

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年11月9日 (09.11.2006)

PCT

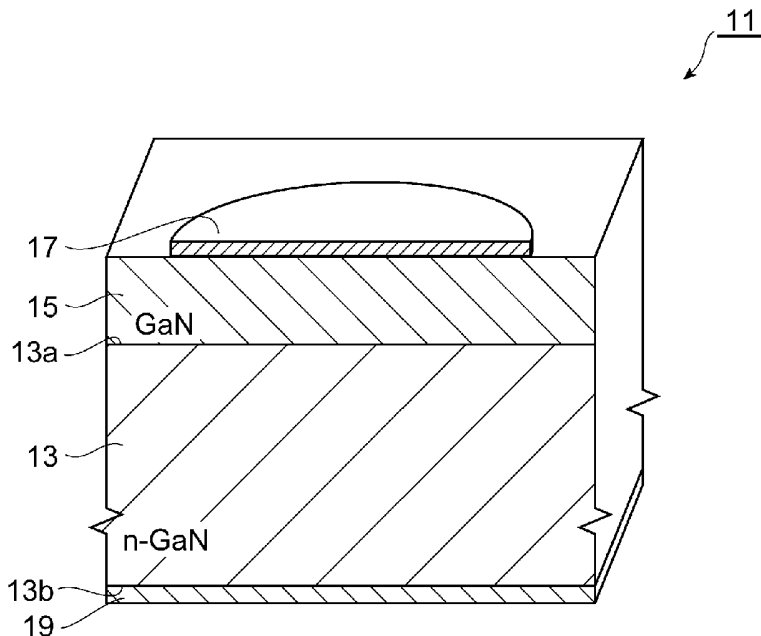
(10) 国際公開番号
WO 2006/117902 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 29/47 (2006.01) H01L 29/872 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/300822
- (22) 国際出願日: 2006年1月20日 (20.01.2006)
- (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2005-128470 2005年4月26日 (26.04.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三浦 広平 (MIURA, Kouhei). 木山 誠 (KIYAMA, Makoto). 櫻田 隆 (SAKURADA, Takashi).
- (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 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, 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR DEVICE AND EPITAXIAL SUBSTRATE

(54) 発明の名称: III族窒化物半導体素子およびエピタキシャル基板



(57) Abstract: A Group III nitride semiconductor device having a structure capable of enhancing of pressure tightness. Schottky diode (11) comprises Group III nitride supporting base material (13), gallium nitride region (15) and Schottky electrode (17). The Group III nitride supporting base material (13) has conductivity. The Schottky electrode (17) forms Schottky junction in the gallium nitride region (15). The gallium nitride region (15) is superimposed on the major surface (13a) of the Group III nitride supporting base material (13). The gallium nitride region (15) has a (10-12) plane XRD full width at half maximum of ≤ 100 sec.

[続葉有]

WO 2006/117902 A1



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。

(57) 要約: 耐圧を向上できる構造を有するIII族窒化物半導体素子を提供する。ショットキダイオード11は、III族窒化物支持基体13と、窒化ガリウム領域15と、ショットキ電極17とを備える。III族窒化物支持基体13は、導電性を有している。ショットキ電極17は、窒化ガリウム領域15にショットキ接合を成す。この窒化ガリウム領域15は、III族窒化物支持基体13の主面13a上に設けられている。窒化ガリウム領域15は、100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有する。

明 細 書

III族窒化物半導体素子およびエピタキシャル基板

技術分野

[0001] 本発明は、III族窒化物半導体素子およびエピタキシャル基板に関する。

背景技術

[0002] 非特許文献1には、サファイア基板上に形成されたショットキダイオードが記載されている。2種類のGaNが、c面を有するサファイア基板上に成長される。まず、1 μ m厚のn⁺コンタクト層が低温バッファ層上に形成される。n⁺コンタクト層上にアンドープGaN層が成長される。メサ構造を形成した後に、Ti/Alオーミック電極およびPt/Au電極を形成する。

非特許文献1：“High Voltage GaN Schottky Rectifiers” Gerard T. Dang et. al. IEEE Tran. Electron Devices, Vol.47, No.4, 692-696

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 発明者らの実験によれば、サファイア基板上に形成されたショットキダイオードでは十分な耐圧が得られない。この理由について発明者らが検討した結果、ショットキ電極からのリーク電流が関係しており、またこのリーク電流は窒化ガリウム層の貫通転位密度に関連していることが明らかになった。求められていることは、ショットキダイオードの耐圧の向上である。

[0004] 本発明は、上記の事項を鑑みて為されたものであり、耐圧を向上できる構造を有するショットキダイオードを提供することを目的とし、またショットキ電極を含む半導体素子のためのエピタキシャル基板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一側面は、ショットキ接合を有するIII族窒化物半導体素子に係る。III族窒化物半導体素子は、(a)導電性を有するIII族窒化物支持基体と、(b)前記III族窒化物支持基体の主面上に設けられており100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有する窒化ガリウム領域と、(c)前記窒化ガリウム領域にショットキ接合を成すショット

キ電極とを備える。

- [0006] このIII族窒化物半導体素子によれば、ショットキ電極が100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有する窒化ガリウム領域にショットキ接合を成すので、ショットキ接合に係る逆方向リーク電流が低減される。
- [0007] 本発明に係るIII族窒化物半導体素子では、前記III族窒化物支持基体は、導電性を有する窒化ガリウムからなることが好ましい。
- [0008] 本発明に係るIII族窒化物半導体素子では、前記ショットキ接合を流れる電流は、前記ショットキ電極と前記III族窒化物支持基体の裏面との間に5ボルトの逆バイアスを印加したとき、 $1 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ 以下である。
- [0009] 本発明の別の側面によれば、エピタキシャル基板は、(a)導電性を有するIII族窒化物基板と、(b)100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有しており前記III族窒化物基板上に設けられた窒化ガリウム層とを備える。
- [0010] このエピタキシャル基板によれば、窒化ガリウム層の(10-12)面XRD半値全幅が100sec以下であるので、リーク電流を低減できるショットキ接合を形成可能になる。
- [0011] 本発明に係るエピタキシャル基板では、前記III族窒化物基板は、導電性を有する窒化ガリウムからなることが好ましい。また、本発明に係るエピタキシャル基板では、前記III族窒化物基板の貫通転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以下であることが好ましい。
- [0012] 本発明の上記の目的および他の目的、特徴、並びに利点は、添付図面を参照して進められる本発明の好適な実施の形態の以下の詳細な記述から、より容易に明らかになる。

発明の効果

- [0013] 以上説明したように、本発明によれば、耐圧を向上できる構造を有するショットキダイオードが提供される。また、本発明によれば、ショットキ電極を含む半導体素子のためにエピタキシャル基板が提供される。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は、第1の実施の形態に係るショットキダイオードを示す図面である。
[図2A]図2Aは、窒化ガリウム基板を用いるショットキダイオードの構造を示す図面である。

[図2B]図2Bは、サファイア基板を用いるショットキダイオードの構造を示す図面である。

[図3]図3は、上記の実施例(特性A)および実験例(特性B)により作製された窒化ガリウム層の(10-12)面XRD特性を示す図面である。

[図4]図4は、上記の実施例(特性A)および実験例(特性B)により作製されたショットキダイオードの電流電圧特性を示す図面である。

[図5]図5は、窒化ガリウム層の(10-12)面XRD特性の半値全幅とリーク電流密度との対応を示す図面である。

[図6A]図6Aは、第2の実施の形態に係るエピタキシャル基板の作製を示す図面である。

[図6B]図6Bは、第2の実施の形態に係るエピタキシャル基板の作製を示す図面である。

[図6C]図6Cは、第2の実施の形態に係るエピタキシャル基板の作製を示す図面である。

[図7]図7は、GaN自立基板における高転位領域および低転位領域の一配置を示す図面である。

[図8]図8は、GaN自立基板における高転位領域および低転位領域の他の別の配置を示す図面である。

符号の説明

- [0015] 11…ショットキダイオード、13…III族窒化物支持基体、15…窒化ガリウム領域、17…ショットキ電極、31…n型窒化ガリウムウエハ、33…窒化ガリウム層、35…ショットキ電極、37…オーミック電極、41…サファイア基板、43…種付け層、45…n⁺窒化ガリウム層、47…窒化ガリウム層、49…ショットキ電極、51…オーミック電極、81…エピタキシャル基板、83…窒化ガリウム自立基板、85…GaNエピタキシャル膜、87…ショットキ電極膜、89…オーミック電極膜、82…窒化ガリウム自立基板、82c…高転位領域、82d…低転位領域、84…窒化ガリウム自立基板、84c…高転位領域、84d…低転移領域

発明を実施するための最良の形態

[0016] 本発明の知見は、例示として示された添付図面を参照して以下の詳細な記述を考慮することによって容易に理解できる。引き続いて、添付図面を参照しながら、本発明のIII族窒化物半導体素子およびエピタキシャル基板に係わる実施の形態を説明する。引き続く説明では、III族窒化物半導体素子の一例としてショットキダイオードを説明する。可能な場合には、同一の部分には同一の符号を付する。

[0017] (第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態に係るショットキダイオードを示す図面である。ショットキダイオード11は、III族窒化物支持基体13と、窒化ガリウム領域15と、ショットキ電極17とを備える。III族窒化物支持基体13は、導電性を有している。ショットキ電極17は、窒化ガリウム領域15にショットキ接合を成す。この窒化ガリウム領域15は、III族窒化物支持基体13の主面13a上に設けられている。窒化ガリウム領域15は、100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有する。

[0018] ショットキダイオード11は、III族窒化物支持基体13の裏面13b上に設けられたオーミック電極19を含む。ショットキ電極17は、例えばNi/Au電極から成ることができ、オーミック電極19は、例えば、Ti/Al/Ti/Au電極から成ることができる。

[0019] III族窒化物支持基体13は、窒化ガリウム、窒化アルミニウム等から成る。好ましくは、III族窒化物支持基体13は、導電性を有するn型窒化ガリウムから成る。この形態では、窒化ガリウム領域は、窒化ガリウム支持基体上にホモエピタキシャル成長される。窒化ガリウム支持基体のキャリア濃度は $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以下である。窒化ガリウム領域15の厚さは $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $1000 \mu\text{m}$ 以下であり、窒化ガリウム領域15のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以下である。

[0020] 図2Aおよび図2Bに示されるショットキダイオードの作製を説明する。

(実施例1)

MOVPE装置のリアクタにn型窒化ガリウムウエハ31を配置する。水素、窒素、アンモニアを含むガスの雰囲気リアクタに形成する。この雰囲気中において、窒化ガリウムウエハ31を摂氏1000度において熱処理を行う。熱処理時間は、例えば20分間である。アンモニアとトリメチルガリウム(TMKG)をリアクタに供給し、厚さ $3 \mu\text{m}$ の窒化ガリウム層33を摂氏1130度で成長する。これらの工程により、窒化ガリウムウエハ31

および窒化ガリウム層33を含むエピタキシャル基板が作製される。このエピタキシャル基板の窒化ガリウム層の表面に、Ni/Auから成るショットキ電極35を作製すると共に、エピタキシャル基板の裏面にTi/Al/Ti/Auからなるオーミック電極37を作製する。ショットキ電極のサイズは、例えば半径50 μ mである。これらの工程により、図2Aに示されるようなショットキダイオード(SBD) 39が得られる。

[0021] (実験例1)

MOVPE装置のリアクタにサファイア基板41を配置する。水素、窒素、アンモニアを含むガスの雰囲気をつくり、リアクタに形成する。この雰囲気中において、サファイア基板41を摂氏1170度において熱処理を行う。熱処理時間は、例えば10分間である。サファイア基板41上に種付け層43を成長する。アンモニア、トリメチルガリウム(TMG)およびシランをリアクタに供給し、 n^+ 窒化ガリウム層45を摂氏1130度で成長する。次いで、実施例と同様にして、アンモニアとトリメチルガリウム(TMG)をリアクタに供給し、厚さ3 μ mの窒化ガリウム層を摂氏1130度で成長する。この窒化ガリウム層を部分的にエッチングして、窒化ガリウム層47を含むメサを形成すると共に、 n^+ 窒化ガリウム層45を部分的に露出させる。エッチングは、例えば選択的反応性イオンエッチング(RIE)法により行われる。メサの表面にNi/Auから成るショットキ電極49を作製すると共に、露出した n^+ 窒化ガリウム層47の表面にTi/Al/Ti/Auからなるオーミック電極51を作製する。これらの工程により、図2Bに示されるようなショットキダイオード(SBD) 53が得られる。

[0022] 図3は、上記の実施例(特性A)および実験例(特性B)により作製された窒化ガリウム層の(10-12)面XRD特性を示す図面である。これらの例では、特性Aの半値全幅(FWHM)は25.1secであり、特性Bの半値全幅は788.0secである。

[0023] 図4は、上記の実施例(特性A)および実験例(特性B)により作製されたショットキダイオードの電流電圧特性を示す図面である。これらの例では、特性Aの逆方向リーク電流密度(印加電圧5ボルト)は 1.39×10^{-8} A/cm²であり、特性Bの逆方向リーク電流密度(印加電圧5ボルト)は 4.76×10^{-6} A/cm²である。

[0024] このように、SBD53と比べSBD39はリーク電流が低減されている。これは、XRDのFWHMが鋭いことが示すように、窒化ガリウム層33の貫通転位密度が低減されてい

ると考えられる。

[0025] 図5は、窒化ガリウム層の(10-12)面XRD特性の半値全幅とリーク電流密度との対応を示す図面である。参照符合61a~61hで示されるシンボルは、窒化ガリウム基板を用いて形成された窒化ガリウム層上にショットキ電極を作製した構造を測定した値を示す。参照符合71a~71iで示されるシンボルは、サファイア基板を用いて形成された窒化ガリウム層上にショットキ電極を作製した構造を測定した値を示す。

[0026] (実施例2)

具体例を示せば、

参照符合61aのショットキダイオード構造

半値全幅:41.8sec

リーク電流値: $1.31 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$

参照符合61bのショットキダイオード構造

半値全幅:41.8sec

リーク電流値: $1.86 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$

参照符合61cのショットキダイオード構造

半値全幅:33sec

リーク電流値: $3.00 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$

参照符合61dのショットキダイオード構造

半値全幅:60sec

リーク電流値: $2.70 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$

参照符合61eのショットキダイオード構造

半値全幅:72sec

リーク電流値: $1.40 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$

参照符合61fのショットキダイオード構造

半値全幅:87sec

リーク電流値: $4.10 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2$

参照符合61gのショットキダイオード構造

半値全幅:69sec

リーク電流値: $6.30 \times 10^{-8} \text{ A/cm}^2$

参照符合61hのショットキダイオード構造

半値全幅: 95sec

リーク電流値: $8.70 \times 10^{-8} \text{ A/cm}^2$

である。

[0027] (実験例2)

具体例を示せば、

参照符合71aのショットキダイオード構造(最も半値全幅が小さい)

半値全幅: 152sec

リーク電流値: $2.07 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$

参照符合71bのショットキダイオード構造(最もリーク電流が小さい)

半値全幅: 206sec

リーク電流値; $1.98 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$

である。

- [0028] 窒化ガリウム領域の(10-12)面XRDを結晶品質の指標に用いることの利点を説明する。電極と窒化ガリウムの界面で貫通転位がある部分はショットキ障壁が低くなり、ショットキ電極のリーク電流が増大するという報告がある(“Experimental study and modeling of the influence of screw dislocations on the performance of Au/n-GaN Schottky diodes” Yu Huang et al. J. Appl. Phys., Vol.94, No.9, 5771-5775)。窒化ガリウム領域の(10-12)面XRD半値全幅はらせん転位、刃状転位のいずれが存在しても広がるため、(10-12)面XRD半値全幅が鋭いということはらせん、刃状転位の両方が低減されていることを意味する。原理的には、(10-12)面以外の面を指標にすることも可能だが、(10-12)面XRDは十分な強度が得られるため、指標に適している。ショットキダイオードの順方向電流は約 0.1 A/cm^2 であり、リーク電流は順方向電流と比較して $1/1000000$ 以下の $1 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ 以下に抑える必要がある。図5に示すとおり、窒化ガリウム領域の(10-12)面XRD半値全幅を100sec以下にすることで、リーク電流を $1 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ 以下にすることが可能である。また、(10-12)面XRD半値全幅が100sec以下の窒化ガリウム領域は、基板にIII族窒化物

を用いることで容易に得られる。

[0029] (第2の実施の形態)

図6A～図6Cは、第2の実施の形態に係るエピタキシャル基板の作製を示す図面である。図6Aに示されるように、n導電性の窒化ガリウム自立基板83を準備する。窒化ガリウム自立基板83は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超えるキャリア濃度を有する。図6Bに示されるように、アンドープGaNエピタキシャル膜85は、窒化ガリウム自立基板83の第1の面83a上に堆積される。窒化ガリウムエピタキシャル膜85の厚さは0.1マイクロメートル以上1000マイクロメートル以下である。窒化ガリウムエピタキシャル膜85のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。これによって、エピタキシャル基板81が得られる。この基板を利用して、第1の実施の形態に示されたショットキダイオードを作製できる。図6Cに示されるように、このエピタキシャル基板81のエピタキシャル膜85の表面にショットキ電極膜87を堆積すると共に、基板83の第2の面83b上にオーミック電極膜89を堆積する。ショットキ電極膜87およびオーミック電極膜89から、それぞれ、ショットキ電極およびオーミック電極が形成される。窒化ガリウム領域の(10-12)面XRDの半値全幅を結晶品質の指標に用いて、ショットキ電極がショットキ接合を成す窒化ガリウム膜の品質をモニタすることにより、ショットキ電極とオーミック電極との間に電圧を印加したときにショットキ接合に流れる逆方向リーク電流を低減できる半導体素子のためのエピタキシャル基板が提供される。

[0030] このエピタキシャル基板では、窒化ガリウム層は、GaN基板といったIII族窒化物基板上に設けられており、100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有している。このエピタキシャル基板によれば、窒化ガリウム層の(10-12)面XRD半値全幅が100sec以下であるので、リーク電流を低減できるショットキ接合が形成される。このエピタキシャル基板は、ショットキダイオードを作製するために好適である。

[0031] 図7は、第1および第2の実施の形態のための窒化ガリウム自立基板における高転位領域および低転位領域の一配置を示す図面である。エピタキシャル基板81のための窒化ガリウム自立基板82の第1の面82aは、比較的大きい貫通転位密度を有する高転位領域82cが現れた第1のエリアと、比較的小さい貫通転位密度を有する低転位領域82dが現れた第2のエリアとを有する。高転位領域82cは低転位領域82d

に囲まれており、第1の面82aにおいて、第1のエリアは、第2のエリア内にドット状にランダムに分布している。全体として貫通転位密度は、例えば $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以下である。このエピタキシャル基板81によれば、転位密度が小さいので、エピタキシャル層中の転位が減少する。これ故に、逆方向リーク電流が減少しまた逆方向の耐圧が向上する。

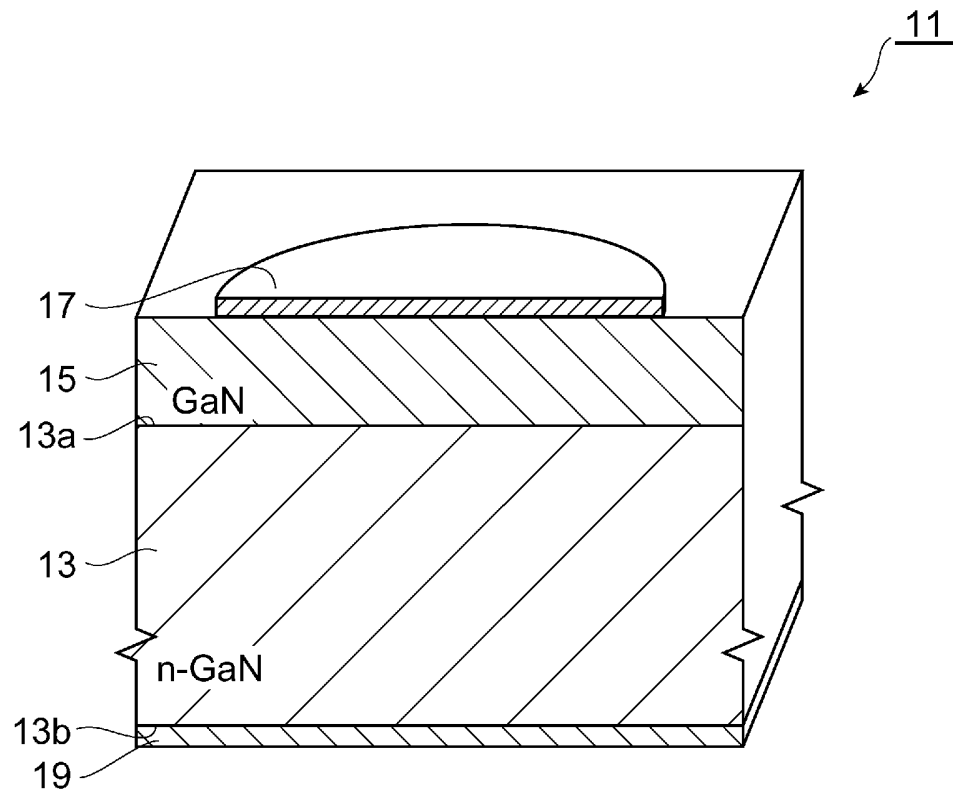
図8は、第1および第2の実施の形態のための窒化ガリウム自立基板における高転位領域および低転位領域の他の一配置を示す図面である。エピタキシャル基板81のための窒化ガリウム自立基板84の第1の面84aは、比較的大きい貫通転位密度を有する高転位領域84cが現れた第1のエリアと、比較的小さい貫通転位密度を有する低転位領域84dが現れた第2のエリアとを有する。高転位領域84cは低転位領域84dに挟まれており、第1の面84aにおいて、第1のエリアは、第2のエリア内にストライプ状に規則的に分布している。全体として貫通転位密度は、例えば $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以下である。このエピタキシャル基板81によれば、転位密度が小さいので、エピタキシャル層中の転位が減少する。これ故に、逆方向リーク電流が減少しまた逆方向の耐圧が向上する。

[0032] 好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更され得ることは、当業者によって認識される。本発明は、本実施の形態に開示された特定の構成に限定されるものではない。したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更を権利を請求する。

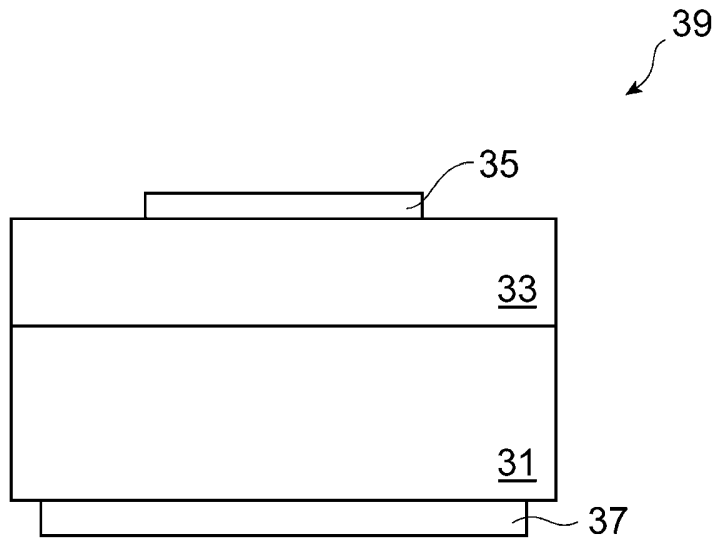
請求の範囲

- [1] ショットキ接合を有するIII族窒化物半導体素子であつて、
導電性を有するIII族窒化物支持基体と、
前記III族窒化物支持基体の主面上に設けられており100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有する窒化ガリウム領域と、
前記窒化ガリウム領域にショットキ接合を成すショットキ電極と
を備えることを特徴とするIII族窒化物半導体素子。
- [2] 前記III族窒化物支持基体は、導電性を有する窒化ガリウムからなる、ことを特徴とする請求項1に記載されたIII族窒化物半導体素子。
- [3] 前記ショットキ接合を流れる電流は、前記ショットキ電極と前記III族窒化物支持基体の裏面との間に5ボルトの逆バイアスを印加したとき、 $1 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ 以下である、ことを特徴とする請求項1に記載されたIII族窒化物半導体素子。
- [4] 導電性を有するIII族窒化物基板と、
100sec以下の(10-12)面XRD半値全幅を有しており前記III族窒化物基板上に設けられた窒化ガリウム層と
を備える、ことを特徴とするエピタキシャル基板。
- [5] 前記III族窒化物基板は、導電性を有する窒化ガリウムからなる、ことを特徴とする請求項4に記載されたエピタキシャル基板。
- [6] 前記III族窒化物基板の貫通転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以下である、ことを特徴とする請求項4に記載されたエピタキシャル基板。
- [7] 前記III族窒化物基板の貫通転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以下である、ことを特徴とする請求項5に記載されたエピタキシャル基板。

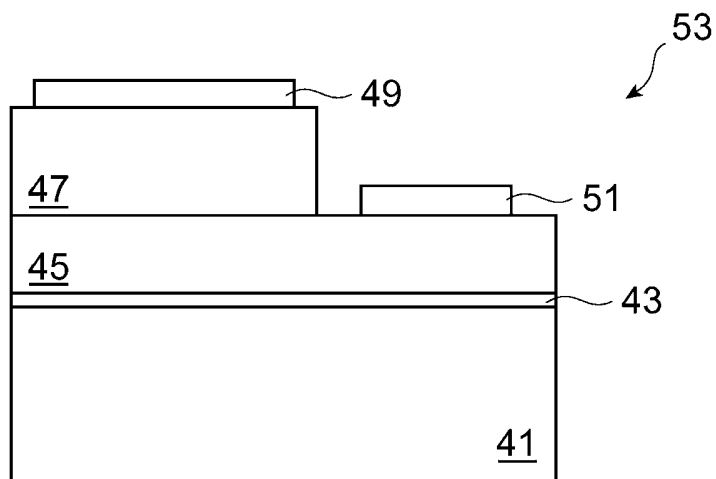
[図1]



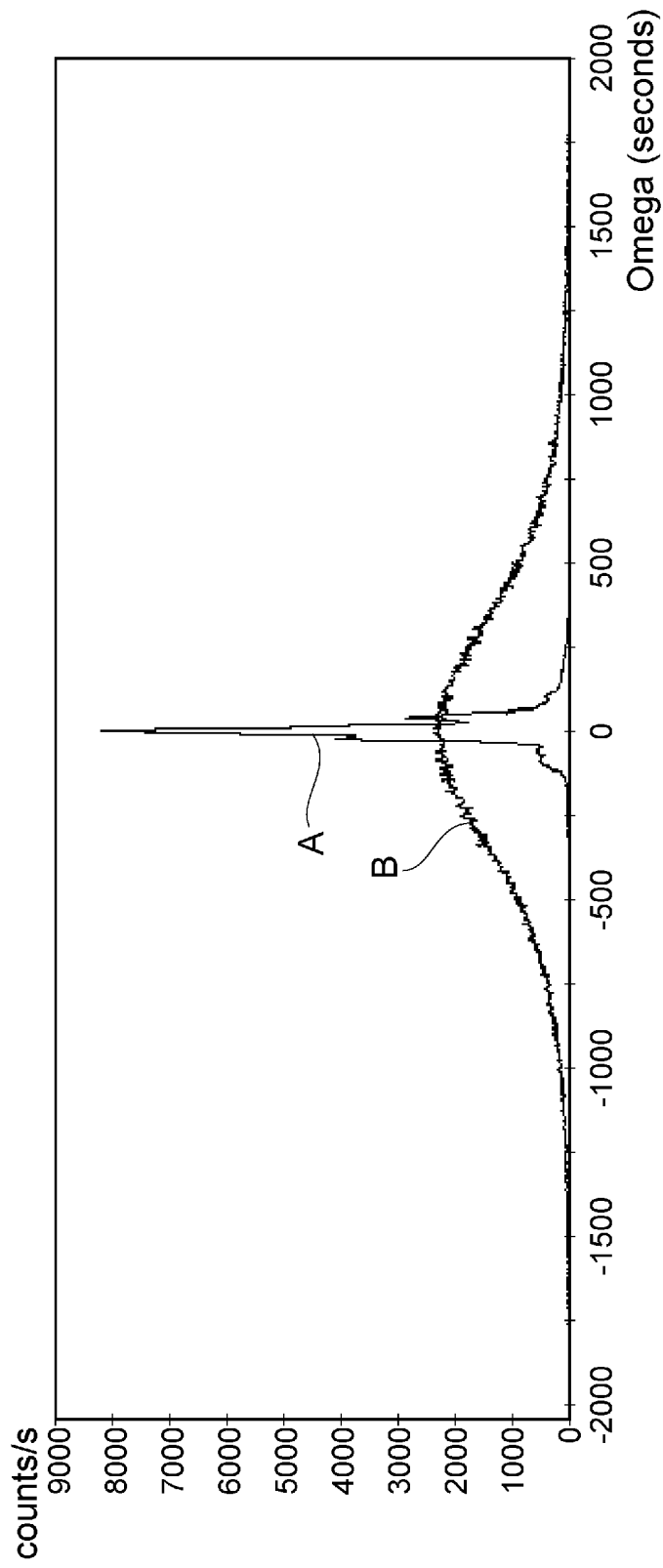
[図2A]



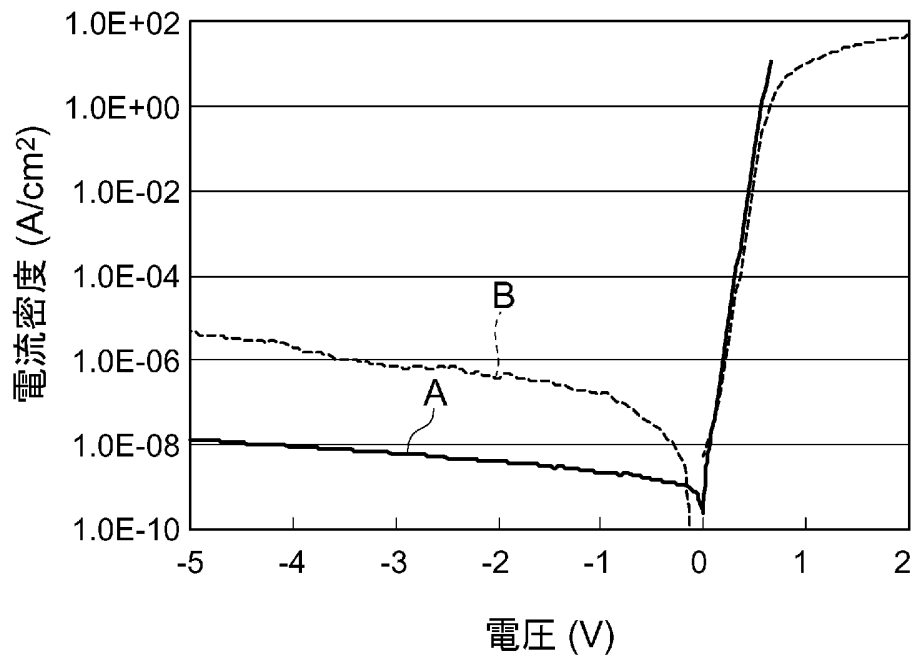
[図2B]



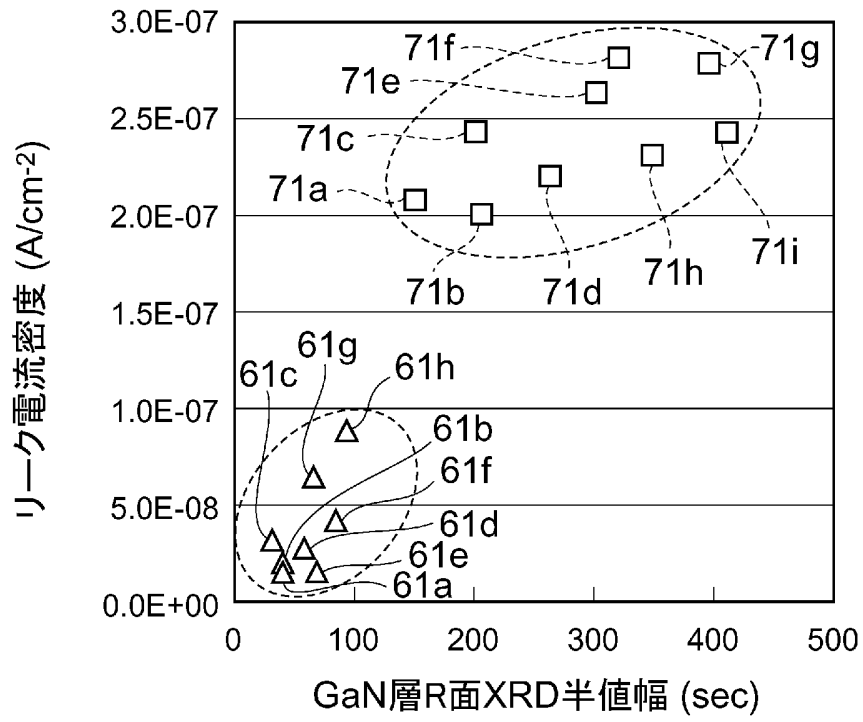
[圖3]



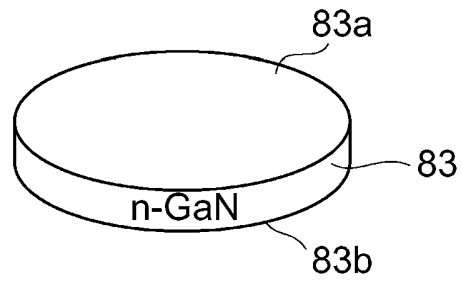
[図4]



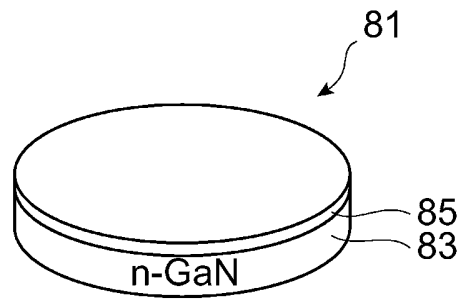
[図5]



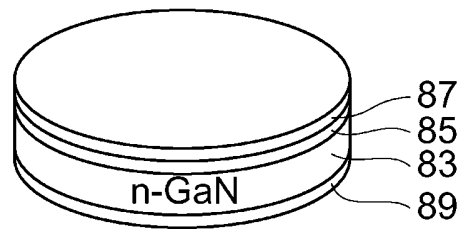
[図6A]



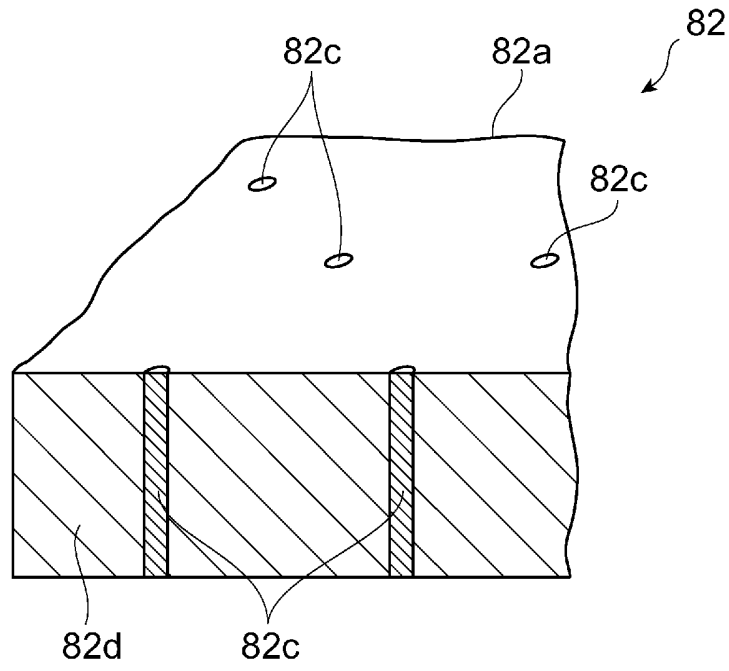
[図6B]



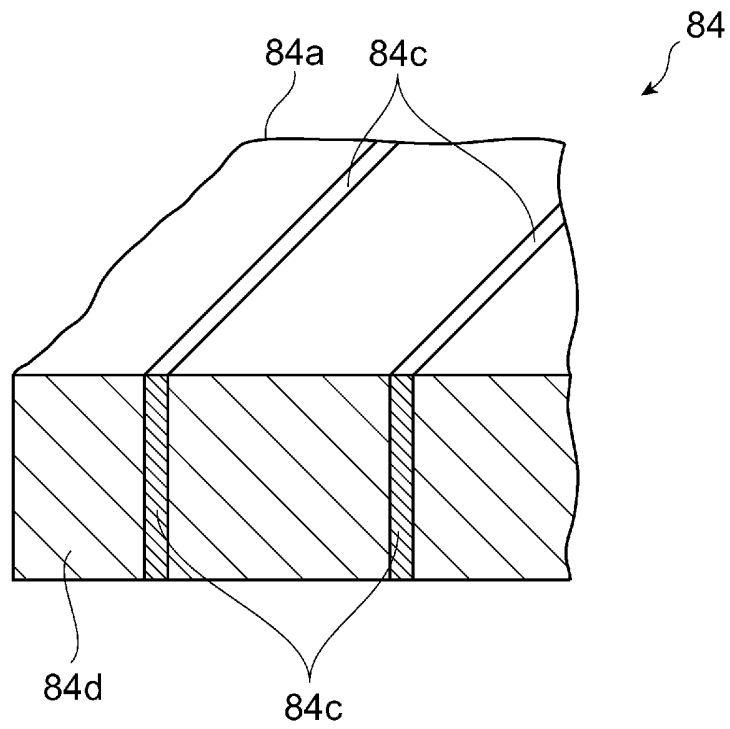
[図6C]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/300822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L29/47 (2006.01), H01L29/872 (2006.01)		
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) H01L29/47 (2006.01), H01L29/872 (2006.01)		
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 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006		
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 2003-327497 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 19 November, 2003 (19.11.03), Full text; all drawings & US 2003/0209185 A1 & EP 1363322 A2 & CN 1462060 A	1-7
A	JP 2003-282863 A (NGK Insulators, Ltd.), 03 October, 2003 (03.10.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2003-045899 A (NGK Insulators, Ltd.), 14 February, 2003 (14.02.03), Full text; all drawings & US 2003/0151065 A1 & EP 1213767 A2	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 23 March, 2006 (23.03.06)		Date of mailing of the international search report 04 April, 2006 (04.04.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/300822

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 2002-252177 A (NGK Insulators, Ltd.), 06 September, 2002 (06.09.02), Full text; all drawings & US 2002/0125491 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L29/47 (2006.01), H01L29/872 (2006.01)

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. H01L29/47 (2006.01), H01L29/872 (2006.01)

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 1971-2006年
 日本国実用新案登録公報 1996-2006年
 日本国登録実用新案公報 1994-2006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	J P 2 0 0 3 - 3 2 7 4 9 7 A (住友電気工業株式会社) 2 0 0 3 . 1 1 . 1 9 , 全 文 , 全 図 & U S 2 0 0 3 / 0 2 0 9 1 8 5 A 1 & E P 1 3 6 3 3 2 2 A 2 & C N 1 4 6 2 0 6 0 A	1 - 7
A	J P 2 0 0 3 - 2 8 2 8 6 3 A (日本碍子株式会社) 2 0 0 3 . 1 0 . 0 3 , 全 文 , 全 図 (ファミリーなし)	1 - 7

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 23.03.2006	国際調査報告の発送日 04.04.2006
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) 小野田 誠 電話番号 03-3581-1101 内線 3498

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 2003-045899 A (日本碍子株式会社) 2003.02.14, 全文, 全図 & US 2003/0151065 A1 & EP 1213767 A2	1-7
A	JP 2002-252177 A (日本碍子株式会社) 2002.09.06, 全文, 全図 & US 2002/0125491 A1	1-7