

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4490723号
(P4490723)

(45) 発行日 平成22年6月30日(2010.6.30)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L	23/373	(2006.01)	HO 1 L	23/36	M
B 2 2 D	19/00	(2006.01)	B 2 2 D	19/00	F
B 2 2 D	19/14	(2006.01)	B 2 2 D	19/14	B
CO 4 B	41/89	(2006.01)	CO 4 B	41/89	K
C 2 3 C	18/31	(2006.01)	C 2 3 C	18/31	A

請求項の数 8 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-118762 (P2004-118762)
 (22) 出願日 平成16年4月14日(2004.4.14)
 (65) 公開番号 特開2005-303114 (P2005-303114A)
 (43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)
 審査請求日 平成19年1月10日(2007.1.10)

前置審査

(73) 特許権者 000222842
 東洋炭素株式会社
 大阪府大阪市西淀川区竹島5丁目7番12号
 (74) 代理人 100089196
 弁理士 梶 良之
 (74) 代理人 100104226
 弁理士 須原 誠
 (72) 発明者 伊藤 正之
 香川県三豊郡大野原町中姫2181-2
 東洋炭素株式会社内
 (72) 発明者 松井 隆雄
 香川県三豊郡大野原町中姫2181-2
 東洋炭素株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子機器部品の放熱基板用の金属被覆炭素材料、及び、当該金属被覆炭素材料を用いた放熱基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

黒鉛材料及び黒鉛材料に金属を含浸した炭素基金属複合材料のいずれかである炭素材料に、被覆金属を施すことで形成された金属被覆炭素材料であって、

X軸、Y軸及びZ軸方向の熱伝導率が $160\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、かつ、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の熱伝導率が $240\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であり、

前記被覆金属の層の厚みが $5\sim 50\ \mu\text{m}$ であり、

ヤング率が、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向において 20 GPa 以上であることを特徴とする、電子機器部品の放熱基板用の金属被覆炭素材料。

【請求項2】

前記被覆金属が、ニッケル、銅、若しくは銀、又は、ニッケル、銅、若しくは銀の合金であることを特徴とする請求項1記載の金属被覆炭素材料。

【請求項3】

前記被覆金属の層と前記炭素材料との間に金属からなる中間層を有する構造をもつことを特徴とする請求項1又は2に記載の金属被覆炭素材料。

【請求項4】

前記被覆金属の層の少なくとも1面において、表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さが $1.6\ \mu\text{m}$ 以下、最大高さが $6.3\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の金属被覆炭素材料。

【請求項5】

10

20

前記炭素材料は、X軸、Y軸及びZ軸方向の熱伝導率が $160\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、かつ、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の熱伝導率が $240\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の金属被覆炭素材料。

【請求項6】

前記炭素材料におけるX軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の室温から 1000 までの熱膨張係数が $0.5\times 10^{-6}\sim 10\times 10^{-6}/\text{K}$ であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の金属被覆炭素材料。

【請求項7】

前記炭素材料が、黒鉛材料に金属を含浸した炭素基金属複合材料であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の金属被覆炭素材料。

10

【請求項8】

請求項1～7のいずれかに記載の金属被覆炭素材料を用いたことを特徴とする、電子機器部品の放熱基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器部品（半導体、集積回路等）の放熱基板用の金属被覆炭素材料、及び、当該金属被覆炭素材料を用いた放熱基板に関する。

【背景技術】

【0002】

炭素材料は、熱伝導性に優れ、熱膨張係数が小さい、加工性に優れる、金属に比べて軽いといった特徴を有するため、電子機器部品の放熱基板用材料として、数多くの提案がなされている（例えば、下記特許文献1）。

20

また、代表的な高熱伝導性材料として、熱伝導率 $390\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 程度の銅が挙げられる。しかし銅は、熱膨張係数が $17\times 10^{-6}/\text{K}$ 程度であり、半導体素子あるいはセラミックス等からなる電子回路（電子機器部品）に比べて極めて大きいため、電子機器部品の放熱基板に用いた場合、反りあるいは剥離を生じる。このため、かかる問題を解決する技術として、それらと近い熱膨張係数を有する材料として、モリブデン等と銅の金属複合材料（下記特許文献2）、炭化ケイ素、窒化アルミニウムのセラミックスとアルミニウムの複合材料（下記特許文献3）等が提案されている。

30

また、炭素成形体にアルミニウム、銅、銀または該金属の合金を熔湯鍛造により加圧含浸した、高熱伝導性、低熱膨張性である炭素基金属複合材料（下記特許文献4）が提案されている。

【特許文献1】特開平2-30666号公報

【特許文献2】特開平11-80858号公報

【特許文献3】特開2002-322531号公報

【特許文献4】特開2001-58255号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、特許文献1に係る炭素材料は、金属系材料に比較して機械的強度、剛性が低くて脆く、多孔質材料のため表面平滑性に劣るといった欠点を有する。このため、炭素材料の持つ高熱伝導性、低熱膨張性を生かしつつ、これらの欠点を改善することが急務となっている。また、近年、電子機器は、高機能化、大容量化に伴い、熱の発生量が増加している。この熱を除去するため、電子機器部品の放熱基板用の材料として、特許文献1のものよりもさらに高熱伝導性を有する材料の要求が高まっている。

40

また、特許文献2及び3のものは、熱伝導率が最大で二百数十 $\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であり、重くて加工が難しい、といった欠点がある。

また、特許文献4のものは、剛性や表面平滑性が不十分であるばかりではなく、被覆する金属の厚み及び金属層の構造に関する記載はない。

50

【0004】

そこで、本発明の目的は、高熱伝導性だけではなく、剛性、表面平滑性に優れ、かつ熱膨張係数が小さい、電子機器部品の放熱基板用の金属被覆炭素材料及び当該金属被覆炭素材料を用いた放熱基板を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明者らは、上記事情に鑑み、機械的強度、剛性が低くて脆く、多孔質材料のため表面平滑性に劣るといった欠点をもつが、熱伝導性に優れ、熱膨張係数が小さい等の優れた特性を有する炭素材料を、電子機器部品の放熱基板の材料として活用するために鋭意検討を行った結果、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明に係る、電子機器部品の放熱基板用の金属被覆炭素材料は、黒鉛材料及び黒鉛材料に金属を含浸した炭素基金属複合材料のいずれかである炭素材料に、被覆金属を施すことで形成されたものであって、X軸、Y軸及びZ軸方向の熱伝導率が $160\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、好ましくは $180\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であり、かつ、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の熱伝導率が $240\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、好ましくは $280\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上のものであり、被覆金属の層（以下、被覆金属層とする）の厚みが $5\sim 50\ \mu\text{m}$ であり、ヤング率が、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向において 20 GPa 以上である。

【0006】

【0007】

また、本発明の金属被覆炭素材料は、被覆金属が、ニッケル、銅、若しくは銀、又は、ニッケル、銅、若しくは銀の合金であることが好ましい。これらは発熱する電子機器部品と放熱基板とを接続する際に使用されるハンダ、金属ロウ等との濡れ性及び密着性が良好である。特に、ニッケルは濡れ性、密着性及び耐候性に優れるため好ましい。

【0008】

また、本発明の金属被覆炭素材料は、被覆金属層と前記炭素材料との間に金属からなる中間層を有する構造をもつことが好ましい。この中間層を介しない場合、炭素材料の表面に存在する開気孔のため、炭素材料と被覆金属との密着性が劣るとともに、被覆金属層表面に顕著な凹凸が発生する可能性があるためである。

【0009】

また、本発明の金属被覆炭素材料は、被覆金属層の厚みが $5\sim 50\ \mu\text{m}$ であるが、 $10\sim 30\ \mu\text{m}$ であることがより好ましい。なお、被覆金属層の厚みが $5\ \mu\text{m}$ 未満では、炭素材料の気孔からメッキ液のしみ出しが発生して良好な被覆金属層が得られないため、また、所定のヤング率が得られ難いため好ましくなく、被覆金属層の厚みが $50\ \mu\text{m}$ を超えると、ストレスが発生したり、熱伝導率が低下したりするため、また、経済性の点からも好ましくない。

【0010】

上記被覆金属層の少なくとも1面において、表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a が $1.6\ \mu\text{m}$ 以下、最大高さ R_z が $6.3\ \mu\text{m}$ 以下（JIS B0601-2001準拠）であることが好ましい。電子機器部品と接触する面が上述した値の表面平滑性を有することにより、電子機器部品との密着性が増し、容易に放熱できる。

【0011】

また、本発明の金属被覆炭素材料は、前記炭素材料が、X軸、Y軸及びZ軸方向の熱伝導率を $160\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、好ましくは $180\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、かつ、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の熱伝導率を $240\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上、好ましくは $280\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上とするものであることが望ましい。

【0012】

また、本発明の金属被覆炭素材料は、前記炭素材料におけるX軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の室温から 1000 までの熱膨張係数が $0.5\times 10^{-6}\sim 10\times 10^{-6}/\text{K}$ 、好ましくは $3\times 10^{-6}\sim 7\times 10^{-6}/\text{K}$ であることが望ましい。

10

20

30

40

50

【0013】

また、本発明の金属被覆炭素材料は、前記炭素材料が、黒鉛材料に金属を含浸した炭素基金属複合材料であることが好ましい。特に、熱伝導率及び機械的強度が高いため、黒鉛材料にアルミニウム、銅、その合金等の金属が含まれた炭素基金属複合材料が好ましい。

【0014】

また、本発明に係る、電子機器部品の放熱基板は、上述した金属被覆炭素材料のいずれかを用いたものであることが好ましい。上記の金属被覆炭素材料は、熱伝導性、剛性、表面平滑性に優れ、熱膨張係数が小さいため、電子機器部品（半導体、集積回路等）の放熱基板に用いることができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明は以上のように構成されているので、高熱伝導性だけでなく、剛性、表面平滑性に優れ、かつ熱膨張係数が小さい、電子機器部品の放熱基板用の金属被覆炭素材料及び該金属被覆炭素材料を用いた放熱基板を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

次に、本発明の実施の形態に係る金属被覆炭素材料について説明する。まず、本実施の形態に係る金属被覆炭素材料の原料となる炭素材料の作製について説明する。

ニードルコークスを平均粒子径20～500 μm に粉碎したものをフィラー原料として、このフィラー100重量部にバインダーとしてのコールタルピッチを加えて200～300にて混捏処理した。これを20～1000 μm に再粉碎し、これをラバーに充填して静水圧下500～2000 kg/cm^2 で加圧成形して成形体を得た。ついで成形体を800～1000非酸化性雰囲気にて焼成後、ピッチ含浸・焼成を複数回繰り返して緻密化したあと2800以上で黒鉛化処理を行う。なお、焼成後黒鉛化を行い、その後複数回ピッチ含浸・焼成による緻密化を行った後、黒鉛化するという工程を行ってもよい。このようにして炭素材料は作製される。

【0017】

次に、上記炭素材料に、例えば、メッキ、蒸着又はCVD等により、厚さが5～50 μm 、好ましくは10～30 μm のニッケル、銅、銀又は該金属の合金等の被覆金属層を形成して金属被覆炭素材料を作製する。なお、この被覆金属層の形成方法は、特に限定されないが、メッキによる被覆は金属層の表面平滑性及び経済性の点で優れた方法であり、電気メッキ及び無電解メッキのどちらか一方を用いてもよいし、或いはこれらを併用してもよい。また、金属層表面の表面平滑性を増すため、該炭素材料の表面をできるだけ平滑にしておくことが好ましい。特に、該炭素材料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さRaが8.75 μm 以下、最大高さRzが35 μm 以下とすることが好ましい。

また、ニッケル、銅、銀または該金属の合金を被覆した後、必要に応じて無電解メッキあるいは電気メッキによって金メッキを施してもよい。

【0018】

メッキの方法は、特に限定されないが、以下に例を示す。例えば、無電解メッキの場合では、炭素材料の試料を有機溶媒中で超音波洗浄してから酸洗浄を行い、切削粉の除去及び脱脂を行った後、水洗する。次いで、メッキ膜の生長核となる微細な粒子を試料の表面に生成させるための処理を行う。該処理を実施した後、試料を水洗してから、所定の金属塩と還元剤を含むメッキ液に浸漬し、無電解メッキを行う。また、電気メッキの場合は、所定の金属塩を含んだ電解溶液中で炭素材料の試料に通電し、試料の表面に該金属を電気化学的に析出させる方法である。無電解メッキは、炭素材料の細孔を通して含浸された液が炭素材料の深部まで到って化学的にメッキされるので、アンカー効果やメッキの均一性等の点から、剥がれにくい金属被膜を形成することができる。電気メッキは、金属被膜への薬剤等の混入が少なく、無電解メッキで得られる金属被膜よりも強靱な金属被膜を形成することができる。

【0019】

なお、被覆金属層の表面粗さが大きい場合には、十分な表面平滑性を得るために、研磨等の加工を施してもよい。この場合、被覆した金属層の表面粗さは、少なくとも1面において、表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a が $1.6 \mu\text{m}$ 以下、最大高さ R_z が $6.3 \mu\text{m}$ 以下の平滑面とすることが好ましい。電子機器部品と接触する面が上述した値の表面平滑性を有することにより、電子機器部品との密着性が増し、容易に放熱できるからである。このためにも被覆金属層の厚みは $5 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0020】

上記金属被覆炭素材料の別実施形態として、上記被覆金属層を形成する前に、炭素材料表面に金属からなる中間層を形成し、炭素材料、中間層及び被覆金属層からなる金属被覆炭素材料としてもよい。なお、中間層の厚さは、 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ の厚さであることが好ましい。

10

【0021】

【0022】

また、上記金属被覆炭素材料の他の実施形態として、上記炭素材料を金属で含浸してから、被覆金属層や中間層の形成を行ってもよい。このときの含浸する金属としては、銅、アルミニウム、これらの合金などが挙げられる。

【0023】

なお、各実施形態の金属被覆炭素材料の原料となる上記炭素材料は、X軸、Y軸及びZ軸方向の熱伝導率が $160 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上、かつ、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の熱伝導率が $240 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であり、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の室温から 1000 までの熱膨張係数が $0.5 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6} / \text{K}$ である。

20

【0024】

また、上記のように作製された各実施形態の金属被覆炭素材料は、X軸、Y軸及びZ軸方向の熱伝導率が $160 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であり、かつ、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向の熱伝導率が $240 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上である。また、ヤング率が、X軸、Y軸及びZ軸方向のうち少なくとも2方向において 20 GPa 以上である。

【0025】

放熱基板の製造方法の例を以下に示す。黒鉛材料及び黒鉛材料に金属を含浸した炭素基金属複合材料のいずれかである炭素材料を、主に熱を逃がしたい方向が高い熱伝導方向となるように取り方向に留意しながら必要形状に加工を行う。その後ブラスト等で表面を仕上げた後、ニッケル等の金属を $5 \sim 50 \mu\text{m}$ 被覆し、必要に応じてラッピング等で表面を仕上げる。

30

【0026】

半導体用に使用する放熱基板の模式図を図1に示す。図1中、1は金のワイヤー、2はシリコンチップ、3は本発明に係る金属被覆炭素材料からなる放熱基板、4は半田パンプであり、本発明に係る金属被覆炭素材料からなる放熱基板3を使用することにより、均一にしかも素早く熱を下方に放熱することが可能となる。

【実施例】

40

【0027】

次に、実施例及び比較例を示すことにより本発明を具体的に説明する。

まず、各実施例及び各比較例において金属被覆炭素材料の原料となる3種類の炭素材料の作製を行った。

【0028】

真密度が $2.14 \text{ Mg} / \text{m}^3$ のニードルコークスを平均粒子径 $50 \sim 70 \mu\text{m}$ に粉砕したものをフィラー原料として、このフィラー100重量部にバインダーとしてのコールドピッチを59重量部加えて250 に加熱しながら混捏処理した。これを $100 \sim 120 \mu\text{m}$ に再粉砕し、これをラバーに充填して静水圧下 $800 \text{ kg} / \text{cm}^2$ で加圧成形して成形体を得た。ついで成形体を 1000 非酸化性雰囲気にて焼成後、ピッチ含浸・焼

50

成を3回繰り返したあと2900 で黒鉛化処理を施した。このようにして作製されたものを炭素材料1とした。

【0029】

モザイクコークスを平均粒径10～20 μm に粉碎したものをフィラーとし、このフィラー100重量部にバインダーとしてのコールタールピッチを60重量部加えて上記同様混捏処理した。これを平均粒径100～120 μm に粉碎後静水圧下800 kg/cm^2 で成形し、これを非酸化性雰囲気下1000 で焼成し、ピッチ含浸・焼成を2回繰り返した後、2900 で黒鉛化処理を行った。このようにして作製されたものを炭素材料2とした。

【0030】

レーヨン系フェルトを純化処理後、メタンガスを使って真空炉にてかさ密度が1.65 Mg/m^3 になるまで熱分解炭素の含浸を行った後、2900 で黒鉛化処理を施した。このようにして作製された炭素繊維強化炭素材料を炭素材料3とした。

【0031】

上記で得られた炭素材料1～3のX, Y, Z方向の熱伝導率、熱膨張係数及びヤング率を測定した。熱伝導率は、10 $\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ の円板状の試験片を用いて、レーザーフラッシュ法熱定数測定装置(真空理工製)にて室温で熱拡散率を測定し、かさ密度と比熱とから算出した。熱膨張係数は、3.5 \times 3.5 \times 1.5 mm の試験片、標準試料として石英を用いて、TMA(熱機械特性測定装置)法にて、測定温度範囲が室温～1000、昇温速度が10 /分の条件下で測定した。ヤング率は、1.5 \times 6.0 \times 1 mm の試験片を用いて、インストロン型試験機にて室温で支点間距離40 mm 、試験速度0.5 $\text{mm}/\text{分}$ の条件下で測定を行い、曲げひずみと曲げ応力とから算出した。これらの結果を表1に示す。

【0032】

【表1】

	熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)			熱膨張係数 ($10^{-6}/\text{K}$)			ヤング率 (GPa)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
炭素材料1	190	215	160	3.8	3.8	2.8	10	10	8
炭素材料2	120	120	120	4.8	4.8	4.8	12	12	12
炭素材料3	390	320	190	1.7	2.3	5.3	11	8	4

【0033】

これら材料に銅含浸を施し、上記と同様に、X, Y, Z方向の熱伝導率、熱膨張係数及びヤング率を測定した。これらの結果を表2に示す。

【0034】

【表2】

	熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)			熱膨張係数 ($10^{-6}/\text{K}$)			ヤング率 (GPa)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
炭素材料1	250	265	180	4.2	4.2	3.8	15	15	12
炭素材料2	140	140	140	5.2	5.2	5.2	18	18	18
炭素材料3	430	350	200	2.2	2.8	5.9	16	12	6

【0035】

次に、各実施例及び各比較例の金属被覆炭素材料を作製し、金属被覆面を研磨後、熱伝導率、ヤング率及び表面粗さを測定した。表面粗さは触針式表面粗さ測定器(東京精密製)により測定した。作製条件を表3に、測定結果を表4に示す。

【 0 0 3 6 】

【 表 3 】

	成膜材料			無電解メッキ				電気メッキ			被覆金属 層厚み (μm)
	種類	メッキ前表面粗さ		浸漬温度 ($^{\circ}\text{C}$)	浸漬時間 (分)	層厚み (μm)	電流密度 (A/m^2)	処理時間 (分)	層厚み (μm)		
		Ra(μm)	Rz(μm)								
実施例1	1銅合浸品	0.9	10	80	15	5	100	10	10	15	
実施例2	1銅合浸品	0.9	10	80	15	5	100	25	25	30	
比較例1	3銅合浸品	0.9	10	80	15	5	100	25	25	30	
比較例2	3銅合浸品	0.9	10	80	30	10	-	-	-	10	
比較例3	1	0.9	10	80	15	5	100	25	25	30	
比較例4	1銅合浸品	0.9	10	80	15	5	100	50	50	55	
比較例5	2	0.9	10	80	60	20	-	-	-	20	
比較例6	3	0.9	10	80	9	3	-	-	-	3	

10

20

30

【 0 0 3 7 】

【 表 4 】

	熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)			ヤング率 (GPa)			表面粗さ (μm)	
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向	Ra	Rz
実施例1	250	265	180	23	23	18	<0.5	<0.5
実施例2	250	265	180	30	30	24	<0.5	<0.5
比較例1	390	320	190	22	16	8	<0.5	<0.5
比較例2	430	350	200	19	15	7	<0.5	<0.5
比較例3	190	265	160	20	20	16	<0.5	<0.5
比較例4	230	240	160	30	30	24	<0.5	<0.5
比較例5	120	120	120	20	20	20	<0.5	<0.5
比較例6	390	320	190	11	8	4	炭素面露出	

40

【 0 0 3 8 】

50

ここで、各実施例及び各比較例の製造方法について詳細に説明する。

(実施例 1)

実施例 1 の金属被覆炭素材料は、炭素材料 1 に銅含浸した後、無電解メッキで $5 \mu\text{m}$ 、その後電気メッキにて $10 \mu\text{m}$ 、計 $15 \mu\text{m}$ のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料 1 の銅含浸後、所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a は $0.9 \mu\text{m}$ 、最大高さ R_z は $10 \mu\text{m}$ であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄して、切削粉の除去及び脱脂を行い、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ 1% 水溶液に 30 で 2 分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム 0.03% 水溶液に 30 で 2 分間浸漬した。この処理は、塩化パラジウムを塩化スズによって還元させて、メッキ膜の生長核となる微細な金属状パラジウム粒子を試料表面に生成させるためのものである。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を 80 で 15 分間浸漬し、厚さ $5 \mu\text{m}$ のニッケルを無電解メッキした。無電解メッキした試料を蒸留水で洗浄した後、硫酸ニッケルと塩化ニッケルの混合水溶液を用いたワット浴を使用し、電流密度 $100 \text{A}/\text{m}^2$ 、30 で 10 分間電気メッキを行い、厚さ $10 \mu\text{m}$ のニッケルを電気メッキした。

10

【0039】

20

(実施例 2)

実施例 2 の金属被覆炭素材料は、炭素材料 1 に銅含浸した後、無電解メッキで $5 \mu\text{m}$ 、その後電気メッキにて $25 \mu\text{m}$ 、計 $30 \mu\text{m}$ のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料 1 の銅含浸後、所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a は $0.9 \mu\text{m}$ 、最大高さ R_z は $10 \mu\text{m}$ であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ 1% 水溶液に 30 で 2 分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム 0.03% 水溶液に 30 で 2 分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を 80 で 15 分間浸漬し、厚さ $5 \mu\text{m}$ のニッケルを無電解メッキした。無電解メッキした試料を蒸留水で洗浄した後、硫酸ニッケルと塩化ニッケルの混合水溶液を用いたワット浴を使用し、電流密度 $100 \text{A}/\text{m}^2$ 、30 で 25 分間電気メッキを行い、厚さ $25 \mu\text{m}$ のニッケルを電気メッキした。

30

【0040】

(比較例 1)

比較例 1 の金属被覆炭素材料は、炭素材料 3 に銅含浸した後、無電解メッキで $5 \mu\text{m}$ 、その後電気メッキにて $25 \mu\text{m}$ 、計 $30 \mu\text{m}$ のニッケルをメッキして作製されたものである。

40

具体的には、以下のように作製した。炭素材料 3 の銅含浸後、所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a は $0.9 \mu\text{m}$ 、最大高さ R_z は $10 \mu\text{m}$ であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ 1% 水溶液に 30 で 2 分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム 0.03% 水溶液に 30 で 2 分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を 80 で 15 分間浸漬し、厚さ $5 \mu\text{m}$ のニッケルを無電解メッキした。無電解メッキした試料を蒸留水で洗浄した後、硫酸ニッケルと塩化ニッケルの混合水溶液を用いたワット浴を使用し、電流密度 $100 \text{A}/\text{m}^2$ 、30

50

で25分間電気メッキを行い、厚さ25 μm のニッケルを電気メッキした。

【0041】

(比較例2)

比較例2の金属被覆炭素材料は、炭素材料3に銅含浸した後、無電解メッキで10 μm のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料3の銅含浸後、所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さRaは0.9 μm 、最大高さRzは10 μm であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ1%水溶液に30で2分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム0.03%水溶液に30で2分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を80で30分間浸漬し、厚さ10 μm のニッケルを無電解メッキした。

10

【0042】

(比較例3)

比較例3の金属被覆炭素材料は、炭素材料1に無電解メッキで5 μm 、その後電気メッキにて25 μm 、計30 μm のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料1を所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さRaは0.9 μm 、最大高さRzは10 μm であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ1%水溶液に30で2分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム0.03%水溶液に30で2分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を80で15分間浸漬し、厚さ5 μm のニッケルを無電解メッキした。無電解メッキした試料を蒸留水で洗浄した後、硫酸ニッケルと塩化ニッケルの混合水溶液を用いたワット浴を使用し、電流密度100A/m²、30で25分間電気メッキを行い、厚さ25 μm のニッケルを電気メッキした。

20

【0043】

(比較例4)

比較例4の金属被覆炭素材料は、炭素材料1に銅含浸した後、無電解メッキで5 μm 、その後電気メッキにて50 μm 、計55 μm のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料1の銅含浸後、所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さRaは0.9 μm 、最大高さRzは10 μm であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ1%水溶液に30で2分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム0.03%水溶液に30で2分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を80で15分間浸漬し、厚さ5 μm のニッケルを無電解メッキした。無電解メッキした試料を蒸留水で洗浄した後、硫酸ニッケルと塩化ニッケルの混合水溶液を用いたワット浴を使用し、電流密度100A/m²、30で50分間電気メッキを行い、厚さ50 μm のニッケルを電気メッキした。

30

40

【0044】

(比較例5)

比較例5の金属被覆炭素材料は、炭素材料2に無電解メッキで20 μm のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料2を所定の寸法に切り出し、表面仕上げ

50

を行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a は $0.9 \mu\text{m}$ 、最大高さ R_z は $10 \mu\text{m}$ であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ 1% 水溶液に 30°C で 2 分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム 0.03% 水溶液に 30°C で 2 分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を 80°C で 60 分間浸漬し、厚さ $20 \mu\text{m}$ のニッケルを無電解メッキした。

【0045】

(比較例6)

比較例6の金属被覆炭素材料は、炭素材料3に無電解メッキで $3 \mu\text{m}$ のニッケルをメッキして作製されたものである。

具体的には、以下のように作製した。炭素材料3を所定の寸法に切り出し、表面仕上げを行い、メッキ用試料を作製した。メッキ前の試料の表面粗さを示す輪郭曲線の算術平均高さ R_a は $0.9 \mu\text{m}$ 、最大高さ R_z は $10 \mu\text{m}$ であった。試料をアセトン中で超音波洗浄して脱脂した後、塩酸にて洗浄し、さらに蒸留水で洗浄した。次いで、試料を塩化スズ 1% 水溶液に 30°C で 2 分間浸漬した後、蒸留水で洗浄してから、塩化パラジウム 0.03% 水溶液に 30°C で 2 分間浸漬した。この後、試料を蒸留水で洗浄してから、金属塩として硫酸ニッケルと塩化ニッケル、還元剤として次亜リン酸ナトリウムを含む水溶液をメッキ液として用い、これに試料を 80°C で 9 分間浸漬し、厚さ $3 \mu\text{m}$ のニッケルを無電解メッキした。

【0046】

これらの各実施例及び各比較例の測定結果を表4により比較すると、銅含浸していない材料、銅含浸した材料とも、少なくとも基材が規定の熱伝導率を満たしておかなければ規定の熱伝導率をもつ金属被覆炭素材料は得られないことがわかる。そして被覆層厚みが $50 \mu\text{m}$ を超えると熱伝導率が低下して規定の金属被覆炭素材料を得ることが難しくなる。逆に被覆層厚みが $5 \mu\text{m}$ を下回るとヤング率が上昇せず、また表面研磨において基材の炭素面が露出する可能性が高い。表面粗さについては $5 \mu\text{m}$ 以上の被覆金属層を有していれば研磨にて所定の面粗度が得られる。また、銅(金属)含浸によって基材の熱伝導率、ヤング率が増加するとともに、熱膨張係数も少し増加する。したがって規定の金属被覆炭素材料を得るには銅(金属)含浸を施している方が望ましい。

【0047】

本実施例によって、高熱伝導性だけではなく、剛性、表面平滑性に優れ、かつ熱膨張係数が小さい金属被覆炭素材料を提供できることが確認された。

【0048】

次に、従来から放熱基板などに使用されている材料(Cu:銅、85Mo-15Cu:85%がモリブデン、15%が銅の組成からなる材料、85W-15Cu:85%がタングステン、15%が銅の組成からなる材料、70SiC-30Al:70%が炭化珪素、30%がアルミニウムの組成からなる材料、UD/C/Al:一方向炭素繊維強化炭素材料とアルミニウムとからなる複合材料)の熱伝導率、熱膨張係数及びヤング率を上記と同様の測定方法で測定した。かさ密度と合わせて測定結果を表5に示す。

【0049】

10

20

30

40

【表 5】

材料名	熱伝導率 (W/(m·K))			熱膨張係数 (10 ⁻⁶ /K)			ヤング率 (GPa)		かさ密度 (Mg/m ³)
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	
Cu	390	390	390	17	17	17	120	120	8.9
85Mo-15Cu	160	160	160	7.0	7.0	7.0	280	280	10.0
85W-15Cu	190	190	190	7.2	7.2	7.2	310	310	16.4
70SiC-30Al	150	150	150	8.0	8.0	8.0	130	130	2.6
UD C/C-Al	500	40	40	0	10	10	400	9	2.1

10

【0050】

本実施例と従来材料を比較すると、Cuは熱膨張係数が大きく、かさ密度が大きい、85Mo-15Cu及び85W-15Cuは熱伝導率が低く、かさ密度が大きい、70SiC-30Alは熱伝導率が低く、加工性に難があり、また、UD C/C-Alは熱伝導率、熱膨張係数及びヤング率の異方性が大きい、といった問題点を有する。

【0051】

次に、上記各実施例及び各比較例の金属被覆炭素材料を加工して、図1に示すような半導体用放熱基板に組み込んで熱放散性を調査した。その結果、実施例で得られた金属被覆炭素材料を用いて作製した半導体用放熱基板は比較例で得られた材料を用いて作製した半導体用放熱基板に比べて熱放散性に優れるものであった。

20

【0052】

したがって、上記実施例の金属被覆炭素材料を用いることによって、高熱伝導性だけでなく、剛性、表面平滑性に優れ、かつ熱膨張係数が小さい放熱基板を提供できることが確認された。

【0053】

なお、本発明は、特許請求の範囲を逸脱しない範囲で設計変更できるものであり、上記実施形態や実施例に限定されるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明の金属被覆炭素材料は、高熱伝導性であるばかりではなく、剛性、表面平滑性に優れ、熱膨張係数が小さいものであるため、各種の電子機器部品（パワーモジュール用部品、パワートランジスタ用部品、サイリスタ用部品、発光ダイオード用部品、高周波デバイス用部品、半導体レーザー用部品、半導体用部品等）の放熱基板に用いることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明に係る金属被覆炭素材料を半導体用放熱基板に組み込んだときの模式図である。

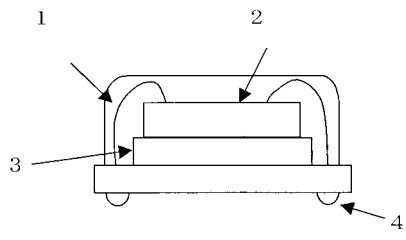
【符号の説明】

40

【0056】

- 1 金ワイヤー
- 2 シリコンチップ
- 3 放熱基板
- 4 半田パンブ

【図1】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
C 2 5 D	7/00	(2006.01)	C 2 5 D	7/00	Q
C 2 2 C	1/10	(2006.01)	C 2 2 C	1/10	E

審査官 板谷 一弘

(56) 参考文献 特開平 1 0 - 2 2 3 8 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 2 3 0 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 5 8 2 5 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 2 2 8 8 7 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 3 / 3 6
H 0 1 L 2 1 / 5 6