(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
2007 年10 月18 日 (18.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/116600 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 16/02 (2006.01) *C30B 29/04* (2006.01)
C23C 16/27 (2006.01) *H01L 21/205* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/051915

(22) 国際出願日: 2007 年2 月5 日 (05.02.2007)

(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2006-097697 2006 年3 月31 日 (31.03.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 今井 淑夫 (IMAI, Yoshio) [JP/JP]; 〒1660013 東京都杉並区堀ノ内３丁目３６番４号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 澤邊 厚仁 (SAWABE, Atsuhito) [JP/JP]; 〒2400105 神奈川県横須賀市秋谷２丁目２１番１号ライオンズマンション湘南秋谷３０２号 Kanagawa (JP). 前田 真太郎 (MAEDA, Shintaro) [JP/JP]; 〒2291133 神奈川県相模原市南橋本１丁目２２番１５－２０３号 Kanagawa (JP).

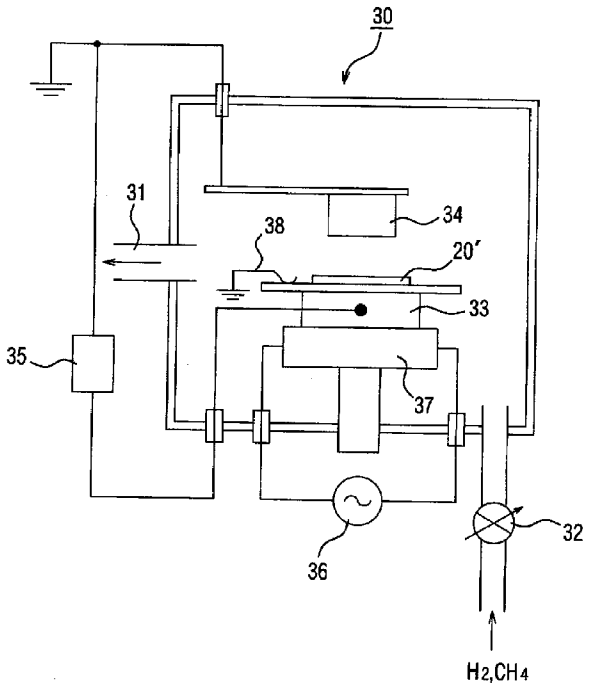
(74) 代理人: 本田 崇 (HONDA, Takashi); 〒1070052 東京都港区赤坂１丁目１番１７号 細川ビル８階 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title:** BASE SUBSTRATE FOR EPITAXIAL DIAMOND FILM, METHOD FOR MANUFACTURING THE BASE SUBSTRATE FOR EPITAXIAL DIAMOND FILM, EPITAXIAL DIAMOND FILM MANUFACTURED BY THE BASE SUBSTRATE FOR EPITAXIAL DIAMOND FILM, AND METHOD FOR MANUFACTURING THE EPITAXIAL DIAMOND FILM

(54) 発明の名称: エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびその製造方法並びにこのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜およびその製造方法



(57) **Abstract:** This invention provides a base substrate for an epitaxial diamond film, which can epitaxially grow a large-area high-quality diamond having a diameter of not less than 1 inch (2.5 cm) on an iridium base by using CVD, and a method for manufacturing the base substrate for an epitaxial diamond film, an epitaxial diamond film manufactured by the base substrate for an epitaxial diamond film, and a method for manufacturing the epitaxial diamond film. An iridium (Ir) film is epitaxially grown by vacuum vapor deposition or sputtering on a single crystal magnesium oxide (MgO) or single crystal sapphire (α - Al_2O_3) substrate. The formed iridium (Ir) base is subjected to bias nucleus generation treatment in which an ion-containing direct current plasma is applied to the surface of the iridium (Ir) base to form an epitaxial diamond nucleus.

(57) 要約: ＣＶＤ法を使用してイリジウム下地上に直径１インチ（２．５ｃｍ）以上の大面積化された高品質のダイヤモンドをエピタキシャル成長させることができるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびその製造方法並びにこのエピタキシャルダイ

[続葉有]

WO 2007/116600 A1

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜およびその製造方法を提供する。単結晶酸化マグネシウム（ＭｇＯ）または単結晶サファイア（α-Al_2O_3）基板上に、真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム（Ｉｒ）膜をエピタキシャル成長により成膜し、この成膜されたイリジウム（Ｉｒ）下地の表面へ、イオンを含む直流プラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施す。

明 細 書

エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびその製造方法並びにこのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、各種の電子デバイスに応用が可能なエピタキシャルダイヤモンド自立膜の製造に関し、特に高品質かつ大面積のエピタキシャルダイヤモンド膜を合成するためのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびその製造方法並びにこのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] ダイヤモンドは、半導体として優れた特性を有する材料である。また、ダイヤモンドは既存の半導体材料では実現不可能な電子デバイスへの応用が期待される。例えば、高周波デバイスやパワーデバイス、紫外線発光デバイス等である。また、ダイヤモンドは、負の電子親和力(NEA)を有する材料であることから、低電圧で作用する電子放出素子への応用も期待される。

[0003] しかし、電子デバイスとして応用する場合には、結晶中に含まれる欠陥がデバイスの特性に影響を及ぼすことから、結晶欠陥を可能な限り含まず単結晶に近い結晶性を有するダイヤモンドが必要である。さらに、ダイヤモンドを用いた電子デバイスを産業化するためには、工場の生産ラインに乗せることが必須である。従って、高品質かつ大面積のダイヤモンド膜の合成技術が必要である。

[0004] そこで、ダイヤモンドの一般的な合成法として、高圧高温合成(HPHT)法が知られており、この合成法によれば、条件によって天然ダイヤモンド以上に結晶欠陥の少ない高品質ダイヤモンドを合成することができる。これまでに報告されているHPHT法によるダイヤモンドは、最大で10×10mm程度である。他のダイヤモンド合成法として、化学気相成長(CVD)法がある。この合成法は、導入した原料気体を何らかの方法で分解して基板上に目的の材料を堆積させる成膜法である。従って、この合成法

によれば、基板の大きさに対する原理的制限がなく、大面積基板へのダイヤモンド成膜法として期待することができる。たとえば、マイクロ波プラズマCVD法や直流プラズマCVD法では、直径4インチ(約10cm)以上の基板に多結晶ダイヤモンドを成膜することが可能とされている。

[0005] また、大型単結晶ダイヤモンンドを得るため、異種下地にダイヤモンドをエピタキシャル成長させる試みも行われている。今日までに、エピタキシャルダイヤモンド成長が確認された下地材料は、立方晶窒化硼素(c－BN)〔非特許文献1参照〕、ニッケル(Ni)、珪素(Si)〔非特許文献3参照〕および閃亜鉛鉱型炭化珪素(β－SiC)〔非特許文献4参照〕、コバルト(Co)、白金(Pt)〔非特許文献5参照〕、イリジウム(Ir)等である。これらの中で大面積単結晶の合成が可能で、ダイヤモンド以外の炭素成分や回転や傾きを持った非エピタキシャルダイヤモンド粒子を含まない高品質ダイヤモンドが成長するのは、イリジウム(Ir)のみである。従って、イリジウムを下地に用いることにより、大面積高品質ダイヤモンドを得られる可能性がある。

[0006] 大面積ダイヤモンドをヘテロエピタキシャル成長により得るには、下地材料の大面積化が必須である。イリジウムは、スパッタリングや真空蒸着によりエピタキシャル薄膜を作製することができるが、大面積化に用いるイリジウム成長用基板の検討が重要である。これまで、イリジウム成長用基板として酸化マグネシウム(MgO)、$SrTiO_3$(STO)、サファイア(α-Al_2O_3)が使用されている。

[0007] イリジウム下地へのエピタキシャルダイヤモンド成長に関しては、下地表面にバイアス核発生のための前処理を施すことが知られている〔非特許文献2参照〕。すなわち、このバイアス核発生は、イオンを含むプラズマをイリジウム下地表面に暴露することで、これによりエピタキシャルダイヤモンド核が形成される。そして、CVD法で長時間のダイヤモンド成長を行うことにより、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を作製することができる。なお、このような前処理を施すためのバイアス核発生装置として、例えばマイクロ波プラズマCVD装置、三電極直流プラズマCVD装置〔非特許文献6参照〕、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用することができる。

[0008] 前記対向電極型直流プラズマ発生装置は、三電極直流プラズマCVD装置を使用したイリジウム下地へのダイヤモンド核発生に関する問題点を解決するために開発さ

れたものである。その問題点とは、核発生が不均一なために基板面内でダイヤモンドが、それぞれエピタキシャル成長領域、非エピタキシャル成長領域、非成長領域に分かれていたことである。三電極直流プラズマCVD装置の陽極はリング状であり、この形状が不均一な核発生の原因と考えられている。そこで、前記対向電極型直流プラズマ発生装置では、陽極を平板とすることで、例えば10×10mmのイリジウム下地全面に、ダイヤモンドのエピタキシャル成長領域を拡大することが可能となった。

[0009] しかるに、このような対向電極型直流プラズマ発生装置により、イリジウム下地を大面積化することは、陰極形状とその大きさを変えることになるため、これに対応する適正な陽極直径および陽極—基板間距離(以下、これらを電極レイアウトという)の開発が重要となる。また、イリジウム下地を大面積化する場合は、電流密度を一定として放電電流を増加させればよいと考えられるが、放電電流を増加させることで基板の発熱量が増加し、基板温度も上昇することが予想される。そして、バイアス核発生時の基板温度は、ダイヤモンド粒子数密度に著しい変化を与えるパラメータであるため、放電電流と独立に制御する必要がある等、種々の未開発の問題がある。

[0010] 非特許文献1:S.Koizumi, T.Murakami, K.Suzuki and T.Inuzuka, Appl. Phys. Lett., Vol.57, No.6, pp.563-565 (1990)

非特許文献2:S.Yugo, T.Kanai, T.Kimura and T.Muto, Appl. Phys. Lett., Vol.58, No.10, pp.1036-1038 (1991)

非特許文献3:B.R.Stoner and J.T.Glass, Appl. Phys. Lett., Vol.60, No.6, pp.698-700 (1992)

非特許文献4:P.C.Yang, W.Zhu and J.T.Glass, J.Mater. Res., Vol.8, No.8, pp. 1773-1776 (1993)

非特許文献5:T.Tachibana, Y.Yokota, K.Miyata, K.Kobashi and Y.Shintani, Diamond and Related Materials, Vol.6, Nos.2-4, pp.266-271 (1997)

非特許文献6:K.Ohtsuka, K.Suzuki, A.Sawabe and T.Inuzuka, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.35, No.8B, pp.L1072-1074 (1996)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] そこで、本発明の目的は、CVD法を使用してイリジウム下地上に直径1インチ(2.5cm)以上の大面積化された高品質のダイヤモンドをエピタキシャル成長させることができるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびその製造方法並びにこのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜およびその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 前記目的を達成するため、本発明の請求項1に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法は、単結晶酸化マグネシウム(MgO)または単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板上に、真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜し、

この成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、イオンを含む直流プラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施すことを特徴とする。

[0013] 本発明の請求項2に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法は、前記真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長させる単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板につき、イリジウム(Ir)を成膜する表面の面方位を{100}とすると共に研磨面とすることを特徴とする。

[0014] 本発明の請求項3に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法は、前記真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長させる単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板につき、イリジウム(Ir)を成膜する表面の面方位を{0001}とすると共に研磨面とすることを特徴とする。

[0015] 本発明の請求項4に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法は、直流プラズマによりバイアス核発生処理を施すに際して、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用し、陽極直径を7～25mm、陽極―基板間距離を5～11mmとした場合、放電気体をH_2およびCH_4、CH_4濃度を2～5%、放電気体圧力を80～150Torr、放電電流密度を150～250mA/cm^2、放電電圧を250～760V、基板温度を800～1100℃、放電時間を30～120秒の条件で行うことを特徴とする。

[0016] 本発明の請求項5に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板は、表面にスパ

ッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板からなり、

前記基板上に成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなることを特徴とする。

[0017] 本発明の請求項6に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板は、表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板からなり、

前記基板上に成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなることを特徴とする。

[0018] 本発明の請求項7に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法は、単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板上に、スパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜し、

この成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施して、エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を形成し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板上に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とする。

[0019] 本発明の請求項8に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法は、単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板上に、スパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜し、

この成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施して、エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を形成し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板上に、多電極型直流プラズマCVD装

置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とする。

[0020] 本発明の請求項9に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法は、前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を、請求項2または4記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法により製造することを特徴とする。

[0021] 本発明の請求項10に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法は、前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を、請求項3または4記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法により製造することを特徴とする。

[0022] 本発明の請求項11に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜は、表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板の前記イリジウム(Ir)下地表面に対し、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を使用し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板のバイアス核発生処理表面に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とする。

[0023] 本発明の請求項12に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜は、表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板の前記イリジウム(Ir)下地表面に対し、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を使用し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板のバイアス核発生処理表面に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とする。

発明の効果

[0024] 本発明に係る請求項1に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法によれば、エピタキシャルダイヤモンド核を均一かつ高密度に発生させることがで

きるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を容易に製造することができる。

[0025] 本発明に係る請求項2、3および4に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法によれば、エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の大面積化を実現可能なエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を容易に製造することができる。

[0026] 本発明に係る請求項5および6に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板によれば、エピタキシャルダイヤモンド核を均一かつ高密度に発生させることができると共に、大面積化されたエピタキシャルダイヤモンド膜の製造を容易に可能とすることができる。

[0027] 本発明に係る請求項7、8、9および10に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法によれば、エピタキシャルダイヤモンド核を均一かつ高密度に発生させることができると共に、大面積化されたエピタキシャルダイヤモンド膜を容易に得ることが可能となる。

[0028] 本発明に係る請求項11および12に記載のエピタキシャルダイヤモンド膜によれば、エピタキシャルダイヤモンド核を均一かつ高密度に発生させることができると共に、大面積化されたエピタキシャルダイヤモンド自立膜を容易に得ることができる。

発明を実施するための最良の形態

[0029] 次に、本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびその製造方法並びにこのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜およびその製造方法を実施する最良の形態につき、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

[0030] まず、本発明のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板およびこれを使用するエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法は、基本的に図1に示す工程からなる。すなわち、図1において、本発明のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板は、単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板上に、高周波スパッタリング法を使用して、イリジウム(Ir)薄膜をエピタキシャル成長により成膜するエピタキシャルIr薄膜製造工程(I)と、成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理工程(II)とから製造される。そして、前記エピタキシャルダイヤモン

ド膜下地基板を使用するエピタキシャルダイヤモンド膜は、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板のバイアス核発生処理表面にエピタキシャルダイヤモンドを成長させるエピタキシャルダイヤモンド成長工程(III)により製造される。

[0031] [エピタキシャルIr薄膜の製造]

図2は、本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を製造するためのエピタキシャルIr薄膜を製造する高周波スパッタリング装置の一実施例を示す概略構成図である。

すなわち、図2に示す高周波スパッタリング装置10において、排気系11はロータリーポンプとターボ分子ポンプとからなり、10^{-8}Torr台まで真空排気が可能である。スパッタリング時の放電気体はアルゴン(Ar)を使用し、マスフローコントローラ12により流量調節が可能に構成されている。予備排気およびスパッタリング成膜時の圧力は、電離真空計により測定される。高周波電源13は、ターゲット14側および基板ヒータ15側の両方に接続可能とされている。ターゲット14には、直径5cm、純度99.95%以上のイリジウムIrが使用されている。また、ターゲット14の直下には、プレスパッタリング時にイリジウムIrが基板側に飛散するのを防止するため、シャッタ16が設置されている。基板ヒータ15は、直流電源17に接続されており、最高加熱温度1000℃で、大きさが直径5cmである。また、ターゲット14は、基板ヒータ15の約8cm上に設置されている。基板ヒータ15に隣接して、成膜時にイリジウムIrが金属配線に堆積するのを防止するため、絶縁板18を介して防着板19が設置されている。

[0032] 次に、このような構成からなる高周波スパッタリング装置を使用して、本発明によるエピタキシャルIr薄膜の製造について説明する。

基板20として単結晶酸化マグネシウムMgOを使用し、この基板20の面方位は{100}であり、大きさは直径1インチ(2.5cm)、厚さは1mm、研磨は片面研磨で、この研磨面側にエピタキシャルIrが成膜される。基板20を設置した後、真空チャンバ内を3×10^{-7}Torr以下まで排気する。基板20を680℃まで加熱し、基板表面に付着している吸着ガス等を飛ばす。次に、Arを5sccm導入した後、圧力を1.5×10^{-3}Torrに調節する。基板ヒータ15側に高周波電力を30W投入することにより、基板ヒータ15表

面にプラズマを発生させる。このプラズマ処理を30分間行うことにより、基板20表面の吸着物を除去し、清浄表面を露出させる。次に、ターゲット14側に高周波電力を50W投入してターゲット14表面にプラズマを発生させる。最初の15分間は、大気圧リークした際に吸着したターゲット14表面の吸着物を除去するために、シャッタ16を閉じてプレスパッタリングを行う。そして、シャッタ16を開けて基板20表面にエピタキシャルIrの成膜を90分間行う。この際の成膜速度は、5nm/min.で、膜厚は450nmである。表1は、エピタキシャルIr薄膜の成膜条件を示す。

[0033] 成膜後は、加熱を止めて、2時間以上基板20の自然放冷を行う。次いで、基板20の側面および裏面にもIrを60分間成膜する。これはバイアス核発生およびダイヤモンド成長において、直流放電を発生させる際、基板20表面と金属製基板ホルダとの電気的導通を得るためである。

[0034] [バイアス核発生処理]

図3は、本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を製造するための前記エピタキシャルIr薄膜を成膜した下地基板20′ へバイアス核発生処理を行う対向電極型直流プラズマ発生装置の一実施例を示す概略構成図である。

すなわち、図3に示す対向電極型直流プラズマ発生装置30において、排気系31はロータリーポンプとターボ分子ポンプとからなり、10^{-8}Torr台まで真空排気が可能である。バイアス核発生時の放電気体は水素(H_2)およびメタン(CH_4)を使用し、マスフローコントローラ32により流量調節が可能に構成されている。なお、この場合、放電気体は、個別に流量調節を行ってもよい。圧力は予備排気時に電離真空計により、バイアス核発生時にバラトロン真空計により測定される。装置中央部では、基板ホルダ33上のイリジウム(Ir)下地基板20′ と陽極34が一定距離を置いて平行に設置されている。基板ホルダ33は、放電電力印加用の直流電源35に接続され、陽極34は接地されている。Ir下地基板20′ を加熱するため、交流電源36に接続されたヒータ37が、基板ホルダ33の下部に設置されている。放電を開始させるため、可動式のトリガ38が基板ホルダ33と接触できる位置に設置されている。

[0035] 本実施例における前記各部の詳細は次の通りである。

＊陽極34:モリブデンMo製円板が使用されている。

＊基板ホルダ33：直径50mm、厚さ1mmのMo製円板は、発生するプラズマに対して十分に大きいことが重要であり、放電時には陰極として作用する。

＊直流電源35：安定化電源回路等の電子制御機構を含み、出力は1kWである。

＊ヒータ37：他の部分と電気的に絶縁されたMo製の発熱体のみに電流を流すことが可能である。

＊トリガ38：直径0.5mmのタングステン（W）ワイヤが使用されている。

なお、トリガ38を使用する理由は、バイアス核発生条件として定めた放電気体圧力100Torrで放電させる必要があることから、パッシェンの法則を考慮すると本実施例における直流電源35では放電開始電圧を出力できないため、放電のきっかけを与える火花を発生させる必要があることである。すなわち、トリガ38は、火花を発生させるために使用される。

[0036] 次に、このような構成からなる対向電極型直流プラズマ発生装置を使用して、本発明によるバイアス核発生処理について説明する。

基板ホルダ33の中央部に、直径1インチ（2.5cm）のIr下地基板20′を設置し、トリガ38を基板ホルダ33に接触させた後、真空チャンバ内を1×10^{-6}Torr以下まで排気する。次に、ヒータ37を電流52A、電圧3.0Vで通電し、基板温度を約400℃に設定する。その後、加熱を中止して基板の自然放冷を行った後、H_2およびCH_4を合計100Torr導入する。また、放電気体を計500sccm導入しながら、ロータリーポンプによる排気で圧力を一定に保つ。そして、再び基板の加熱を10分間行う。その後、基板ホルダ33に直流電圧を印加し、トリガ38を開放させる。火花をきっかけとして放電が開始される。放電開始後には、基板ホルダ33内に設置した熱電対で測定した温度を基に、温度コントローラによりヒータ制御を行うことで、バイアス核発生時の基板温度を安定化する。

[0037] 本実施例における電極レイアウト条件およびバイアス核発生条件について説明する。電極レイアウト条件を表2に示す。陽極直径を7～25mm、陽極―基板間距離を5～11mmの範囲で変化させて、12通りの条件で実施した。バイアス核発生条件を表3に示す。メタン濃度2%、放電気体圧力100Torr、放電時間30秒は、それぞれIr下地基板20′表面にエピタキシャルダイヤモンド核発生が得られる条件である。放

電電流は1000mA一定である。このようにして、本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を得ることができる。

[0038] [エピタキシャルダイヤモンド成長処理]

図4は、本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜を製造するための前記バイアス核発生処理を施したエピタキシャルIr下地基板40、すなわち本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を使用して、エピタキシャルダイヤモンド成長処理を行う多電極型直流プラズマCVD装置の一実施例を示す概略構成図である。

すなわち、図4に示す多電極型直流プラズマCVD装置50において、排気系51はロータリーポンプとターボ分子ポンプとからなり、10^{-8}Torr台まで真空排気が可能である。エピタキシャルダイヤモンド成長時の放電気体は水素(H_2)およびメタン(CH_4)を使用し、マスフローコントローラ52により流量調節が可能に構成されている。なお、この場合、放電気体は、個別に流量調整を行ってもよい。圧力は予備排気時に電離真空計により、エピタキシャルダイヤモンド成長時にバラトロン真空計により測定される。装置中央部には、水冷台53に置かれた2枚のMo製円板54の上部に前記Ir下地基板40が設置され、40mm上方に3本の陰極55が18mm間隔で配置されている。陰極55には各1台ずつ直流電源56が接続されている。可動式のMo製シャッタ57がIr下地基板40の2mm上方に設置されており、接地と浮動電位との切り替えが可能に構成されている。

[0039] 前記直流電源56と陰極55の詳細について説明する。

＊直流電源56:安定化電源回路等の電子制御機構を含み、1台の出力は3kWである。

＊陰極55:直径5mmのタンタル(Ta)製ロッドに直径1mmのTa製ロッドが接続されている。直径1mmの陰極は先端を丸くし、その根元が削られている。

[0040] 次に、このような構成からなる多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、本発明によるエピタキシャルダイヤモンド成長処理について説明する。

Mo製円板54の中央部に、直径1インチ(2.5cm)のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板40を設置した後、真空チャンバ内を1×10^{-6}Torr以下まで排気する。H_2を5Torr導入した後、接地したシャッタ57をエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板40

の上方へ回転させる。各陰極55に電力を投入して、陰極55－シャッタ57間で放電を開始させる。放電電流は陰極55の1本当り300mAである。H_2を114Torrまで徐々に導入した後、陰極55の1本当り

放電電流を1000mAまで徐々に増加させる。次いで、CH_4を導入して圧力を120Torrに設定する。放電気体を計500sccm導入しながら、ロータリーポンプによる排気で圧力を一定に保つ。陰極55の1本当りの放電電流を1266mAまで徐々に増加させる。CH_4を導入した時から10分後にシャッタ57を開き、陰極55－基板間の放電に移行させる。放電が完全に移行した後に、シャッタ57を浮動電位に切り替える。陰極55－基板間の放電に移行した時から、ダイヤモンド成長開始とする。基板温度は、オプティカルパイロメータを使用して基板側面を測定する。

[0041] このようにして製造されたエピタキシャルダイヤモンド膜は、表面形態を走査型電子顕微鏡（SEM）、結晶性をX線回析およびラマン分光法を用いて評価することができる。

[0042] 〈実施例1～12〉

基板温度を890℃とし、表4に示すように、12通りの電極レイアウトの設定で、バイアス核発生を施したエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板に対して、それぞれエピタキシャルダイヤモンド成長を3分間行った。

このようにして、エピタキシャルダイヤモンド成長を行った基板の直径上を、SEMで、端部を除き、3mm間隔でそれぞれ7カ所観察し、各位置でのダイヤモンド粒子数密度を測定した。この結果、それぞれ測定された粒子数密度の平均値とばらつきは、表4に示す通りである。

表4から明らかなように、平均値は10^7－10^8／cm^2、ばらつきは±20～50%の範囲で変化した。従って、これらの実施例において、最も均一かつ高密度なダイヤモンド粒子が得られる条件としては、陽極直径が15mm、20mmで、陽極―基板間距離が8mmの電極レイアウトとした場合であることが確認された。

[0043] 図5に、電極レイアウトが陽極直径20mm、陽極―基板間距離が8mmの場合において、粒子数密度10^8／cm^2、ばらつき±20%のダイヤモンド粒子が得られた、粒子状に成長したダイヤモンドを、ラマン分光法およびX線回析により評価した結果として

のラマンスペクトルを示す。この測定には、波長532nmのYAGレーザーを入射光として使用した。各測定位置において、1332cm^{-1}に比較的鋭いピークが観測された。基準として使用した、高圧高温合成Ib形ダイヤモンドの測定では、1332cm^{-1}のみに鋭いピークが観測されたことから、1332cm^{-1}のピークはダイヤモンドに起因していることが分かった。

[0044] 以上の実施例から、直径1インチ(2.5cm)のエピタキシャルダイヤモンド膜を製造するに際して、バイアス核発生時の基板温度および対向電極型直流プラズマ発生装置の電極レイアウト条件を適正化することにより、均一かつ高密度にダイヤモンド粒子を成長させることに成功した。そして、適正化された条件で、エピタキシャルダイヤモンドを成長させ、5時間後に膜厚60μmのエピタキシャルダイヤモンド自立膜が得られた。

[0045] そこで、直径1インチ(2.5cm)以上のIr下地基板に対してバイアス核発生を行うことを検討する。さらなる大面積化に対しては、基本的に基板表面におけるバイアス核発生時の電流密度を一定にすればよいと考えられている。放電電流を増加させると基板の発熱量が増え、バイアス核発生時の基板温度を調整することが必要となる。

放電電流を増加させる場合は、発熱量は放電電流に比例し、基板ホルダの熱容量は体積と比例するから、放電電流と基板ホルダの体積の比を一定にすれば、大面積化に適用できると考えられる。

[0046] また、ダイヤモンド粒子を均一かつ高密度に発生させるには、電極レイアウト条件の適正化が重要である。そして、適正な陽極直径は、Ir下地基板の直径に対して6～7割程度の大きさであることが予想される。また、陽極—基板間距離に関しては、陽極直径との比を一定にすれば、大面積化に適用できると考えられることから、例えば図6に示すように、直径12インチ(30cm)までの予測ができる。以上の条件に関して、基板の大きさに対する各条件の概算を、表5に示す。基板サイズが大きくなるほど誤差が大きくなると予想されるが、直径12インチ(30cm)のIr下地基板の場合までは、容易に想定することができる。

[0047] 以上、本発明の好適な実施例とし、基板に単結晶酸化マグネシウム(MgO)を使用して、エピタキシャルIr薄膜を成膜する場合について説明したが、本発明はこの実施

例に限定されることなく、例えば単結晶サファイア（α-Al_2O_3）を基板として使用し、その面方位を{0001}とすることにより、前述した実施例と同様にしてエピタキシャルIr薄膜の成膜を行うことができる。また、エピタキシャルIr薄膜の成膜方法として、スパッタリング法について説明したが、真空蒸着法を使用することもできる。その他、本発明の精神を逸脱しない範囲内において、種々の設計変更を行うことができる。

[0048] [表1]

エピタキシャルＩｒ膜の成膜条件

基板	直径１インチ×１ｍｍ単結晶ＭｇＯ｛１００｝研磨面
予備排気圧力［Torr］	3×10^{-7}以下
放電気体	Ａｒ
放電気体圧力［Torr］	1.5×10^{-3}
放電気体流量［sccm］	５
高周波電力［W］	５０
成膜速度［ｎｍ/min.］	５
基板温度［℃］	６８０
成膜時間［min.］	９０
膜厚［ｎｍ］	４５０

[0049] [表2]

電極レイアウト条件

陽極直径［mm］	７、１５、２０、２５
陽極－基板間距離［mm］	５、８、１１

[0050] [表3]

バイアス核発生条件

予備排気圧力［Torr］	1×10^{-6}以下
放電気体	H_2、CH_4
メタン濃度［%］	2
放電気体圧力［Torr］	100
放電気体流量［sccm］	500
放電電流［mA］	1000
放電電圧［V］	350～460
基板温度［℃］	800～1100
放電時間［sec.］	30～120

［0051］［表4］

ダイヤモンド粒子数密度分布

陽極直径 / 陽極－基板間距離	7mm	15mm	20mm	25mm
5mm	10^8 /cm² ±40%	10^8 /cm² ±30%	10^8 /cm² ±40%	10^8 /cm² ±50%
8mm	10^7 /cm² ±40%	10^8 /cm² ±20%	10^8 /cm² ±20%	10^8 /cm² ±30%
11mm	10^7 /cm² ±50%	10^7 /cm² ±20%	10^7 /cm² ±20%	10^7 /cm² ±30%

（上段：7カ所の平均値　／　下段：ばらつき）

［0052］［表5］

Ｉｒ下地の大きさとバイアス核発生条件との関係

基板直径 [cm]	1	1インチ 2．5	4インチ 10	8インチ 20	12インチ 30
基板面積 [cm^2]	1	5	79	314	707
放電電流 [A]	0．4	1	16	63	141
基板ﾎﾙﾀﾞ 体積 [cm^3]	－	7	110	440	990
陽極直径 [cm]	0．6	1．5 ～2	7	14	21
陽極－基板間距離 [cm]	0．5	0．8	2	4	6

図面の簡単な説明

[0053] [図1]本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造工程並びにこのエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板により製造されるエピタキシャルダイヤモンド膜の製造工程を示すブロック系統図である。

[図2]本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を製造するためのエピタキシャルIr下地を成膜する高周波スパッタリング装置の実施形態を示す概略構成図である。

[図3]本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を製造するための対向電極型直流プラズマ発生装置の実施形態を示す概略構成図である。

[図4]本発明に係るエピタキシャルダイヤモンド膜を製造するための多電極型直流プラズマCVD装置の実施形態を示す概略構成図である。

[図5]本発明に係る製造方法により製造されたエピタキシャルダイヤモンド膜のラマン分光法およびX線回析により評価したラマンスペクトル図である。

[図6]本発明に係る製造方法によりエピタキシャルダイヤモンド膜の製造が想定されるIr下地基板の大面積化に対する電極レイアウト条件を示す説明図である。

符号の説明

[0054] 10 高周波スパッタリング装置、 11 排気系、

12 マスフローコントローラ、 13 高周波電源、

14 ターゲット、 15 基板ヒータ、

16 シャッタ、 17 直流電源、

18 絶縁板、 19 防着板、

20 基板、 20′ Ir下地基板、

30 対向電極型直流プラズマ発生装置、

31 排気系、 32 マスフローコントローラ、

33 基板ホルダ、 34 陽極、

35 直流電源、 36 交流電源、

37 ヒータ、 38 可動式のトリガ、

40 バイアス核発生処理を施したIr下地基板(エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板)、

50 多電極型直流プラズマCVD装置、

51 排気系、 52 マスフローコントローラ、

53 水冷台、 54 Mo製円板、

55 陰極、 56 直流電源、

57 Mo製シャッタ。

請求の範囲

[1] 単結晶酸化マグネシウム(MgO)または単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板上に、真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜し、

この成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、イオンを含む直流プラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施すことを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法。

[2] 前記真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長させる単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板は、イリジウム(Ir)を成膜する表面の面方位を{100}とすると共に研磨面とすることを特徴とする請求項1記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法。

[3] 前記真空蒸着法またはスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長させる単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板は、イリジウム(Ir)を成膜する表面の面方位を{0001}とすると共に研磨面とすることを特徴とする請求項1記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法。

[4] 直流プラズマによりバイアス核発生処理を施すに際しては、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用し、陽極直径を7～25mm、陽極—基板間距離を5～11mmとした場合、放電気体をH_2およびCH_4、CH_4濃度を2～5%、放電気体圧力を80～150Torr、放電電流密度を150～250mA/cm^2、放電電圧を250～760V、基板温度を800～1100℃、放電時間を30～120秒の条件で行うことを特徴とする請求項1記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法。

[5] 表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板からなり、

前記基板上に成膜されたイリジウム(Ir)下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなることを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板。

[6] 表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した

単結晶サファイア（α-Al_2O_3）基板からなり、

前記基板上に成膜されたイリジウム（Ir）下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなることを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板。

[7] 単結晶酸化マグネシウム（MgO）基板上に、スパッタリング法によりイリジウム（Ir）膜をエピタキシャル成長により成膜し、

この成膜されたイリジウム（Ir）下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施して、エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を形成し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板上に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法。

[8] 単結晶サファイア（α-Al_2O_3）基板上に、スパッタリング法によりイリジウム（Ir）膜をエピタキシャル成長により成膜し、

この成膜されたイリジウム（Ir）下地の表面へ、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露することによりエピタキシャルダイヤモンド核を形成するバイアス核発生処理を施して、エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を形成し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板上に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法。

[9] 前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板は、請求項2または4記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法により製造することを特徴とする請求項7記載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法。

[10] 前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板は、請求項3または4記載のエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板の製造方法により製造することを特徴とする請求項8記

載のエピタキシャルダイヤモンド膜の製造方法。

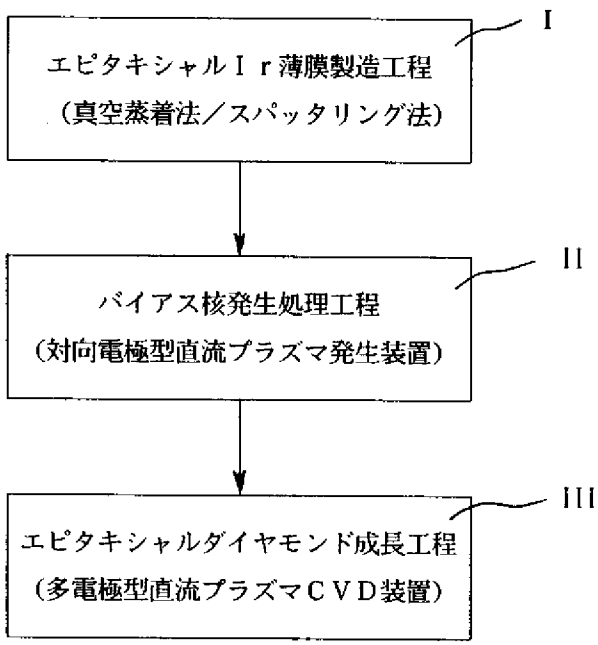
[11] 表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶酸化マグネシウム(MgO)基板の前記イリジウム(Ir)下地表面に対し、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を使用し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板のバイアス核発生処理表面に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜。

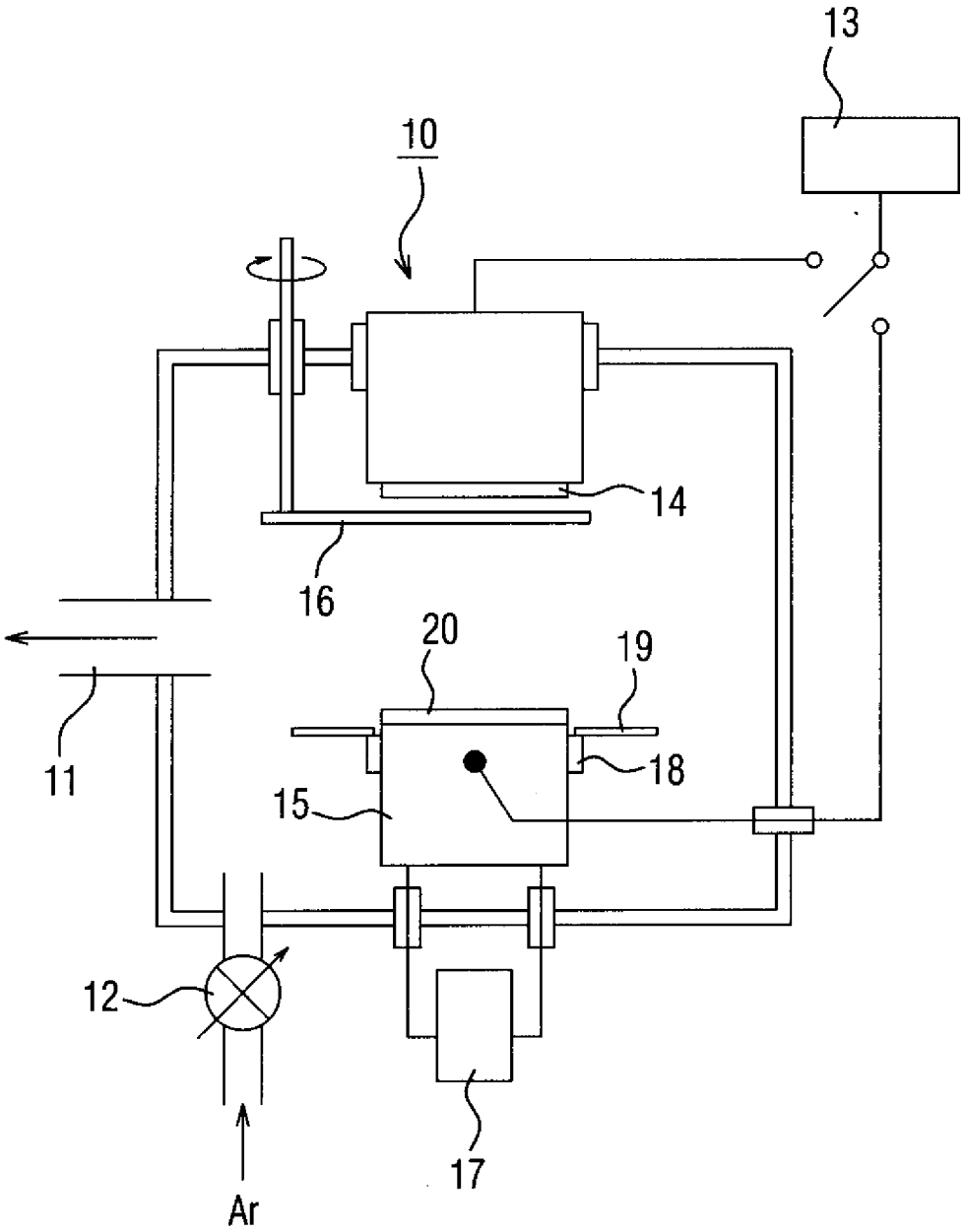
[12] 表面にスパッタリング法によりイリジウム(Ir)膜をエピタキシャル成長により成膜した単結晶サファイア(α-Al_2O_3)基板の前記イリジウム(Ir)下地表面に対し、対向電極型直流プラズマ発生装置を使用してイオンを含むプラズマを暴露し、エピタキシャルダイヤモンド核を形成するためのバイアス核発生処理を施してなるエピタキシャルダイヤモンド膜下地基板を使用し、

前記エピタキシャルダイヤモンド膜下地基板のバイアス核発生処理表面に、多電極型直流プラズマCVD装置を使用して、エピタキシャルダイヤモンド自立膜を得ることを特徴とするエピタキシャルダイヤモンド膜。

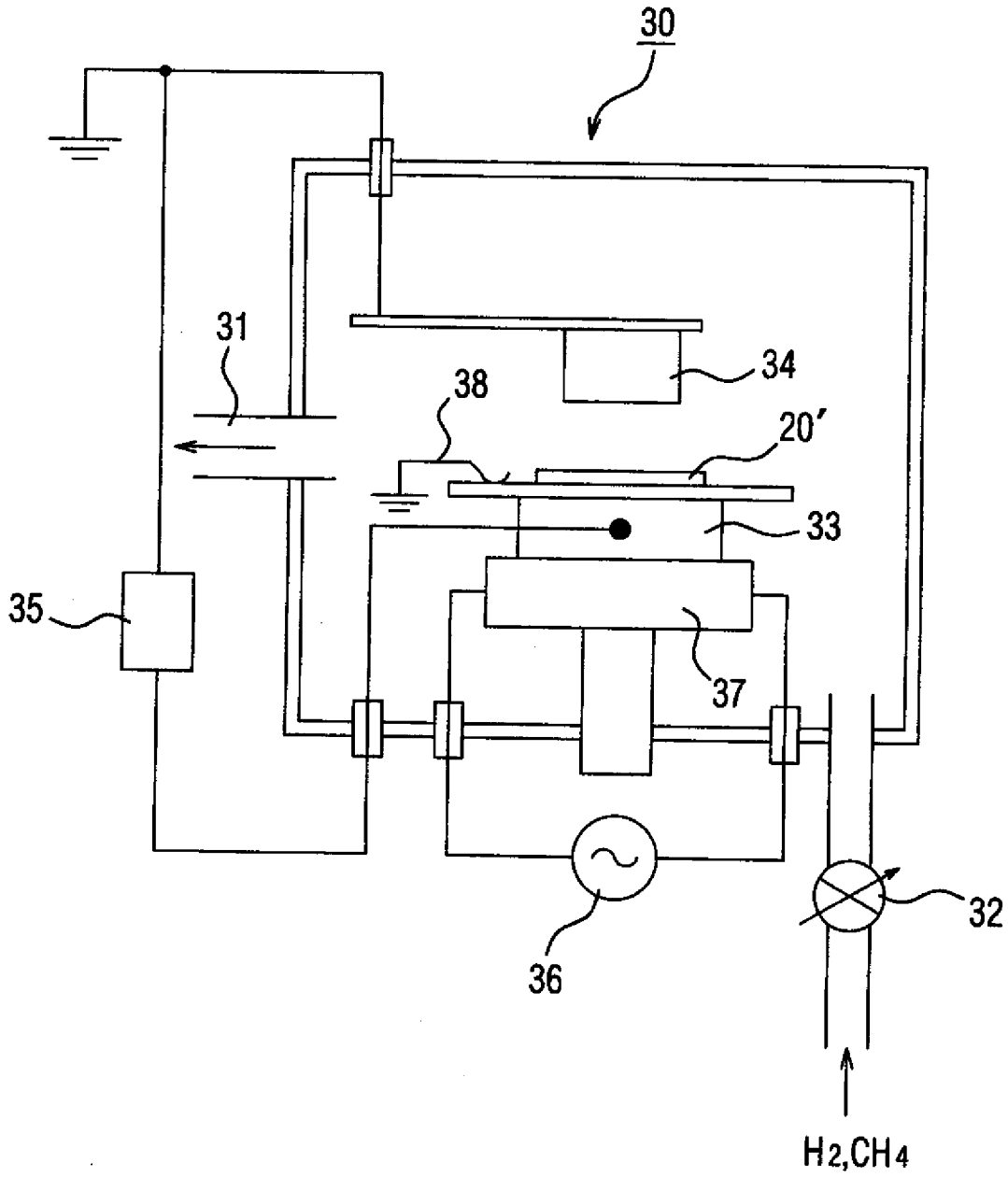
[図1]


エピタキシャルＩｒ薄膜製造工程
（真空蒸着法／スパッタリング法）
I
バイアス核発生処理工程
（対向電極型直流プラズマ発生装置）
II
エピタキシャルダイヤモンド成長工程
（多電極型直流プラズマＣＶＤ装置）
III

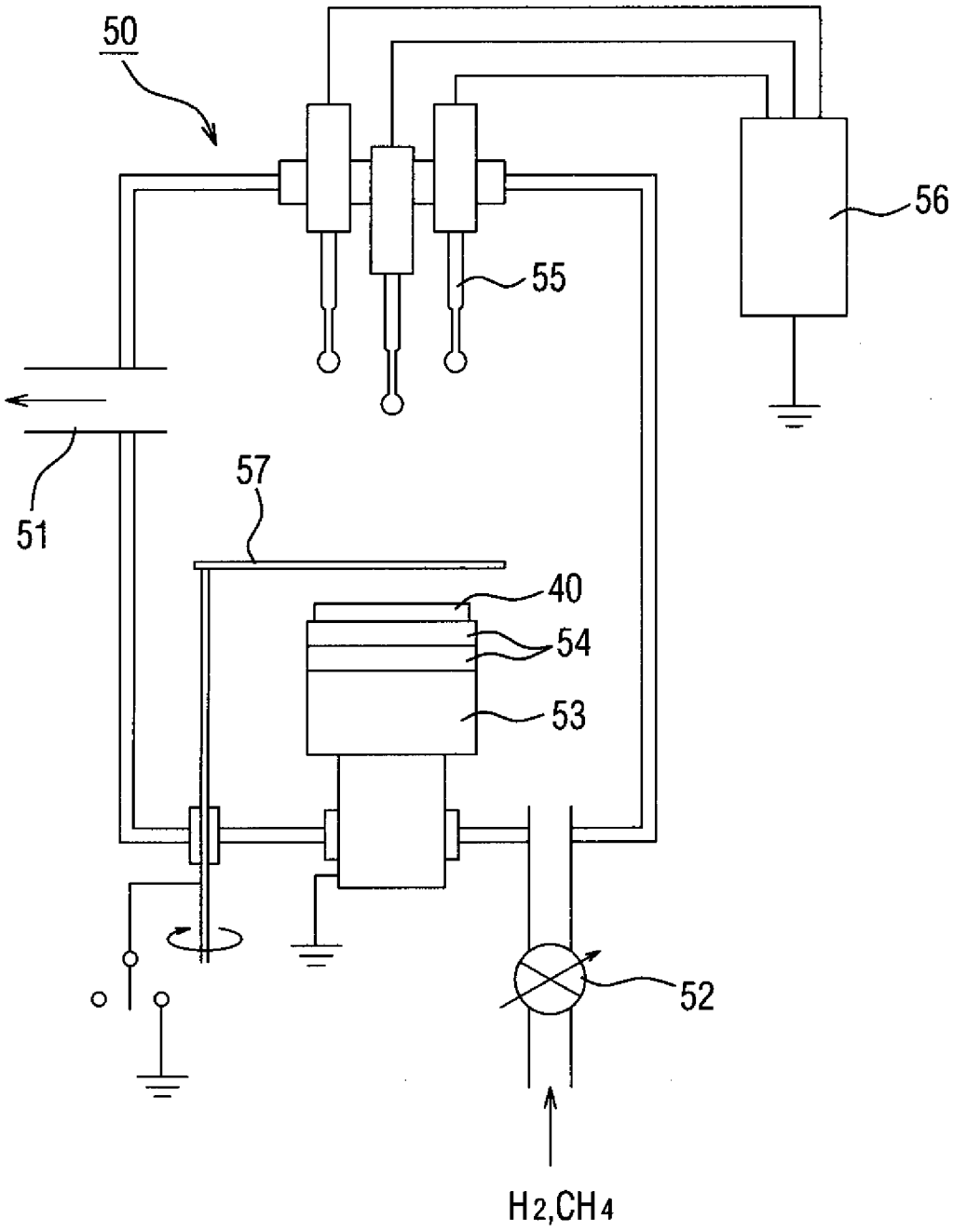
[図2]



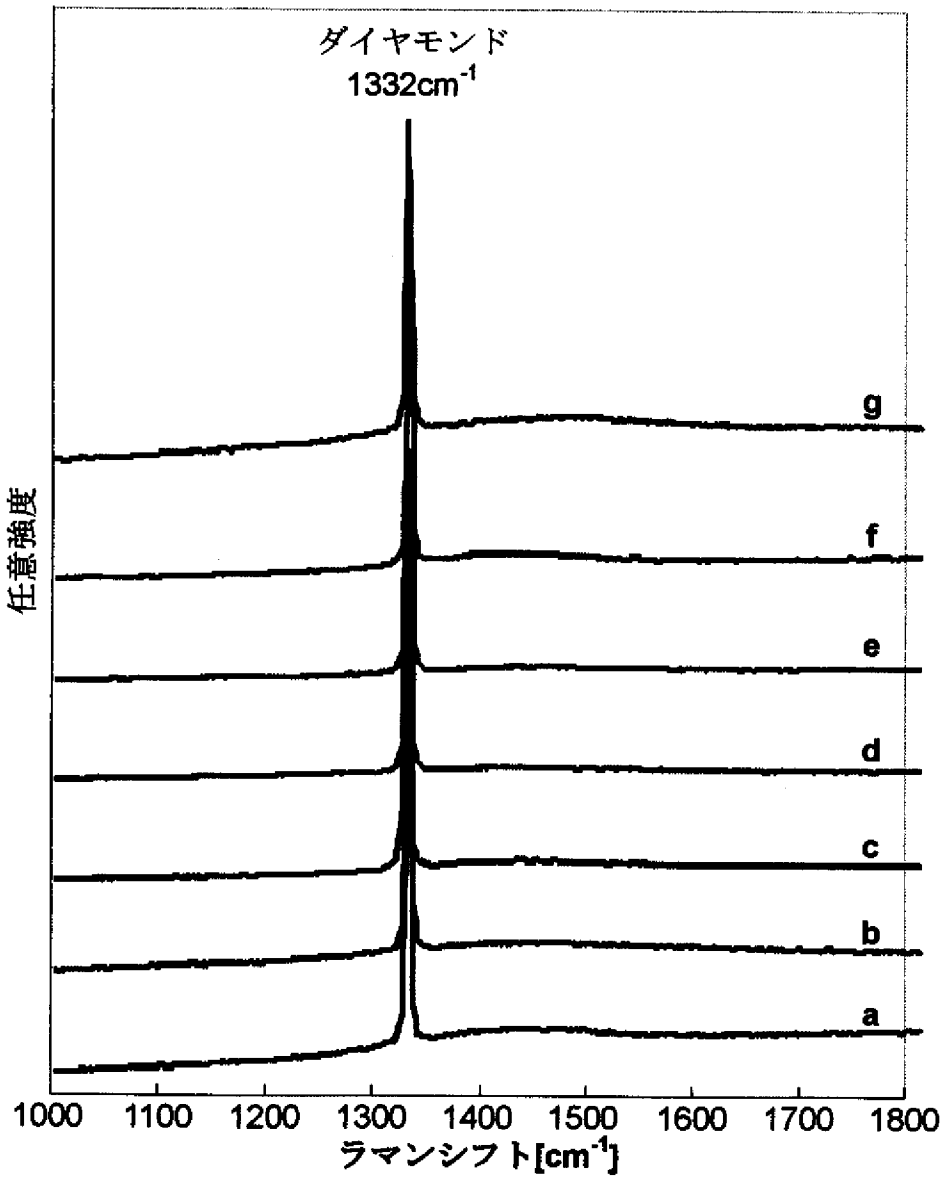
[図3]



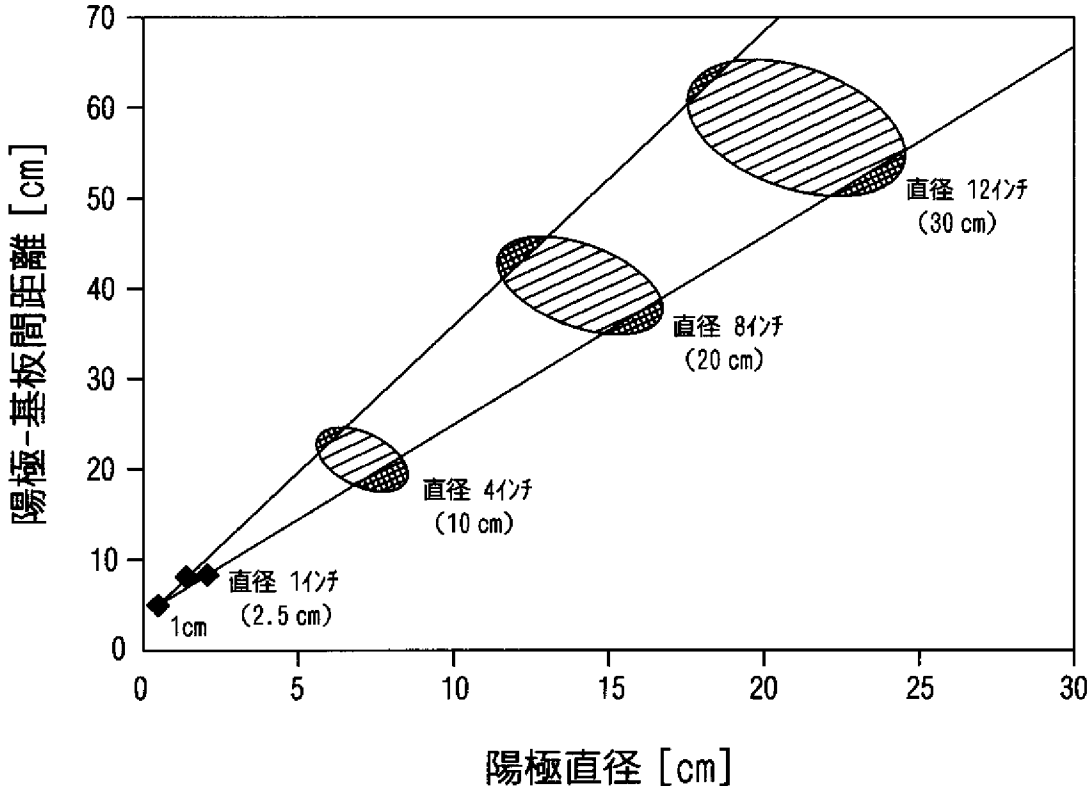
[図4]



[図5]


ダイヤモンド
1332cm-1
g
f
e
d
c
b
a
任意強度
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
ラマンシフト[cm-1]

[図6]


陽極-基板間距離 [cm]
陽極直径 [cm]
0
10
20
30
40
50
60
70
0
5
10
15
20
25
30
直径 12インチ
(30 cm)
直径 8インチ
(20 cm)
直径 4インチ
(10 cm)
直径 1インチ
(2.5 cm)
1cm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/051915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C16/02(2006.01)i, *C23C16/27*(2006.01)i, *C30B29/04*(2006.01)i, *H01L21/205*(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)
C23C16/02, C23C16/27, C30B29/04, H01L21/205

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Yu OKAMURA et al., "Taiko Denkyoku Chokuryu Hoden de Ion Tensha Sareta Iridium Shitaji eno Diamond Seicho~Ion tensha Joken Izonsei~", Dai 16 Kai Diamond Symposium Koen Yoshishu, 25 November, 2002 (25.11.02), pages 54 to 55	1,2,5 3,4,6-12
Y A	T. TACHIBANA et al., Growth of {111}-oriented diamond on Pt/Ir/Ptsubstrate deposited on sapphire, Diamond and Related Materials, 2001, Vol.10, p.1633-1636	3,6,8,10,12 1,2,4,5,7,9,11
Y A	Y. ANDO et al., Patterned growth of heteroepitaxial diamond, Diamondand Related Materials, 2004, Vol.13, p.1975-1979	4,9,10 1-3,5-8,11,12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
03 April, 2007 (03.04.07)	17 April, 2007 (17.04.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/051915

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Yutaka ANDO et al.,"Ta Denkyoku Chokuryu Plasma CVD-ho ni yoru Hoi Seicho Sokudohi o Seigyo shita Diamond no Heteroepitaxial Seicho", Dai 17 Kai Diamond Symposium Koen Yoshishu, 26 November, 2003 (26.11.03), pages 44 to 45	7-12 1-6
P,X P,A	JP 2006-248883 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 21 September, 2006 (21.09.06), Par. Nos. [0039] to [0042] & US 2006/0203346 A1 & EP 1703002 A2	1,2 3-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０５１９１５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C16/02(2006.01)i, C23C16/27(2006.01)i, C30B29/04(2006.01)i, H01L21/205(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.　C23C16/02, C23C16/27, C30B29/04, H01L21/205

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	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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）

Science Direct

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	関連する請求の範囲の番号
X Y	岡村悠, 他4名、対向電極直流放電でイオン照射されたイリジウム下地へのダイヤモンド成長～イオン照射条件依存性～、第16回ダイヤモンドシンポジウム講演要旨集、2002. 11. 25、p. 54－55	1,2,5 3,4,6-12
Y A	T. TACHIBANA et al., Growth of {111}-oriented diamond on Pt/Ir/Pt substrate deposited on sapphire, Diamond and Related Materials, 2001, Vol.10, p.1633-1636	3,6,8,10,12 1,2,4,5,7,9,11

☑　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 ０３．０４．２００７	国際調査報告の発送日 １７．０４．２００７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　４Ｇ　３５５１ 鮎沢　輝万 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	関連する請求の範囲の番号
Y A	Y. ANDO et al., Patterned growth of heteroepitaxial diamond, Diamond and Related Materials, 2004, Vol.13, p.1975-1979	4,9,10 1-3,5-8,11,12
Y A	安藤豊, 他６名、多電極直流プラズマCVD法による、方位成長速度比を制御したダイヤモンドのヘテロエピタキシャル成長、第17回ダイヤモンドシンポジウム講演要旨集、2003. 11. 26、p. 44－45	7-12 1-6
PX PA	JP 2006-248883 A(信越化学工業株式会社), 2006.09.21, 【0039】－【0042】 & US 2006／0203346 A1 & EP 1703002 A2	1,2 3-12