(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月24日(24.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/219184 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/373 (2006.01) *H01H 33/662* (2006.01)
H01H 1/62 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
H01H 9/52 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/012718

(22) 国際出願日： 2024年3月28日(28.03.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
PCT/JP2023/015320 2023年4月17日(17.04.2023) JP

(71) 出願人：三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：正木 元基(**MASAKI Motoki**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 三田村 昌哉(**MITAMURA Masaya**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

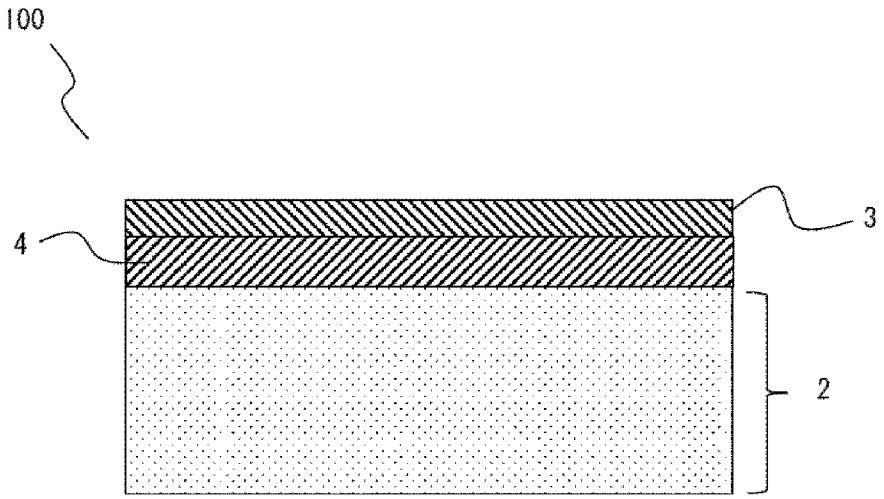
(74) 代理人：弁理士法人ぱるも特許事務所(**PALMO PATENT FIRM, P.C.**)；〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘３丁目３５番８号 Hyogo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) **Title:** HEAT DISSIPATION MEMBER, METHOD FOR MANUFACTURING HEAT DISSIPATION MEMBER, AND VACUUM VALVE

(54) 発明の名称： 放熱部材、放熱部材の製造方法および真空バルブ

図1



(57) **Abstract:** A heat dissipation member (100) comprises: a base material (2) containing copper as the main component; and a coating layer (3) covering the surface of the base material (2). The coating layer (3) has a ceramic layer (3S) containing, as the main component, an oxide of a metal element having an ionization tendency greater than that of copper. A diffusion layer (4), in which a metal element is diffused in copper, is present at the interface between the base material (2) and the coating layer (3). The metal element is zinc or nickel.

(57) 要約：放熱部材（１００）は、銅を主成分とする基材（２）と、基材（２）の表面を覆うコーティング層（３）を有し、コーティング層（３）は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層（３Ｓ）を有し、基材（２）とコーティング層（３）との界面に、銅に金属元素が拡散した拡散層（４）を有し、金属元素は、亜鉛または、ニッケルである。

WO 2024/219184 A1

［続葉有］

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国（表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能）：ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 放熱部材、放熱部材の製造方法および真空バルブ

技術分野

[0001] 本開示は、放熱部材、放熱部材の製造方法および真空バルブに関するものである。

背景技術

[0002] ＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ－Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）素子、ＩＣ（Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）などの発熱部品を搭載した電気、電子機器については、高出力化による発熱量の増大によって、放熱技術の重要性が増している。特に、防塵防水のため、密閉筐体に収容されて使用される車載電装品、或いは、真空中で使用される宇宙機器、電力機器の真空バルブなどは、空気の対流による放熱が困難であるという問題がある。

[0003] そのため、従来の放熱技術であるアルミヒートシンクによる自然空冷および電動ファンによる強制空冷などでは、十分な放熱効果が得られない。

[0004] そこで、近年、これら従来の放熱技術では放熱対策が困難な製品を対象として、金属部材にセラミックコーティングを施すことによって、セラミックの熱放射を利用した高効率な放熱技術が注目されている。

[0005] 例えば、特許文献１では、セラミックスとアルミニウムからなる複合材料によって形成された基板と、その少なくとも一表面の基板表面にアルマイト層が形成されていることを特徴とする放熱用材料が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００８－２５５４１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記の特許文献１で開示されている方法では、軽金属（Ａｌ、Ｍｇ）からなる部材の表面に金属酸化物被膜を形成して赤外線の放射性

能を付与することは可能であるが、電気電子機器の導電部材として多用される銅などの重金属の表面に金属酸化物被膜を形成して赤外線の放射性能を付与することは困難であった。

[0008] 本開示は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、基材の導電率を低下させることなく、基材とコーティング層の密着性に優れ、かつ放射率が高い放熱部材、放熱部材の製造方法および真空バルブを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] また、本開示の放熱部材は、

銅を主成分とする基材と、前記基材の表面を覆うコーティング層を有する放熱部材において、前記コーティング層は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層を有し、前記基材と前記コーティング層との界面に、前記銅に前記金属元素が拡散した拡散層を有し、前記金属元素は、亜鉛または、ニッケルである。

また、本開示の放熱部材は、

銅を主成分とする基材と、前記基材の表面を覆うコーティング層を有する放熱部材において、前記コーティング層は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層を有し、前記基材と前記コーティング層との界面に、前記銅に前記金属元素が拡散した拡散層を有し、

前記コーティング層は、前記基材と、前記セラミック層の間に、前記金属元素からなる金属層を有するものである。

また、本開示の放熱部材の製造方法は、

前記基材に、前記コーティング層としての金属めっき層を形成する工程と、前記金属めっき層を熱処理で酸化させて前記セラミック層を形成する工程とを含むものである。

また、本開示の真空バルブは、

前記放熱部材を少なくとも固定側電極棒及び可動側電極棒のどちらか一方の表面に備えるものである。

発明の効果

[0010] 本開示の放熱部材、放熱部材の製造方法および真空バルブによれば、基材の導電率を低下させることなく、基材とコーティング層の密着性に優れ、かつ放射率が高い放熱部材、放熱部材の製造方法および真空バルブを提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態１に係る放熱部材の断面模式図である。

[図2]実施の形態１に係るコーティング層の他の例を示す断面模式図である。

[図3]実施の形態１に係るコーティング層の結晶の一例を示す断面模式図である。

[図4]実施の形態１に係るコーティング層の結晶の他の例を示す断面模式図である。

[図5]実施の形態１に係る放熱部材の拡散層に形成された合金層を示す断面模式図である。

[図6]実施の形態１に係る合金層の他の例を示す断面模式図である。

[図7]実施の形態１に係るコーティング層に金属層が残存している放熱部材の断面模式図である。

[図8]実施の形態１に係る放熱部材の製造工程を示すフローチャートである。

[図9]実施の形態１に係る放熱部材の実施例１から実施例５の構成を示す図である。

[図10]実施の形態１に係る放熱部材の実施例６から実施例８の構成を示す図である。

[図11]比較例１から比較例３の放熱部材の構成を示す図である。

[図12]実施の形態２に係る真空バルブの断面模式図である。

[図13]実施の形態３に係る放熱部材の実施例９から実施例１３の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態１.

以下、実施の形態１に係る放熱部材および放熱部材の製造方法について図を用いて説明する。なお、以下の説明および図面の中で、各種の「層」について言及、記載するが、それぞれの「層」は、厳密な境界を有するものではない。

図１は、実施の形態１に係る放熱部材１００の断面模式図である。

放熱部材１００は、銅の基材２（以下、単に基材２と称す。）と、コーティング層３と、拡散層４とからなる。

[0013] 放熱部材１００を構成する基材２は、熱伝導性及び電気伝導性に優れ、かつコスト的に有利であることから、銅系の材料が好ましく、例えば、純銅のほかに、黄銅、白銅などの銅合金を用いることが出来る。

[0014] 特に、高い熱伝導性及び電気伝導性が要求される用途では、純銅が好ましく、体積抵抗率は２．５μΩ・ｃｍ以下が好ましく、１．８μΩ・ｃｍ以下がさらに好ましい。さらに、高真空中での使用が想定される場合には、純銅の中でも無酸素銅が好ましい。無酸素銅を使用することで、銅中に溶存した酸素の放出による真空度の低下を防止することが可能となる。

[0015] 一般に、銅の基材にセラミック層であるコーティング層３を形成する方法として、煩雑な真空プロセスが必要なスパッタ、或いは、超高温プロセスが必要な溶射などの方法が知られている。

[0016] しかしながら、これらの方法では、複雑な形状の部材の表面に均一にコーティング層３を形成することが難しく、かつ銅の基材に対する密着性も弱い場合がある。また、樹脂マトリックスにセラミックフィラーを混合した樹脂複合材をコーティングする方法もあるが、銅の基材との密着性が悪く、かつ真空中では樹脂の分解ガスが発生するため、真空中で使用する放熱部材に適用出来ないというデメリットがある。

[0017] そこで、本実施の形態１の放熱部材１００では、基材２の表面に、金属元素からなるめっき被膜を形成し、めっき被膜を空気中で酸化させることで、基材２に簡便にセラミックのコーティング層３を形成している。その際、銅よりもイオン化傾向の大きい金属元素からなるめっき被膜を用いることで、

空気中で酸化させた場合に、めっき被膜のみが酸化し、基材２は酸化されず、基材２の熱伝導率および電気伝導率がともに低下しないという効果も得られる。なお、本明細書では、コーティング層３は、基材２に施したメッキ皮膜の部分を指し、コーティング層３の中で酸化された部分を特にセラミック層と称する。コーティング層３の全てがセラミック層となる場合もあるし、後述するようにコーティング層３の一部がセラミック層となる場合もある。

[0018] また、コーティング層３と基材２の間に金属元素が相互に拡散した拡散層４を形成することで、基材２とコーティング層３の密着性が強固になっている。そのため、本実施の形態１の放熱部材１００は、基材２の導電率を低下させることなく、コーティング層３の密着性に優れ、かつ放射率が高い、放熱性に優れたものとなる。

[0019] 放熱部材１００を構成するコーティング層３は、放熱部材１００において赤外線の放射性能を向上させる役割を担っている。そのため、放射率が高い材料からなるセラミック材料からなることが好ましい。さらに、基材２にコーティング層３を形成するプロセスの一つの工程である酸化処理工程において、基材２の酸化を防止する観点から、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物であることが好ましい。そこで、例えば、酸化亜鉛、シリカ、酸化ニッケルなどのセラミック材料を用いる。

[0020] 特に、放熱性能を重視した放熱部材１００に適用する場合には、さらに放射性能の高い酸化亜鉛が好適である。酸化亜鉛を用いることで、さらに放熱性能の高い放熱部材を得ることが出来る。また、高真空中での放熱部材の使用を想定した場合、或いは、放熱部材を真空ロウ付けなどの高真空下での熱処理プロセスを経て使用する場合には、真空中での金属元素の蒸発を防止する観点から、蒸気圧の低いニッケルを用いた酸化ニッケルが好適となる。

[0021] 酸化ニッケルを用いることで、放熱性が高く、かつ真空中での金属成分の蒸発が発生しない信頼性の高い放熱部材を得ることが出来る。

図２は、コーティング層３の他の例を示す断面模式図である。

図２に示すように、コーティング層３を材質の異なる２種類のセラミック材

料によってコーティング層３Ａ（第１コーティング層）、コーティング層３Ｂ（第２コーティング層）の積層構造にしても良い。コーティング層３を２層の積層構造にすることで、基材２側の下層に、上層のコーティング層３Ｂよりも基材２の熱膨張率に近いコーティング層３Ａを形成し、上層にコーティング層３Ａよりも放射率の高いコーティング層３Ｂを形成することが出来る。

[0022] これによって、さらに基材２に対する密着性に優れ、さらに放射性能の高いコーティング層３を形成することができる。本実施の形態の放熱部材のコーティング層３であるセラミック層は、結晶質であることがさらに好ましい。

[0023] コーティング層３として、結晶質のセラミック層を用いることで、セラミック層内部の熱伝導率が高くなり、放射を担うセラミック層に熱が効率的に伝熱するため、放射性能が向上し易い。ここで、セラミック層の結晶状態は、Ｘ線回折によって確認することが出来る。Ｘ線回折パターンに結晶構造に起因する回折ピークが見られた場合を結晶質、ハローパターンのみが見られた場合を非晶質として確認することが出来る。

[0024] また、コーティング層３の厚みは、０．５μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましく、１μｍ以上１０μｍ以下であることがさらに好ましい。厚みが０．５μｍ未満であると、十分な放射性能が得られない場合がある。一方、膜厚が２０μｍを超えると、セラミック層が脆くなり、長期使用において剥がれなどの不具合が発生する場合がある。

[0025] 図３は、コーティング層３の結晶粒子６の一例を示す断面模式図である。図４は、コーティング層３の結晶粒子６の他の例を示す断面模式図である。コーティング層３であるセラミック層の形態は、放射性能を阻害しない範囲で、図３のように結晶粒子６の多結晶体からなる緻密な膜でも良いし、図４に示すような結晶粒子６間に空隙７（マイクロポア）を多く含むポーラスな膜でも良い。基材２との密着性の観点から、セラミック層の材質に応じて使い分けると良い。基材２との熱膨張率の差異が大きいセラミック層を用いる

場合には、密着性を阻害する要因となる熱応力を緩和する目的で、ポーラスなセラミック層が好ましい。

[0026] 例えば、コーティング層３であるセラミック層に熱膨張率の小さい酸化亜鉛を用いる場合には、ポーラスなセラミック層にすることで、セラミック層の見かけの弾性率が下がり、基材２とセラミック層の熱膨張差による熱応力が発生しにくくなる。そのため、基材２との密着性をさらに強固にすることが可能となる。

[0027] 一方、基材２との熱膨張率の差異が小さい酸化ニッケルをセラミック層に用いる場合には、ポーラスなセラミック層にしなくても、基材２との界面に発生する熱応力が小さく、剥がれの要因となる可能性が少ない。

[0028] そのため、セラミック層自体の強度が高い緻密なセラミック層を選択することが、コーティング層３の機械的な強度を向上させる観点から好ましい。

[0029] 基材２とコーティング層３の界面には、コーティング層３を構成する金属元素の酸化物の金属成分が拡散した拡散層４が形成されている。拡散層４にＮｉとＣｕとＯの三元系の金属酸化物を形成しても良い。拡散層４を形成することで、化学的な効果によって、基材２とコーティング層３の密着性が向上する。

[0030] 図５は、放熱部材１００の拡散層４に形成された合金層８を示す断面模式図である。

図６は、合金層８の他の例を示す断面模式図である。

さらに基材２とコーティング層３の密着性を向上させる観点から、拡散層４には、銅と、コーティング層３を構成する金属元素の酸化物の金属成分との合金層８が形成されていることがさらに好ましい。合金層８が形成されることで、より強固な化学的な密着力が得られる。このとき、合金層８は、基材２とコーティング層３の界面に、均一な厚みの連続膜で形成されていなくてもよく、部分的に形成されていても良い。

[0031] 例として、酸化物層に酸化ニッケルを用いた場合の合金層８は、Ｃｕ－Ｎｉ合金である。ＣｕとＮｉは、全率固溶するため、Ｃｕ－Ｎｉ合金における

ＣｕとＮｉの比率は、任意の比率を取ることが出来る。さらに、Ｃｕ－Ｎｉ合金におけるＣｕとＮｉの比率は、単一の比率だけでなく、図６に示すように、上層の合金層８ａから基材２側の合金層８ｂ、合金層８ｃへと、銅比率が次第に高くなるようにグラデーションが付いていても良い。このようにグラデーションを付けた場合には、合金層８全体の熱膨張率にもグラデーションが付くため、熱応力緩和のバッファ層の役目を果たし、基材２とコーティング層３の密着性向上にさらに寄与する効果が得られる。また、コーティング層３に酸化亜鉛を用いた場合の合金層は、Ｃｕ－Ｚｎ合金である。

[0032] 図７は、コーティング層３に金属層５が残存している放熱部材１００の断面模式図である。

図７に示すように、放熱部材１００は、コーティング層３を構成する酸化物層であるセラミック層３Ｓと基材２との間に、コーティング層３の金属成分と同一の金属成分からなる金属層５が残存して形成されていることがさらに好ましい。金属層５は、コーティング層３を形成するためにメッキ処理した金属の下層部分が、酸化処理時に酸化せずに残存した部分である。

[0033] 酸化していない金属層５を残すことで、基材２と、セラミック層３Ｓのそれぞれの熱膨張率の中間の熱膨張率を有する金属層５がコーティング層３の下層に残存することになり、基材２とコーティング層３の熱膨張率差による熱応力を緩和する効果が得られ、基材２と金属層５との密着性がさらに向上する。例として、コーティング層３としての酸化物層に酸化ニッケルを用いた場合の金属層は、ニッケル層である。

[0034] また、コーティング層３としてのセラミック層３Ｓに酸化亜鉛を用いた場合の金属層５は、亜鉛層である。なお、基材２とセラミック層３Ｓとの間に上記の金属層５を形成した放熱部材１００を、高真空中で使用する場合、或いは真空ロウ付けなどの高真空下での熱処理プロセスを経て使用する場合には、金属層５の蒸発を防止するため、銅よりも蒸気圧の低いニッケル層が好ましい。金属層５の厚みは、特に制限されないが、製造性の観点から１μｍ以上１０μｍ以下が好ましい。

[0035] 次に、本実施の形態の放熱部材１００の製造方法の一例ついて説明する。図８は、放熱部材１００の製造工程を示すフローチャートである。

まず、銅を所望の形状および寸法に加工し、基材２を作製する（ステップＳ０１）。基材２の形状は、板状、円柱状、フィン形状など、放熱部材としての機能を果たせる形状であれば良い。

[0036] 基材２の寸法は、後の工程で形成するコーティング層３の厚みを考慮して決定する。また、寸法公差が厳しい放熱部材１００を作製する場合には、基材２を他の金属でコーティングした後に、寸法の微調整として表面研磨を施しても良い。表面研削処理を施すことで、表面の平滑性および寸法精度を向上させることが可能となる。基材２の材質は、銅系の材料が好ましく、例えば、純銅のほかに、黄銅、白銅などの銅合金を用いることが出来る。

[0037] 特に、高い熱伝導性及び電気伝導性が要求される用途では、純銅が好ましく、体積抵抗率は２．５μΩ・ｃｍ以下が好ましく、１．８μΩ・ｃｍ以下がさらに好ましい。さらに、高真空中での使用が想定される場合には、純銅の中でも無酸素銅が好ましい。

[0038] 次に、基材２の表面にめっき処理を施し、めっき層を形成する（ステップＳ０２）。基材２の表面に形成するめっき被膜は、基材２の酸化を防止する観点から、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素であることが好ましく、例えば、亜鉛、シリカ、ニッケルなどを用いることが出来る。銅よりもイオン化傾向の大きい金属元素からなるめっき被膜を用いることで、空気中で酸化させた場合に、めっき被膜のみが酸化し、基材２は酸化されず、基材２の熱伝導率および電気伝導率がともに低下しない効果も得られる。

[0039] めっき処理は、公知の方法を用いればよく、無電解めっき法、或いは電解めっき法を用いることが出来る。基材２とめっき層の密着性の観点からは、電界めっき法を用いることが、さらに好ましい。また、めっき処理工程の前処理については、選択しためっきの種類に応じた脱脂処理、酸洗浄、水洗などの公知の方法で実施すれば良い。例えば、電界ニッケルめっきでは、ワット浴、或いはスルファミン酸浴を用いためっき処理法を用いることが出来る

が、コスト的な観点からは、ワット浴を用いためっき処理が好ましい。

[0040] めっき層は、１回のめっき処理で形成しても良いし、複数回のめっき処理で形成しても良い。さらに、図２に示すように、コーティング層３を、材質の異なるセラミック層の積層構造にて形成するために、材質の異なるめっき被膜の積層構造にしても良い。電解めっき処理におけるめっき層の厚みは、印加する電界強度、処理液への浸漬時間などの条件で適宜調整すればよく、厚み１μｍ以上３０μｍ以下が好ましく、２μｍ以上２０μｍ以下がさらに好ましい。

[0041] 厚みが１μｍ未満であると、厚みのバラツキによって極端にめっき層が薄い箇所が発生する恐れがある。また、３０μｍを超えると、めっき層が剥がれ易くなる場合がある。

次に、めっき層を空気中で熱処理し、酸化処理することでコーティング層３（セラミック層３Ｓ）を形成する（ステップＳ０３）。

[0042] 熱処理の方法は、酸素がある状況でめっき層を酸化できればよく、バッチ式電気炉、ベルト式電気炉などを用いることが出来る。酸化処理の温度は、選択しためっき被膜の種類によって、適宜選択すればよく、金属の酸化還元温度の指標であるエリンガム図を参考に決定することも出来る。

[0043] 例えば、亜鉛めっきを選択した場合には、４００℃以上６００℃以下での酸化処理が好ましく、４５０℃以上５５０℃以下がさらに好ましい。さらに、ニッケルめっきを選択した場合には、６００以上８５０℃以下が好ましく、６５０℃以上７５０℃以下がさらに好ましい。また、めっき層を酸化して形成するセラミック層の厚みは、０．５μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましく、１μｍ以上１０μｍ以下であることがさらに好ましい。セラミック層の厚みの調整は、酸化処理の温度と時間によって、適宜調整することが出来る。

[0044] また、基材２とセラミック層３Ｓとの間の金属層５は、めっき層を完全に酸化させないような熱処理条件を選択することで形成することができる。また、拡散層４は、酸化処理の際に、基材２とめっき層の界面付近に、基材２

の金属元素と、めっき層の金属元素が相互に拡散することで形成される。さらに、熱処理の条件によっては、相互に拡散した金属元素が化学反応することで、拡散層４の中に、合金層８を形成することもできる。

[0045] 次に、実施例および比較例によって、放熱部材１００の詳細を説明するが、これらによって本開示が限定されるものではない。

図９は、放熱部材１００の実施例１から実施例５の構成を示す図である。

図１０は、放熱部材１００の実施例６から実施例８の構成を示す図である。

図１１は、比較例１から比較例３の放熱部材の構成を示す図である。

各図に放熱部材の構成として、基材、コーティング層、拡散層の有無、合金層の有無、金属層の有無を示し、性能評価結果として、実施例１に対する相対評価を示している。

[0046] ［実施例１］

無酸素銅（Ｃ１０２０）の板材（５０ｍｍ×５０ｍｍ×５ｍｍ）を基材２として準備し、基材２の表面に電界めっきでニッケルめっき層を厚み０．３μｍになるように形成した。

次に、バッチ式の電気炉を用いて、空気中で７００℃で４０分、熱処理することで、めっき層を酸化し、厚み０．３μｍのコーティング層３（全てセラミック層）と合金層８を有する評価用の放熱部材１００を得た。

[0047] ［実施例２］

ニッケルめっき層を厚み３μｍになるように形成したことと、空気中で７００℃で９時間、熱処理したこと、および厚み３μｍのコーティング層３（全てセラミック層）を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0048] ［実施例３］

ニッケルめっき層を厚み１８μｍになるように形成したことと、空気中で８００℃で１３時間、熱処理したこと、および厚み１８μｍのコーティング層３（全てセラミック層）を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0049] ［実施例４］

ニッケルめっき層を厚み２５μｍになるように形成したことと、空気中で

８００℃で１８時間、熱処理したこと、および厚み２５μｍのコーティング層３（全てセラミック層）を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0050] ［実施例５］

ニッケルめっき層を厚み３μｍになるように形成したことと、空気中で５００℃で４時間、熱処理したこと、および厚み１．５μｍのセラミック層３Ｓと厚み１．５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0051] ［実施例６］

ニッケルめっき層を厚み８μｍになるように形成したことと、空気中で７００℃で７．５時間、熱処理したこと、および厚み２．５μｍのセラミック層３Ｓと厚み５．５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0052] ［実施例７］

無酸素銅（Ｃ１０２０）の板材（５０ｍｍ×５０ｍｍ×５ｍｍ）を基材２として準備し、基材２の表面に電界めっきで亜鉛めっき層を厚み３μｍになるように形成した。

次に、バッチ式の電気炉を用いて、空気中で５００℃で１２時間、熱処理することで、めっき層を酸化し、厚み３μｍのコーティング層３（全てセラミック層）と拡散層４と合金層８を有する評価用の放熱部材１００を得た。

[0053] ［実施例８］

亜鉛めっき層を厚み６μｍになるように形成したことと、空気中で５００℃で７時間、熱処理したこと、および厚み２μｍのセラミック層３Ｓと厚み４μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例７と同様にした。

[0054] ［比較例１］

無酸素銅（Ｃ１０２０）の板材（５０ｍｍ×５０ｍｍ×５ｍｍ）を基材２として準備し、表面にコーティング層を形成せずに、評価用の放熱部材を得た。

[0055] ［比較例２］

無酸素銅（Ｃ１０２０）の板材（５０ｍｍ×５０ｍｍ×５ｍｍ）を基材２として準備し、表面にめっき処理をせずに、バッチ式の電気炉を用いて、空気中で５００℃で１２時間、熱処理することで評価用の放熱部材を得た。

[0056] ［比較例３］

無酸素銅（Ｃ１０２０）の板材（５０ｍｍ×５０ｍｍ×５ｍｍ）を基材２として準備し、表面にスパッタ法を用いて、酸化ニッケルターゲットをスパッタすることで、厚み２μｍのコーティング層を有する評価用の放熱部材を得た。

[0057] 次に、上記の実施例及び比較例で得られた放熱部材について以下の評価を行った。

（１）放射率

上述の実施例１～８及び比較例１～３で得られた放熱部材について、放熱性の指標として、表面の放射率を放射率測定装置を用いて測定した。

この放射率の結果は、実施例１の放熱部材１００で得られた放射率を基準とする各実施例又は各比較例の放熱部材で得られた放射率の相対値（［各実施例又は各比較例の放熱部材で得られた放射率］／［実施例１の放熱部材で得られた放射率］の値）として図９に示した。

[0058] （２）サイカス強度

上述の実施例１～８及び比較例１～３で得られた放熱部材について、密着性の指標として、コーティング層３のサイカス強度を測定した。このサイカス強度の結果は、実施例１の放熱部材で得られたサイカス強度を基準とする各実施例又は各比較例の放熱部材で得られたサイカス強度の相対値（［各実施例又は各比較例の放熱部材で得られたサイカス強度］／［実施例１の放熱部材で得られたサイカス強度］の値）として図９～図１１に示した。

[0059] （３）基材２の体積抵抗率

上述の実施例１～８及び比較例１～３で得られた放熱部材について、四端子法を用いて、基材２の体積抵抗率を評価した。得られた体積抵抗率の値が

、未処理の無酸素銅の体積抵抗率（１．６５μΩ・ｃｍ）と同等の場合は〇、１０％以上増加した場合は×とした。

[0060] （４）真空中での金属成分の蒸発

上述の実施例１～８及び比較例１～３で得られた放熱部材について、真空加熱炉を用いて、ロウ付け条件を模擬した高真空中（１０－３Ｐａ）での熱処理（８００℃）を実施し、金属成分の蒸発の有無を調べた。蒸発の有無は、熱処理前後での断面のＥＰＭＡ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｐｒｏｂｅ　Ｍｉｃｒｏ　Ａｎａｌｙｚｅｒ）分析および表面のＸＲＤ（Ｘ－ｒａｙ　Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ）分析によって、金属層の元素分布およびＸＲＤパターンに変化が無い場合を蒸発無し、変化がある場合を蒸発有りとして評価した。

[0061] 図９、図１０に示すように、実施例１～８の放熱部材１００は、基材２よりもイオン化傾向が大きいニッケルおよび亜鉛を用いていることから、基材２の体積抵抗率が良好である。また、放射率の比が大きく、サイカス強度の比も大きいため、放熱性と密着強度が良好であることが分かる。

[0062] 一方、コーティング層なしの比較例１では、放熱性が非常に低いことが分かる。また、基材２の表面をそのまま酸化処理した比較例２は、基材２の表面に生成した酸化銅の膜が剥がれており、コーティングになっていない。

[0063] そのため、放熱性も向上していなかった。さらに、基材２の表面に、スパッタ法で酸化ニッケルをコーティングした比較例３は、基材２に拡散層が無く、化学的な密着力が無いことから、密着性が非常に低いことが分かる。

[0064] さらに、実施例１～４と実施例５とを比較すると、コーティング層３の酸化ニッケルが結晶質である方が、さらに放熱性が良好であることが分かる。また、実施例１～４と実施例６とを比較すると、セラミック層３Ｓと基材２との間に、熱膨張差を緩和する厚い金属層５を有している実施例６の方が、コーティング層３と基材２との密着性がさらに良好であることが分かる。

[0065] コーティング層３の材質の違いに着目すると、酸化ニッケルよりも、酸化亜鉛の方が、放熱性がさらに良好である。しかしながら、真空中での金属成分の蒸発の有無に着目すると、金属層５を有する実施例６と実施例８との比

較から、実施例６の酸化ニッケルは、真空中での金属成分の蒸発が無く、高真空中での使用に適している。一方、実施例８の酸化亜鉛は、真空中での金属成分の蒸発が有り、高真空中での使用に適していないことが分かる。

[0066] 実施の形態１に係る放熱部材１００によれば、
銅を主成分とする基材と、前記基材の表面を覆うコーティング層を有する放熱部材において、前記コーティング層は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層を有し、前記基材と前記コーティング層との界面に、前記銅に前記金属元素が拡散した拡散層を有し、前記金属元素は、亜鉛または、ニッケルであるので、基材２の導電率を低下させることなく、基材２とコーティング層３の密着性に優れ、かつ放射率が高い放熱部材を得ることが出来る。また、基材２の酸化を防止できる。

[0067] また、銅を主成分とする基材と、前記基材の表面を覆うコーティング層を有する放熱部材において、前記コーティング層は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層を有し、前記基材と前記コーティング層との界面に、前記銅に前記金属元素が拡散した拡散層を有し、前記コーティング層は、前記基材と、前記セラミック層の間に、前記金属元素からなる金属層を有するものなので、コーティング層３の中の基材２側に酸化していない金属層５を残すことで、基材２と、コーティング層３のそれぞれの熱膨張率の中間の熱膨張率を有する金属層５が存在することになり、基材２とコーティング層３の熱膨張率差による熱応力を緩和する効果が得られる。

[0068] また、前記拡散層の中に銅と前記金属元素からなる合金層を有するので、コーティング層３と基材２のさらに強固な化学的な密着力が得られる。

[0069] また、前記金属元素は、銅よりも蒸気圧が低い金属元素であるので、真空バルブなど真空中での金属元素の蒸発を防止できる。

[0070] また、前記セラミック層の厚みは、０．５μｍ以上２０μｍ以下であるので、放熱部材１００の放射性能と耐久性を両立できる。

[0071] また、前記基材の体積抵抗率は、２．５μΩ・ｃｍ以下であるので、高い

熱伝導性及び電気伝導性が要求される用途に利用できる。

[0072] また、前記金属元素の酸化物は、結晶質であるので、放熱性の高いセラミック層を形成できる。

[0073] また、前記コーティング層は、２層からなり、前記基材側の第１コーティング層の熱膨張率は、上層の第２コーティング層の熱膨張率よりも前記基材の熱膨張率に近いので、さらに基材２に対する密着性に優れたコーティング層３を形成できる。

[0074] また、前記第２コーティング層の放射率は、前記第１コーティング層の放射率よりも高いので、さらに放射性能の高いコーティング層３を形成できる。

[0075] また、実施の形態１に係る放熱部材１００の製造方法によれば、
前記基材に、前記コーティング層としての金属めっき層を形成する工程と、前記金属めっき層を熱処理で酸化させて前記セラミック層を形成する工程とを含むので、用途に合わせて最適な厚みのセラミック層３Ｓ、金属層５、合金層８を形成できる。

[0076] 実施の形態２.

以下、実施の形態２に係る真空バルブについて図を用いて説明する。
図１２は、真空バルブ５０の断面模式図である。
真空バルブ５０は、絶縁筒５１、固定側端板５２、可動側端板５３、固定側電極棒５４、可動側電極棒５５、ベローズ５６、固定側接点５７、可動側接点５８、コーティング層５９を備えている。筐体である真空容器５０Ａは、円筒状の絶縁筒５１と、絶縁筒５１の両端部にろう付けによって固着された固定側端板５２及び可動側端板５３とを含む。絶縁筒５１の中間部には、金属製のアークシールド５１Ａが配置されている。

[0077] 固定側電極棒５４は、固定側端板５２を貫通して設けられ、ろう付けによって固定側端板５２に取り付けられている。また、可動側電極棒５５は、可動側端板５３を貫通し、ベローズ５６を介してろう付けによって可動側端板５３に接合され、軸方向Ｚに自在に移動できるように設けられている。

[0078] 固定側電極棒５４の可動側電極棒５５側の端部には、固定側接点５７がろう付けによって接合されている。また、可動側電極棒５５の固定側電極棒５４側の端部には、可動側接点５８がろう付けによって接合されている。

[0079] そして、可動側電極棒５５の真空容器５０Ａ外の端部には駆動装置（図示省略）が取り付けられ可動側電極棒５５が駆動されると、ベローズ５６が伸縮することによって、真空容器の内部を真空状態に保った状態で可動側接点５８と固定側接点５７とが開閉する。

[0080] 真空バルブ５０は、図１２に示すように接点が閉じて通電すると、真空容器内部の固定側電極棒５４、可動側電極棒５５、固定側接点５７、及び可動側接点５８が発熱部となる。

[0081] 実施の形態２における真空バルブ５０の固定側電極棒５４と可動側電極棒５５とは、表面にコーティング層５９を備えており、真空中で放射によって熱を逃がす実施の形態１で説明した放熱部材１００の役割も果たしており、放熱部材１００の構成を組み込んだものとなっている。このように、真空バルブ５０は、放熱性能に優れたものとなる。

なお、真空バルブ５０の固定側電極棒５４と可動側電極棒５５とは、表面にコーティング層２９を備えているものを説明したが、コーティング層５９は、少なくとも固定側電極棒５４と可動側電極棒５５とのどちらか一方の表面にあればよい。

[0082] 実施の形態２に係る真空バルブ５０によれば、
前記放熱部材を表面に備えた固定側電極棒及び可動側電極棒を備えるので、放熱性能および耐久性能に優れた真空バルブを提供できる。

[0083] 実施の形態３.

以下、実施の形態３に係る放熱部材および放熱部材の製造方法について説明する。なお、以下に記載した構成以外の部分については、実施の形態１と同様の構成が有効に成り立つ。

本実施の形態の放熱部材１００を構成する基材２は、熱伝導性及び電気伝導性に優れ、かつコスト的に有利であることから、銅系の材料が好ましく、

例えば、純銅のほかに、黄銅、白銅などの銅合金を用いることが出来る。

[0084] 特に、高い熱伝導性及び電気伝導性が要求される用途では、純銅が好ましく、体積抵抗率は２．５μΩ・ｃｍ以下が好ましく、１．８μΩ・ｃｍ以下がさらに好ましい。さらに、高真空中での使用が想定される場合には、純銅の中でも無酸素銅が好ましい。無酸素銅を使用することで、銅中に溶存した酸素の放出による真空度の低下を防止することが可能となる。

[0085] 本実施の形態３の放熱部材１００では、基材２の表面に、銅よりもイオン化傾向の大きい金属元素であるニッケルからなるめっき被膜を形成し、めっき被膜を空気中で酸化させることで、基材２に簡便にセラミックのコーティング層を形成している。一般に、ニッケルめっきに使用されるめっき液には硫黄成分が含まれるため、ニッケルめっき皮膜中には硫黄成分を含有している。ニッケル皮膜中に含まれる硫黄成分は、ニッケル皮膜の酸化還元電位に影響し、硫黄成分を多く含有している場合には、ニッケル皮膜が非常に酸化しやすくなる。

[0086] そのため、ニッケルめっき皮膜を空気中で酸化させる際に、急激に酸化反応が起こり、基材２とコーティング層３を構成するセラミック層３Ｓとの密着性が低下する場合がある。そのため、本実施の形態３の放熱部材１００では、比較的に硫黄含有量の少ないニッケルめっき皮膜を使用することで、急激な酸化反応を抑制し、かつ酸化後のコーティング層３の硫黄含有量も少なくすることが好ましい。

[0087] 具体的には、本実施の形態３のコーティング層３の硫黄成分の含有量は、１０００ｐｐｍ以下にすることが好ましい。また、６００ｐｐｍ以下がさらに好ましく、さらに４００ｐｐｍ以下が好ましく、２００ｐｐｍ以下が最も好ましい。

[0088] 本実施形態３の放熱部材１００のコーティング層３を構成するセラミック層３Ｓは、平均粒径１μｍ以下の酸化ニッケル粒子から構成されることが好ましく、平均粒径０．５μｍ以下の酸化ニッケル粒子から構成されることがさらに好ましい。酸化ニッケル粒子の粒径を上記のようにすることで、セラ

ミック層３Ｓの強度が増し、さらに基材２から剥がれにくいセラミック層３Ｓになる効果が得られる。

[0089] また、さらに基材２との密着性を向上させる観点から、セラミック層３Ｓには、多数のマイクロポア（上述の空隙７）を有することが好ましい。このとき、マイクロポアの平均サイズは、セラミック層３Ｓを構成する酸化ニッケルの平均粒径と同等以下であることが好ましく、平均サイズ１μｍ以下、さらに好ましくは０．５μｍ以下である。マイクロポアの平均サイズをこのようにすることで、セラミック層３Ｓの強度を低下させずに、基材２との熱膨張差による熱応力を緩和する効果が生まれるため、基材２とセラミック層３Ｓとの密着性が向上する。

[0090] 本実施の形態３の放熱部材１００の拡散層４中には、銅とニッケルの合金層８が形成されていることが好ましく、その際、合金を構成する銅とニッケルの含有比率は、一定範囲内であることが好ましい。具体的には、合金を構成する銅とニッケルの比率が質量部で、４０：６０～６０～４０が好ましく、さらに好ましくは、４５：５５～５５：４５である。このように、銅とニッケルの含有比率が一定範囲内の合金層８を形成することで、合金層８が化学的に安定し、セラミック層３Ｓが厚くなった場合でも、さらに基材２との密着性を向上できる。

[0091] 次に、本実施の形態３の放熱部材１００の製造方法の一例ついて説明する。

本実施の形態３の放熱部材１００の製造方法は、実施の形態１の放熱部材１００の製造方法である図８のフローチャートに準拠しているため、ここでは、異なる部分のみを説明する。

[0092] 基材２の表面にめっき処理を施し、めっき層を形成する（ステップＳ０２）。基材２の表面に形成するめっき被膜は、基材２の酸化を防止する観点から、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素であるニッケルを用いる。ニッケルめっき処理は、基材２とめっき層の密着性の観点からは、電界めっき法を用いることが好ましい。また、めっき処理工程の前処理については、脱脂

処理、酸洗浄、水洗などの公知の方法で実施すれば良い。さらに、電界ニッケルめっきでは、ワット浴、或いはスルファミン酸浴を用いためっき処理法を用いることが出来るが、コスト的な観点からは、ワット浴を用いためっき処理が好ましい。

[0093] 電界ニッケルめっきでは、一般にめっき液に光沢材を添加するが、光沢材の種類によっては、硫黄成分を多量に含有する光沢材が存在し、ニッケルめっき層に硫黄成分が多量に取り込まれる原因となる。硫黄成分は、コーティング層３となるめっき層の腐食の原因となる。そのため、めっき処理後のニッケルめっき層の硫黄成分の含有量を抑える観点から、光沢材は硫黄成分を含有しないものを用いることが好ましい。また、光沢材として、サッカリンなどの硫黄成分を含有する光沢材を使用する必要がある場合には、できるだけ添加量を少なくすることが好ましい。

[0094] また、電界ニッケルめっきでは、めっき処理後にニッケルめっき皮膜中に炭素成分が取り込まれる添加材がある。本実施の形態３の放熱部材１００では、そのような添加材をめっき液に添加して、めっき処理を施すことが好ましい。例えば、ブチンジオールなどの添加材を用いることが好ましい。

[0095] めっき皮膜に炭素成分を含有させることで、酸化処理工程（ステップＳ０３）において、炭素成分が燃焼してガス化して抜ける際に、セラミック層３Ｓを構成する酸化ニッケル粒子の粒成長が抑制され、微細な粒子になりやすい。さらに、炭素成分の燃焼ガスが抜ける際に、セラミック層３Ｓにマイクロポアが生成しやすくなるため、基材２との密着性が更に優れたコーティング層３を形成することができる。

[0096] 以下に具体的な実施例を記載する。

［実施例９］

光沢材であるサッカリンを１ｍＬ／Ｌ添加しためっき液を用いて、ニッケルめっき層を厚み８μｍになるように、基材２に形成したことと、空気中で７００℃で８時間、熱処理したこと、および厚み３μｍのセラミック層３Ｓと厚み５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施

例１と同様にした。

[0097] ［実施例１０］

光沢材であるサッカリンを３ｍＬ／Ｌ添加しためっき液を用いて、ニッケルめっき層を厚み８μｍになるように形成したことと、空気中で７００℃で７．５時間、熱処理したこと、および厚み３μｍのセラミック層３Ｓと厚み５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0098] ［実施例１１］

光沢材であるサッカリンを５ｍＬ／Ｌ添加しためっき液を用いて、ニッケルめっき層を厚み８μｍになるように形成したことと、空気中で７００℃で７．５時間、熱処理したこと、および厚み３μｍのセラミック層３Ｓと厚み５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0099] ［実施例１２］

光沢材であるサッカリンを１５ｍＬ／Ｌ添加しためっき液を用いて、ニッケルめっき層を厚み８μｍになるように形成したことと、空気中で７００℃で７．５時間、熱処理したこと、および厚み３μｍのセラミック層３Ｓと厚み５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0100] ［実施例１３］

光沢材であるサッカリンを２０ｍＬ／Ｌ添加しためっき液を用いて、ニッケルめっき層を厚み８μｍになるように形成したことと、空気中で７００℃で７．５時間、熱処理したこと、および厚み３μｍのセラミック層３Ｓと厚み５μｍの金属層５からなるコーティング層３を有すること以外は実施例１と同様にした。

[0101] 次に、上記の実施例９～１３で得られた放熱部材１００について、実施例１～８および比較例１～３と同様の評価を行った。また、コーティング層３に含有する硫黄成分の含有量をＧＤ－ＯＥＳ（Ｇｌｏｗ Ｄｉｓｃｈａｒｇ

ｅ　Ｏｐｔｉｃａｌ　Ｅｍｉｓｓｉｏｎ　Ｓｐｅｃｔｒｏｍｅｔｒｙ）分析によって分析した。その結果を図１３に示す。

実施例９～１３の放熱部材１００は、酸化ニッケルのセラミック層３Ｓおよび、密着性向上に有効な、拡散層４、合金層８、金属層５を全て有しているため、放熱性と基材２との密着性に優れている。さらに、コーティング層３の硫黄含有量が１０００ｐｐｍ以下である実施例９～１２は、コーティング層３の基材２に対する密着性が更に優れていることが分かる。

[0102] 実施の形態１に係る放熱部材１００によれば、

前記金属元素は、ニッケルであり、前記コーティング層は、硫黄成分の含有量が１０００ｐｐｍ以下であるので、

腐食に強いコーティング層を形成できる。

[0103] また、前記金属元素は、ニッケルであり、

前記セラミック層は、平均粒径１μｍ以下の酸化ニッケル粒子から構成され、かつ平均サイズ１μｍ以下のマイクロポアを有するので、

セラミック層の強度を低下させずに、基材との熱膨張差による熱応力を緩和する効果が生まれる。これによって、基材とセラミック層との密着性が向上する。

[0104] また、前記金属元素は、ニッケルであり、

前記拡散層は、銅とニッケルの含有比率が４０：６０～６０：４０である銅とニッケルの合金層からなるので、

合金層が化学的に安定し、セラミック層が厚くなった場合でも、基材との密着性を向上できる。

[0105] 本開示は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、１つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

従って、例示されていない無数の変形例が、本開示に示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも１つの構成要素を変形する場合、

追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも１つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

[0106] １００　放熱部材、２　基材、３，３Ａ，３Ｂ　コーティング層、３Ｓ　セラミック層、４　拡散層、５　金属層、５０　真空バルブ、５０Ａ　真空容器、６　結晶粒子、７　空隙、５１　絶縁筒、５１Ａ　アークシールド、５２　固定側端板、５３　可動側端板、５４　固定側電極棒、５５　可動側電極棒、５６　ベローズ、５７　固定側接点、５８　可動側接点、５９　コーティング層、８，８ａ，８ｂ，８ｃ　合金層、Ｚ　軸方向。

請求の範囲

[請求項1] 銅を主成分とする基材と、前記基材の表面を覆うコーティング層を有する放熱部材において、前記コーティング層は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層を有し、前記基材と前記コーティング層との界面に、前記銅に前記金属元素が拡散した拡散層を有し、前記金属元素は、亜鉛または、ニッケルである放熱部材。

[請求項2] 銅を主成分とする基材と、前記基材の表面を覆うコーティング層を有する放熱部材において、前記コーティング層は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属元素の酸化物を主成分とするセラミック層を有し、前記基材と前記コーティング層との界面に、前記銅に前記金属元素が拡散した拡散層を有し、

前記コーティング層は、前記基材と、前記セラミック層の間に、前記金属元素からなる金属層を有する放熱部材。

[請求項3] 前記拡散層の中に銅と前記金属元素からなる合金層を有する請求項１又は請求項２に記載の放熱部材。

[請求項4] 前記金属元素は、銅よりも蒸気圧が低い金属元素である請求項２に記載の放熱部材。

[請求項5] 前記セラミック層の厚みは、０．５μｍ以上２０μｍ以下である請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の放熱部材。

[請求項6] 前記基材の体積抵抗率は、２．５μΩ・ｃｍ以下である請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の放熱部材。

[請求項7] 前記金属元素の酸化物は、結晶質である請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の放熱部材。

[請求項8] 前記コーティング層は、２層からなり、前記基材側の第１コーティング層の熱膨張率は、上層の第２コーティング層の熱膨張率よりも前記基材の熱膨張率に近い請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の放熱部材。

[請求項9] 前記第２コーティング層の放射率は、前記第１コーティング層の放射率よりも高い請求項８に記載の放熱部材。

[請求項10] 前記金属元素は、ニッケルであり、
前記コーティング層は、硫黄成分の含有量が１０００ｐｐｍ以下である請求項１から請求項９のいずれか１項に記載の放熱部材。

[請求項11] 前記金属元素は、ニッケルであり、
前記セラミック層は、平均粒径１μｍ以下の酸化ニッケル粒子から構成され、かつ平均サイズ１μｍ以下のマイクロポアを有する請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載の放熱部材。

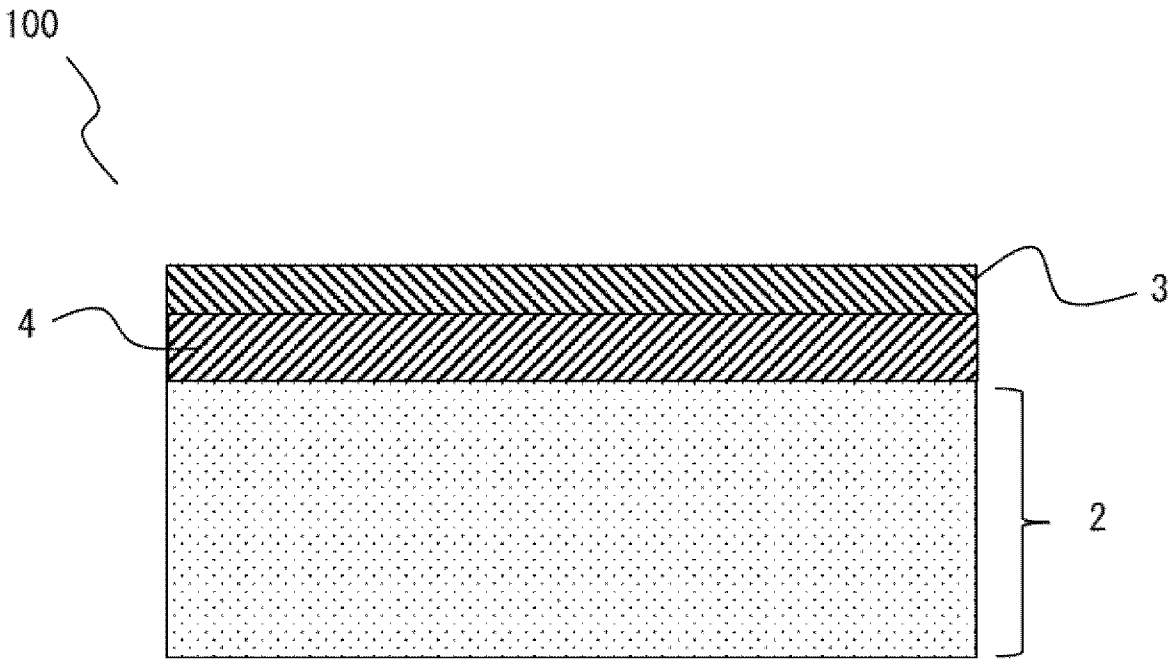
[請求項12] 前記金属元素は、ニッケルであり、
前記拡散層は、銅とニッケルの含有比率が４０：６０～６０：４０である銅とニッケルの合金層からなる請求項１から請求項１１のいずれか１項に記載の放熱部材。

[請求項13] 請求項１から請求項１２のいずれか１項に記載の放熱部材の製造方法であって、
前記基材に、前記コーティング層としての金属めっき層を形成する工程と、前記金属めっき層を熱処理で酸化させて前記セラミック層を形成する工程とを含む放熱部材の製造方法。

[請求項14] 請求項１から請求項１２のいずれか１項に記載の放熱部材を少なくとも固定側電極棒及び可動側電極棒のどちらか一方の表面に備えた真空バルブ。

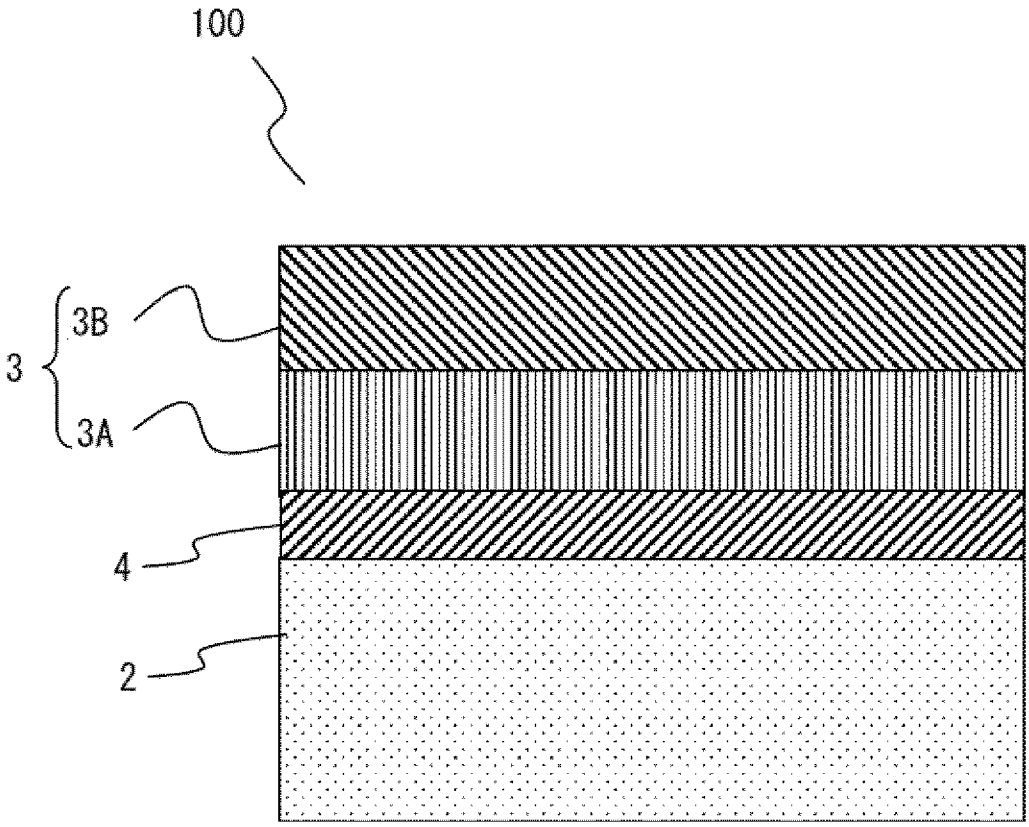
[図1]

図1



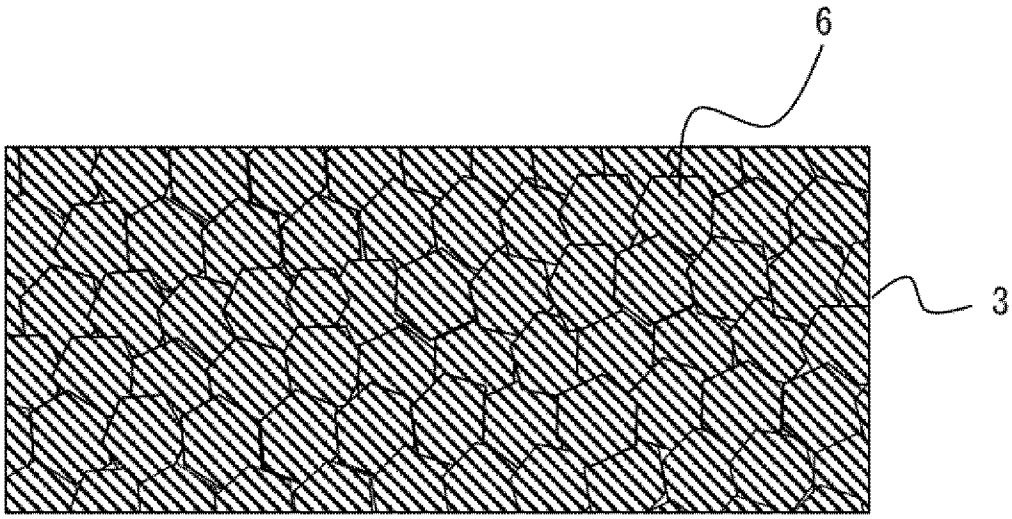
[図2]

図2



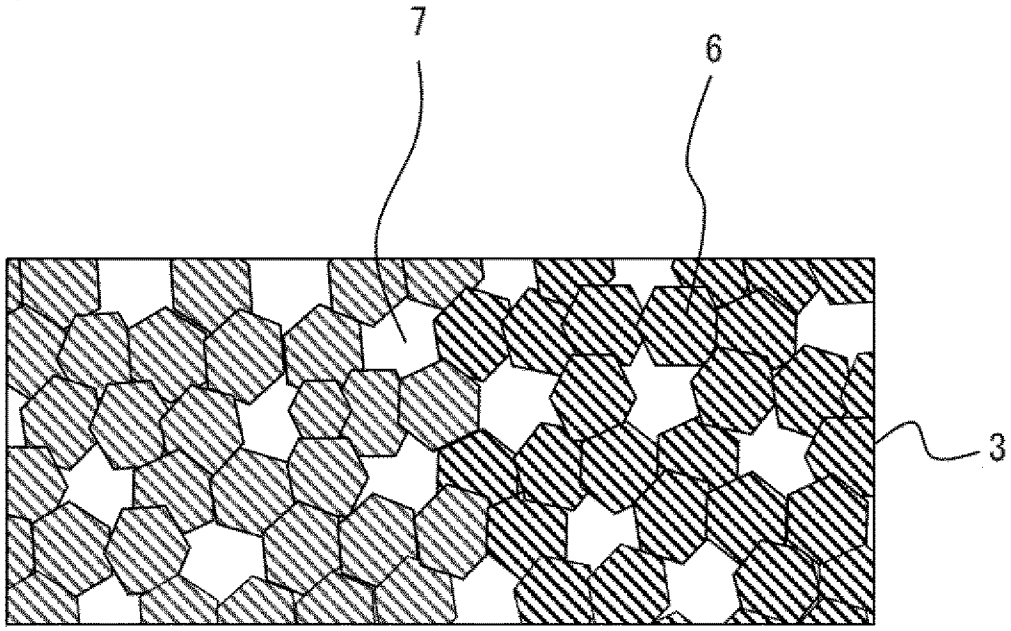
[図3]

図3



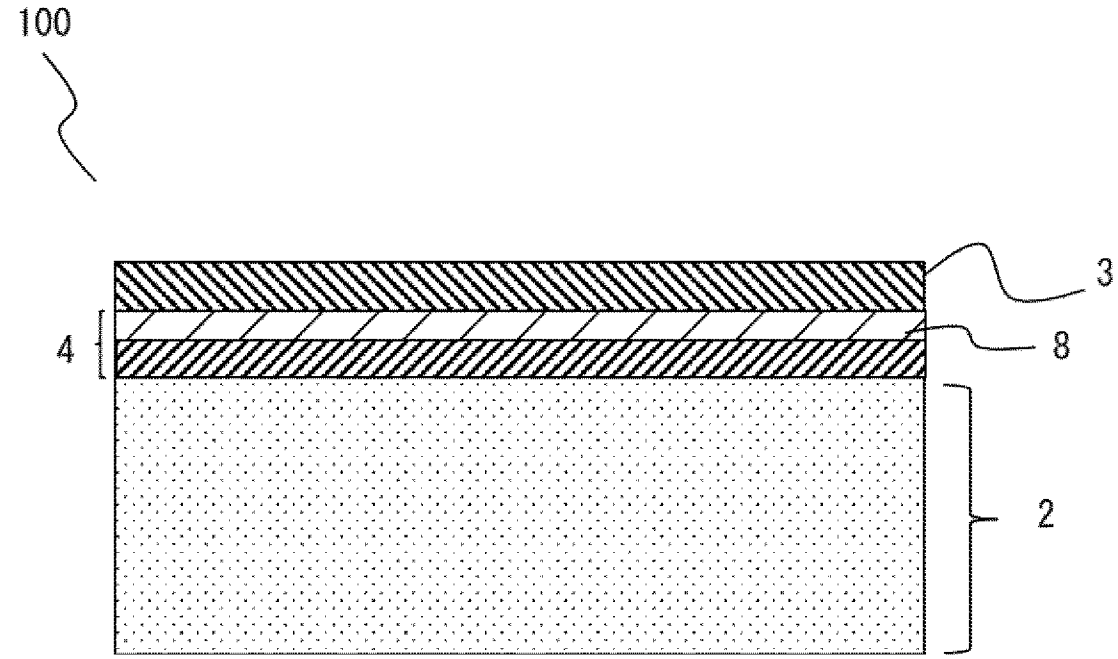
[図4]

図4



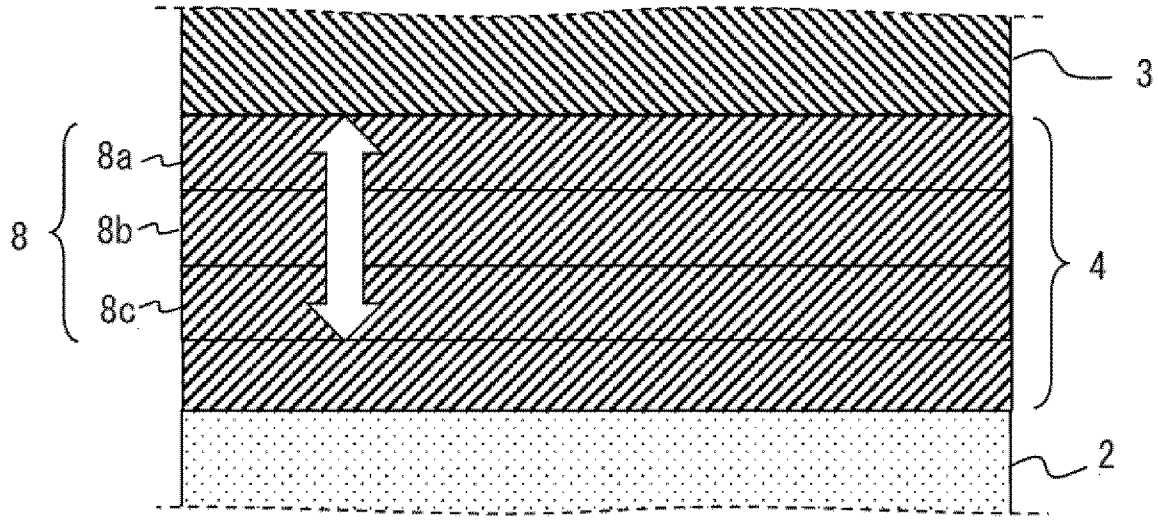
[図5]

図5



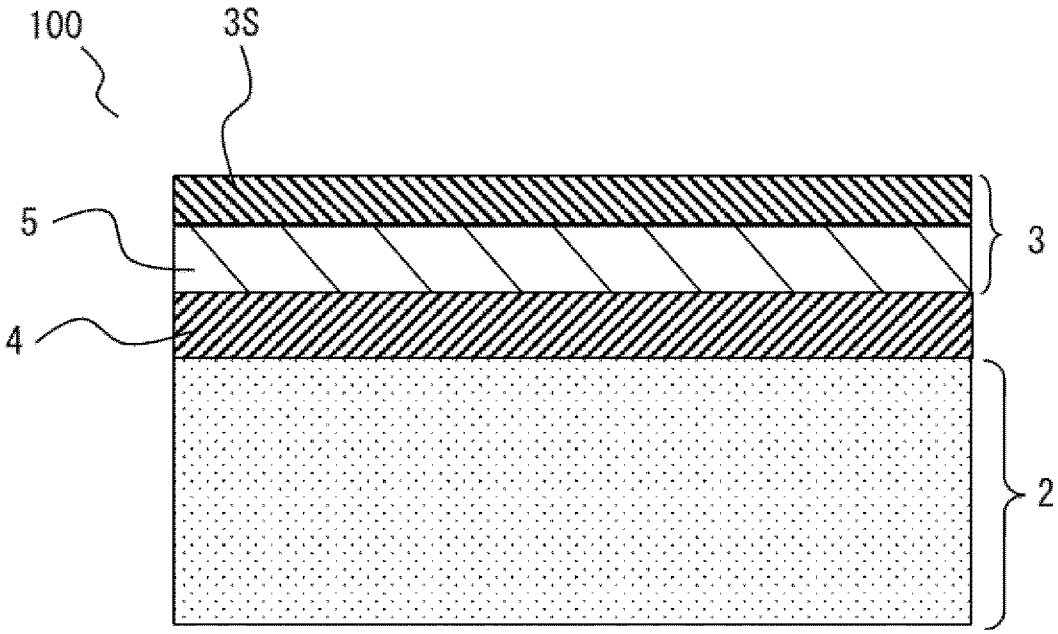
[図6]

図6



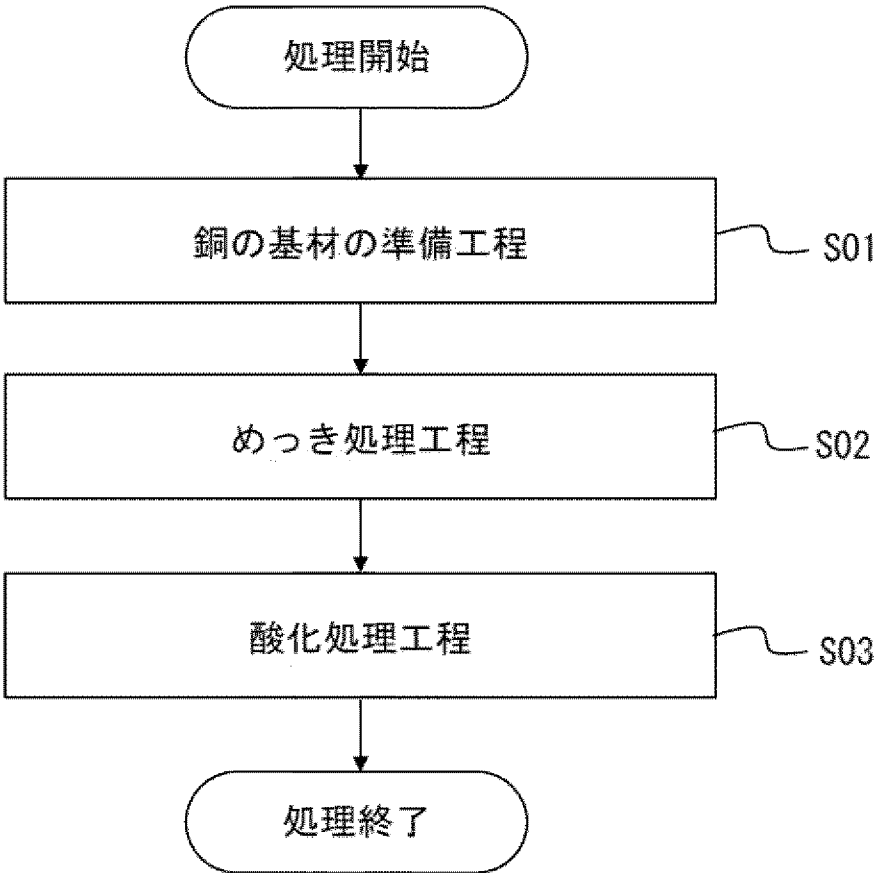
[図7]

図7



[図8]

図8



[図9]

図9

			実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
放熱部材の構成	基材	材質	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅
	コーティング層（セラミック層）	材質	酸化ニッケル	酸化ニッケル	酸化ニッケル	酸化ニッケル	酸化ニッケル
		結晶形態	結晶質	結晶質	結晶質	結晶質	非晶質
		厚み	0.3μm (0.3μm)	3μm (3μm)	18μm (18μm)	25μm (25μm)	3μm (1.5μm)
	拡散層	有無	有	有	有	有	有
	合金層	有無	有	有	有	有	無
	金属層	有無	無	無	無	無	有
性能評価結果	放熱性	放射率の比	1	1.2	1.2	1.2	0.9
	密着性	サイカス強度の比	1	0.9	0.9	0.8	0.8
	その他	基材の体積抵抗率	○	○	○	○	○
		真空中での金属成分の蒸発	無	無	無	無	無

[図10]

			実施例6	実施例7	実施例8
放熱部材の構成	基材	材質	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅
	コーティング層（セラミック層）	材質	酸化ニッケル	酸化亜鉛	酸化亜鉛
		結晶形態	結晶質	結晶質	結晶質
		厚み	8μm（2.5μm）	3μm（3μm）	6μm（2μm）
	拡散層	有無	有	有	有
	合金層	有無	有	有	有
	金属層	有無	有	無	有
性能評価結果	放熱性	放射率の比	1.1	1.4	1.4
	密着性	サイカス強度の比	1.2	0.8	1.1
	その他	基材の体積抵抗率	○	○	○
		真空中での金属成分の蒸発	無	無	有

図10

[図11]

図11

			比較例1	比較例2	比較例3
放熱部材の構成	基材	材質	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅
	コーティング層（セラミック層）	材質	コーティングなし	酸化銅	酸化ニッケル
		結晶形態			結晶質
		厚み			2μm（2μm）
	拡散層	有無			無
	合金層	有無			無
	金属層	有無			無
性能評価結果	放熱性	放射率の比	0.1	0.3	1.1
	密着性	サイカス強度の比	-	剥がれ	0.4
	その他	基材の体積抵抗率	○	×	○
		真空中での金属成分の蒸発	無	無	無

[図12]

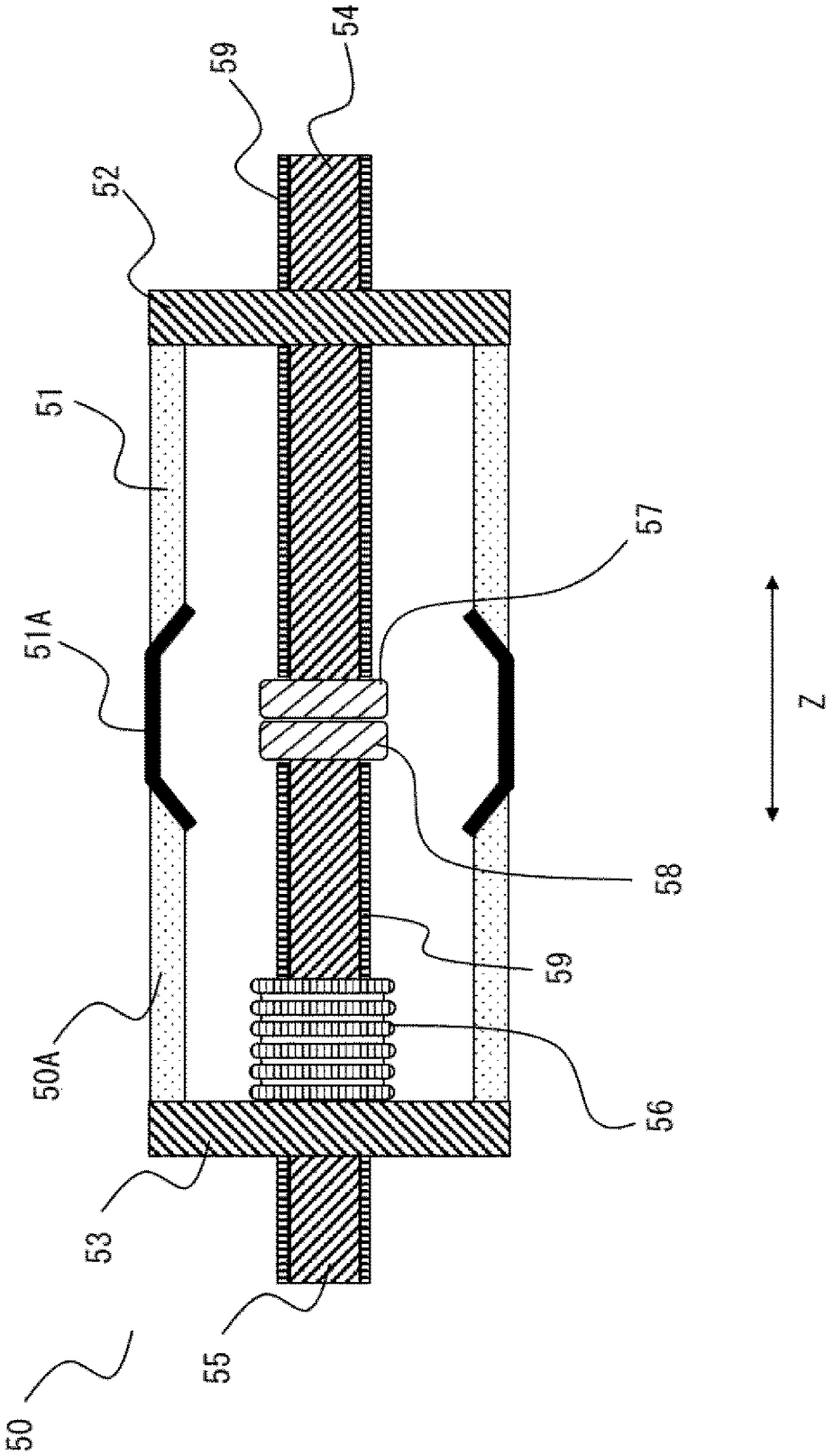


図12

[図13]

			実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13
放熱部材の構成	基材	材質	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅
	コーティング層（セラミック層）	材質	酸化ニッケル	酸化ニッケル	酸化ニッケル	酸化ニッケル	酸化ニッケル
		結晶形態	結晶質	結晶質	結晶質	結晶質	結晶質
		厚み	8μm（3μm）	8μm（3μm）	8μm（3μm）	8μm（3μm）	8μm（3μm）
		硫黄成分含有量	190ppm	400ppm	595ppm	1000ppm	1090ppm
	拡散層	有無	有	有	有	有	有
	合金層	有無	有	有	有	有	有
	金属層	有無	有	有	有	有	有
性能評価結果	放熱性	放射率の比	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	密着性	サイカス強度の比	1.36	1.30	1.27	1.21	1.05
	その他	基材の体積抵抗率	○	○	○	○	○
		真空中での金属成分の蒸発	無	無	無	無	無

図13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/012718

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/373(2006.01)i; ***H01H 1/62***(2006.01)i; ***H01H 9/52***(2006.01)i; ***H01H 33/662***(2006.01)i; ***H05K 7/20***(2006.01)i
FI: H01L23/36 M; H05K7/20 F; H01H1/62; H01H9/52; H01H33/662 J

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)

H01L23/373; H01H1/62; H01H9/52; H01H33/662; H05K7/20

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 6-3086 A (DAIDO STEEL CO., LTD.) 11 January 1994 (1994-01-11) paragraphs [0011]-[0016], fig. 1-4	1-14
A	WO 2021/210048 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 21 October 2021 (2021-10-21) paragraphs [0016]-[0044], fig. 1, 2	1-14
A	JP 2010-140969 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 24 June 2010 (2010-06-24) paragraph [0035]	1-14

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent 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	Date of mailing of the international search report
29 May 2024	**11 June 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/012718

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 6-3086 A	11 January 1994	(Family: none)	
WO 2021/210048 A1	21 October 2021	US 2022/0412533 A1 paragraphs [0025]-[0063], fig. 1, 2 CN 115349158 A	
JP 2010-140969 A	24 June 2010	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/012718

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 23/373(2006.01)i; H01H 1/62(2006.01)i; H01H 9/52(2006.01)i; H01H 33/662(2006.01)i; H05K 7/20(2006.01)i
FI: H01L23/36 M; H05K7/20 F; H01H1/62; H01H9/52; H01H33/662 J

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））

H01L23/373; H01H1/62; H01H9/52; H01H33/662; H05K7/20

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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

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	関連する請求項の番号
A	JP 6-3086 A (大同特殊鋼株式会社) 11.01.1994 (1994-01-11) 段落[0011]-[0016]、図1-4	1-14
A	WO 2021/210048 A1 (三菱電機株式会社) 21.10.2021 (2021-10-21) 段落[0016]-[0044]、図1-2	1-14
A	JP 2010-140969 A (トヨタ自動車株式会社) 24.06.2010 (2010-06-24) 段落[0035]	1-14

☐ 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、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、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抵触するものではなく、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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
29.05.2024	11.06.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
豊島　洋介 5D 9850

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/012718

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6-3086 A	11.01.1994	（ファミリーなし）	
WO 2021/210048 A1	21.10.2021	US 2022/0412533 A1 段落[0025]-[0063]、図1-2 CN 115349158 A	
JP 2010-140969 A	24.06.2010	（ファミリーなし）	