

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】平成18年10月5日(2006.10.5)

【公表番号】特表2002-522927(P2002-522927A)
 【公表日】平成14年7月23日(2002.7.23)
 【出願番号】特願2000-565572(P2000-565572)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 39/24 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 39/24 Z A A B

H 0 1 L 39/24 F

【手続補正書】

【提出日】平成18年8月2日(2006.8.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 平らな金属基板(31, 41)上に被着された超伝導層(32, 42)及び超伝導層(32, 42)と金属基板(31, 41)との間に設けられた絶縁バッファ層(33, 43)を有する電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体(30, 40)において、バッファ層と反対側の超伝導層(32, 42)の側において、平らな導電層(37, 44)が、超伝導層(32, 42)と電氣的に接触した状態で被着され、導電層(37, 44)は、表面全体に分布した多数の箇所(36, 46)で金属基板(31, 41)に導電接続されていることを特徴とする薄膜超伝導体。

【請求項2】 超伝導層(32, 42)中、且つ場合によってはその下に位置するバッファ層(33, 43)中にも、表面全体に分布した状態で接触用開口部(36, 46)が設けられ、導電層(37, 44)は、接触用開口部(36, 46)の領域内で露出した金属基板(31, 41)に接触導通していることを特徴とする請求項1記載の薄膜超伝導体。

【請求項3】 超伝導層(32, 42)は、セラミック系高温格伝導体、特にYBCOから成り、バッファ層(32, 43)は、イットリウム安定化二酸化ジルコニウム(YSZ)、CeO又はY₂O₃から成ることを特徴とする請求項1又は2記載の薄膜超伝導体。

【請求項4】 請求項1～3のうち何れかーに記載の電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体を製造する方法であって、第1の工程において、絶縁バッファ層(33)を金属基板(31)の全面に被着させ、第2の工程において、超伝導層(32)を絶縁バッファ層(33)の全面に被着させ、第3の工程において、好ましくはマスクエッチング法により接触用開口部(36)を2つの被着された前記層(32, 33)に前記全面の種々の箇所で設け、接触用開口部(36)を介して金属基板(31)が上から完全に接近できるようにし、第4の工程において、超伝導層(32)の表面に接触し、これを接触用開口部(36)を介して露出した金属基板(31)に接続させる導電層(37)を全面に被着させることを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項1～3のうち何れかーに記載の電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体を製造する方法であって、第1の工程において、第1の方向からの局部塗布により絶縁バッファ層(43)を溝(45)が表面全体にわたり分布して設けられた金属基板(41)の表面上に被着させ、第1の方向は、溝(45)の底部が遮蔽手段により部分的に覆われないままで接触用開口部を形成するように選択され、第2の工程において、超伝導層(42)を第1の方向からの局部塗布により絶縁バッファ層(43)に被着させ、第3の工程において、

超伝導層（32）の表面に接触し、これを溝（45）の底部上の接触用開口部（46）を介して露出した金属基板（31）に接続させる導電層（44）を全面に被着させることを特徴とする方法。

【請求項6】 第3の工程中、第1の部分工程において、超伝導層（42）を覆って露出した接触用開口部（46）を本質的に後に残す第1の導電層（44'）を第1の方向からの局部塗布により被着させ、第2の部分工程において、第1の方向とは異なる第2の方向からの局部塗布により第1の導電層（44'）を補強し、それと同時に接触用開口部（46）を介して金属基板（41）に接続することを特徴とする請求項5記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔技術分野〕

本発明は、高温超伝導体（HTS）の技術的用途に関する。本発明は、平らな金属基板に被着された超伝導層を有する電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体に関する。かかる薄膜HTSは、例えば1996年10月21～24日に札幌で開催された超伝導に関する国際シンポジウム（ISS'96）で発表されたK. Hasegawa氏の論文“ In-plane Aligned YBCO Thin Film Tape Fabricated by Pulsed Laser Deposition ”（議事録745～748頁）で知られている。

【0002】

本発明は又、かかるHTSの製造方法に関する。

【0003】

〔従来の技術〕

高温超伝導体（HTS）を例えば故障電流制限器（FCL）において信頼性をもって高電力で適用するためには、製造に関連した材料の不均質性に起因して超伝導体の急冷中に生じ、素子の機能を損なう場合のあるいわゆるホットスポット（hot spot）の形成を阻止する信頼性のある電気バイパスを超伝導体に設けることが必要不可欠である。HTS層に平らな層の形態で被着されるAu又はAgの層の形態のかかるバイパスは、応用超伝導に関するIEEE議事録第7巻（828～831頁）所収のB. Gromoll氏等の論文“ Resistive Current Limiter with YBCO Films ”に記載されている。

【0004】

バイパスは、HTSの急冷時に別の高電流経路として機能することにより電圧分布を均一化させるようになっている。これにより、ホットスポットの形成を阻止できる。かかるバイパスの最低条件は、（1）HTSとの電氣的接触が良好であること、（2）温度上昇を制限する上で適当な熱容量があることである。

【0005】

上記印刷物では、長尺Y-123（YBCO）の高品質薄膜をパルスレーザ蒸着法（PLD）によりどのようにすれば代表的な金属（例えば、ハステロイの）基板に被着できるかについての方法が記載されている。しかしながら、この場合、基板の酸化及び2つの層相互の化学反応を阻止するために例えばイットリウム安定化二酸化ジルコニウム（YSZ）のバッファ層が基板とHTSとの間に設けられる。したがって、HTSとその下に位置する基板との間には、電氣的バイパスとして好適な電氣的接触は得られない。

【0006】

〔発明の概要〕

したがって、本発明の目的は、支持基板が電氣的バイパスとして用いられる電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体を製造すること及びその製造方法を提供することにある。

【0007】

最初に述べた形式のHTSの場合、この目的は、超伝導層が基板の反対側の超伝導層の表面に被着された平らな導電層を介して基板の表面全体に分布されるような仕方で基板に電氣的に接触することにより達成される。HTS層とその下に位置する金属基板との接触が表面全体に分布して生じるので、任意の時点で素子の任意の箇所においてホットスポットの形成を阻止できる多くの電流バイパス路が表面全体にわたり分布して得られる。

【 0 0 0 8 】

本発明による第1の実施形態は、接触用開口が超伝導層及びその下層のバッファ層の領域に亘って分布するように配置され、この開口が下層の基板を露出させ、さらに導電性層が接触用開口の領域において露出した基板に接触導通し、接触用開口は、超伝導層及び/又はバッファ層を除去することによって生成されることによって特徴付けられる。電流を伝えるのに有効な断面を不必要に減少させないで、バイパスとして作用する基板によって、ホットスポットが高信頼度で阻止されるような仕方で在来のマスキエッチング方法によって、接触用開口の数及び分布を最適化することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明による第2の実施形態は、接触用開口が、超伝導層及び/又はバッファ層の被着中に、被覆或いはシャドウすることによって生じる点に特徴付けられる。この場合、接触用開口の生成中に追加のマスキング及びエッチング工程を省略可能である。

【 0 0 1 0 】

本発明による電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体を製造するための方法は、第1の工程において、電氣的絶縁バッファ層を金属基板の全領域に被着し、第2の工程において、超伝導層を電氣的に導電性のバッファ層の全領域に被着し、第3の工程において、好ましくはマスキエッチング方法によって接触用開口を領域の種々の箇所において2つの被着された層内に生成し、この接触開口を通じて基板を上から自由にアクセス可能とし、第4の工程において、超伝導層の領域と接触し、且つ接触用開口を通じてこれを露出した基板に接続する導電性層を全領域に被着する。

【 0 0 1 1 】

別の実施形態は、第1の工程において、シャドウイングのために溝の底が部分的に被覆されていないままで接触用開口を形成するように選択される第1方向からの直接的な被着によって、電氣的絶縁バッファ層を基板の領域に被着し、第2の工程において、第1方向からの直接的な被着によって超伝導層を電氣的絶縁バッファ層に被着し、第3の工程において、超伝導層の領域に接触し、これを溝の底の接触用開口を通じて露出した基板に接続する導電性層を全領域に被着する。

【 0 0 1 2 】

さらなる実施形態は、従属クレームから得られる。

【 0 0 1 3 】

以下の説明において、本発明を例示の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 4 】

〔 好ましい実施形態の説明 〕

例えば上記の非導電性のY S Zのような実証済のバッファ層を、バイパスとして用いられる基板の利点を損なわないで利用できれば特に有利である。かかる解決策の2つの例が図3 A ~ 3 F 及び図4 A ~ 図4 D に再現されており、各ケースの個々の部分図は、これらの製造における或る工程を示している。

【 0 0 1 5 】

図3の好ましい実施形態は、上記印刷物に記載された公知の方法を用いて、金属基板31の表面に次々にバッファ層33（例えば、Y S Z、Ce O 又はY₂ O₃ から成る）、実際の超伝導層32（例えば、Y B C O から成る）を被着させたものである（図3 A ）。その後、この順番で被着された層の上に、適当なフォトレジスト等から成るマスク層34を被着させ、次にマスク開口部をマスク層34にその表面全体に一様に分布した状態で設けることによってパターン付けする（図3 C ）。

【 0 0 1 6 】

次に、従来型材料除去法、例えばスパッタエッチングを用いてこれらマスク開口部35を介して、2つの下に位置した層32（超伝導層）、33（バッファ層）を除去し、かくして基板31の表面に自由に接近できるようにする接触用開口部36を生じさせる（図3 D ）。マスク層34を除去した後（図3 E ）、導電層37（例えば、Ag 又はAu から成る）を被着する。

る)を表面全体に被着させて薄膜高温超伝導体30を完成させ(図3F)、この導電層は、接触用開口部36の外で超伝導層32の表面全体に接触し、これを接触用開口部36内の金属基板31に導電接触させる。当然のことながら、基板31の適当な接触が得られるよう接触用開口部36のサイズを選択する必要がある。他方、点接触状態の基板31による適当なバイパス機能が超伝導層の各領域について確保されるように接触用開口部36の数及び分布状態を選択する必要がある。

【0017】

点接触状態の基板は、図4の実施形態にも使用されている。このベースは、好ましくは側壁を備えた溝45の形態の凹みが被覆されるべき領域全体にわたって一様に分布して配置された金属基板41である(図4A)。被覆が施されるべき基板41の表面上には、第1の工程において、第1の方向(図4Aに矢印で示されている)からの局部塗布により絶縁バッファ層43が被着される。第1の方向は、溝45の底部が、側壁による遮蔽(shadowing)に起因して部分的に覆われないままで接触用開口部46(図4A)を形成するように選択される。

【0018】

第2の工程(図4B)において、超伝導層42を第1の方向からの局部塗布により絶縁バッファ層43に被着させる。同じ遮蔽効果により、接触用開口部46は、この塗布工程中でも自由な状態のままである。次いで、第3の工程において、導電層44を表面全体に被着させ、この導電層は、超伝導層42の表面に接触し、これを溝45の底部上の接触用開口部46を介してここに露出した金属基板41に導電接続させる。第3の工程中、第1の部分工程において、超伝導層42を覆って露出した接触用開口部46(図4C)を本質的に後に残す第1の導電層44を好ましくは、第1の方向からの局部塗布により被着させるのがよい。次に、第2の部分工程において(図4D)、第1の方向とは異なる第2の方向からの局部塗布により完成状態の導電層44になるよう第1の導電層44'を補強し、それと同時に接触用開口部46を介して金属基板41に導電接続させると、その結果として、最終形態として薄膜高温超伝導体40が得られる。

【0019】

図3及び図4の構成では、電流はかくして、図示の薄膜高温超伝導体の断面の平面に垂直に流れる。

【0020】

以上要するに、本発明により、電氣的な安定化が得られるように金属基板を利用すると共に最もばらつきのある材料を基板用として選択できるようにする電氣的に安定化された薄膜高温超伝導体を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図3A】

H T S層と基板との接触が除去により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第1の好ましい実施形態の薄膜H T Sの製造の一工程を示す図である。

【図3B】

H T S層と基板との接触が除去により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第1の好ましい実施形態の薄膜H T Sの製造の一工程を示す図である。

【図3C】

H T S層と基板との接触が除去により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第1の好ましい実施形態の薄膜H T Sの製造の一工程を示す図である。

【図3D】

H T S層と基板との接触が除去により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第1の好ましい実施形態の薄膜H T Sの製造の一工程を示す図である。

【図3E】

H T S層と基板との接触が除去により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第1の好ましい実施形態の薄膜H T Sの製造の一工程を示す図である。

【図3F】

H T S 層と基板との接触が除去により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第 1 の好ましい実施形態の薄膜 H T S の製造の一工程を示す図である。

【図 4 A】

H T S 層と基板との接触が非被覆又は遮蔽により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第 2 の好ましい実施形態の薄膜 H T S の製造の一工程を示す図である。

【図 4 B】

H T S 層と基板との接触が非被覆又は遮蔽により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第 2 の好ましい実施形態の薄膜 H T S の製造の一工程を示す図である。

【図 4 C】

H T S 層と基板との接触が非被覆又は遮蔽により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第 2 の好ましい実施形態の薄膜 H T S の製造の一工程を示す図である。

【図 4 D】

H T S 層と基板との接触が非被覆又は遮蔽により得られた局部接触用開口部を介して生じる本発明の第 2 の好ましい実施形態の薄膜 H T S の製造の一工程を示す図である。

【符号の説明】

3 0 , 4 0 薄膜 H T S (電氣的に安定化されている)

3 1 , 4 1 金属基板

3 2 , 4 2 S L 層

3 3 , 4 3 バッファ層

3 4 マスク層

3 5 マスク開口部

3 6 , 4 6 接触用開口部

3 7 , 4 4 , 4 4 ' 導電層

4 5 溝

【手続補正 2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2

【補正方法】削除

【補正の内容】