 2 に示す常圧焼結条件、HIP 処理条件で焼成し、さらに比較例 1, 5, 7 を除いて前記実施例と同様の加熱処理を行った。

得られた各酸化チタン基板について、実施例 1 ~ 4 と同様ポア数を測定し、その結果を表 2 に示した。

(比較例 9 ~ 16)

表 2 に示す純度及び平均粒径の酸化アルミニウム粉末を用い、前

記実施例 6 ～ 9 と同様の方法でグリーンシートを作製し、脱バインダーした後、表 2 に示す常圧焼結条件、H I P 処理条件で焼成した。

得られた各酸化アルミニウム基板について、実施例 1 ～ 4 と同様ポア一数を測定し、その結果を表 2 に示した。

表 2 比較例

		酸化物 種 類	純度 (%)	平均 粒径 (μm)	常圧焼結 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	結 露 雰 囲 気	HIP処理条件 温度 圧力 ($^{\circ}\text{C}$) (kg/cm ²)	加熱 処理	ポア数 個/mm ²
比較例	1	TiO ₂	99.8	0.25	1600	大気	(未処理)	無	840
	2	TiO ₂	99.8	0.25	1600	大気	1400 1500	有	480
	3	TiO ₂	99.8	0.25	1600	窒素	(未処理)	〃	920
	4	TiO ₂	99.8	0.25	1600	窒素	1400 1500	〃	770
	5	TiO ₂	92.0	0.7	1400	大気	(未処理)	無	960
	6	TiO ₂	92.0	0.7	1400	大気	1200 1800	有	550
	7	TiO ₂	99.2	2.1	1400	大気	(未処理)	無	710
	8	TiO ₂	99.2	2.1	1400	大気	1200 1800	有	310
	9	Al ₂ O ₃	99.2	0.6	1600	大気	(未処理)	無	1200
	10	Al ₂ O ₃	99.2	0.6	1600	大気	1400 1800	〃	830
	11	Al ₂ O ₃	99.2	0.6	1600	窒素	(未処理)	〃	1310
	12	Al ₂ O ₃	99.2	0.6	1600	窒素	1400 1800	〃	950
	13	Al ₂ O ₃	96.0	0.5	1500	大気	(未処理)	〃	1000
	14	Al ₂ O ₃	96.0	0.5	1500	大気	1400 1800	〃	470
	15	Al ₂ O ₃	99.5	3.5	1500	大気	(未処理)	〃	1150
	16	Al ₂ O ₃	99.5	3.5	1500	大気	1400 1800	〃	620

(注) : 窒素雰囲気中での加熱はカーボンヒータの使用による。

: H I P 処理はカーボンヒータを有する H I P 炉を使用して行った。

前記表 1 から明らかなように、平均粒径 $0.25 \mu\text{m}$ 、純度 99.8% の酸化チタン粉末を成形した後、大気又は窒素中で 1200°C で焼成した実施例 1, 3 では、ポアー数が $70 \text{個}/\text{mm}^2$ のものが得られ、また、この実施例 1, 3 で得られた焼結体をさらに HIP 処理を行った実施例 2, 4 では、 $34 \text{個}/\text{mm}^2$ 、 $38 \text{個}/\text{mm}^2$ のものが得られた。

このことから HIP 処理をさらに行うことにより基板表面に存在するポアーが極めて少なくなり、ハードディスク用基板としてより好適であることが理解できる。

同様に、平均粒径 $0.25 \mu\text{m}$ 、純度 99.9% の酸化アルミニウム粉末を成形した後、大気又は窒素中で 1400°C で焼成した実施例 6, 8 では、ポアー数が $85 \text{個}/\text{mm}^2$ 、 $82 \text{個}/\text{mm}^2$ のものが得られ、また、この実施例 6, 8 で得られた焼結体をさらに HIP 処理を行った実施例 7, 9 では、 $48 \text{個}/\text{mm}^2$ 、 $40 \text{個}/\text{mm}^2$ のものが得られた。

このことから、上記酸化チタン基板と同様、酸化アルミニウム基板においても HIP 処理をさらに行うことにより、基板表面に存在するポアーが極めて少なくなり、ハードディスク用基板、薄膜チップコンデンサ及びハイブリッド IC 用セラミック基板としてより好適であることが理解できる。

また、平均粒径 $0.7 \mu\text{m}$ 、純度 99.2% の酸化チタン粉末（実施例 2 よりも平均粒径が大であり、低純度の原料であるが、いずれも本発明の範囲内の原料）を使用した実施例 5 及び平均粒径 $0.6 \mu\text{m}$ 、純度 99.2% の酸化アルミニウム粉末（実施例 7 よりも平均粒径が大であり、低純度の原料であるが、いずれも本発明の

範囲内の原料)を使用した実施例10では、ポアー数が実施例2及び実施例7より多いけれども、いずれも本発明で意図する100個以内の92個/mm²及び96個/mm²のものが得られ、ハードディスク用基板、薄膜チップコンデンサ及びハイブリッドIC用セラミック基板として使用可能なものである。

上記実施例1～10に対して、前記表2から明らかなように、原料粉末として、本発明で規定する平均粒径(1μm以下)、純度(99%以上)の範囲内のものを使用しても、本発明で同じく規定する焼成温度(焼結温度、酸化チタン粉末にあっては1100～1300℃、酸化アルミニウム粉末にあっては1200～1400℃)の範囲外、特にその上限を越える1600℃で焼成した比較例1～4及び9～12では、HIP処理を行ったとしても、少なくとも500個/mm²近くから1000個/mm²程度のポアーがその表面に存在するものが得られ、ハードディスク用基板、薄膜チップコンデンサおよびハイブリッドIC用セラミック基板として不適であった。

更に、比較例5、6及び比較例13、14で見られるように、99%未満の純度の原料粉末を使用すると、また、比較例7、8及び比較例15、16で見られるように、1μmを越える平均粒径の原料粉末を使用すると、本発明で規定する焼成温度を越えて焼成しなければならず、その結果として、多数のポアーがその表面に存在し、これまたハードディスク用基板、薄膜チップコンデンサ及びハイブリッドIC用セラミック基板として不適であった。

以上表1及び表2の対比から明らかなように、本発明は、

- ① 原料粉末として、平均粒径1μm以下で純度99%以上の高純

度酸化チタン微粉末又は高純度酸化アルミニウム微粉末を使用すること、

② 酸化チタン微粉末原料の場合は、1100～1300℃で、酸化アルミニウム微粉末原料の場合は、1200～1400℃で焼成すること、

により、はじめて目的とする表面にポアが極めて少ない酸化チタン製又は酸化アルミニウム製のハードディスク用基板、薄膜チップコンデンサおよびハイブリッドIC用セラミック基板が得られ、更に、

③ HIP処理により、より一層ポア数が少ない基板が得られること、

理解できる。

次に、本発明に係る基板吸着装置について詳細に説明すると、本発明者等は、比抵抗の小さなセラミックであって、しかも、表面にポアが極めて少ない平滑なセラミックの製造法について鋭意研究した結果、次の(1)～(3)の製造法によれば、目的とするセラミック製吸着板が得られることを見出し、本発明を完成したものである。

(1) 高純度酸化チタン微粉末を成形した後、この成形体を大気又は不活性雰囲気中で焼成し、さらにHIP処理する方法。

(2) 高純度酸化チタン微粉末を成形した後、還元雰囲気中で焼成する方法。

(3) 高純度酸化チタン微粉末を成形した後、還元雰囲気中で焼成し、さらにHIP処理する方法。

即ち、本発明は、“比抵抗が極めて小さい”という本発明で意図する第1の性質及び“表面にポアが極めて少ない”という同じく

本発明で意図する第2の性質をあわせ持つセラミック製吸着板を提供することを技術的課題とする。

そして、上記(1)～(3)の製造法によれば、上記第1及び第2の両性質をあわせ持つ酸化チタン焼結体、即ち、

「比抵抗が $1.0\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、かつ、その表面に存在する $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポアー数が $100\ \text{個}/\text{mm}^2$ 以下の酸化チタン焼結体。」

が得られることを見だし、この酸化チタン焼結体を基板吸着装置用の吸着板として使用する本発明を完成したものである。

上記(1)～(3)の製造法において、原料として使用する「高純度酸化チタン微粉末」としては、99%以上の高純度のものを用いるのが好ましい。

99%未満では、本発明で意図する第2の性質である“表面にポアーが極めて少ない焼結体（ $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポアー数が $100\ \text{個}/\text{mm}^2$ 以下の焼結体）”が得られ難いので、好ましくない（後記比較例26，27参照）。

また、上記原料微粉末の平均粒子径としては、 $1\ \mu\text{m}$ 以下のものを用いるのが好ましい。

$1\ \mu\text{m}$ をこえる粗い粉末を使用すると、同じく本発明で意図する第2の性質である“表面にポアーが極めて少ない焼結体”が得られ難いので、好ましくない（後記比較例8参照）。

原料として使用する「高純度酸化チタン部粉末」について更に説明すると、この原料粉末として、純度が99%未満の場合、また、平均粒子径が $1\ \mu\text{m}$ より粗い場合、後記するように、低温易焼結の性質が失われてしまい、十分に焼結密度が上がらない。

そして、焼結密度が上げるため、高温（本発明で規定する1300℃を越える温度、例えば1400℃、1600℃）で焼結すると、粒成長が生じ、ポアーが粗大化してしまう（後記比較例22～28参照）。

従って、本発明において、原料として使用する「高純度酸化チタン微粉末」としては、99%以上の高純度で1μm以下の平均粒子径のものをを用いるのが好ましく、「99.8%以上の高純度で0.5μm以下の平均粒子径の酸化チタン微粉末」を使用するのがより好ましい。

本発明において、上記原料微粉末を通常のCIP成形法によるか或いはドクターブレード法又は押出法等により成形し、セラミックグリーンシート化する。ドクターブレード法又は押出法により成形したものについては、その後必要に応じ脱バインダー処理する。

次に、下記(1)～(3)のいずれかの方法を採用して焼成し、本発明で意図する前記第1及び第2の両性質をあわせ持つ酸化チタン製基板を製造する。

- (1) 大気又は不活性雰囲気中で焼成し、さらにHIP処理する方法。
- (2) 還元雰囲気中で焼成する方法。
- (3) 還元雰囲気中で焼成し、さらにHIP処理する方法。

上記(1)～(3)の方法において、大気又は還元雰囲気中での焼成温度としては、1100～1300℃が好ましく、1200℃前後がより好ましい。

1100℃未満の低温焼成では、焼成自体進行しにくいので酸化チタン焼結が得られ難く、一方、1300℃をこえる焼成温度では、本発明で意図する第2の性質である“表面にポアーが極めて少ない

焼結体（ $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が $100\text{個}/\text{mm}^2$ 以下の焼結体）”
が得られ難いので、好ましくない（後記比較例2参照）。

上記焼成温度について更に説明すると、本発明では、チタニアセラミックで通常採用されている焼成温度（ 1350°C 程度）よりも低温である「 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ 」で、大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成するものであり、 1300°C を越える温度では、粒成長（結晶成長）が著しく、ポア一の粗界相への移動と粒成長に伴うポア一の粗大化が生じるので、好ましくない。

そして、本発明では、このような低温での焼結を容易に行わせるため（低温易焼結性を発揮させるため）、前記した99%以上の高純度で $1\ \mu\text{m}$ 以下の平均粒子径の「高純度酸化チタン微粉末」を原料として使用するものである。

前記(1)の方法において、大気又は不活性雰囲気中の焼成のみでは、本発明で意図する第1の性質である“比抵抗が小さい焼結体（ $1.0\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下の比抵抗を有する焼結体）”が得られない（後記比較例2参照）。

そこで、この大気又は不活性雰囲気中の焼成法を採用する場合、上記第1の性質“比抵抗が小さいという性質”を付与するため、得られた焼結体に対しさらにHIP処理することが必要である。

このHIP処理、例えばカーボンヒータの使用によるHIP処理により、大気又は不活性雰囲気中で焼成した酸化チタン焼結体が半導体化し、所望の $1.0\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下の比抵抗を有するものが得られる。なお、このHIP処理により比抵抗を小さくする作用以外に表面のポア一をより少なくすることができる作用も生ずる。

このHIP処理としては、粒成長によるポア一の粗大化を生じさ

せないという点から、前記焼成温度（ $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ）以下の $800 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ で行うのが好ましく、また、圧力としては、 500 kg/cm^2 以上で行うのが好ましい。より好ましいHIP処理条件は、 1000°C 、 1500 kg/cm^2 である。

前記(2)の「還元雰囲気中で焼成する」方法では、還元雰囲気中で焼成することにより、酸化チタンが部分的に還元され、半導体化し、所望の $1.0\Omega\cdot\text{cm}$ 以下の比抵抗を有するものが得られる。

この還元雰囲気としては、焼成時に酸化チタンが半導体化する雰囲気であれば任意の還元性雰囲気で焼成することができるが、例えばカーボンヒータ等の使用により窒素雰囲気中で焼成するのが好ましい。

この(2)の還元雰囲気中で $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ で焼成する方法により、“比抵抗が極めて小さい”という本発明で意図する第1の性質及び“表面にポアーが極めて少ない”という同じく本発明で意図する第2の性質をあわせ持つ酸化チタン焼結体を得られる。

また、本発明において、表面のポアーをより少なくするため、上記(2)の方法で得られた酸化チタン焼結体をさらに前記した例えばカーボンヒータの使用によるHIP処理をすることができる。このHIP処理としては、前記(1)のHIP処理と同様、焼成温度 $800 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ で圧力 500 kg/cm^2 以上で行うので好ましく、 1000°C 、 1500 kg/cm^2 で行うのがより好ましい。

本発明では、以上の(1)～(3)の方法で得られた酸化チタン製基板に必要に応じてその表面を平面研削及びラップ処理を施すことができる。

そして、この酸化チタン製基板に吸引用孔を穿孔して酸化チタン

製吸着板を得るものである。

以下、本発明に係る基板吸着装置の実施例を比較例と共に挙げ、本発明をより詳細に説明する。

(実施例 1 1)

平均粒径 $0.25\ \mu\text{m}$ 、純度 99.8% の酸化チタン粉末にポリビニルブチラールとエチルアルコールを加えて混合し、スラリー化した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを作製し、脱バインダー処理後大気中で 1200°C で焼成した。

次に、この焼結体をアルゴン雰囲気中で 1000°C の温度、 $1500\ \text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力でカーボンヒータを有する HIP 炉で HIP 処理した。

得られた酸化チタン製基板について、比抵抗及びポア数を測定し、その結果を表 3 に示した。なお、この基板の表面に $30\ \mu\text{m}$ 径以上のポアが認められなかった。

上記の比抵抗は、4 端子法 ($1\ \text{V}$, $1\ \text{kHz}$) にて測定した。また、基板表面のポアの径及び個数は、走査型電子顕微鏡で観察し、得られた像の写真を使用して測定した。また、表 1 中の比抵抗値は、 25°C で測定した値であり、また、ポア数は、平均粒径 $3\ \mu\text{m}$ 以上の個数 $/\text{mm}^2$ である。

(実施例 1 2)

平均粒径 $0.25\ \mu\text{m}$ 、純度 99.8% の酸化チタン粉末にポリビニルブチラールとエチルアルコールを加えて混合し、スラリー化した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを作製し、脱バインダー処理をした後窒素雰囲気中でカーボンヒータにより 1200°C で焼成した。

得られた酸化チタン製基板について、実施例 1 と同様、比抵抗及びポアー数を測定し、その結果を表 3 に示した。なお、この基板表面には $30\ \mu\text{m}$ 径以上のポアーが皆無であった。

(実施例 1 3)

実施例 2 で得られた焼結体を前記実施例と同様、アルゴン雰囲気中で 1000°C の温度、 $1500\ \text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力でカーボンヒータを有する HIP 炉で HIP 処理した。

得られた酸化チタン製基板について、実施例 1 1 と同様、比抵抗及びポアー数を測定し、その結果を表 3 に示した。なお、この基板表面には $30\ \mu\text{m}$ 径以上のポアーが皆無であった。

(実施例 1 4)

平均粒径 $0.7\ \mu\text{m}$ 、純度 99.2% の酸化チタン粉末を使用する点を除いて前記実施例 1 1 と同一手段で酸化チタン製基板を得た。

得られた酸化チタン製基板について、実施例 1 1 と同様、比抵抗及びポアー数を測定し、その結果を表 3 に示した。なお、この基板表面には $30\ \mu\text{m}$ 径以上のポアーが皆無であった。

(比較例 2 1 ~ 2 8)

なお、比較のため、表 3 に示す平均粒径、純度の酸化チタン粉末を使用し、前記実施例 1 と同様な方法でグリーンシートを作製し、脱バインダーした後、同じく表 1 に示す常圧焼結条件で（比較例 2 3, 2 5, 2 7, 2 8 ではさらに表 1 に示す HIP 処理条件で）焼成して酸化チタン製基板を得た。

得られた各酸化チタン製基板について、前記実施例 1 1 と同様、比抵抗及びポアー数を測定し、その結果を表 1 に示した。

(比較例 2 9)

更に、比較のため、平均粒径 $0.6 \mu\text{m}$ 、純度 99.8% の酸化アルミニウム粉末を使用し、前記実施例 11 と同様な方法でグリーンシートを作製し、脱バインダーした後大気中で 1600°C で焼成した。

得られた酸化アルミニウム焼結体について、前記実施例 11 と同様、比抵抗及びポア数を測定し、その結果を表 1 に示した。

表 3 実施例／比較例

		酸化物 種 類	純度 (%)	平均 粒径 (μm)	常压焼結 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	結 霧 囲 気	HIP処理条件 温度 压力 ($^{\circ}\text{C}$) (kg/cm ²)	比抵抗 $\Omega \cdot \text{cm}$	孔数 個/mm ²
実 施 例	11	TiO ₂	99.8	0.25	1200	大気	1000 1500	0.7	34
	12	TiO ₂	99.8	0.2	1200	窒素	(未処理)	0.9	70
	13	TiO ₂	99.8	0.25	1200	窒素	1000 1500	0.7	38
	14	TiO ₂	99.2	0.7	1200	大気	1000 1500	0.7	92
比 較 例	21	TiO ₂	99.8	0.25	1200	大気	(未処理)	10 ¹²	70
	22	TiO ₂	99.8	0.25	1600	大気	(未処理)	10 ¹²	840
	23	TiO ₂	99.8	0.25	1600	大気	1400 1500	10 ¹²	480
	24	TiO ₂	99.8	0.25	1600	窒素	(未処理)	0.8	920
	25	TiO ₂	99.8	0.25	1600	窒素	1400 1500	0.8	770
	26	TiO ₂	92.0	0.7	1400	大気	(未処理)	10 ¹²	960
	27	TiO ₂	92.0	0.7	1400	大気	1200 1800	0.8	550
	28	TiO ₂	99.2	2.1	1400	大気	1200 1800	0.8	310
	29	Al ₂ O ₃	99.8	0.6	1600	大気	(未処理)	10 ¹⁴	1000

(注) : 上表中の比抵抗は 25°C で測定した値
 : 上表中のポア数は平均粒径 $3 \mu\text{m}$ 以上の数
 : 窒素雰囲気中での加熱はカーボンヒータの使用による。
 : HIP 処理はカーボンヒータを有する HIP 炉を使用して行った。

表 3 から明らかなように、平均粒径 $0.25 \mu\text{m}$ 、純度 99.8% の酸化チタン粉末を成形した後、大気中で 1200°C で焼成し、さらに還元雰囲気中で 1000°C 、 1500 kg/cm^2 の圧力で H I P 処理を行った実施例 11 では、比抵抗が $0.7 \Omega \cdot \text{cm}$ でポアー数が 34 個/mm^2 のものが得られた。

また、実施例 11 と同一原料を用い、窒素雰囲気中で 1200°C で焼成した実施例 12 では、比抵抗が $0.9 \Omega \cdot \text{cm}$ でポアー数が 70 個/mm^2 のものが得られた。

この実施例 12 で得られたものを更に H I P 処理を行った実施例 13 では、比抵抗が $0.7 \Omega \cdot \text{cm}$ でポアー数が 38 個/mm^2 のものが得られ、H I P 処理により比抵抗及びポアー数とも改善されることが理解できる（比抵抗： $0.9 \rightarrow 0.7$ 、ポアー数： $70 \rightarrow 38$ ）。

更に、平均粒径 $0.7 \mu\text{m}$ 、純度 99.2% の酸化チタン粉末（実施例 11 より平均粒径が大であり、低純度の原料であるが、いずれも本発明の範囲内の原料）を使用し、実施例 11 と同様大気中で焼成し、更に H I P 処理を行った実施例 14 では、比抵抗が実施例 11 と同じ $0.7 \Omega \cdot \text{cm}$ であり、ポアー数については、実施例 11 より多いけれども本発明で意図する 100 個/mm^2 以内の 92 個/mm^2 のものが得られた。

一方、実施例 11 と同一条件であるが、H I P 処理を行い比較例 1 では、ポアー数が 70 個/mm^2 であるが、 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ という高比抵抗のもの（実施例 11 では $0.7 \Omega \cdot \text{cm}$ ）が得られ、本発明で意図する“比抵抗が小さい焼結体（ $1.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の比抵抗を有する焼結体）”が得られなかった。

また、実施例 1 1 における大気中での焼成温度を 1600°C とし、H I P 処理を行わない比較例 2 2 及びこの比較例 2 2 で得られたものを H I P 処理 (1400°C 、 1500 kg/cm^2) した比較例 2 3 では、いずれも高比抵抗 ($10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$) であるばかりでなく、ポア一数が 840 個/mm^2 及び 480 個/mm であった。

更に、実施例 1 2 における窒素雰囲気中での焼成温度を 1600°C とし、H I P 処理を行わない比較例 2 4 及びこの比較例 2 4 で得られたものを H I P 処理 (1400°C 、 1500 kg/cm^2) した比較例 2 5 では、いずれも $0.8\Omega\cdot\text{cm}$ という低比抵抗であるが、ポア一数は 920 個/mm^2 及び 770 個/mm^2 であった。

また、平均粒径は、本発明の範囲内であり、実施例 1 4 と同一の $0.7\mu\text{m}$ を用いたが、純度が本発明の範囲外の 92.0% の原料を使用し、大気中で焼成 (1400°C) した比較例 2 6 では、 $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ の高比抵抗、 960 個/mm^2 のポア一数のものが得られた。

上記比較例 2 6 と同じ原料を使用し、大気中で焼成し、さらに H I P 処理 (1200°C 、 1800 kg/cm^2) を行った比較例 2 7 では、H I P 処理を施したことにより比抵抗は $0.8\Omega\cdot\text{cm}$ であったが、低純度 (92.0%) の原料を使用し、本発明の範囲外の温度 (1400°C) で大気中で焼成したことにより、 550 個/mm^2 のポア一数のものが得られた。

更に、原料の純度は本発明の範囲内である 99.2% であるが、平均粒径は本発明の範囲外の $2.1\mu\text{m}$ の原料を使用し、大気中で焼成 (1400°C) し、さらに H I P 処理 (1200°C 、 1800 kg/cm^2) を行った比較例 2 8 では、比抵抗は $0.8\Omega\cdot\text{cm}$

であったが、 310 個/ mm^2 のポア一数のものが得られた。

なお、アルミナ焼結体（原料純度 99.8% 、平均粒径 $0.6\mu\text{m}$ 、大気中での焼成）である比較例 29 では、 $10^{14}\Omega\cdot\text{cm}$ という高比抵抗であるばかりでなく、ポア一数が 1000 個/ mm^2 であった。

以上表 3 の実施例 $1\sim14$ 及び比較例 $21\sim29$ から明らかなように、本発明は、

- ① 平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の高純度酸化チタン微粉末を使用すること、
- ② 大気中又は還元雰囲気中で $1100\sim1300^\circ\text{C}$ で焼成（焼結）すること、
- ③ 上記焼成を大気中で行う場合、HIP処理（例えばカーボンヒータを有するHIP炉でのHIP処理）を必要とすること、
により、はじめて目的とする比抵抗が小さく、しかも、表面にポア一が極めて少ない酸化チタン、即ち、比抵抗が $1.0\Omega\cdot\text{cm}$ 以下であり、かつ、その表面に存在する $3\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1mm^2 当たり 100 個以下である酸化チタン製基板が得られることが理解でき、また、
- ④ 上記②の還元雰囲気中で焼成（焼結）する場合、続いてHIP処理を行うことにより、より一層比抵抗及びポア一数が改善されること、
- ⑤ 上記③のHIP処理によってもポア一数が改善されること、
が理解できる。

産業上の利用可能性

本発明に係るハードディスク用基板によれば、セラミック製のハ

ードディスク用基板として、酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなり、その表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大径のポアが 100 個以下/ mm^2 という極めて少ないハードディスク用基板を提供できる効果を有する。

また、該基板を製造する方法によれば、高純度酸化チタン又は酸化アルミニウム微粉末を原料とし、特定焼成条件で焼成することにより、大径のポアを極めて少なくし、かつ、該ポア径を小さくすることができる効果が生ずる。

そして、本発明によりハードディスクの高容量化を可能とするハードディスク用基板を提供することができる。

また、本発明に係る薄膜チップコンデンサによれば、セラミックからなる薄膜チップコンデンサ用基材とし、酸化チタン基材及び酸化アルミニウム基板からなり、その表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大径のポアが 100 個以下/ mm^2 という極めてポア数が少ない薄膜チップコンデンサ用基材を提供できる効果を有する。

また、酸化チタン基材では、表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大きなポアが極めて少ないばかりでなく、基材兼下部薄膜電極として、さらには、誘電体薄膜としても兼用し得る薄膜チップコンデンサを提供することができ、高容量化を可能とする薄膜チップコンデンサを提供することができる効果を有する。

さらに、本発明に係るハイブリッドIC用セラミック基板によれば、ハイブリッドIC用セラミック基板として、表面にガラスコーティング等の被覆処理が施されていない酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなり、その表面に $3\mu\text{m}$ 径以上の大径のポアが 100 個以下/ mm^2 という極めて少なく、しかも、 $30\mu\text{m}$ 径

以上のポア－が皆無の上記基板を提供できる効果を有する。

また、該基板を製造する方法として、高純度酸化チタン又は酸化アルミニウム微粉末を原料とし、特定焼成条件で焼成することにより、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 径以上の大径のポア－を皆無とすることができる効果が生ずる。

そして、本発明によりハイブリッドIC用セラミック基板に形成する配線のファイン化が可能となり、配線の高密度化が可能となるハイブリッドIC用セラミック基板を提供することができる。

さらにまた、本発明に係る基板吸着装置によれば、「 $1.0\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 以下」という極めて小さい比抵抗を有し、しかも、「 $3\text{ }\mu\text{m}$ 径以上のポア－数が $100\text{個}/1\text{mm}^2$ 以下」である酸化チタン製吸着板を用いた基板吸着装置であるので、この吸着板に対する静電気対策が容易であり、このため静電気の帯電に伴うゴミ等の吸着が称せず、しかも、ポア－が極めて少なく、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 径以上のポア－が皆無であることから、ガスなどの吸着なく、このため半導体ウェハ一等の薄板の吸着能、保持能を低下させることがないなど顕著な効果が生ずる。

また、本発明の基板吸着装置を半導体集積回路の製造装置に組み込まれるウェハハンドやウェハホルダに好適に適用することができ、半導体の高歩留り、高集積化などに大きく貢献することができる。

請求の範囲

1. 基板表面に存在する $3\text{ }\mu\text{m}$ 径以上のポア一数が 1 mm^2 当たり 100 個以下である酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなることを特徴とするハードディスク用基板。
2. 平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成することを特徴とする酸化チタン基板からなるハードディスク用基板の製造方法。
3. 平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し、さらに 500 kg/cm^2 以上の圧力下で H I P 処理することを特徴とする酸化チタン基板からなるハードディスク用基板の製造方法。
4. 平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し、 500 kg/cm^2 以上の圧力下で H I P 処理し、さらに $700\sim 900^\circ\text{C}$ で加熱処理することを特徴とする酸化チタン基板からなるハードディスク用基板の製造方法。
5. 平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1200\sim 1400^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成することを特徴とする酸化アルミニウム基板からなるハードディスク用基板の製造方法。
6. 平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1200\sim 1400^\circ\text{C}$ で大気雰囲気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し、さらに 500 kg/cm^2 以上の圧力下で H

I P 処理することを特徴とする酸化アルミニウム基板からなるハードディスク用基板の製造方法。

7. 基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成した構造を有する薄膜チップコンデンサにおいて、上記基板は、表面に存在する $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が $1\ \text{mm}^2$ 当たり 100 個以下である酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなることを特徴とする薄膜チップコンデンサ。

8. 基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成してなる薄膜チップコンデンサにおいて、上記基板は、表面に存在する $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が $1\ \text{mm}^2$ 当たり 100 個以下であり、かつ、半導体化した酸化チタン基板からなり、上記基板を前記基板兼下部薄膜電極として用いることを特徴とする薄膜チップコンデンサ。

9. 基板上に下部薄膜電極、誘電体薄膜、上部薄膜電極を形成してなる薄膜チップコンデンサにおいて、上記基板は、表面に存在する $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポア一数が $1\ \text{mm}^2$ 当たり 100 個以下であり、かつ、表面を絶縁体化した半導体化酸化チタン基板からなり、上記基板を、上記基板兼上記下部薄膜電極として、上記絶縁体化した表面を上記誘電体薄膜として用いることを特徴とする薄膜チップコンデンサ。

10. 上記酸化チタン基板は、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後 $1100\sim1300\ ^\circ\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成して得た酸化チタン基板、或いは、該基板をさらに $500\ \text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の圧力下で H I P 処理して得た酸化チタン基板からなることを特徴とする請求項 7 に記載の薄膜チップコンデンサ。

11. 上記酸化チタン基板は、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後 $1100\sim1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で還元雰囲気中で焼成して得た半導体化酸化チタン基板からなることを特徴とする請求項 8 記載の薄膜チップコンデンサ。

12. 上記酸化チタン基板は、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後 $1100\sim1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し、さらに 500 kg/cm^2 以上の圧力で HIP 処理して得た半導体化酸化チタン基板からなることを特徴とする請求項 8 記載の薄膜チップコンデンサ。

13. 上記酸化チタン基板は、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後 $1100\sim1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し、 500 kg/cm^2 以上の圧力で HIP 処理し、さらに $700\sim900\text{ }^{\circ}\text{C}$ で加熱処理して得た酸化チタン基板からなることを特徴とする請求項 7 又は 9 記載の薄膜チップコンデンサ。

14. 上記酸化アルミニウム基板は、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化アルミニウム粉末を成形した後 $1200\sim1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成して得た酸化アルミニウム基板、或いは、該基板をさらに 500 kg/cm^2 以上の圧力で HIP 処理して得た酸化アルミニウム基板からなることを特徴とする請求項 7 に記載の薄膜チップコンデンサ。

15. 表面にガラスコーティング等の被覆処理が施されていない酸化チタン基板又は酸化アルミニウム基板からなり、該基板表面に存在する $3\ \mu\text{m}$ 径以上のポアが 1 mm^2 当たり 100 個以下であり、 $30\ \mu\text{m}$ 径以上のポアが存在しない上記酸化チタン基板又は酸化

アルミニウム基板からなることを特徴とするハイブリッド I C 用セラミック基板。

16. 平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で大気雰囲気または不活性雰囲気中で焼成することを特徴とする酸化チタン基板からなるハイブリッド I C 用セラミック基板の製造方法。

17. 平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で大気雰囲気又は不活性雰囲気中で焼成し、 500 kg/cm^2 以上の圧力で H I P 処理し、さらに $700\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ で加熱処理することを特徴とする酸化チタン基板からなるハイブリッド I C 用セラミック基板の製造方法。

18. 平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で還元雰囲気中で焼成し、さらに $700\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ で加熱処理することを特徴とする酸化チタン基板からなるハイブリッド I C 用セラミック基板の製造方法。

19. 平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100\sim 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で還元雰囲気中で焼成し、 500 kg/cm^2 以上の圧力で H I P 処理し、さらに $700\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ で加熱処理することを特徴とする酸化チタン基板からなるハイブリッド I C 用セラミック基板の製造方法。

20. 平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化アルミニウム粉末を成形した後、 $1200\sim 1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成することを特徴とする酸化アルミニウム基板からなるハイブリッド I C 用セラミック基板の製造方法。

21. 平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度 99% 以上の酸化アルミニウム粉末

を成形した後、 $1200 \sim 1400^{\circ}\text{C}$ で大気、不活性雰囲気又は還元雰囲気中で焼成し、 500 kg/cm^2 以上の圧力でHIP処理することを特徴とする酸化アルミニウム基板からなるハイブリッドIC用セラミック基板の製造方法。

22. 薄板を吸着移動又は吸着固定する吸着板を備えた基板吸着装置であって、上記吸着板の比抵抗が $1.0\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、かつ、その表面に存在する μm 径以上のポア一数が 1 mm^2 当たり100個以下である酸化チタン製吸着板を備えてなることを特徴とする基板吸着装置。

23. 酸化チタン製吸着板として、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度99%以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ で大気又は不活性雰囲気中で焼成し、さらに 500 kg/cm^2 以上の圧力でHIP処理してなる吸着板を用いることを特徴とする請求項22に記載の基板吸着装置

24. 酸化チタン製吸着板として、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度99%以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ で還元雰囲気中で焼成してなる吸着板を用いることを特徴とする請求項22に記載の基板吸着装置。

25. 酸化チタン製吸着板として、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 以下で純度99%以上の酸化チタン粉末を成形した後、 $1100 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ で還元雰囲気中で焼成し、さらに 500 kg/cm^2 以上の圧力でHIP処理してなる吸着板を用いることを特徴とする請求項22に記載の基板吸着装置。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/00120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ G11B5/82, 5/84, H01G4/06, H05K1/03,
B25J15/06, C04B35/10, 35/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ G11B5/82-5/84, H01G4/06, H05K1/03, B25J15/06,
C04B35/10, 35/46, H01L21/68, 23/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 61-42730 (Kyocera Corp.), March 1, 1986 (01. 03. 86), (Family: none)	1-6
Y	JP, A, 60-22733 (Hitachi Metals, Ltd.), February 5, 1985 (05. 02. 85), (Family: none)	1-6
A	JP, A, 62-120629 (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), June 1, 1987 (01. 06. 87), & US, A, 4808455 & DE, A1, 3639682	1, 5-6
A	JP, A, 62-91461 (Norton Co.), April 25, 1987 (25. 04. 87), & EP, A1, 190668 & US, A, 4678762 & CA, A1, 1272872	7, 14
A	JP, A, 56-37692 (NEC Corp.), April 11, 1981 (11. 04. 81), (Family: none)	7, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

April 9, 1993 (09. 04. 93)

Date of mailing of the international search report

May 11, 1993 (11. 05. 93)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/00120

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, A, 4-88699 (Mitsubishi Material Co., Ltd.), March 23, 1992 (23. 03. 92), (Family: none)	15-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. G11B5/82.5/84, H01G4/06, H05K1/03, B25J15/06, C04B35/10.35/46																				
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. G11B5/82-5/84, H01G4/06, H05K1/03, B25J15/06, C04B35/10.35/46, H01L21/68.23/12 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1993年 日本国公開実用新案公報 1971-1993年 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)																				
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP, A, 61-42730 (京セラ株式会社), 1. 3月. 1986 (01. 03. 86) (ファミリーなし)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP, A, 60-22733 (日立金属株式会社), 5. 2月. 1985 (05. 02. 85) (ファミリーなし)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP, A, 62-120629 (住友特殊金属株式会社), 1. 6月. 1987 (01. 06. 87) &US, A, 4808455 &DE, A1, 3639682</td> <td>1, 5-6</td> </tr> </tbody> </table> ☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。 * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般の技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 <table border="1"> <tr> <td> 国際調査を完了した日 09.04.93 </td> <td> 国際調査報告の発送日 11.05.93 </td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td> 名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 </td> <td> 特許庁審査官 (権限のある職員) 小林 秀 美 電話番号 03-3581-1101 内線 3551 </td> <td> 5 D 7 3 0 3 </td> </tr> </table>				引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	Y	JP, A, 61-42730 (京セラ株式会社), 1. 3月. 1986 (01. 03. 86) (ファミリーなし)	1-6	Y	JP, A, 60-22733 (日立金属株式会社), 5. 2月. 1985 (05. 02. 85) (ファミリーなし)	1-6	A	JP, A, 62-120629 (住友特殊金属株式会社), 1. 6月. 1987 (01. 06. 87) &US, A, 4808455 &DE, A1, 3639682	1, 5-6	国際調査を完了した日 09.04.93	国際調査報告の発送日 11.05.93	名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小林 秀 美 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5 D 7 3 0 3
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号																		
Y	JP, A, 61-42730 (京セラ株式会社), 1. 3月. 1986 (01. 03. 86) (ファミリーなし)	1-6																		
Y	JP, A, 60-22733 (日立金属株式会社), 5. 2月. 1985 (05. 02. 85) (ファミリーなし)	1-6																		
A	JP, A, 62-120629 (住友特殊金属株式会社), 1. 6月. 1987 (01. 06. 87) &US, A, 4808455 &DE, A1, 3639682	1, 5-6																		
国際調査を完了した日 09.04.93	国際調査報告の発送日 11.05.93																			
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小林 秀 美 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5 D 7 3 0 3																		

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, A, 62-91461 (ノートン カンパニー), 25. 4月. 1987 (25. 04. 87) &EP, A1, 190668 &US, A, 4678762 &CA, A1, 1272872	7, 14
A	JP, A, 56-37692 (日本電気株式会社), 11. 4月. 1981 (11. 04. 81) (ファミリーなし)	7, 14
A	JP, A, 4-88699 (三菱マテリアル株式会社), 23. 3月. 1992 (23. 03. 92) (ファミリーなし)	15-21