

(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
2009 年 8 月 27 日(27.08.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/104759 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 33/00 (2006.01) *H01L 21/203* (2006.01)
C23C 14/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/053078
- (22) 国際出願日: 2009 年 2 月 20 日(20.02.2009)
- (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 2008-039672 2008 年 2 月 21 日(21.02.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 財団法人 神奈川科学技術アカデミー (Kanagawa Academy of Science and Technology) [JP/JP]; 〒2130012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3 丁目 2 番 1 号 Kanagawa (JP). 国立大学法人 東京大学 (The University of Tokyo) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 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): 藤岡 洋 (FUJIOKA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人 東京大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

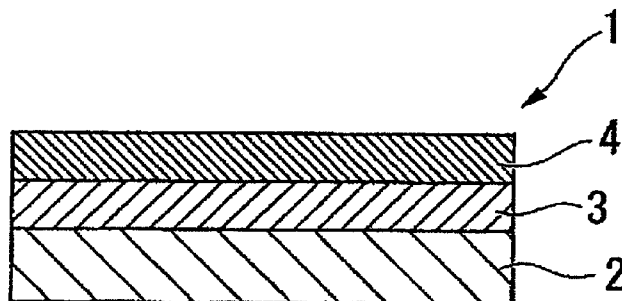
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SEMICONDUCTOR SUBSTRATE, SEMICONDUCTOR ELEMENT, LIGHT EMITTING ELEMENT AND ELECTRONIC ELEMENT

(54) 発明の名称: 半導体基板、半導体素子、発光素子及び電子素子

[図1]



(57) Abstract: Provided are a semiconductor substrate, which is low-cost, has a long life and a high light emitting efficiency and can be even bent, a semiconductor element, a light emitting element and an electronic element. The semiconductor substrate is provided with a graphite substrate, which has heat resistance and flexibility to an external force, and a first semiconductor layer, which is arranged on the graphite substrate and composed of a group 13 nitride. Since a method, such as a pulse sputtering deposition method, can be used for forming a first semiconductor layer on the graphite substrate, the semiconductor substrate can be manufactured at low cost. Since the group 13 nitride is an inorganic substance, long life and high light emitting efficiency can be achieved. Furthermore, since the graphite substrate has flexibility to an external force, the graphite substrate can be even bent.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/104759 A1



安価で、長寿命であり、発光効率が高く、しかも曲げることが可能な半導体基板、半導体素子、発光素子及び電子素子を提供すること。耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有するグラファイト基板と、当該グラファイト基板上に設けられ13属窒化物からなる第1半導体層とを備えることとしたので、グラファイト基板上に第1半導体層を形成する際にパルススパッタ堆積法などの手法を用いることができるため、安価に製造することができる。また、13属窒化物は無機物であるため長寿命であり、高い発光効率を得ることができる。しかも、グラファイト基板が外力に対する可撓性を有するため曲げることも可能となる。

明 細 書

半導体基板、半導体素子、発光素子及び電子素子

技術分野

[0001] 本発明は、半導体基板、半導体素子、発光素子及び電子素子に関する。

本願は、2008年2月21日に、日本に出願された特願2008-039672号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 13属窒化物であるAlN、GaN、InNおよびその混晶相のPN接合を利用した窒化物系LEDが広く実用化されている。窒化物系LEDは無機物であり、しかも材料の結合エネルギーが高いため、寿命が長く、内部発光効率(内部量子効率)が90%と高いことが知られている。これらの窒化物系LEDはサファイアや炭化珪素などの高価な単結晶基板上に量産性の低い有機金属気相成長法(MOCVD法)を用いて量産されることが多い。このため面光源として用いるには価格が高く、専ら点光源として利用されてきた。

[0003] 一方、面光源としては有機EL素子が知られている(例えば、特許文献1参照。)。有機EL素子は価格の安いプラスチック基板やガラス基板を出発材料として用いることができるため、素子の価格を安価にでき、面光源としての利用が可能である。また、曲げることのできる発光素子や照明としての利用も期待されている。

特許文献1:特開2008-21480号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、有機ELを構成する発光層は有機物であるため、耐熱性が低い、寿命が短いといった問題があった。また、発光効率も窒化物系LEDに比べ低かった。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、安価で、長寿命であり、発光効率が高く、しかも曲げることが可能な半導体基板、半導体素子、発光素子及び電子素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明に係る半導体基板は、耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有するグラファイト基板と、前記グラファイト基板上に設けられ、13属窒化物からなる第1半導体層とを備えることを特徴とする。

[0007] 本発明によれば、耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有するグラファイト基板と、当該グラファイト基板上に設けられ13属窒化物からなる第1半導体層とを備えることとしたので、グラファイト基板上に第1半導体層を形成する際にパルススパッタ堆積法などの手法を用いることができるため、安価に製造することができる。また、13属窒化物は無機物であるため長寿命であり、高い発光効率を得ることができる。しかも、グラファイト基板が外力に対する可撓性を有するため曲げることも可能となる。これにより、安価で、長寿命であり、発光効率が高く、しかも曲げることが可能な半導体基板を得ることができる。

[0008] 上記の半導体基板は、前記グラファイト基板は、焼結されたポリマーを含んでいることを特徴とする。

本発明によれば、グラファイト基板が焼結されたポリマーを含んでいることとしたので、耐熱性が高く、外力によって容易に曲げることが可能である。高温下で処理を行うことも可能であるため、パルススパッタ堆積法や有機金属気相成長法、分子線エピタキシー法など高温下で行う処理が可能となる。

[0009] 上記の半導体基板は、前記グラファイト基板の厚さは100 μ m以下であることを特徴とする。

本発明によれば、グラファイト基板の厚さが100 μ m以下であることとしたので、外力に対して極めて優れた可撓性を有することとなる。

[0010] 上記の半導体基板は、前記グラファイト基板と前記第1半導体層との間に設けられ、HfN(ハフニウムナイトライド)及びZrN(ジルコニウムナイトライド)のうち少なくとも一方を含む第2半導体層を更に備えることを特徴とする。

HfN及びZrNは高い光反射率を有することが知られている。本発明によれば、グラファイト基板と第1半導体層との間に、HfN及びZrNのうち少なくとも一方を含む第2半導体層を更に備えることとしたので、当該第2半導体層によって光を反射することができる。これにより、第1半導体層を発光層として用いる場合、当該発光層からの光

の利用効率を高めることができる。

[0011] 上記の半導体基板は、前記グラファイト基板と前記第1半導体層との間に設けられ、AIN(アルミニウムナイトライド)を含む第3半導体層を更に備えることを特徴とする。

本発明によれば、グラファイト基板と第1半導体層との間に、AINを含む第3半導体層を更に備えることとしたので、第1半導体層のグレインサイズを増大させることができる。これにより、第1半導体層の電気的特性を高めることができ、特に第1半導体層を発光層として用いる場合には当該第1半導体層の光学特性についても高めることができる。

[0012] 本発明に係る半導体素子は、上記の半導体基板を備えることを特長とする。

本発明によれば、安価で、長寿命であり、発光効率が高く、しかも曲げることが可能な半導体基板を備える従来に比べて広い分野で利用可能な半導体素子を得ることができる。

[0013] 本発明に係る発光素子は、上記の半導体素子を備えることを特徴とする。

本発明によれば、柔軟性を持ち面発光が可能な長寿命の素子を安価で得ることができる。

[0014] 本発明に係る電子素子は、上記の半導体素子を備えることを特徴とする。

本発明によれば、柔軟性を持ち電気的特性の高い素子を安価で得ることができる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、安価で、長寿命であり、発光効率が高く、しかも曲げることが可能な半導体基板、半導体素子、発光素子及び電子素子を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態に係る半導体基板の構成を示す図。

[図2]ZrNの光反射率を示すグラフ。

[図3]ZrNの光反射率と反射波長の対応関係とを示す図。

[図4]本実施形態に係るスパッタ装置の構成を示す図。

[図5]本発明の実施例1に係る放熱シートのXRD測定グラフ。

[図6]本発明の実施例1に係る放熱シートの表面のSEM像。

[図7]本発明の実施例2に係るグラファイト層及びAIN層のXRD測定グラフ。

[図8]本発明の実施例2に係るAlN層のEBSD測定図。

[図9]本発明の実施例2に係るAlN層のEBSD極点図。

[図10]本発明の実施例2に係るグラファイト層及びGaN層のXRD測定グラフ。

[図11]本発明の実施例2に係るGaN層の表面のSEM像。

[図12]本発明の実施例2に係るGaN層のEBSD測定図。

[図13]本発明の実施例2に係るGaN層のEBSD極点図。

[図14]本発明の実施例2に係るGaN層の室温でのPL測定の結果を示すグラフ。

[図15]従来のGaN層の室温でのPL測定の結果を示すグラフ。

[図16]本発明の実施例3に係るHfN層の表面のSEM像。

[図17]本発明の実施例3に係るグラファイト層及びHfN層のXRD測定グラフ。

[図18]本発明の実施例3に係るGaN層の表面のSEM像。

[図19]本発明の実施例3に係るGaN層のEBSD極点図。

符号の説明

[0017] 1…半導体基板 2…放熱シート 3…バッファ層 4…半導体薄膜 10…スパッタ装置 11…チャンバ 12…基板電極 13…ターゲット電極 13a…ターゲット 14…直流電源 15…制御部 16…窒素供給源 17…加熱装置

発明を実施するための最良の形態

[0018] 本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

図1は、本実施形態に係る半導体基板1の構成を示す図である。

同図に示すように、半導体基板1は、放熱シート2上にバッファ層3が設けられ、当該バッファ層3上に半導体層4が積層された構成になっている。この半導体基板1は、発光素子や電子素子などに搭載される。

[0019] 放熱シート2は、例えば、ポリオキサジアゾールなどのポリマーを約3000℃程度で焼結させて作製したグラファイトフィルムからなる。当該グラファイトフィルムは、フィルム面内方向に約1700W/m・K程度の熱伝導率を有しており、この熱伝導率の値はCuの4倍程度である。また、耐熱性が高いため、高温下においても処理可能になっている。さらに、フィルム面内方向に 5×10^{-5} S/cm程度という高い電気伝導率を有している。

このグラファイトフィルムは、厚さが $25\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度と薄いため外力に対する可撓性を有することとなる。このため、曲げることができるようになっている。グラファイトシート2は 50cm^2 以上の大面積化が可能である。

[0020] バッファ層3は、例えば、ジルコニウムナイトライド($\text{ZrN}(111)$)からなる層であり、放熱シート2と半導体層4との間に介在する。図2は、ジルコニウムナイトライドの光反射率を示すグラフである。グラフの横軸は波長、グラフの縦軸は光反射率を示している。

図3は、ジルコニウムナイトライドの光反射率と当該光の波長との対応関係を示す表である。

[0021] 図2及び図3に示すように、ジルコニウムナイトライドにおいて青色光の波長範囲である 470nm での光反射率は 65.6% になっている。これをもとにすると、ジルコニウムナイトライドからなるバッファ層3においては、青色光を照射したときにはほぼ 65% 以上の光を反射することが可能であるといえる。

[0022] 半導体層4は、例えば13族窒化物半導体からなる半導体層である。13族窒化物としては、例えば GaN (ガリウムナイトライド)、 AlN (アルミニウムナイトライド)、 InN (インジウムナイトライド)などが挙げられ、一般式 $\text{In}_X\text{Ga}_Y\text{Al}_{1-X-Y}\text{N}$ ($0\leq X\leq 1$, $0\leq Y\leq 1$, $0\leq X+Y\leq 1$)で表される。

[0023] 図4は、上記の半導体層4及びバッファ層3の製造装置であるスパッタ装置の構成を示す図である。

同図に示すように、スパッタ装置10は、チャンバ11と、基板電極12と、ターゲット電極13と、直流電源14と、電源制御部15と、窒素供給源16と、加熱装置17を主体として構成されている。

[0024] チャンバ11は、外部に対して密閉可能に設けられている。チャンバ11内は図示しない真空ポンプなどによって減圧できるようになっている。

基板電極12は、チャンバ11内に配置されており、上記の放熱シート2を保持可能になっている。

[0025] ターゲット電極13は、チャンバ11内に基板電極12に対向して設けられており、ターゲット13aを保持可能になっている。ターゲット13aは、例えば、 Zr (ジルコニウム)又

はその合金からなる。

[0026] 直流電源14は、基板電極12及びターゲット電極13にそれぞれ電氣的に接続されており、基板電極12とターゲット電極13との間に直流電圧を印加する電圧源である。

制御部15は、直流電源14に接続されており、直流電源14の動作のタイミングに関する制御を行う。制御部15により、基板電極12とターゲット電極13との間にパルス電圧を印加することが可能になっている。

[0027] 窒素供給源16は、例えば供給管などによってチャンバ11内に接続されており、チャンバ11内に窒素ガスを供給する。図示しないが、窒素供給源16の他、チャンバ内にアルゴンガスを供給するアルゴンガス供給源も設けられている。

加熱装置17は、例えば基板電極12に固定されており、基板電極12上の放熱シート2の周囲温度を調節できるようになっている。

[0028] 次に、上記のスパッタ装置10を用いて本実施形態に係る半導体基板1を製造する工程を説明する。本実施形態では、基板－ターゲット間にパルス直流電圧を印加するPSD法（パルススパッタ堆積法）を例に挙げて説明する。特に本実施形態では、大面積化が可能な放熱シート2上に半導体薄膜を形成するため、PSD法を行う意義は大きいといえる。

[0029] まず、チャンバ11内にアルゴンガスを供給し、窒素供給源16から窒素ガスをチャンバ11内に供給する。アルゴンガス及び窒素ガスによってチャンバ11内が所定の圧力になった後、放熱シート2を基板電極12に保持し、ターゲット13aをターゲット電極13上に設置する。

[0030] 放熱シート2及びターゲット13aを配置した後、加熱装置17によって、放熱シート2の周囲温度を調節する。放熱シート2の周囲温度を調節したら、基板電極12とターゲット電極13との間に直流パルス電圧を印加する。

[0031] パルス電圧が印加されている間、アルゴンガスによるプラズマが発生し、ターゲット13aに衝突する。この衝突エネルギーを受けて、ターゲット13aを構成するZr原子がチャンバ11内に放出される。この高エネルギーを有するZr原子は、放熱シート2上に供給される。放熱シート2の表面では、チャンバ内の窒素が窒素ラジカルになっている。

- [0032] 放熱シート2上には高エネルギーを有するZr原子が大量に供給され、放熱シート2の表面は金属リッチの状態になる。金属リッチの状態では、放熱シート2上のZr原子は安定な格子位置にマイグレーションする。安定な格子位置にマイグレーションしたZr原子は、チャンバ11内で活性化した窒素ラジカルと反応して金属窒化物(ZrN)の結晶となる。基板電極12とターゲット電極13との間にパルス電圧が印加される毎に、結晶構造の安定したZrNが堆積されることになる。
- [0033] 次に、形成されたバッファ層3上に、同様の手法によって半導体層4を形成する。このようにして、図1に示す半導体基板1が完成する。
- [0034] 本実施形態によれば、高温下で処理可能なグラファイトフィルムからなる放熱シート2上に半導体層4を形成する際にパルススパッタ堆積法などの手法を用いることができるため、安価に製造することができる。また、13属窒化物は無機物であるため長寿命であり、高い発光効率を得ることができる。しかも、放熱シート2が外力に対する可撓性を有するため曲げることも可能となる。これにより、安価で、長寿命であり、発光効率が高く、しかも曲げることが可能な半導体基板を得ることができる。
- [0035] 本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。

例えば、上記実施形態では、放熱シート2は、本発明の「耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有するグラファイト基板」の一例として、ポリオキサジアゾールなどのポリマーを約3000℃程度で焼結させて作製したグラファイトフィルムからなるが、これに限られることはない。例えば、基板の片面がグラファイト構造であれば、グラファイト以外の基板上にグラファイト層を積層して構成された耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有する基板であれば、構わない。また、600℃以上、好ましくは1200℃以上、さらに好ましくは2000℃以上の温度環境にも耐えることができると共に、基板の両端に外力を加える場合には120度以下、好ましくは90度以下、さらに好ましくは60度以下の角度で曲げることができるグラファイト基板であれば構わない。また、本発明の「耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有するグラファイト基板」は、ポリマーを熱分解によりグラファイト化する方法で作られた単結晶に近い構造を持つグラファイトで、高い熱伝導性と外力に対する可撓性などの特長を持った、熱伝導

シートとして使われているグラファイトフィルムであることが特に好ましい。

また、上記実施形態では、バッファ層3及び半導体層4をパルススパッタ法によって形成しているが、これに限られることはなく、例えばPLD法(パルスレーザ堆積法)やPED法(パルス電子線堆積法)を含むPXD法(Pulsed Excitation Deposition:パルス励起堆積法)有機金属成長法、分子線エピタキシー法など、他の薄膜形成方法によって形成しても構わない。

[0036] また、上記実施形態では、一例として、放熱シート2上にZrN(111)からなるバッファ層3を形成することとしたが、これに限られることは無く、例えばHfN(111)からなるバッファ層3を形成する構成であっても構わない。また、バッファ層3を形成することなく、放熱シート2上に直接半導体層4を成長させる構成であっても構わないし、半導体層4を積層する構成(例えば、GaN層/AIN層/グラファイト、など)であっても構わない。

実施例 1

[0037] 次に、本発明に係る実施例1を説明する。本実施例では、上記実施形態で用いた放熱シート2についてXRD測定及び電子顕微鏡(SEM)による観察を行った。

図5は、上記実施形態で説明した放熱シート2についてのXRD測定の結果を示すグラフである。

同図に示すように、放熱シート2を構成するグラファイトは(002)及び(004)に強い配向を示しており、高品質な単結晶であるといえる。

[0038] 図6(a)及び図6(b)は、上記実施形態で説明した放熱シート2の表面についての電子顕微鏡写真である。図6(b)は図6(a)のグレインの1つを拡大して撮影したものである。

図6(a)に示すように、グラファイトのグレインサイズは $10\mu\text{m}$ 以上となっており、結晶性が高いことが分かる。図6(b)に示すように、表面に凹凸が見られず、平坦になっていることが分かる。

[0039] 図5及び図6の結果から、放熱シート2の材料としてポリマー焼結グラファイトを用いることにより、半導体薄膜の結晶成長の下地基板として優れた特性を有しているといえる。

実施例 2

[0040] 本実施例では、上記実施形態の手法(パルススパッタ法)によって放熱シート2上にAlN層を形成し、当該AlN層上にGaN層をさらに形成した。AlN成長時には温度1000℃～1200℃程度で加熱し、加熱時間を30min～60min程度とした。GaN成長時には、温度650℃～750℃程度で加熱し、加熱時間を60min～120minとした。

[0041] また、このようにして作製した半導体基板(GaN/AlN/グラファイト)について、反射型高速電子線回折(RHEED)、X線回折(XRD)、走査型電子顕微鏡(SEM)、電子線後方散乱回折(EBSD)、フォトルミネッセンス(PL)の評価法で評価した。

[0042] 図7は、グラファイト層及びAlN層についてのXRDによる測定結果を示すグラフである。

同図に示すように、グラファイト層は(002)方向に成長しており、AlN層は(0002)方向に成長しており、AlN層はc軸配向性を示していると認められる。

[0043] 図8はAlN層のEBSD測定図である。

同図に示すように、AlN層には1 μ m以上のグレインサイズを有する結晶が多く形成されていることが分かる。

[0044] 図9は、AlN層の一部についての{10-12}EBSD極点図である。

同図に示すように、正六角形の頂点上に明確なパターンが認められる。このことからAlN層の結晶性が良好であることが分かる。

[0045] 図10は、グラファイト層及びGaN層についてのXRDによる測定結果を示すグラフである。

同図に示すように、GaN層はAlN層と同様に(0002)方向に成長しており、c軸配向性を示していると認められる。

[0046] 図11は、GaN層の表面のSEM像である。

同図に示すように、GaN層の表面には特段に大きな凹凸は見られず、比較的平坦な表面に形成されていることが分かる。

[0047] 図12は、GaN層のEBSD測定図である。

同図に示すように、GaN層には1 μ m以上のグレインサイズを有する結晶が多く形成されていることがわかる。

[0048] 図13は、GaN層のEBSD極点図である。図13(a)はGaN層の一部分についての{10-12}EBSD極点図であり、図13(b)はGaN層の他部分についての{10-12}EBSD極点図である。

図13(a)及び図13(b)に示すように、正六角形の頂点上に明確なパターンが認められる。このことからそれぞれのグレインは高い結晶性を有していることが分かる。

[0049] 図14は、GaN層の室温でのPL測定の結果を示すグラフである。図15は、従来のMOCVDで作製したGaNの室温でのPL測定の結果を示すグラフである。両図共に、グラフの縦軸がPL強度であり、グラフの横軸が発光エネルギーである。

図14に示すように、本実施例で得られたGaN層については、発光エネルギーが3.4eV付近において強いピークが認められる。このピークの半値幅を測定したら、63meVであった。また、図15に示すように、従来のGaN基板については、3.4eV付近において強いピークが認められる。このピークの半値幅を測定したら、66meVであった。図14と図15との結果とを比較すると、本実施例で得られたGaN層の発光特性は、従来のGaN基板の発光特性に比べて同等以上であることが分かる。

実施例 3

[0050] 本実施例では、上記実施形態の手法(パルススパッタ法)によって放熱シート2上にHfN層を形成し、当該HfN層上にGaN層をさらに形成した。HfN成長時には温度1000℃～1200℃程度で加熱し、加熱時間を30min～60min程度とした。GaN成長時には、温度650℃～750℃程度で加熱し、加熱時間を60min～120minとした。

[0051] また、このようにして作製した半導体基板(GaN/HfN/グラファイト)について、X線回折(XRD)、走査型電子顕微鏡(SEM)、電子線後方散乱回折(EBSD)の評価法で評価した。

[0052] 図16は、HfN層の表面のSEM像である。

同図に示すように、HfN層の表面には特段に大きな凹凸は見られず、比較的平坦な表面に形成されていることが分かる。

[0053] 図17は、グラファイト層及びHfN層についてのXRDによる測定結果を示すグラフである。

同図に示すように、グラファイト層は(002)方向に成長しており、HfN層は(111)方

向に成長しておると認められる。これらの結果からHfN層の結晶性が良好でありグラファイトシート上に高い(111)配向性を有したHfN薄膜の成長が可能であることが分かる。

[0054] 図18は、Ga₂N層の表面のSEM像である。

同図に示すように、Ga₂N層の表面には特段に大きな凹凸は見られず、比較的平坦な表面に形成されていることが分かる。

[0055] 図19はGa₂N層の他部分についての{10-12}EBSD極点図である。

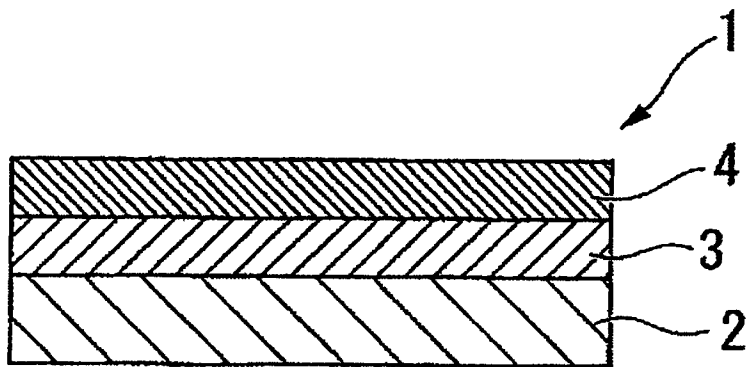
図19に示すように、正六角形の頂点上に明確なパターンが認められる。このことからそれぞれのグレインは高い結晶性を有していることが分かる。

HfNバッファ層を用いることで、グラファイトシート上に良質なGa₂N薄膜を成長可能であることが分かる。

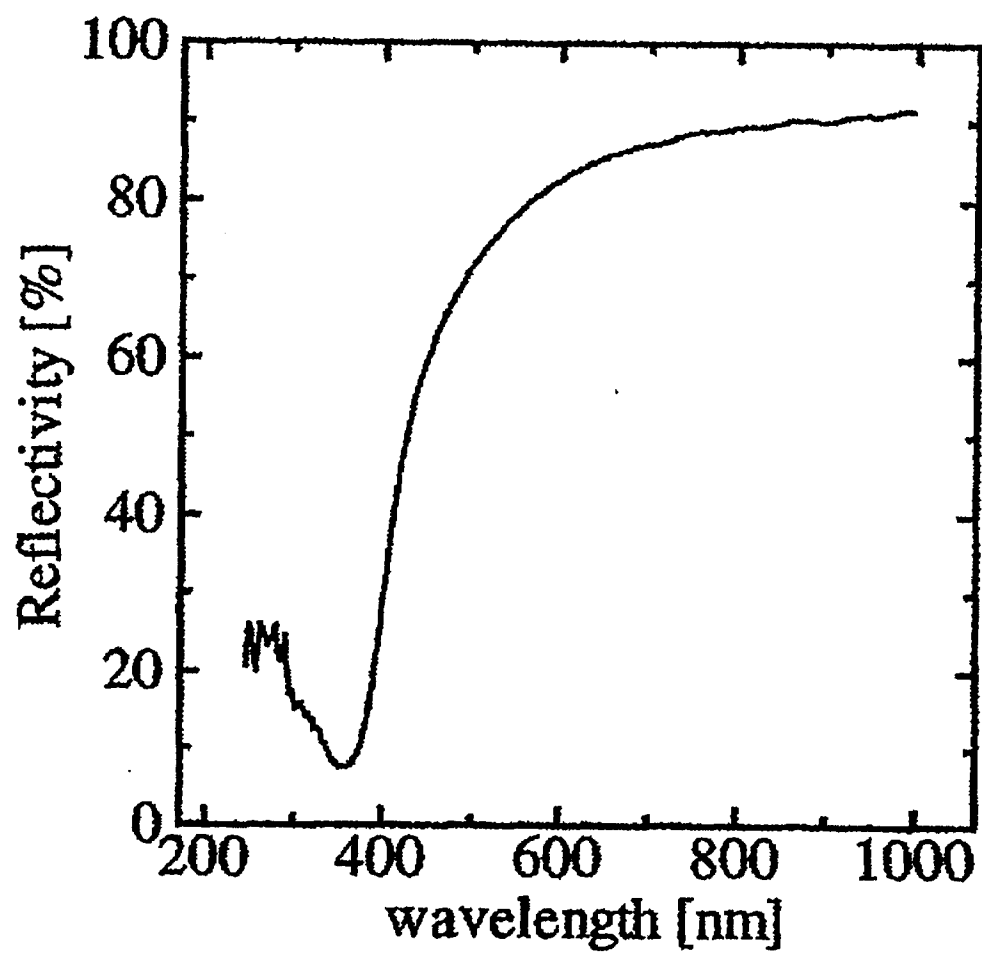
請求の範囲

- [1] 耐熱性を有すると共に外力に対する可撓性を有するグラファイト基板と、
前記グラファイト基板上に設けられ、13属窒化物からなる第1半導体層と
を備えることを特徴とする半導体基板。
- [2] 前記グラファイト基板は、焼結されたポリマーを含んでいる
ことを特徴とする請求項1に記載の半導体基板。
- [3] 前記グラファイト基板の厚さは100 μ m以下である
ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の半導体基板。
- [4] 前記グラファイト基板と前記第1半導体層との間に設けられ、HfN及びZrNのうち
少なくとも一方を含む第2半導体層を更に備える
ことを特徴とする請求項1から請求項3のうちいずれか一項に記載の半導体基板。
- [5] 前記グラファイト基板と前記第1半導体層との間に設けられ、AlNを含む第3半導体
層を更に備える
ことを特徴とする請求項1から請求項4のうちいずれか一項に記載の半導体基板。
- [6] 請求項1から請求項5のうちいずれか一項に記載の半導体基板を備えることを特長
とする半導体素子。
- [7] 請求項6に記載の半導体素子を備えることを特徴とする発光素子。
- [8] 請求項6に記載の半導体素子を備えることを特徴とする電子素子。

[図1]



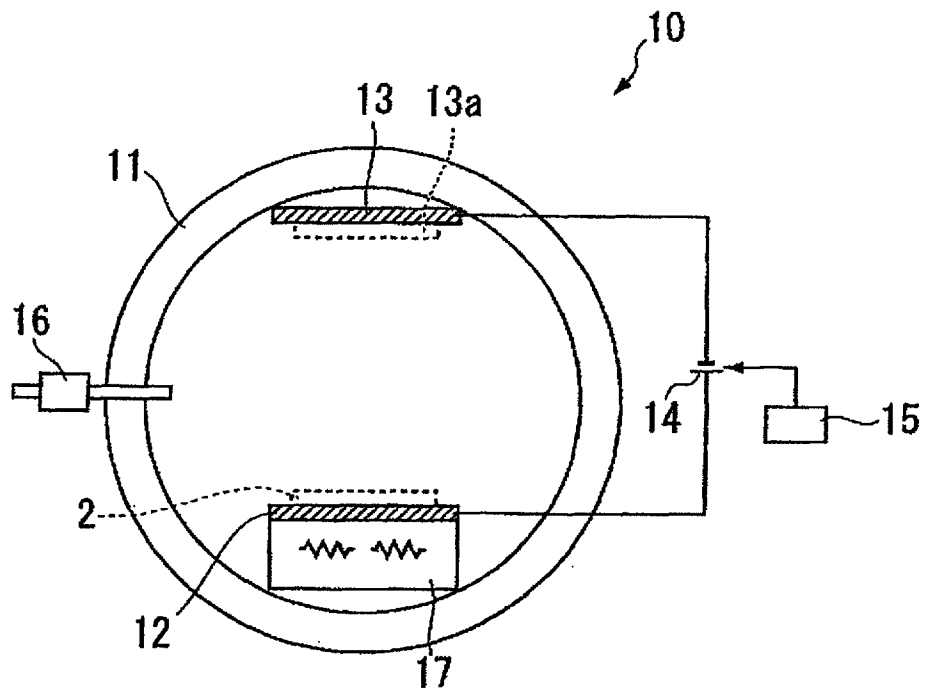
[図2]



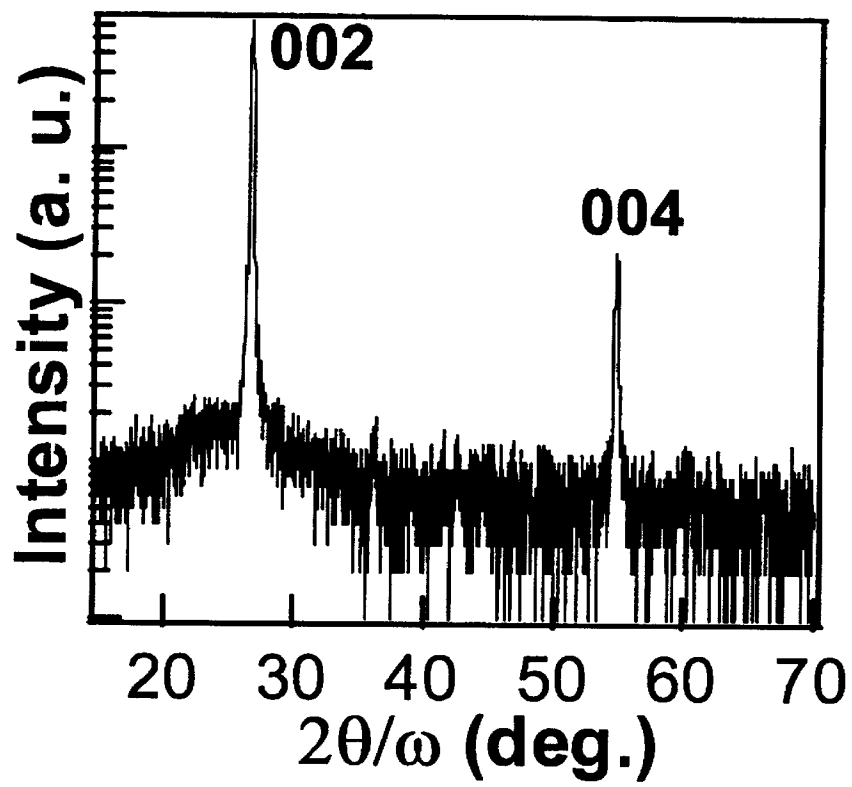
[図3]

波長 (nm)	350	400	450	470 (青)	500	550	600	650
ZrN反射率	7.8%	29.1%	60.0%	65.6%	71.9%	78.4%	82.8%	85.6%

[図4]

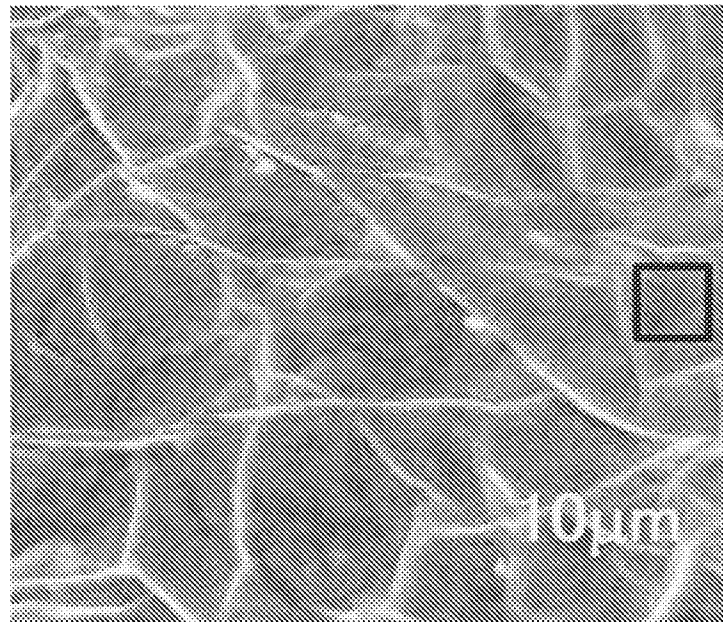


[図5]

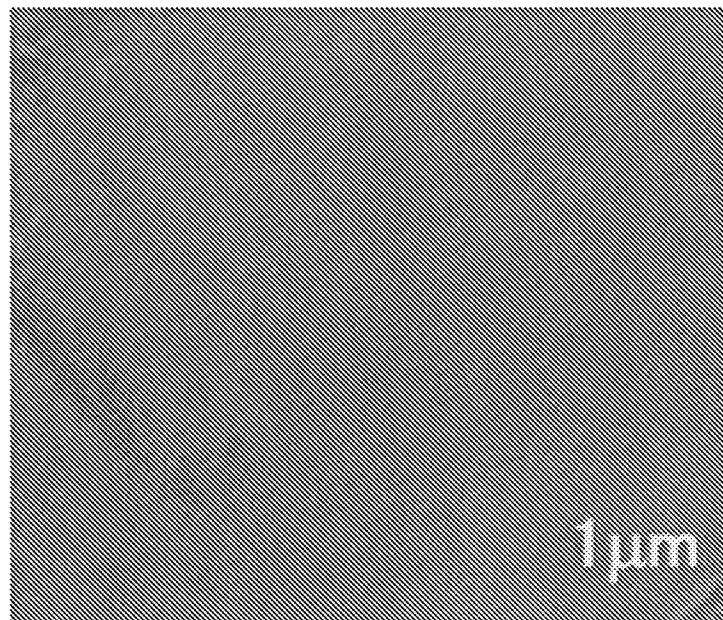


[図6]

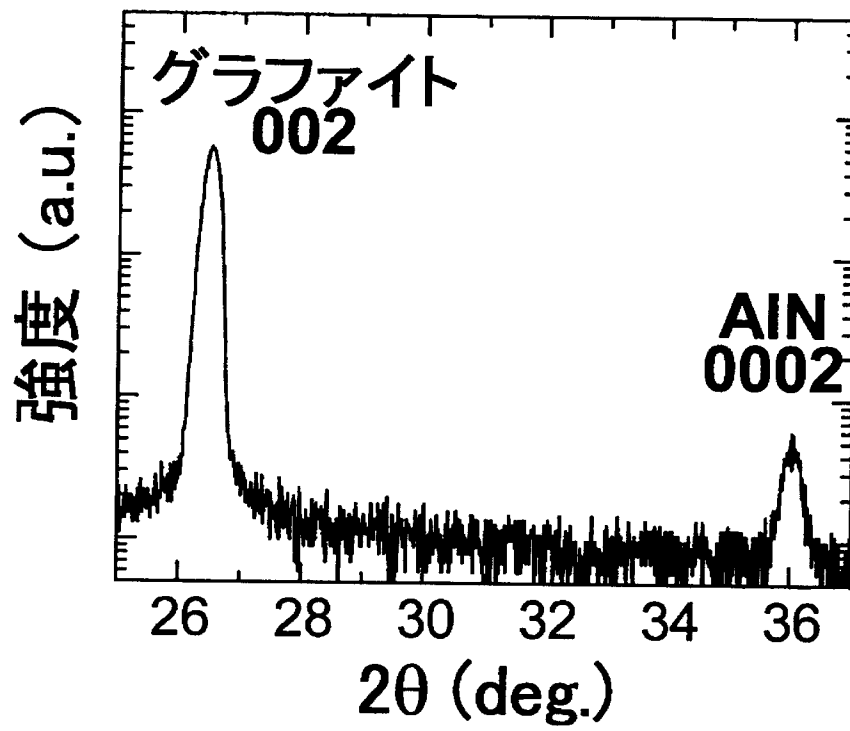
(a)



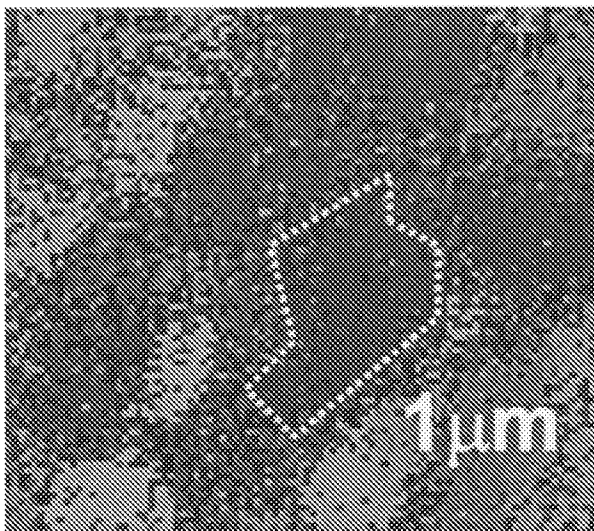
(b)



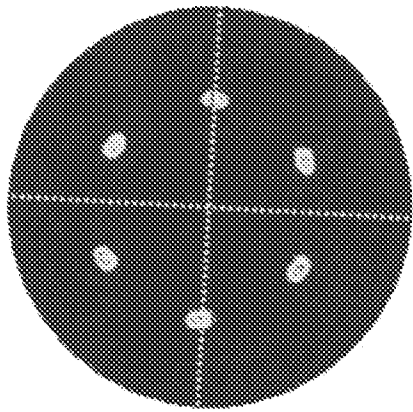
[図7]



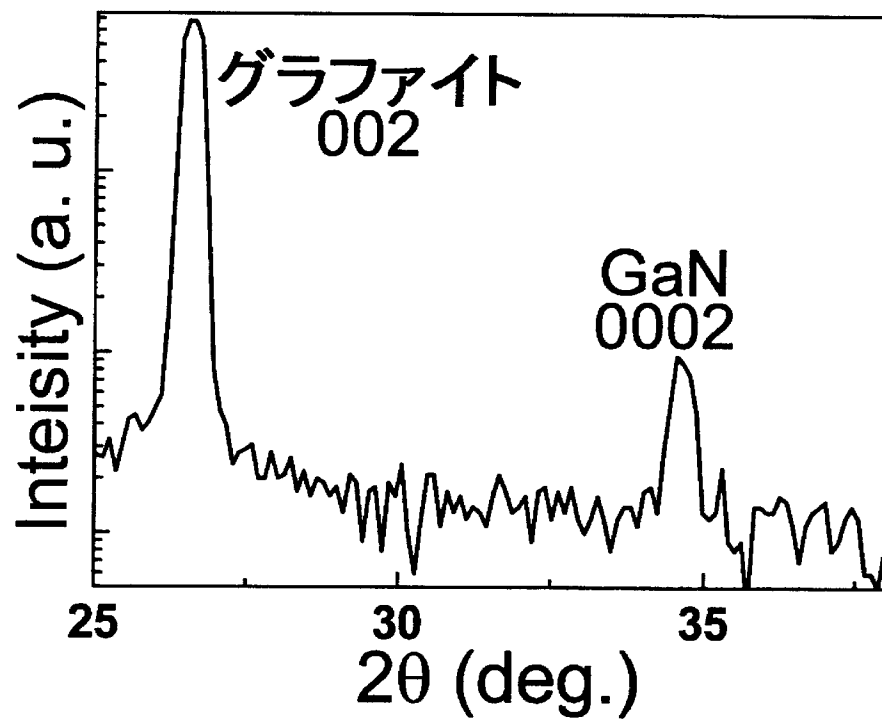
[図8]



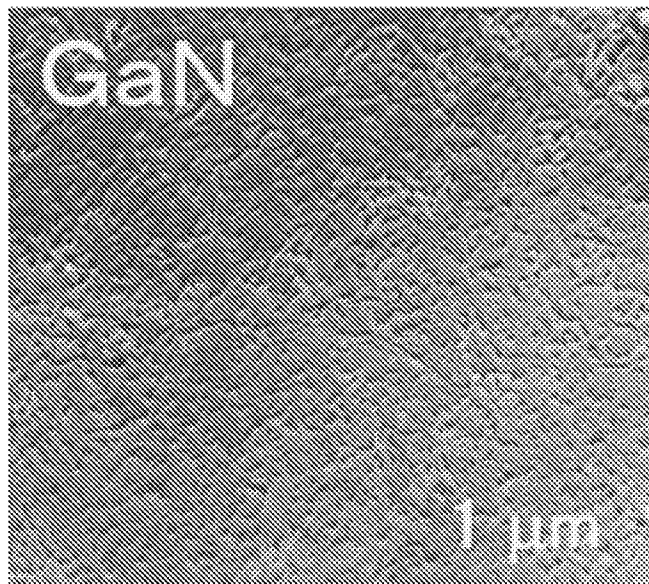
[図9]



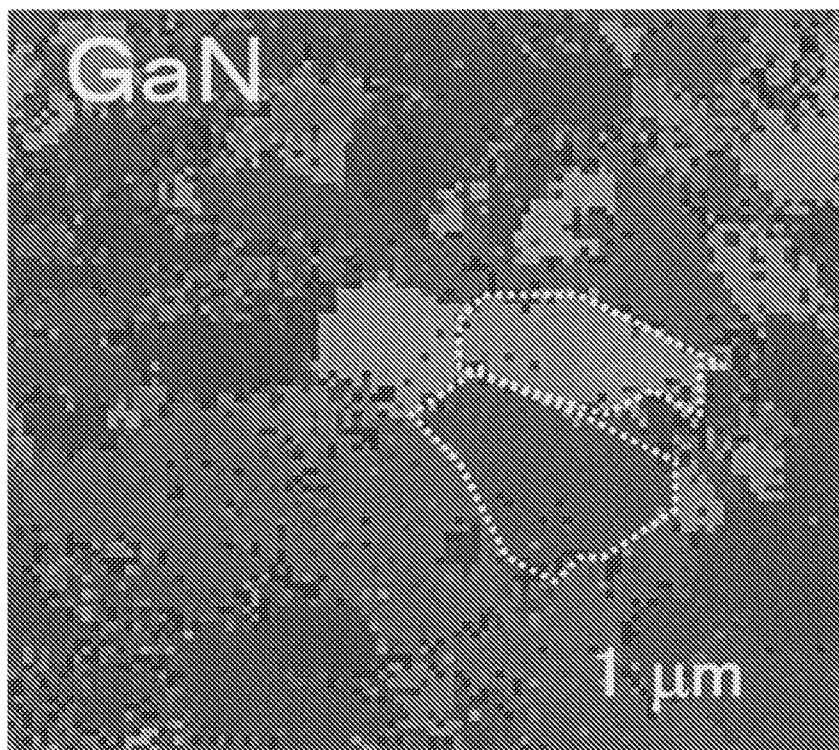
[図10]



[図11]

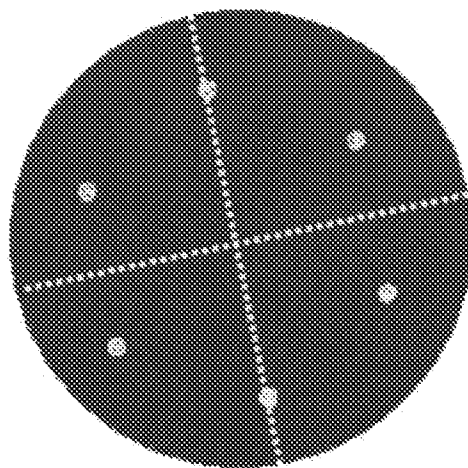


[図12]

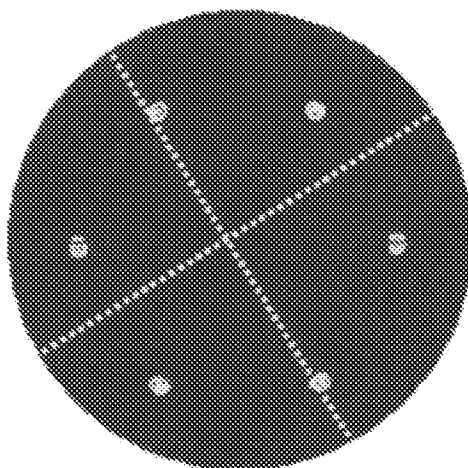


[図13]

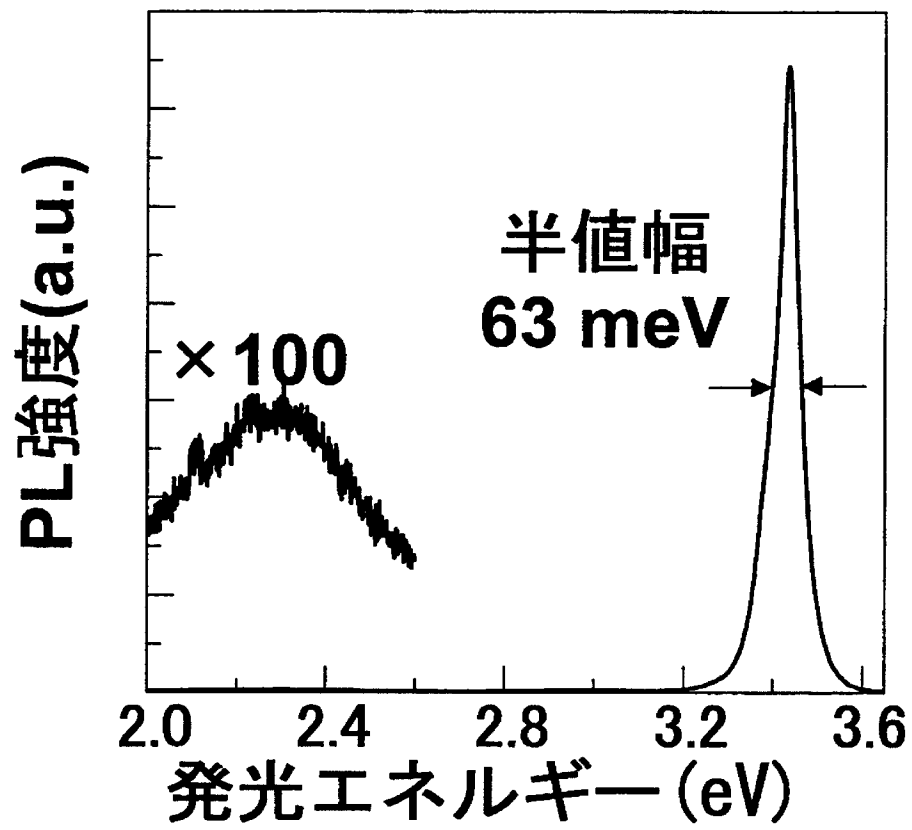
(a)



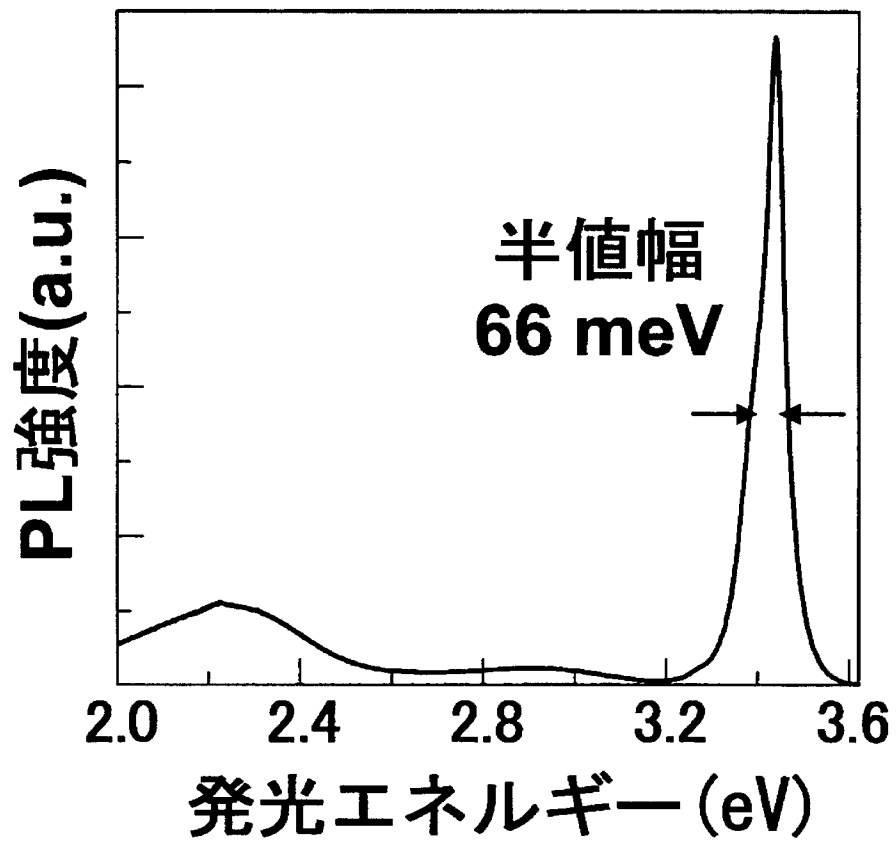
(b)



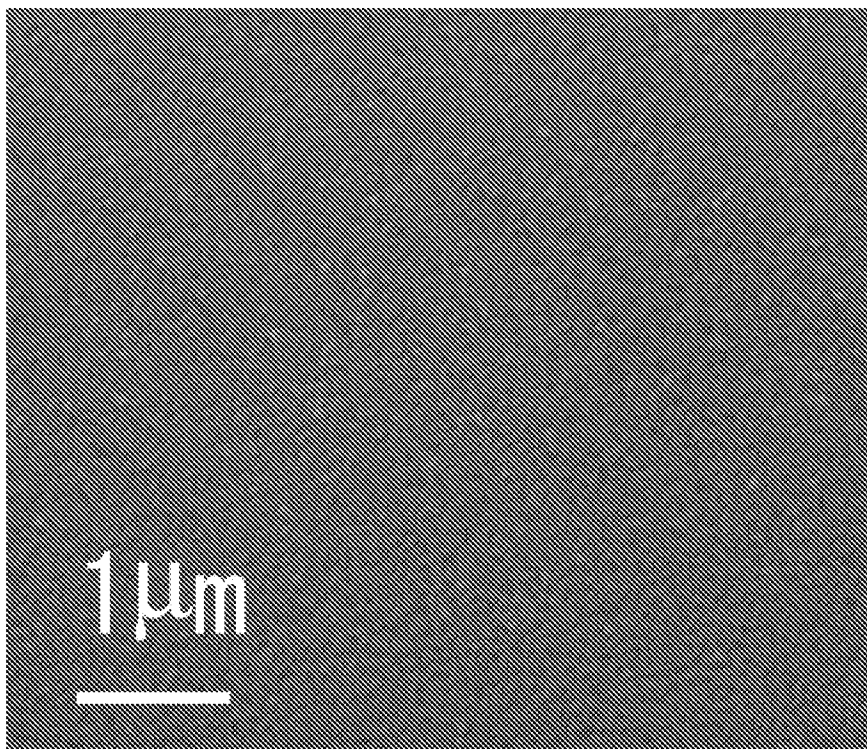
[図14]



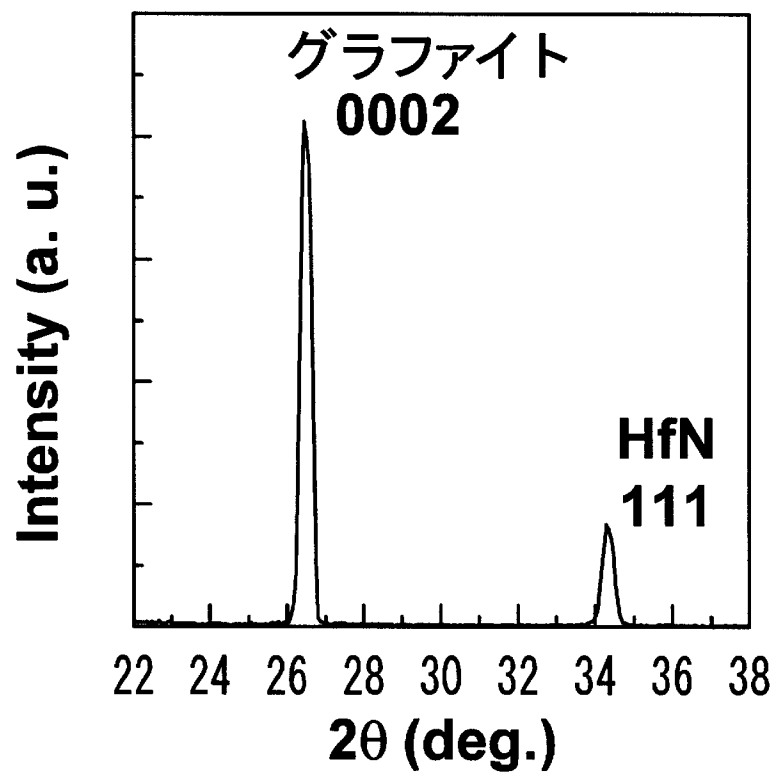
[図15]



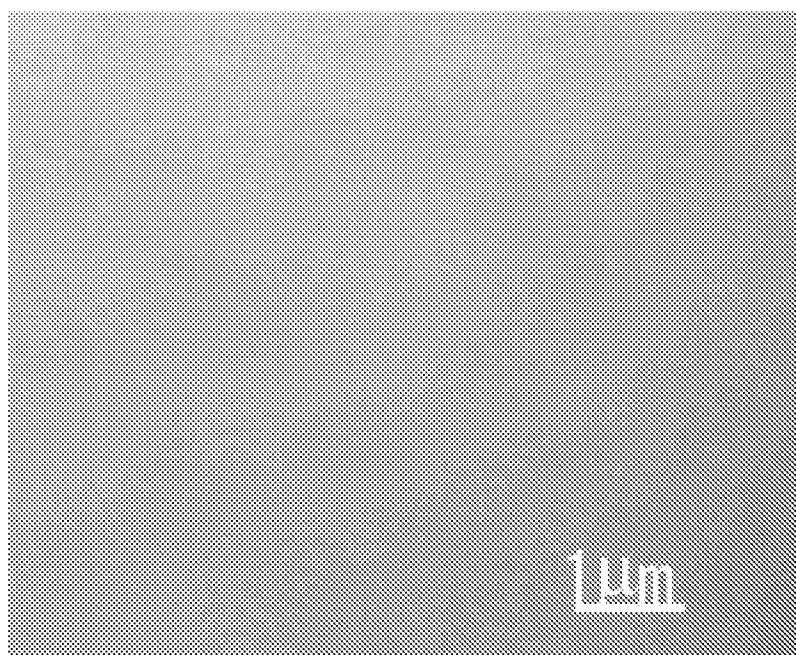
[図16]



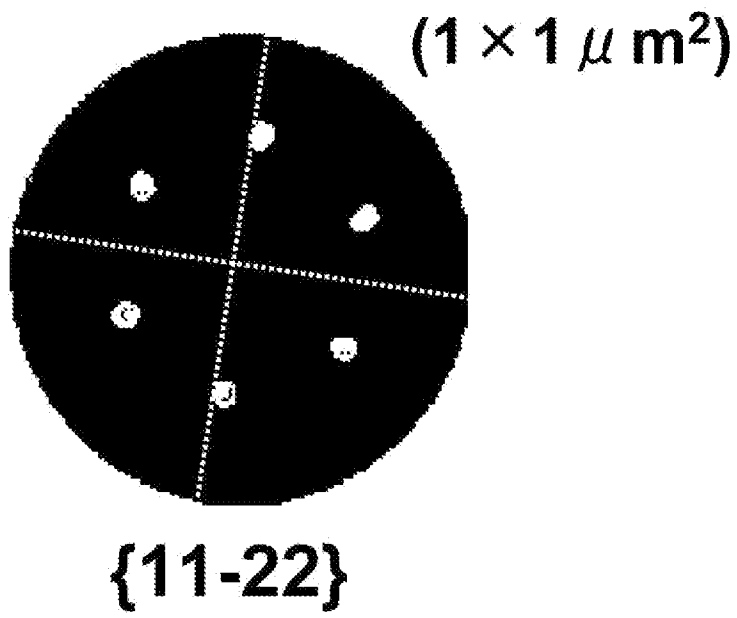
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/00(2006.01) i, C23C14/06(2006.01) i, H01L21/203(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)

H01L33/00, C23C14/06, H01L21/203

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2003-059845 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 28 February, 2003 (28.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2007-323814 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 13 December, 2007 (13.12.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 08-250264 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 September, 1996 (27.09.96), Full text; all drawings & US 5780820 A & KR 10-0265537 B & CN 1136157 A	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
16 March, 2009 (16.03.09)

Date of mailing of the international search report
24 March, 2009 (24.03.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053078

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 2000-022205 A (TDK Corp.), 21 January, 2000 (21.01.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 10-321954 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 04 December, 1998 (04.12.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 09-007587 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 January, 1997 (10.01.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 62-046604 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 28 February, 1987 (28.02.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 09-283797 A (Toshiba Corp.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text; all drawings & US 5895938 A	1-8
A	JP 04-147613 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 21 May, 1992 (21.05.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L33/00(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, H01L21/203(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. H01L33/00, C23C14/06, H01L21/203

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 請求の範囲の番号
A	JP 2003-059845 A (大阪瓦斯株式会社) 2003.02.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2007-323814 A (大日本印刷株式会社) 2007.12.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 08-250264 A (松下電器産業株式会社) 1996.09.27, 全文, 全図 & US 5780820 A & KR 10-0265537 B & CN 1136157 A	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

1 6 . 0 3 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 3 . 2 0 0 9

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

高 椋 健 司

2 K

3 7 1 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 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 請求の範囲の番号
A	JP 2000-022205 A (ティーディーケー株式会社) 2000. 01. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 10-321954 A (富士電機株式会社) 1998. 12. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 09-007587 A (松下電器産業株式会社) 1997. 01. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 62-046604 A (住友電気工業株式会社) 1987. 02. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 09-283797 A (株式会社東芝) 1997. 10. 31, 全文, 全図 & US 5895938 A	1-8
A	JP 04-147613 A (沖電気工業株式会社) 1992. 05. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8