

(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
2016年5月6日(06.05.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/067597 A1

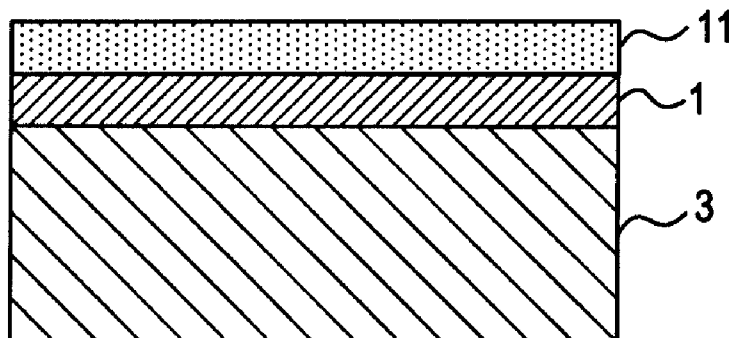
- (51) 国際特許分類:
C01B 31/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/005393
- (22) 国際出願日: 2015年10月27日(27.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-221380 2014年10月30日(30.10.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 小島 永児(KOJIMA, Eiji); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 片山 雅之(KATAYAMA, Masayuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 加納 一彦(KANO, Kazuhiko); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 大西 真司(OONISHI, Shinji); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING GRAPHENE

(54) 発明の名称: グラフェンの製造方法



(57) Abstract: A method for producing graphene, the method having a carbon-containing-layer formation step for forming a carbon-containing layer (7) on an underlayer (1) by atomic layer deposition, a first heat treatment step for forming an amorphous carbon layer (9) from the carbon-containing layer, and second heat treatment step for forming graphene (11) from the amorphous carbon layer. The temperature in the first heat treatment step is preferably 600°C or lower. When the carbon-containing layer includes a polymer, the number of aromatic rings included in the monomer constituting the polymer is preferably 1 or fewer.

(57) 要約: グラフェンの製造方法は、原子層堆積法により下地層(1)上に炭素含有層(7)を形成する炭素含有層形成工程と、前記炭素含有層からアモルファス炭素層(9)を形成する第1の熱処理工程と、前記アモルファス炭素層からグラフェン(11)を形成する第2の熱処理工程と、を有する。前記第1の熱処理工程における温度は600°C以下であることが好ましい。前記炭素含有層が重合体を含む場合、前記重合体を構成するモノマーに含まれる芳香環の数が1以下であることが好ましい。



WO 2016/067597 A1

明 細 書

発明の名称： グラフェンの製造方法

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年10月30日に出願された日本出願番号2014-221380号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示はグラフェンの製造方法に関する。

背景技術

[0003] グラフェンは優れた特性を有するため、様々な用途への利用が検討されている。グラフェンの製造方法として、スピコートにより有機高分子膜を形成し、その有機高分子膜を熱処理する方法が提案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：WO2011/025045号公報

発明の概要

[0005] 特許文献1記載の技術では、膜厚が均一なグラフェンを製造することは困難であった。本開示は、膜厚が均一なグラフェンを製造することが可能なグラフェンの製造方法を提供することを目的としている。

[0006] 本開示の一態様によれば、グラフェンの製造方法は、原子層堆積法により下地層上に炭素含有層を形成する炭素含有層形成工程と、前記炭素含有層からアモルファス炭素層を形成する第1の熱処理工程と、前記アモルファス炭素層からグラフェンを形成する第2の熱処理工程と、を有する。本開示の一態様にかかるグラフェンの製造方法によれば、均一な膜厚のグラフェンを製造することができる。

図面の簡単な説明

[0007] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図

面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1A]下地層を備えるサファイア基板の構成を表す断面図である。

[図1B]自己組織化単分子層形成工程を表す断面図である。

[図1C]炭素含有層形成工程を表す断面図である。

[図1D]第1の熱処理工程を表す断面図である。

[図1E]第2の熱処理工程を表す断面図である。

[図2]実施例1で製造したグラフェンをラマン分光により分析した結果を表す説明図である。

[図3]第1の熱処理工程により形成したアモルファス炭素層をラマン分光により分析した結果を表す説明図である。

[図4]比較例で製造したグラフェンをラマン分光により分析した結果を表す説明図である。

発明を実施するための形態

[0008] 本開示の実施形態を説明する。炭素含有層形成工程では、原子層堆積法 (Atomic Layer Deposition ALD) により下地層上に炭素含有層を形成する。炭素含有層形成工程における条件は、例えば、以下のようにすることができる。

[0009] 基板温度：50～500℃。

[0010] 圧力：0.1Pa～大気圧。

[0011] 炭素含有層の形成に用いる材料：テレフタル酸ジクロライド、エチレンジアミン。

[0012] 炭素含有層の形成に用いる材料として、2種以上（例えば、テレフタル酸ジクロライド、エチレンジアミン）を併用することが好ましい。

[0013] 炭素含有層の材質としては、例えば、ポリアミド (PA)、ポリイミド (PI)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、アクリル樹脂 (PMMA)、ポリカーボネート (PC) 等が挙げられる。また、炭素含有層の材質は、金属と炭素との化合物（例えば、AlCHO等）であってもよい。炭素含有層の膜厚は、例えば、数nm～数百nmとすることができる。なお、本明

細書における膜厚は、エリプソメトリの装置を用いて測定した値を意味する。

[0014] 炭素含有層は、例えば、重合体を含むことができる。この場合、重合体を構成するモノマーに含まれる芳香環（例えばベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環等）の数が1以下であることが好ましい。重合体を構成するモノマーに含まれる芳香環の数が1以下であれば、炭素含有層における単位面積当りの炭素量がより均一になる。その結果、グラフェンの膜厚均一性がより向上する。

[0015] 炭素含有層は、下地層の上に直接形成されてもよいし、下地層上に自己組織化単分子層が存在する場合は、その自己組織化単分子層上に形成されてもよい。

[0016] 下地層の材質としては、例えば、Co、Fe、Ni、Cu、Ru、Rh、Pd、Pt、Au、Ir、Sc、Ti、Al、Ag、Mn、Cr、Sn、及びそれらの2種以上の合金が挙げられる。下地層の膜厚は、例えば、数nm～数百nmとすることができる。下地層は、例えば、蒸着法、スパッタリング法、CVD法、原子層堆積法（ALD）等の方法で形成できる。

[0017] 下地層は、例えば、基板上に形成することができる。基板の材質としては、例えば、サファイア、酸化マグネシウム、水晶、Si等が挙げられる。Si基板の場合、表面にSiO₂膜を備えていてもよい。

[0018] 第1の熱処理工程では、炭素含有層からアモルファス炭素層が形成される。アモルファス炭素層は、その少なくとも一部がアモルファス炭素である層である。第1の熱処理工程における温度は、600℃以下が好ましく、50～600℃の範囲内であることがより好ましい。この範囲内である場合、グラフェンに残存する、炭素含有層由来の不純物（O、N、H等）の量を一層低減することができる。

[0019] 第1の熱処理工程の時間は、例えば、0.1～100時間とすることができる。この範囲内である場合、グラフェンの膜質が一層向上する。また、第1の熱処理工程における雰囲気ガスは、例えば、不活性ガス（例えば、N₂、

A r 等)とすることができる。雰囲気ガスが不活性ガスである場合、グラフェンの膜質が一層向上する。また、第1の熱処理工程における圧力は、例えば、大気圧又は減圧（例えば、 $10^{-6} \sim 10^5 \text{ Pa}$ ）とすることができる。この場合、グラフェンの膜質が一層向上する。

[0020] グラフェンの製造工程のうち、少なくとも、炭素含有層形成工程から、第1の熱処理工程までを真空中で連続して行うことが好ましい。この場合、不必要な炭素源の混入を抑制できるので、グラフェンの膜厚を一層正確に制御できる。なお、本明細書において、「連続して」とは、大気雰囲気下にさらさずに処理することを意味する。

[0021] 第2の熱処理工程では、アモルファス炭素層からグラフェンを形成する。グラフェンは、単原子層のカーボン結晶構造であってもよく、複数の原子層のカーボン結晶構造であってもよい。複数の原子層とは、例えば、9層以下の原子層である。複数の原子層のカーボン結晶構造は、グラフェン多層膜 (multi-layer graphene)、又はグラフェン積層膜 (stacked graphene) と称されることがある。

[0022] 第2の熱処理工程における温度は、 600°C より高く、 1200°C 以下であることが好ましい。この範囲内である場合、グラフェンの膜質が一層向上する。

[0023] 第2の熱処理工程の時間は、例えば、 $0.1 \sim 100$ 時間とすることができる。この範囲内である場合、グラフェンの膜質が一層向上する。また、第2の熱処理工程は、真空中で行ってもよいし、雰囲気ガス中で行ってもよい。雰囲気ガスとしては、例えば、不活性ガス（例えば、 N_2 、A r 等）が挙げられる。真空中、又は前記の雰囲気ガス中で第2の熱処理工程を行う場合、グラフェンの膜質が一層向上する。また、第2の熱処理工程における圧力は、例えば、大気圧又は減圧（例えば、 $10^{-6} \sim 10^5 \text{ Pa}$ ）とすることができる。この場合、グラフェンの膜質が一層向上する。

[0024] グラフェンの製造工程のうち、少なくとも、第1の熱処理工程から、第2の熱処理工程までを真空中で連続して行うことが好ましい。この場合、不

要な炭素源の混入を抑制できるので、グラフェンの膜厚を一層正確に制御できる。

下地層と炭素含有層との間に自己組織化単分子層を形成してもよい。自己組織化単分子層は、炭素含有層の形成に用いる材料と、下地層との結合を促進する。そのため、炭素含有層の形成初期段階において、炭素含有層の膜厚にばらつきが生じにくくなる。その結果、グラフェンの膜厚におけるばらつきを抑制することができる。

[0025] 自己組織化単分子層の材質としては、例えば、APS（3-アミノプロピルトリエトキシシラン）、AEAPS（3-(2-アミノエチル)-アミノプロピルトリメトキシシラン）等が挙げられる。自己組織化単分子層の膜厚は、例えば、0.01～100nmとすることができる。

[0026] 自己組織化単分子層の形成方法としては、例えば、基板へ自己組織化単分子（自己組織化単分子層を構成する分子）を気相供給するドライ方式、自己組織化単分子を含む液に基板を浸すウェット方式等が挙げられる。

[0027] 自己組織化単分子層に含まれる官能基と、炭素含有層に含まれる官能基とが結合することが好ましい。この場合、グラフェンの膜厚におけるばらつきを一層抑制することができる。

[0028] 真空中で自己組織化単分子層を形成し、自己組織化単分子層の形成と、炭素含有層形成工程とを連続して行うことが好ましい。この場合、不必要な炭素源の混入を抑制できるので、グラフェンの膜厚を一層正確に制御できる。

（実施例1）

1. グラフェンの製造方法

まず、図1Aに示すように、Coから成る下地層1を備えたサファイア基板3を用意した。下地層1の膜厚は200nmである。

[0029] 次に、図1Bに示すように、下地層1上に自己組織化単分子層5を形成した。以下では、この工程を自己組織化単分子層形成工程とする。自己組織化単分子層5の材質はAPSである。自己組織化単分子層5の膜厚は2nmである。自己組織化単分子層5は、自己組織化単分子を気相供給するドライ方

式により形成した。

[0030] 次に、図 1 C に示すように、自己組織化単分子層 5 上に、原子層堆積法により、炭素含有層 7 を形成した。以下では、この工程を炭素含有層形成工程とする。炭素含有層形成工程は、自己組織化単分子層形成工程と連続して行った。原子層堆積法における条件は、以下のようにした。

[0031] 基板温度：120℃。

[0032] 圧力：133Pa。

[0033] 炭素含有層 7 の形成に用いる材料：テレフタル酸ジクロライドとエチレンジアミン。

[0034] 炭素含有層 7 の材質は PA である。炭素含有層 7 の膜厚は 4 nm である。炭素含有層 7 は、PA の重合体を含むが、その重合体を構成するモノマーには、1 つの芳香環が含まれる。

[0035] 次に、炭素含有層形成工程に連続して、第 1 の熱処理工程を行った。第 1 の熱処理工程の条件は以下のとおりである。

[0036] 温度：600℃

時間：10分間

雰囲気ガス：真空

圧力： 1×10^{-3} Pa未満

その結果、図 1 D に示すように、炭素含有層 7 から、アモルファス炭素層 9 が形成される。

[0037] 次に、第 1 の熱処理工程に連続して、第 2 の熱処理工程を行った。第 2 の熱処理工程の条件は以下のとおりである。

[0038] 温度：800℃

時間：20分間

雰囲気ガス：真空

圧力： 1×10^{-3} Pa未満

その結果、図 1 E に示すように、アモルファス炭素層 9 から、グラフェン 11 が形成された。

[0039] 2. グラフェンの評価

前記のようにして製造したグラフェンをラマン分光により分析した。その結果を図2に示す。図2に示す波形は、グラフェンに特有のものであった。よって、前記の製造方法によりグラフェンが製造できたことが確認できた。

[0040] また、図2の波形において、 2700 cm^{-1} 付近に現れる2Dバンドと 1580 cm^{-1} 付近に現れるGバンドとの比は、 $2D/G=2.5$ であった。このことから、グラフェンの膜厚が均一であることが確認できた。

[0041] また、図2の波形において、 1580 cm^{-1} 付近に現れるGバンドと 1300 cm^{-1} 付近に現れるDバンドとの比は、 $G/D=26$ であった。このことから、グラフェンの膜質が良好であることが確認できた。

[0042] また、第1の熱処理工程により生じた層を、ラマン分光により分析した。その結果を図3に示す。図3に示す波形は、アモルファス炭素に特有のものであった。よって、第1の熱処理工程によりアモルファス炭素層が形成されたことが確認できた。

[0043] 3. グラフェンの製造方法が奏する効果

本実施例のグラフェンの製造方法によれば、膜厚が均一であり、膜質が良好であるグラフェンを製造することができる。また、本実施例のグラフェンの製造方法によれば、グラフェンの膜厚を精密に制御することができる。

(比較例)

1. 成膜方法

基本的には前記実施例1と同様であるが、炭素含有層形成工程の後、第1の熱処理工程を行わず、すぐに第2の熱処理工程を行った。

[0044] 2. 膜の評価

形成された膜をラマン分光により分析した。その結果を図4に示す。図4に示す波形には、Gバンドに対するDバンドの強度が高いという特徴が存在する。このことから、本比較例では、非常に膜質が悪いグラフェンが生じたことが分かった。

(実施例2)

基本的には前記実施例 1 と同様にして、グラフェンを製造する。ただし、本実施例では、炭素含有層 7 の材質は P E T である。なお、炭素含有層 7 の形成に用いる材料を、エチレンジアミンではなくエチレングリコールにすることにより、炭素含有層 7 の材質を P E T にすることができる。本実施例でも、前記実施例 1 と略同様のグラフェンを製造することができる。

(実施例 3)

基本的には前記実施例 1 と同様にして、グラフェンを製造する。ただし、本実施例では、第 1 の熱処理工程における温度を 5 0 0℃とした。本実施例でも、前記実施例 1 と略同様のグラフェンを製造することができる。

(実施例 4)

基本的には前記実施例 1 と同様にして、グラフェンを製造する。ただし、本実施例では、第 2 の熱処理工程における温度を 7 5 0℃とした。本実施例でも、前記実施例 1 と略同様のグラフェンを製造することができる。

(実施例 5)

基本的には前記実施例 1 と同様にして、グラフェンを製造する。ただし、本実施例では、自己組織化単分子層 5 の形成を省略した。そのため、本実施例では、下地層 1 の上に直接炭素含有層 7 を形成した。本実施例でも、前記実施例 1 と略同様のグラフェンを製造することができる。

(実施例 6)

基本的には前記実施例 1 と同様にして、グラフェンを製造する。ただし、本実施例では、下地層 1 の材質を N i とした。本実施例でも、前記実施例 1 と略同様のグラフェンを製造することができる。

[0045] 以上、本開示の実施形態について説明したが、前記実施形態に限定されることなく、種々の形態を採り得る。

[0046] 例えば、前記実施例 1 ～ 6 において、炭素含有層 7 の膜厚は、4 n m 以外の値であってもよく、例えば、4 0 ～ 5 0 n m (例えば 4 6 n m) としてもよい。

[0047] 前記実施形態における 1 つの構成要素が有する機能を複数の構成要素とし

て分散させたり、複数の構成要素が有する機能を1つの構成要素に統合させたりしてもよい。また、前記実施形態の構成の一部を、同様の機能を有する公知の構成に置き換えてもよい。また、前記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、前記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。なお、請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本開示の実施形態である。

[0048] 上述したグラフェンの製造方法の他、グラフェン、グラフェンの製造装置等、種々の形態で本開示を実現することもできる。

請求の範囲

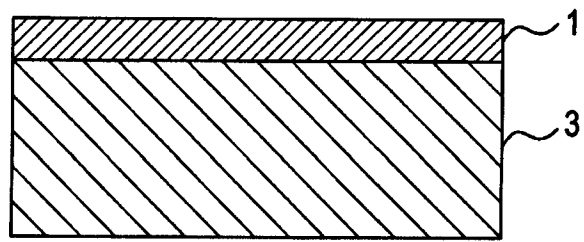
- [請求項1] 原子層堆積法により下地層（１）上に炭素含有層（７）を形成する炭素含有層形成工程と、
- 前記炭素含有層からアモルファス炭素層（９）を形成する第１の熱処理工程と、
- 前記アモルファス炭素層からグラフェン（１１）を形成する第２の熱処理工程と、
- を有するグラフェンの製造方法。
- [請求項2] 請求項１に記載のグラフェンの製造方法であって、
- 前記第１の熱処理工程における温度が600℃以下であるグラフェンの製造方法。
- [請求項3] 請求項１又は２に記載のグラフェンの製造方法であって、
- 前記炭素含有層が重合体を含む場合、前記重合体を構成するモノマーに含まれる芳香環の数が１以下であるグラフェンの製造方法。
- [請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載のグラフェンの製造方法であって、
- 前記下地層と前記炭素含有層との間に自己組織化単分子層（５）を形成するグラフェンの製造方法。
- [請求項5] 請求項４に記載のグラフェンの製造方法であって、
- 前記自己組織化単分子層に含まれる官能基と、前記炭素含有層に含まれる官能基とが結合するグラフェンの製造方法。
- [請求項6] 請求項４又は５に記載のグラフェンの製造方法であって、
- 真空中で前記自己組織化単分子層を形成し、
- 前記自己組織化単分子層の形成と、前記炭素含有層形成工程とを連続して行うグラフェンの製造方法。
- [請求項7] 請求項１～６のいずれか１項に記載のグラフェンの製造方法であって、
- 少なくとも、前記炭素含有層形成工程から、前記第１の熱処理工程

までを真空中で連続して行うグラフェンの製造方法。

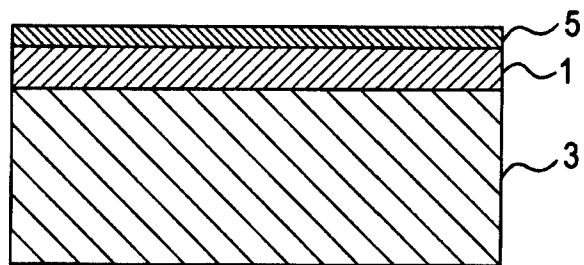
[請求項8] 請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のグラフェンの製造方法であって、

少なくとも、前記第 1 の熱処理工程から、前記第 2 の熱処理工程までを真空中で連続して行うグラフェンの製造方法。

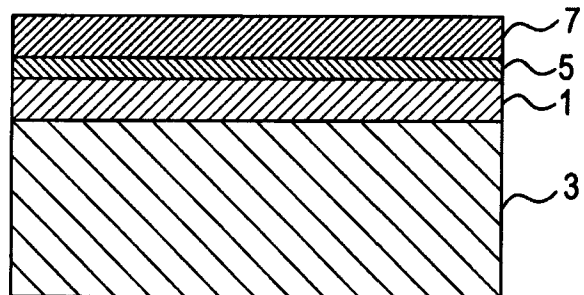
[図1A]



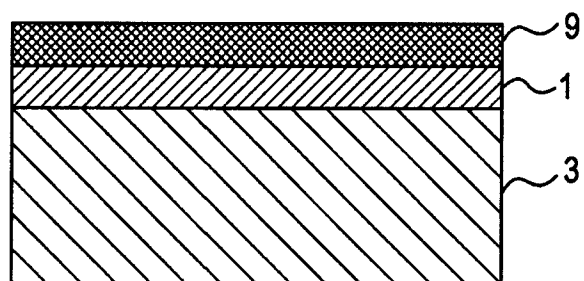
[図1B]



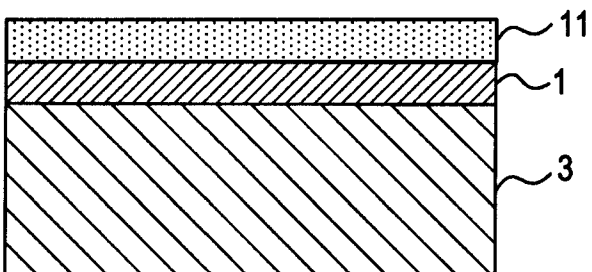
[図1C]



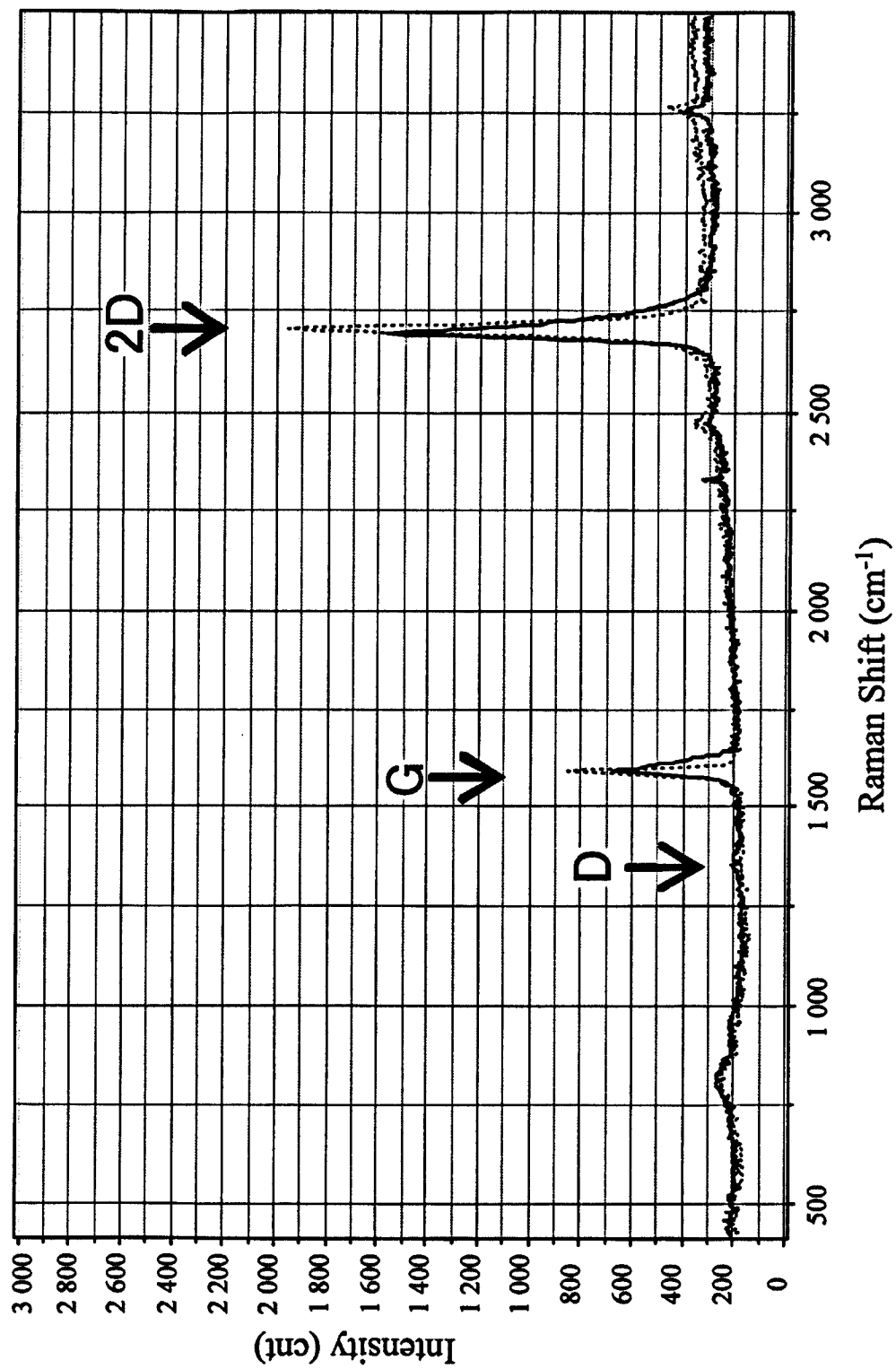
[図1D]



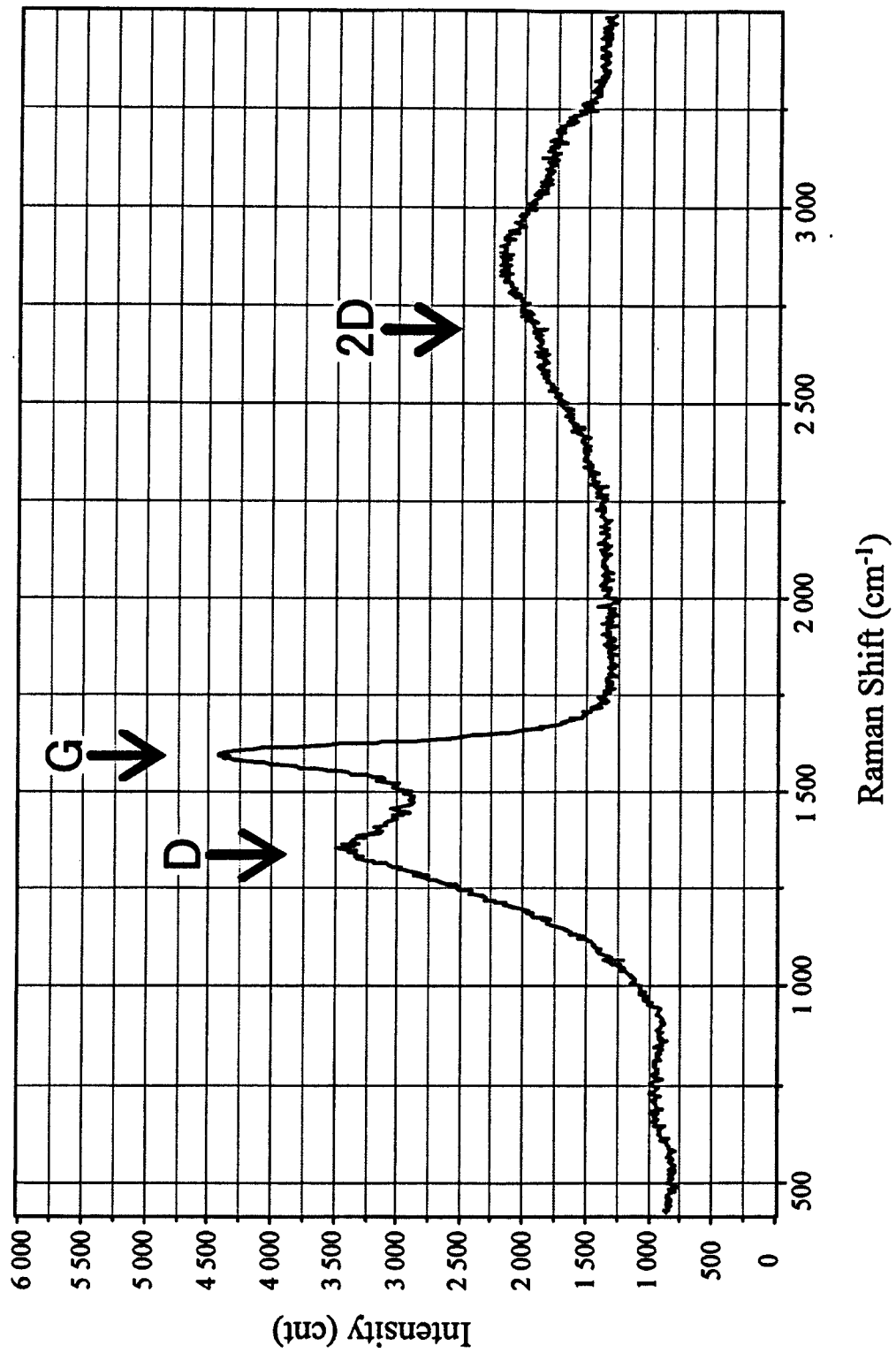
[図1E]



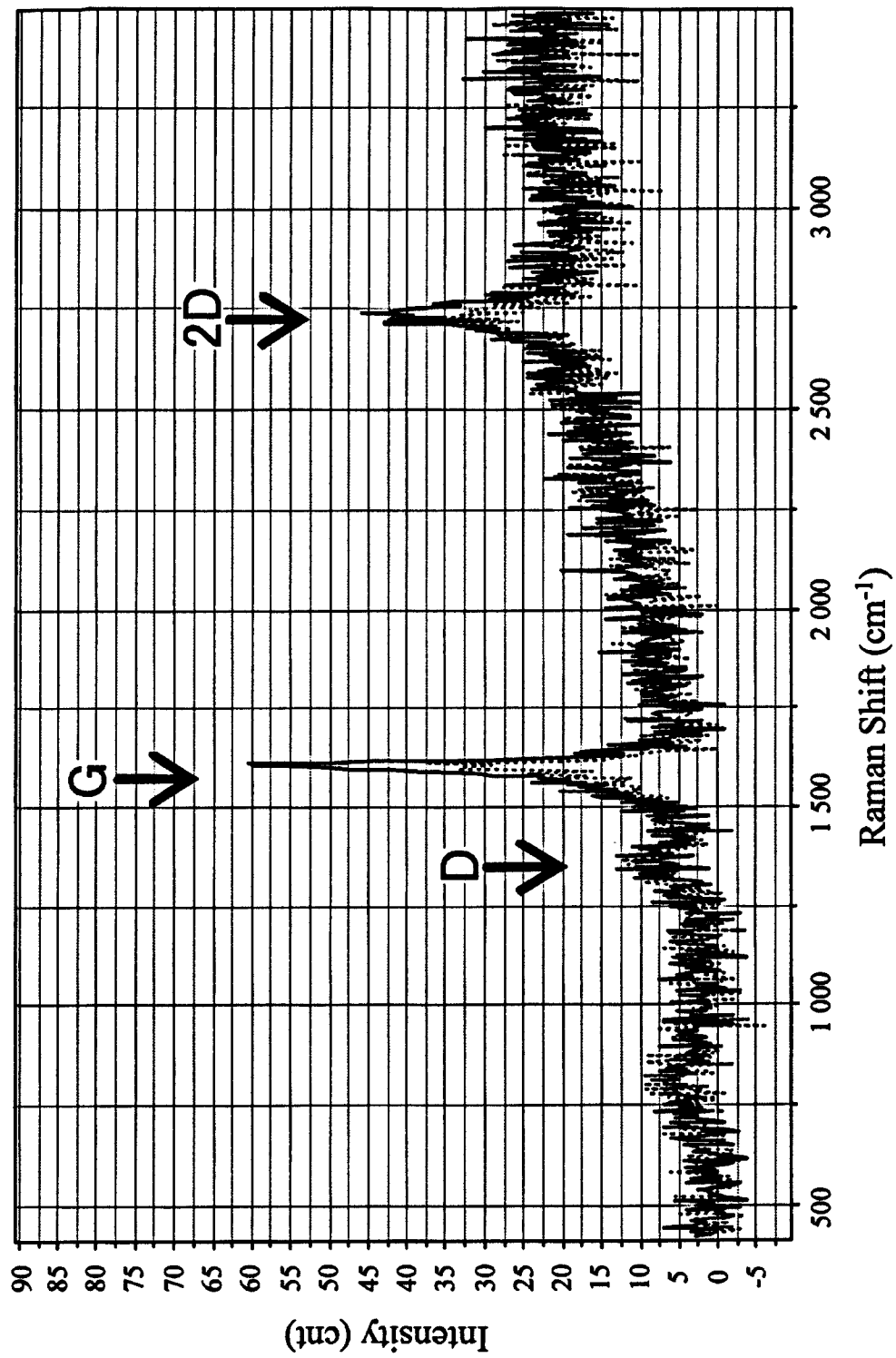
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/005393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B31/02(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)

C01B31/02, B82Y5/00-99/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-229022 A (Commissariat a l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text & US 2010/0247801 A1 entire text & EP 2233435 A1 & FR 2943660 A & KR 10-2010-0107403 A	1-8
A	JP 2009-143761 A (Fujitsu Ltd.), 02 July 2009 (02.07.2009), entire text (Family: none)	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
19 January 2016 (19.01.16)

Date of mailing of the international search report
26 January 2016 (26.01.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/005393

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 2014-51412 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 20 March 2014 (20.03.2014), entire text & WO 2014/038244 A1 & TW 201410605 A	1-8
A	WO 2014/038243 A1 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 13 March 2014 (13.03.2014), entire text & JP 2014-51413 A	1-8
A	JP 2014-90146 A (Denso Corp.), 15 May 2014 (15.05.2014), entire text & KR 10-2014-0056001 A	1-8
A	WO 2014/171320 A1 (Fuji Electric Co., Ltd.), 23 October 2014 (23.10.2014), entire text (Family: none)	1-8
A	Zhen-Yu JUANG, et al., Synthesis of graphene on silicon carbide substrates at low temperature, Carbon, July 2009, Vol.47, No.8, pp.2026-2031	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C01B31/02 (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 (IPC))

Int.Cl. C01B31/02, B82Y5/00-99/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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)

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

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 2010-229022 A (コミッサリア ア レネルジー アトミック エ オ ゼネルジ ザルタナテイヴ) 2010.10.14, 全文 & US 2010/0247801 A1, 全文 & EP 2233435 A1 & FR 2943660 A & KR 10-2010-0107403 A	1-8
A	JP 2009-143761 A (富士通株式会社) 2009.07.02, 全文 (ファミリ ーなし)	1-8

☒ 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

19.01.2016

国際調査報告の発送日

26.01.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

廣野 知子

4 G

9266

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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	JP 2014-51412 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2014. 03. 20, 全文 & WO 2014/038244 A1 & TW 201410605 A	1 - 8
A	WO 2014/038243 A1 (独立行政法人産業技術総合研究所) 2014. 03. 13, 全文 & JP 2014-51413 A	1 - 8
A	JP 2014-90146 A (株式会社デンソー) 2014. 05. 15, 全文 & KR 10-2014-0056001 A	1 - 8
A	WO 2014/171320 A1 (富士電機株式会社) 2014. 10. 23, 全文 (ファミ リーなし)	1 - 8
A	Zhen-Yu JUANG, et al., Synthesis of graphene on silicon carbide substrates at low temperature, Carbon, July 2009, Vol.47, No. 8, pp. 2026-2031	1 - 8