

(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
2014年8月14日(14.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/123036 A1

- (51) 国際特許分類:
C04B 41/89 (2006.01) C30B 25/12 (2006.01)
C04B 41/87 (2006.01) C30B 29/36 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/051821
- (22) 国際出願日: 2014年1月28日(28.01.2014)
- (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:
特願 2013-021166 2013年2月6日(06.02.2013) JP
特願 2013-021167 2013年2月6日(06.02.2013) JP
特願 2013-021168 2013年2月6日(06.02.2013) JP
- (71) 出願人: 東洋炭素株式会社(TOYO TANSO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5550011 大阪府大阪市西淀川区竹島5丁目7番12号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 篠原 正人(SHINOHARA, Masato); 〒7691612 香川県観音寺市大野原町中姫2181-2 東洋炭素株式会社内 Kagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府

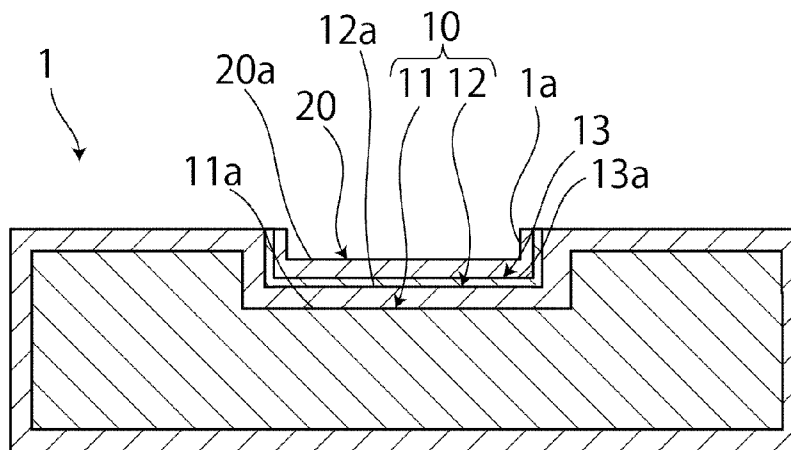
大阪府中央区常盤町1丁目3番8号 中央大通F Nビル Osaka (JP).

- (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, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: SILICON CARBIDE-TANTALUM CARBIDE COMPOSITE AND SUSCEPTOR

(54) 発明の名称: 炭化ケイ素-炭化タンタル複合材及びサセプタ



(57) Abstract: Provided is a silicon carbide-tantalum carbide composite exhibiting excellent durability. This silicon carbide-tantalum carbide composite (1) is equipped with: a body (10) having at least one section of the surface layer thereof configured from a first silicon carbide layer (12); a tantalum carbide layer (20); and a second silicon carbide layer (13). The tantalum carbide layer (20) is positioned on the first silicon carbide layer (12). The second silicon carbide layer (13) is positioned between the tantalum carbide layer (20) and the first silicon carbide layer (12). The second silicon carbide layer (13) has a C/Si composition ratio of 1.2 or higher as measured by x-ray photoelectron spectroscopy. The second silicon carbide layer (13) also has a peak strength ratio (G/D) of carbon G-band to D-band of 1.0 or higher as measured by Raman spectroscopy.

(57) 要約: 耐久性に優れた炭化ケイ素-炭化タンタル複合材を提供する。炭化ケイ素-炭化タンタル複合材1は、表層の少なくとも一部が第1の炭化ケイ素層12により構成された本体10と、炭化タンタル層20と、第2の炭化ケイ素層13とを備える。炭化タンタル層20は、第1の炭化ケイ素層12の上に配されている。第2の炭化ケイ素層13は、炭化タンタル層20と第1の炭化ケイ素層12との間に配されている。第2の炭化ケイ素層13は、X線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比が1.2以上である。第2の炭化ケイ素層13は、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、1.0以上である。



WO 2014/123036 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：炭化ケイ素－炭化タンタル複合材及びサセプタ

技術分野

[0001] 本発明は、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材及びサセプタに関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体の製造工程などにおいて用いられるサセプタなどとして、表層が炭化ケイ素により構成された部材を用いることが知られている。しかしながら、炭化ケイ素により構成された表層の上に配した基板上に炭化ケイ素などをエピタキシャル成長させる場合などにおいては、基板とサセプタとが、例えば1500℃以上の高温下に曝される。このため、サセプタの表層を構成する炭化ケイ素が、基板に付着するといった問題がある。

[0003] このような問題を解決するために、例えば、表層が炭化タンタルにより構成されたサセプタが提案されている。例えば、特許文献1には、ウェハを載置する部分の少なくとも一部が、炭化タンタルにより被覆された黒鉛材により構成されているサセプタが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-60195号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、タンタルは非常に高価であるため、特許文献1に開示されたサセプタも高価になるという問題がある。

[0006] このような問題を解決する方法としては、例えば、黒鉛基材の表面上に炭化ケイ素層を設け、炭化ケイ素層の上に薄く炭化タンタル層を設けることにより、炭化タンタル層で被覆されたサセプタを安価にする方法が考えられる。

[0007] しかしながら、炭化ケイ素と炭化タンタルとは、熱膨張係数が大きく異な

る。このため、このようなサセプタにおいては、温度変化によって、炭化ケイ素層と炭化タンタル層とが剥離するなど、耐久性に問題がある。

[0008] このような状況下、炭化タンタルにより構成された表層を有する、耐久性に優れた部材が求められている。

[0009] また、特許文献1に開示されたようなサセプタでは、ウェハの配置面の均熱性が低いという問題がある。ウェハの配置面の均熱性が低いと、ウェハの温度にばらつきが生じ、ウェハ上での半導体の成長が均一に進行しなくなる場合がある。

[0010] 本発明の第1の目的は、耐久性に優れた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材を提供することにある。

[0011] 本発明の第2の目的は、均熱性に優れたサセプタを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の第1の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材は、表層の少なくとも一部が第1の炭化ケイ素層により構成された本体と、炭化タンタル層と、第2の炭化ケイ素層とを備える。炭化タンタル層は、第1の炭化ケイ素層の上に配されている。第2の炭化ケイ素層は、炭化タンタル層と第1の炭化ケイ素層との間に配されている。第2の炭化ケイ素層は、X線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比が1.2以上である。

[0013] 本発明の第1の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材において、第2の炭化ケイ素層のX線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比は、6.0以下であることが好ましい。

[0014] 本発明の第2の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材は、表層の少なくとも一部が第1の炭化ケイ素層により構成された本体と、炭化タンタル層と、第2の炭化ケイ素層とを備える。炭化タンタル層は、第1の炭化ケイ素層の上に配されている。第2の炭化ケイ素層は、炭化タンタル層と第1の炭化ケイ素層との間に配されている。第2の炭化ケイ素層は、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、1.0以上である。

- [0015] 本発明の第2の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材において、第2の炭化ケイ素層のラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、7.5以下であることが好ましい。
- [0016] 本発明の第1の局面及び第2の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材において、第2の炭化ケイ素層の結晶子径は、753 Å以下であることが好ましい。
- [0017] 本発明の第1の局面及び第2の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材において、本体は、黒鉛基材と、黒鉛基材の上に配された第1の炭化ケイ素層とを備えることが好ましい。
- [0018] 本発明の第1の局面及び第2の局面の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材において、第2の炭化ケイ素層の厚みは、0.05 μm以上であることが好ましい。
- [0019] 本発明の第1の局面及び第2の局面のサセプタは、上記本発明の第1の局面または第2の局面の炭化ケイ素－炭素複合材を備え、底面及び側面の少なくとも一方が前記炭化タンタル層により構成された凹部を有する。
- [0020] 本発明の第3の局面のサセプタは、基材と、炭化タンタル層と、炭化ケイ素層とを備える。基材は、凹部を有する。炭化タンタル層は、凹部の底面上に配されている。炭化ケイ素層は、炭化タンタル層と基材との間に配されている。
- [0021] 本発明の第3の局面のサセプタでは、凹部の底面上において、炭化ケイ素層が、炭化タンタル層よりも厚いことが好ましい。
- [0022] 本発明の第3の局面のサセプタでは、凹部の底面上における炭化ケイ素層の厚みが、60 μm以上であることが好ましい。
- [0023] 本発明の第3の局面のサセプタでは、凹部の底面上における炭化タンタル層の厚みが、10 μm以下であることが好ましい。
- [0024] 本発明の第3の局面のサセプタでは、炭化タンタル層が凹部の側面の上にも配されており、凹部の側面上において、炭化ケイ素層が炭化タンタル層と基材との間に配されていることが好ましい。

[0025] 本発明の第3の局面のサセプタでは、基材が、黒鉛により構成されていることが好ましい。

発明の効果

[0026] 本発明の第1の局面及び第2の局面によれば、耐久性に優れた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材を提供することができる。

[0027] 本発明の第3の局面によれば、均熱性に優れたサセプタを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明の第1の局面及び第2の局面の一実施形態に係る炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の略図的断面図である。

[図2]図2は、実施例1で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層の表面の写真である。

[図3]図3は、実施例2で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層の表面の写真である。

[図4]図4は、実施例3で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層の表面の写真である。

[図5]図5は、実施例4で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層の表面の写真である。

[図6]図6は、参考例1で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層の表面の写真である。

[図7]本発明の第3の局面の一実施形態に係るサセプタの略図的断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、下記の実施形態は、単なる例示である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。

[0030] 実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは

異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0031] (炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1)

図 1 は、本実施形態に係る炭化ケイ素－炭化タンタル複合材を示す略図的断面図である。図 1 を参照しながら、本実施形態に係る炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の構成について説明する。

[0032] 炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 は、例えば、半導体の製造工程などにおいて用いられるサセプタなどとして使用できるものである。炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 がサセプタとして用いられる場合、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の凹部 1 a にウェハなどを載置して、半導体の製造を行うことができる。ただし、本発明において、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材は、サセプタとして使用されるものに限定されず、種々の用途に使用することができる。また、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の形状は、適宜設計することができる。例えば、凹部を有していなくてもよい。

[0033] 炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 は、本体 1 0 と、第 2 の炭化ケイ素層 1 3 と、炭化タンタル層 2 0 とを備える。

[0034] 本体 1 0 は、凹部を有する黒鉛基材 1 1 と、第 1 の炭化ケイ素層 1 2 とを備えている。

[0035] 黒鉛基材 1 1 は、実質的に黒鉛により構成されている。黒鉛基材 1 1 には、ホウ素などの黒鉛以外の成分が含まれていてもよい。

[0036] 第 1 の炭化ケイ素層 1 2 は、黒鉛基材 1 1 の上に配されている。具体的には、第 1 の炭化ケイ素層 1 2 は、黒鉛基材 1 1 の表面 1 1 a 全体の上に配されている。すなわち、本体 1 0 の表層全体が、第 1 の炭化ケイ素層 1 2 により構成されている。ただし、本発明においては、黒鉛基材の少なくとも一部の上に第 1 の炭化ケイ素層が配されていればよい。すなわち、本体の表層の少なくとも一部が第 1 の炭化ケイ素層により構成されていればよい。黒鉛基材の凹部の上に第 1 の炭化ケイ素層が配されていることが好ましい。すなわち、本体の凹部の表層が第 1 の炭化ケイ素層により構成されていることが好

ましい。

- [0037] 第1の炭化ケイ素層12の厚みは、特に限定されない。炭化ケイ素－炭化タンタル複合材1の耐久性を向上させるためには、第1の炭化ケイ素層12の厚みは、 $60\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $80\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。第1の炭化ケイ素層12の厚みは、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。
- [0038] 第1の炭化ケイ素層12は、実質的に炭化ケイ素により構成されている。
- [0039] 第1の炭化ケイ素層12においては、通常、X線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比が1.2未満である。
- [0040] 第1の炭化ケイ素層12を構成する炭化ケイ素の結晶子径は、通常、 $700\text{\AA}$ よりも大きい。
- [0041] 第1の炭化ケイ素層12においては、通常、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、1.0未満である。なお、本発明において、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dは、波長 532nm のArレーザーを用い、サーモフィッシャーサイエンティフィック製顕微鏡ラマン分光装置（Almega分散型レーザーラマン光度計装置）で測定して得られた値である。
- [0042] 第1の炭化ケイ素層12を構成する炭化ケイ素の結晶子径は、通常、 $700\text{\AA}$ 以上で、好ましくは $753\text{\AA}$ 以上である。
- [0043] 第1の炭化ケイ素層12の上には、炭化タンタル層20が配されている。具体的には、本体10に形成された凹部において、第1の炭化ケイ素層12の上に炭化タンタル層20が配されている。
- [0044] 炭化タンタル層20は、実質的に炭化タンタルにより構成されている。
- [0045] 炭化ケイ素－炭化タンタル複合材1の耐久性を向上させるためには、炭化タンタル層20の厚みは、 $0.1\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $1\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。炭化タンタル層20の厚みは、 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0046] 炭化タンタル層 20 と第 1 の炭化ケイ素層 12 との間には、第 2 の炭化ケイ素層 13 が配されている。具体的には、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の凹部 1a において、炭化タンタル層 20 と第 1 の炭化ケイ素層 12 との間に、第 2 の炭化ケイ素層 13 が配されている。より具体的には、第 1 の炭化ケイ素層 12 の表面 12a の直上に第 2 の炭化ケイ素層 13 が配されており、第 2 の炭化ケイ素層 13 の表面 13a の直上に炭化タンタル層 20 が配されている。第 2 の炭化ケイ素層 13 は、炭化タンタル層 20 と第 1 の炭化ケイ素層 12 とを密着させる密着層として機能している。

[0047] 第 2 の炭化ケイ素層 13 は、実質的に炭化ケイ素により構成されている。

[0048] 第 2 の炭化ケイ素層 13 においては、X線光電子分光法によって測定される C/Si 組成比が 1.2 以上である。炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 は、これにより、優れた耐久性を有する。この理由の詳細は、必ずしも明らかではないが、例えば、次のように考えることができる。上述の通り、炭化ケイ素と炭化タンタルの熱膨張係数は大きく異なるため、炭化ケイ素層と炭化タンタル層とは、一般に、温度変化を受けると剥離しやすい。ここで、炭化タンタルに含まれるタンタルと炭素とは、強い結合を形成する。第 2 の炭化ケイ素層 13 においては、X線光電子分光法によって測定される C/Si 組成比が 1.2 以上であり、第 2 の炭化ケイ素層 13 中の炭素の割合が高い。よって、炭化ケイ素層と炭化タンタル層とが強く結合するため、第 2 の炭化ケイ素層 13 と炭化タンタル層 20 との密着性が向上していると考えられる。特に、一旦タンタル層を形成し、そのタンタル層に浸炭処理を行って炭化タンタル層 20 に転化すれば、タンタル層のタンタルと第 2 の炭化ケイ素層 13 中の炭素とが強く結合しやすくなり、より高い密着性を得ることができる。

[0049] 炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の耐久性を向上させるためには、第 2 の炭化ケイ素層 13 は、X線光電子分光法によって測定される C/Si 組成比が 6.0 以下であることが好ましく、5.0 以下であることがより好ましい。これは、第 2 の炭化ケイ素層 13 中に含まれる炭素の割合が高くなり過

ざると、第2の炭化ケイ素層13と第1の炭化ケイ素層12との密着性が低下する場合があるためである。また、第2の炭化ケイ素層13中に含まれる炭素の割合が高くなりすぎると、第2の炭化ケイ素層13の強度が低下する場合がある。

[0050] 第2の炭化ケイ素層13においては、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比 G/D が、1.0以上であり、1.1以上であることが好ましい。炭化ケイ素-炭化タンタル複合材1は、これにより、優れた耐久性を有する。この理由の詳細は、必ずしも明らかではないが、例えば、次のように考えることができる。上述の通り、炭化ケイ素と炭化タンタルの熱膨張係数は大きく異なるため、炭化ケイ素層と炭化タンタル層とは、一般に、温度変化を受けると剥離しやすい。ここで、炭化タンタルに含まれるタンタルと炭素とは、強い結合を形成する。第2の炭化ケイ素層13においては、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比 G/D が、1.0以上であり、炭素-炭素結合の割合が高い。すなわち、第2の炭化ケイ素層13中の炭素の割合が高い。よって、炭化ケイ素層と炭化タンタル層とが強く結合するため、第2の炭化ケイ素層13と炭化タンタル層20との密着性が向上していると考えられる。特に、一旦タンタル層を形成し、そのタンタル層に浸炭処理を行って炭化タンタル層20に転化すれば、タンタル層のタンタルと第2の炭化ケイ素層13中の炭素とが強く結合しやすくなり、より高い密着性を得ることができると考えられる。

[0051] 炭化ケイ素-炭化タンタル複合材1の耐久性を向上させるためには、第2の炭化ケイ素層13は、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比 G/D が、7.5以下であることが好ましく、5.0以下であることがより好ましい。これは、第2の炭化ケイ素層13中に含まれる炭素の割合が高くなり過ぎると、第2の炭化ケイ素層13と第1の炭化ケイ素層12との密着性が低下する場合があるためである。また、第2の炭化ケイ素層13中に含まれる炭素の割合が高くなりすぎると、第2の炭

化ケイ素層 13 の強度が低下する場合がある。

[0052] 第2の炭化ケイ素層 13 の厚みは、特に限定されない。炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の耐久性を向上させるためには、第2の炭化ケイ素層 13 の厚みは、 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。第2の炭化ケイ素層 13 の厚みは、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0053] 炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の耐久性を向上させるためには、第2の炭化ケイ素層 13 を構成する炭化ケイ素の結晶子径は、 $753\text{ }\text{\AA}$ 以下であることが好ましく、 $740\text{ }\text{\AA}$ 以下であることがより好ましい。これは、第2の炭化ケイ素層 13 中のケイ素の割合が小さくなることで、結晶子径が小さくなり、第2の炭化ケイ素層 13 と炭化タンタル層 20 との間におけるアンカー効果が大きくなるからであると考えられる。なお、第2の炭化ケイ素層 13 を構成する炭化ケイ素の結晶子径は、 $600\text{ }\text{\AA}$ 以上であることが好ましい。

[0054] 炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 は、例えば、半導体の製造工程などにおいて用いられるサセプタなどとして好適に使用できる。炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 がサセプタとして用いられる場合、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の凹部 1a に形成された炭化タンタル層 20 の表面 20a 上にウェハなどを載置して、半導体の製造を行うことができる。

[0055] (炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 の製造方法)

炭化ケイ素－炭化タンタル複合材 1 は、例えば、以下のようにして製造することができる。まず、黒鉛基材 11 を準備する。次に、黒鉛基材 11 の表面 11a 上に、熱CVDなどの方法によって、第1の炭化ケイ素層 12 を形成する。次に、第1の炭化ケイ素層 12 の表面の少なくとも一部を、 H_2 ガス、 Cl_2 ガスなどを用いたエッチング処理を行ったり、熱炭化処理を行ったりすることにより、X線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比が1.2以上の第2の炭化ケイ素層 13、またはラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、1.0以上の第2

の炭化ケイ素層 13 を形成する。次に、第 2 の炭化ケイ素層 13 の表面 13a の上に、化学蒸着 (CVD) 法などによって、タンタル層を形成する。その後、タンタル層に浸炭処理を施すことにより、炭化タンタル層 20 を形成する。以上のような方法により、炭化ケイ素-炭化タンタル複合材 1 を製造することができる。なお、浸炭処理は、例えば、特開 2010-280948 号公報に記載された方法などの公知の方法により行うことができる。

[0056] 以下、本発明について、具体的な実施例に基づいて、さらに詳細に説明する。本発明は、以下の実施例に何ら限定されるものではない。本発明の要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施することが可能である。

[0057] (実施例 1)

以下のようにして炭化ケイ素-炭化タンタル複合材 1 と実質的に同様の構成を有する炭化ケイ素-炭化タンタル複合材を作製した。

[0058] 黒鉛基材 11 として、凹部を有する高純度黒鉛 (東洋炭素株式会社製の IG-610U) を用いた。この黒鉛基材 11 を CVD 装置内に設置し、原料ガスに $\text{SiCl}_4 + \text{C}_3\text{H}_8$ を使用し、炉内圧力 250 Torr、基材温度 1400°C で CVD 処理を行い、高純度黒鉛の表面全体に、厚みが 100 μm の第 1 の炭化ケイ素層 12 を形成し、凹部を有する炭化ケイ素-黒鉛複合材を得た。第 1 の炭化ケイ素層 12 は、 β 型の炭化ケイ素により構成されている。

[0059] 次に、炭化ケイ素-黒鉛複合材の凹部を除く全面を、高純度等方性黒鉛 (東洋炭素株式会社製、グレード名「IG-610U」) で覆った。次に、凹部に形成された炭化ケイ素層に H_2 エッチング処理を施し、第 1 の炭化ケイ素層 12 の上に第 2 の炭化ケイ素層 13 を形成した本体 10 を作製した。 H_2 エッチング処理においては、まず、約 10 Torr の減圧下、約 1300°C で 1 時間 H_2 ガスを流通させて、凹部に位置する第 1 の炭化ケイ素層 12 の表層の Si をエッチングした。 H_2 エッチング処理後における、第 2 の炭化ケイ素層 13 の X 線光電子分光法によって測定した C/Si 組成比は、1.3 であった。C/Si 組成比の測定には、X 線光電子分析装置 (ESCA、アルバ

ック・ファイ社製の走査型X線光電子分析装置、PHI Quanter a SXM（登録商標））を用いた。また、H₂エッチング処理後における、第2の炭化ケイ素層13のラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dは、1.15であった。ラマン分光法によるG/D比の測定は、波長532nmのArレーザーを用い、サーモフィッシャーサイエンティフィック製顕微鏡ラマン分光装置（A l m e g a分散型レーザーラマン光度計装置）で測定した。また、SEM（日本電子製JSM-6510LA）で測定したところ、第2の炭化ケイ素層13の厚みは、0.05μmであった。第2の炭化ケイ素層13の結晶子径をXRD（リガク製 R I N T - U l t i m a III）によって測定したところ、641.0Åであった。

[0060] 次に、本体10の凹部を除く全面を、上記の高純度等方性黒鉛で覆ったまた、本体10の凹部に、化学蒸着（CVD）法を用いて、厚み4μmのタンタル層20を形成した。CVD法の条件は、以下のとおりである。

[0061] 原料ガス：TaCl₅及びH₂

キャリアガス：アルゴン

温度：1000℃

圧力：200Pa

[0062] 次に、得られたタンタル層に浸炭処理を施して、厚みが5μmの炭化タンタル層20が形成された、炭化ケイ素-炭化タンタル複合材を得た。浸炭処理は、以下のように行った。

[0063] チャンバー内に、タンタル層を形成した本体10を配置した。チャンバーの材質は、かさ密度が1.8の等方性黒鉛材であった。タンタル層を形成した本体10を配置したチャンバーをSUS製の真空容器内に配置した。真空容器内には、断熱材が設けられており、断熱材内に形成された空間内にチャンバーを配置した。断熱材としては、商品名「DON-1000」（大阪ガスケミカル社製、かさ密度0.16g/cm³）を用いた。この断熱材は、ピッチ系炭素繊維に樹脂を含浸させて成形、硬化、炭化、黒鉛化処理した多孔

質の断熱材である。

[0064] 断熱材によって囲まれた空間の上方には、カーボンヒーターが配置されており、カーボンヒーターは、カーボンヒーターに電流を流すための黒鉛電極によって支持されている。カーボンヒーターに電流を流すことにより、断熱材によって覆われた空間内を加熱することができる。真空容器には、真空容器内を排気するための排気口が形成されている。排気口は、真空ポンプに接続されている。真空容器内を排気してチャンバー内を 0.1 Pa 以下となるように減圧した後、カーボンヒーターにより $710^{\circ}\text{C}/\text{時間}$ の昇温速度で 2150°C までチャンバー内を加熱した。 2150°C を2時間保持し、浸炭処理を行った。チャンバー内は、 $0.5\sim 2.0\text{ Pa}$ 程度の圧力であった。浸炭処理後、自然冷却で室温まで冷却した。冷却時間は約15時間であった。

[0065] 実施例1で得られた炭化ケイ素-炭化タンタル複合材の炭化タンタル層20の表面写真を図2に示す。図2から明らかなとおり、炭化タンタル層20の表面には、クラックや剥離などが観察されなかった。

[0066] (実施例2)

第1の炭化ケイ素層12のエッチング処理において、 H_2 ガスの代わりに Cl_2 ガスを用いた Cl_2 エッチング処理を行ったこと以外は、実施例1と同様にして、炭化ケイ素-炭化タンタル複合材を作製した。エッチング処理後において、第2の炭化ケイ素層13のX線光電子分光法によって測定した C/Si 組成比は、1.36であった。また、第2の炭化ケイ素層13のラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比 G/D は、4.03であった。第2の炭化ケイ素層13の結晶子径は、 $663.9\text{ \AA}$ であった。結果を表1に示す。実施例2で得られた炭化ケイ素-炭化タンタル複合材の炭化タンタル層20の表面写真を図3に示す。図3から明らかなとおり、炭化タンタル層20の表面には、クラックや剥離などが観察されなかった。

[0067] (実施例3)

Cl_2 ガスの流通時間を2時間とした以外は、実施例2と同様にして、炭化

ケイ素－炭化タンタル複合材を作製した。熱炭化処理後において、第2の炭化ケイ素層13のX線光電子分光法によって測定したC/Si組成比は、2.12であった。第2の炭化ケイ素層13の結晶子径は、739.6 Åであった。また、第2の炭化ケイ素層13のラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dは、5.88であった。結果を表1に示す。実施例3で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層20の表面写真を図4に示す。図4から炭化タンタル層20の表面には、僅かにクラックが観察されるものの、実用上問題とならない程度であった。

[0068] (実施例4)

第1の炭化ケイ素層12をエッチング処理する代わりに、熱炭化処理したこと以外は、実施例1と同様にして、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材を作製した。熱炭化処理は、次のようにして行った。炭化ケイ素－炭化タンタル複合材を、 10^{-4} Pa以下の減圧下に置き、約1800℃で0.5時間加熱することにより、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の凹部に形成された第1の炭化ケイ素層12からSiの一部を昇華させて、第2の炭化ケイ素層13を形成した。熱炭化処理後において、第2の炭化ケイ素層13のX線光電子分光法によって測定したC/Si組成比は、5.39であった。また、第2の炭化ケイ素層13のラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dは、7.20であった。第2の炭化ケイ素層13の結晶子径は、751.3 Åであった。結果を表1に示す。実施例4で得られた炭化ケイ素－炭化タンタル複合材の炭化タンタル層20の表面写真を図5に示す。図5から炭化タンタル層20の表面には、僅かにクラックが観察されるものの、実用上問題とならない程度であった。

[0069] (参考例1)

第1の炭化ケイ素層12のエッチング処理を行わなかったこと以外は、実施例1と同様にして、炭化ケイ素－炭化タンタル複合材を得た。なお、第1の炭化ケイ素層のX線光電子分光法によって測定したC/Si組成比は、1

、 1 であった。また、第 1 の炭化ケイ素層のラマン分光法によって測定される炭素の G バンド及び D バンドのピーク強度比 G/D は、 0 であった。第 2 の炭化ケイ素層の結晶子径は、 757.7 Å であった。参考例 1 で得られた炭化ケイ素-炭化タンタル複合材の炭化タンタル層の表面写真を図 6 に示す。図 6 から明らかなとおり、炭化タンタル層の表面には、クラック及び剥離が観察された。

[0070] [表1]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	参考例 1
C/Si 組成比	1.3	1.36	2.12	5.39	1.1
G/D 比	1.15	4.03	5.88	7.2	0
結晶子径 (Å)	641	663.9	739.6	751.3	757.7

[0071] 図 7 は、本発明の第 3 の局面の実施形態に係るサセプタを示す略図的断面図である。図 7 を参照しながら、本実施形態に係るサセプタ 21 の構成について説明する。

[0072] サセプタ 21 は、例えば、ウェハの配置面である炭化タンタル層 40 の表面 40a の上にウェハを配置して半導体を製造する際に用いられる。

[0073] サセプタ 21 は、基材 31 と、炭化タンタル層 40 と、炭化ケイ素層 32 とを備えている。

[0074] 基材 31 は、凹部 31a を有する。基材 31 は、実質的に黒鉛により構成されていることが好ましい。基材 31 が実質的に黒鉛により構成されている場合、基材 31 には、ホウ素などの黒鉛以外の成分が含まれていてもよい。

[0075] 炭化タンタル層 40 は、凹部 31a の底面 31a1 上に配されている。また、炭化タンタル層 40 は、凹部 31a の側面 31a2 の上にも配されている。炭化タンタル層 40 は、実質的に炭化タンタルにより構成されている。

[0076] 炭化ケイ素層 32 は、炭化タンタル層 40 と基材 31 との間に配されている。具体的には、凹部 31a の底面 31a1 上において、炭化ケイ素層 32 は、炭化タンタル層 40 と基材 31 との間に配されている。凹部 31a の側

面 3 1 a 2 上においても、炭化ケイ素層 3 2 は、炭化タンタル層 4 0 と基材 3 1 との間に配されている。

[0077] サセプタ 2 1 において、炭化ケイ素層 3 2 は、基材 3 1 の表面全体の上に配されている。ただし、本発明においては、基材の凹部の底面上において、炭化ケイ素層が、炭化タンタル層と基材との間に配されていれば、他の部分に炭化ケイ素層が配されていてもよいし、配されていなくてもよい。

[0078] 上述の通り、特許文献 1 に開示されているような、炭化タンタルにより被覆された黒鉛材により構成されているサセプタでは、ウェハの配置面の均熱性が低いという問題がある。これに対して、サセプタ 2 1 においては、炭化タンタル層 4 0 と基材 3 1 との間に、炭化ケイ素層 3 2 が配されている。炭化ケイ素は、熱伝導率が高い。このため、炭化ケイ素層 3 2 は、基材 3 1 からの熱を均一性高く炭化タンタル層 4 0 に伝えることができる。よって、サセプタ 2 1 によれば、ウェハの配置面である炭化タンタル層 4 0 の表面 4 0 a の均熱性が高く、均一性高くウェハに熱を伝えることができる。

[0079] サセプタ 2 1 の均熱性を向上させるためには、凹部 3 1 a の底面 3 1 a 1 上において、炭化ケイ素層 3 2 が、炭化タンタル層 4 0 よりも厚いことが好ましい。具体的には、炭化ケイ素層 3 2 の厚みは、60 μm 以上であることが好ましく、80 μm 以上であることがより好ましい。なお、炭化ケイ素層 3 2 が厚すぎると、表面粗さが悪くなり平面度も悪くなるため、炭化ケイ素層 3 2 の厚みは、200 μm 以下であることが好ましい。

[0080] 炭化タンタル層 4 0 が凹部 3 1 a の側面 3 1 a 2 の上にも配されており、凹部 3 1 a の側面 3 1 a 2 上において、炭化ケイ素層 3 2 が炭化タンタル層 4 0 と基材 3 1 との間に配されている場合、サセプタ 2 1 は、より均一性高くウェハに熱を伝えることができる。

[0081] サセプタ 2 1 の均熱性を向上させるためには、炭化タンタル層 4 0 の厚みは、10 μm 以下とすることが好ましく、5 μm 以下とすることがより好ましい。また、タンタルは高価であるため、炭化タンタル層 4 0 の厚みを 10 μm 以下とすることにより、サセプタ 2 1 を安価にすることができる。なお

、炭化タンタル層40が薄すぎると、緻密でなくなるため、炭化タンタル層40の厚みは、1 μ m以上であることが好ましい。

[0082] サセプタ21は、例えば、以下のようにして製造することができる。まず、基材31を準備する。次に、基材31の表面上に、熱CVDなどの方法によって、炭化ケイ素層32を形成する。炭化ケイ素層32の表面32aの上に、化学蒸着(CVD)法などによって、タンタル層を形成する。その後、タンタル層に浸炭処理を施すことにより、炭化タンタル層40を形成する。以上のような方法により、サセプタ21を製造することができる。なお、浸炭処理は、例えば、特開2010-280948号公報に記載された方法などの公知の方法により行うことができる。

符号の説明

[0083] 1…炭化ケイ素－炭化タンタル複合材

10…本体

11…黒鉛基材

11a…黒鉛基材の表面

12…第1の炭化ケイ素層

12a…第1の炭化ケイ素層の表面

13…第2の炭化ケイ素層

13a…第2の炭化ケイ素層の表面

20…炭化タンタル層

20a…炭化タンタル層の表面

21…サセプタ

31…基材

31a…基材の凹部

31a1…基材の凹部の底面

31a2…基材の凹部の側面

32…炭化ケイ素層

32a…炭化ケイ素層の表面

4 0 …炭化タンタル層

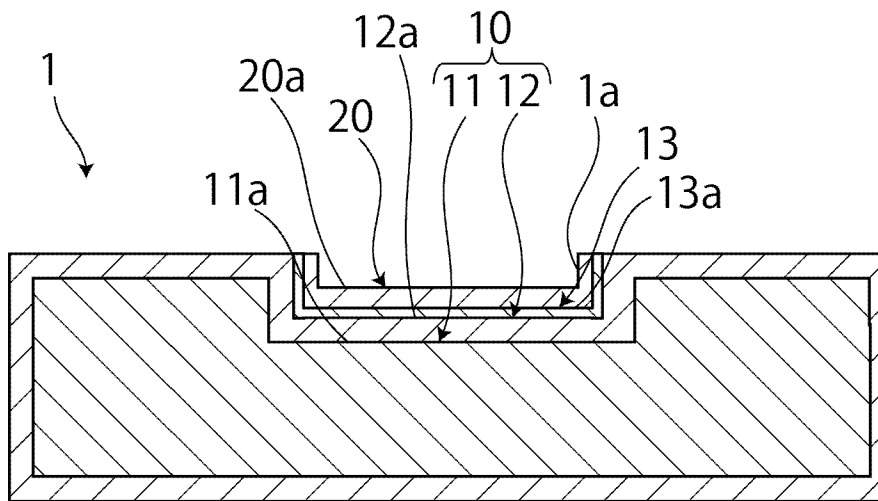
4 0 a …炭化タンタル層の表面

請求の範囲

- [請求項1] 表層の少なくとも一部が第1の炭化ケイ素層により構成された本体と、
前記第1の炭化ケイ素層の上に配された炭化タンタル層と、
前記炭化タンタル層と前記第1の炭化ケイ素層との間に配された第2の炭化ケイ素層と、を備え、
前記第2の炭化ケイ素層は、X線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比が1.2以上であることを特徴とする炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。
- [請求項2] 前記第2の炭化ケイ素層のX線光電子分光法によって測定されるC/Si組成比が、6.0以下である、請求項1に記載の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。
- [請求項3] 表層の少なくとも一部が第1の炭化ケイ素層により構成された本体と、
前記第1の炭化ケイ素層の上に配された炭化タンタル層と、
前記炭化タンタル層と前記第1の炭化ケイ素層との間に配された第2の炭化ケイ素層と、を備え、
前記第2の炭化ケイ素層は、ラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、1.0以上であることを特徴とする炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。
- [請求項4] 前記第2の炭化ケイ素層のラマン分光法によって測定される炭素のGバンド及びDバンドのピーク強度比G/Dが、7.5以下である、請求項3に記載の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。
- [請求項5] 前記第2の炭化ケイ素層の結晶子径は、753 Å以下である、請求項1～4のいずれか1項に記載の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。
- [請求項6] 前記本体は、黒鉛基材と、前記黒鉛基材の上に配された前記第1の炭化ケイ素層とを備える、請求項1～5のいずれか1項に記載の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。

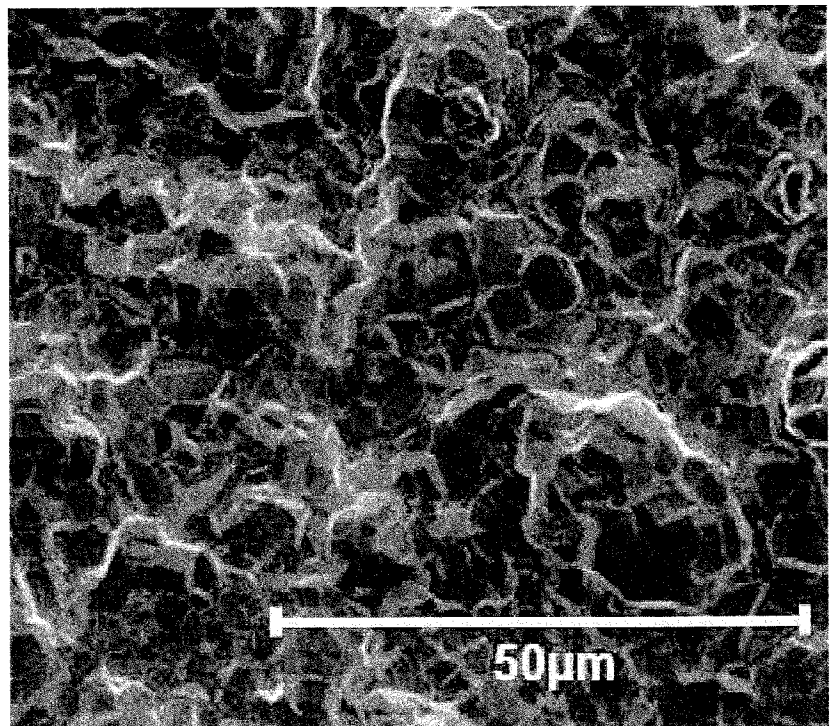
- [請求項7] 前記第2の炭化ケイ素層の厚みが、 $0.05\mu\text{m}$ 以上である、請求項1～6のいずれか1項に記載の炭化ケイ素－炭化タンタル複合材。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の炭化ケイ素－炭素複合材を備え、
底面及び側面の少なくとも一方が前記炭化タンタル層により構成された凹部を有する、
サセプタ。
- [請求項9] 凹部を有する基材と、
前記凹部の底面上に配された炭化タンタル層と、
を備えたサセプタであって、
前記炭化タンタル層と前記基材との間に配された炭化ケイ素層をさらに備えることを特徴とする、サセプタ。
- [請求項10] 前記凹部の底面上において、前記炭化ケイ素層が、前記炭化タンタル層よりも厚い、請求項9に記載のサセプタ。
- [請求項11] 前記凹部の底面上における前記炭化ケイ素層の厚みが、 $60\mu\text{m}$ 以上である、請求項9または10に記載のサセプタ。
- [請求項12] 前記凹部の底面上における前記炭化タンタル層の厚みが、 $10\mu\text{m}$ 以下である、請求項9～11のいずれか1項に記載のサセプタ。
- [請求項13] 前記炭化タンタル層が前記凹部の側面の上にも配されており、
前記凹部の側面上において、前記炭化ケイ素層が前記炭化タンタル層と前記基材との間に配されている、請求項9～12のいずれか1項に記載のサセプタ。
- [請求項14] 前記基材が、黒鉛により構成されている、請求項9～13のいずれか1項に記載のサセプタ。

[図1]



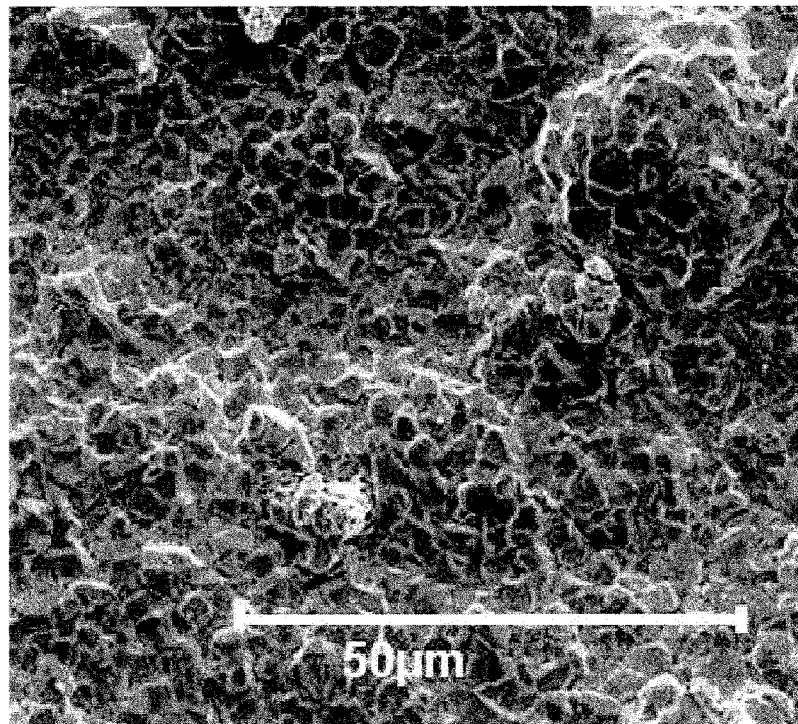
[図2]

実施例 1



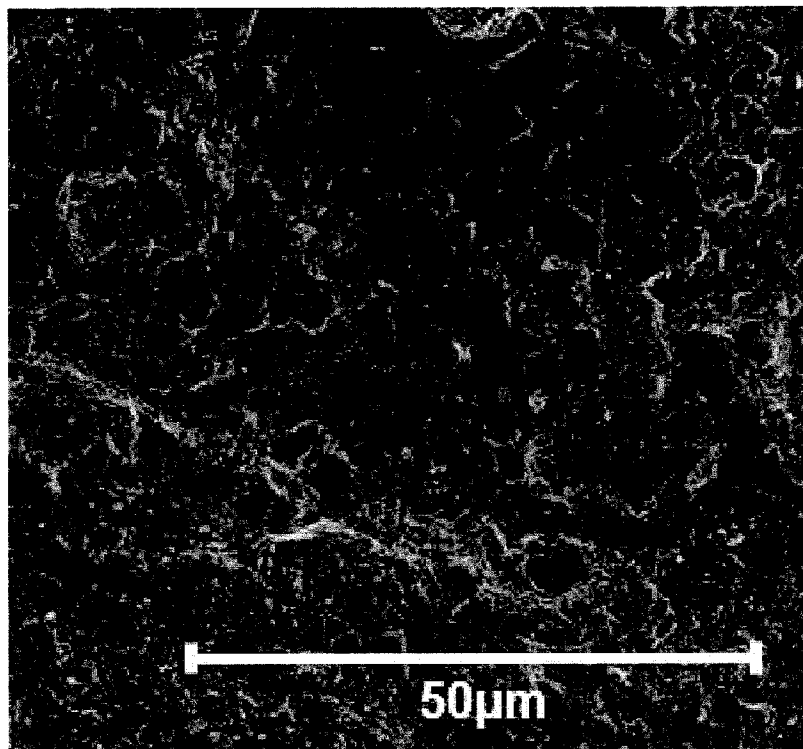
[図3]

実施例 2



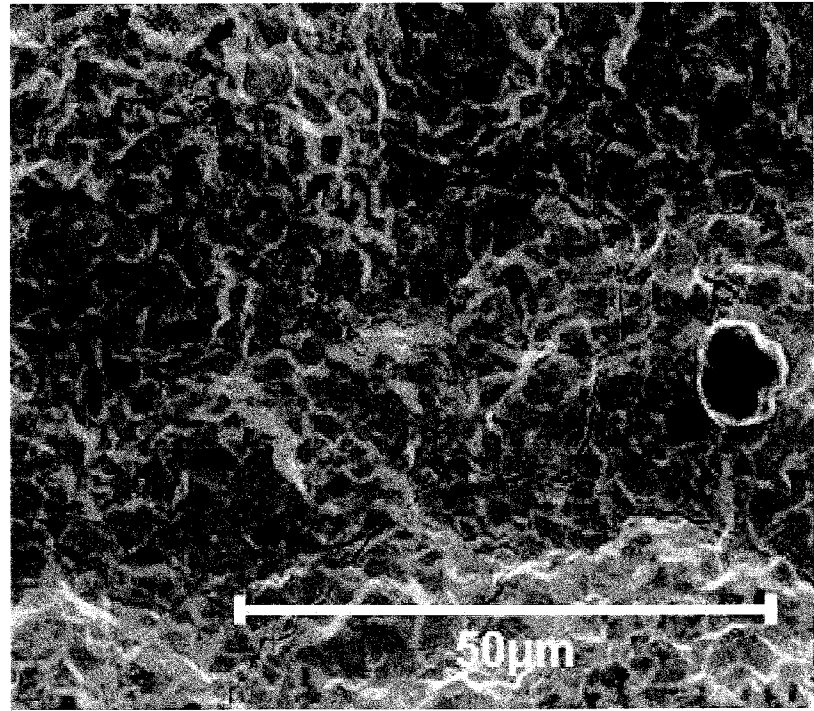
[図4]

実施例 3



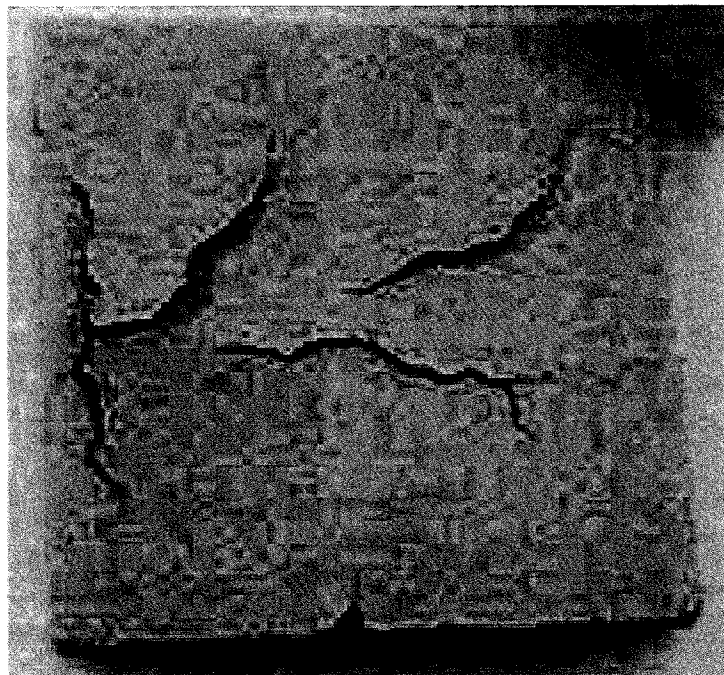
[図5]

実施例 4

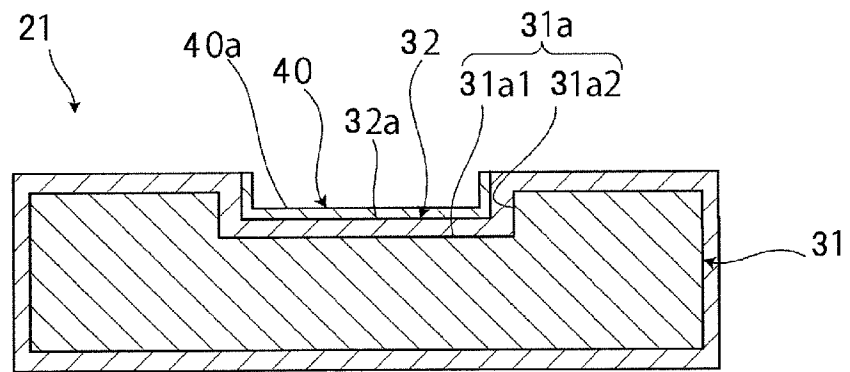


[図6]

参考例 1



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/051821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B41/89(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, C23C16/458(2006.01)i, C30B25/12(2006.01)i, C30B29/36(2006.01)i, H01L21/683(2006.01)i

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)

C04B41/89, C04B41/87, C23C16/458, C30B25/12, C30B29/36, H01L21/683, C04B35/52, C23C16/32

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X A	JP 2011-153045 A (Kyocera Corp.), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0026], [0032] (Family: none)	9-14 1-8
X A	JP 2010-30846 A (Kyocera Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), claims 4, 7 (Family: none)	9-14 1-8

☒ 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 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
14 February, 2014 (14.02.14)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/051821

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/085635 A1 (Toyo Tanso Co., Ltd.), 17 August 2006 (17.08.2006), claims 7, 12 to 16; description, pages 1 to 3, Background Art; fig. 2 & JP 2008-308701 A & JP 3779314 B & US 2012/0040172 A1 & EP 1852407 A1 & CA 2559042 A & HK 1105096 A & KR 10-2007-0020225 A & CN 1942415 A & RU 2006131563 A & CA 2723324 A & TWB 00I324192	1-14
A	JP 2006-41358 A (Shindengen Electric Mfg. Co., Ltd.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0001], [0013]; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2004-84057 A (Ibiden Co., Ltd.), 18 March 2004 (18.03.2004), claims 1, 2, 4; paragraph [0031] & JP 2006-348388 A & WO 2004/009515 A1	1-14
P,X	JP 2013-254853 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 December 2013 (19.12.2013), claim 1; paragraphs [0001], [0015] to [0019]; fig. 1 (Family: none)	9-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C04B41/89(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, C23C16/458(2006.01)i, C30B25/12(2006.01)i, C30B29/36(2006.01)i, H01L21/683(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. C04B41/89, C04B41/87, C23C16/458, C30B25/12, C30B29/36, H01L21/683, C04B35/52, C23C16/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X A	JP 2011-153045 A（京セラ株式会社）2011.08.11, 【0026】, 【0032】（ファミリーなし）	9-14 1-8
X A	JP 2010-30846 A（京セラ株式会社）2010.02.12, 請求項4, 7（ファミリーなし）	9-14 1-8
A	WO 2006/085635 A1（東洋炭素株式会社）2006.08.17, 請求項7, 12-16, 明細書 第1-3頁 背景技術, 図2 & JP 2008-308701 A & JP 3779314 B & US 2012/0040172 A1 & EP 1852407 A1 & CA 2559042	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
「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

国際調査を完了した日

1 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
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）

櫻木 伸一郎

4 T

4 1 4 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

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 請求項の番号
	A & HK 1105096 A & KR 10-2007-0020225 A & CN 1942415 A & RU 2006131563 A & CA 2723324 A & TWB 00I324192	
A	JP 2006-41358 A (新電元工業株式会社) 2006. 02. 09, 【0 0 0 1】, 【0 0 1 3】, 図1 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2004-84057 A (イビデン株式会社) 2004. 03. 18, 請求項1, 2, 4, 【0 0 3 1】 & JP 2006-348388 A & WO 2004/009515 A1	1-14
P, X	JP 2013-254853 A (三菱電機株式会社) 2013. 12. 19, 請求項1, 【0 0 0 1】, 【0 0 1 5】 - 【0 0 1 9】, 図1 (ファミリーなし)	9-14