

(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
2015 年 12 月 3 日(03.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/182283 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/338 (2006.01) H01L 29/812 (2006.01)
H01L 29/778 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061860
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 17 日(17.04.2015)
- (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 2014-108159 2014 年 5 月 26 日(26.05.2014) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 伸之(ITO, Nobuyuki). 遠崎 学(TOHSAKI, Manabu). 小河 淳(OGAWA, Atsushi).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (JP).

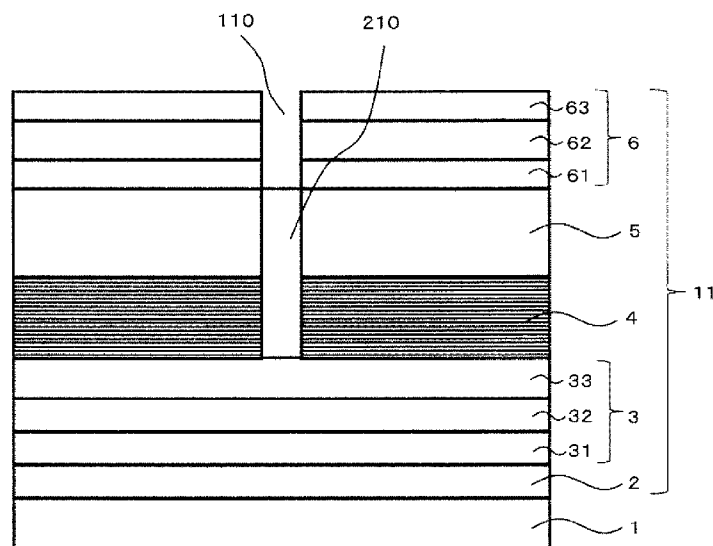
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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: NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: 窒化物系化合物半導体



(57) Abstract: This nitride compound semiconductor has a substrate (1), and a nitride compound semiconductor laminated body (11) that is provided on the substrate (1). The nitride compound semiconductor laminated body (11) includes: a multilayer buffer layer (4); a channel layer (5) that is laminated on the multilayer buffer layer (4); and an electron supply layer (6) that is laminated on the channel layer (5). A recessed section (110) that penetrates the channel layer (5) and the multilayer buffer layer (4) from the surface of the electron supply layer (6) is provided, and in the recessed section (110), a heat dissipating layer (210) is provided, said heat dissipating layer being adjacent to the multilayer buffer layer (4) and the channel layer (5), and having a heat conductivity higher than that of the multilayer buffer layer (4).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/182283 A1



窒化物系化合物半導体が、基板（１）と、基板（１）上に設けられた窒化物系化合物半導体積層体（１１）とを有している。窒化物系化合物半導体積層体（１１）が、多層バッファ層（４）と、この多層バッファ層（４）上に積層されたチャネル層（５）と、このチャネル層（５）上に積層された電子供給層（６）とを含んでいる。電子供給層（６）の表面から、チャネル層（５）および多層バッファ層（４）を貫通する凹部（１１０）を設け、この凹部（１１０）内に、多層バッファ層（４）およびチャネル層（５）に隣接すると共に、多層バッファ層（４）よりも熱伝導率が高い放熱層（２１０）を設けた。

明 細 書

発明の名称：窒化物系化合物半導体

技術分野

[0001] 本発明は、窒化物系化合物半導体に関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体電子デバイスに用いられる窒化物系化合物半導体としては、一般的に、 AlGaIn と GaN からなるヘテロ接合を有する窒化物系化合物半導体がある。この窒化物系化合物半導体装置は、例えば、サファイアあるいは Si などで構成された基板と、バッファ層、一般的に GaN からなるチャネル層および AlGaIn からなる障壁層で構成され、上記基板上に積層された窒化物系化合物半導体積層体と、障壁層とチャネル層との界面に形成された2次元電子ガスとオーミック接触を形成するソース電極およびドレイン電極と、ソース電極およびドレイン電極の間に形成されたゲート電極とからなっている。

[0003] ところで、上記従来の窒化物系化合物半導体を形成する場合、サファイア基板または SiC 基板上に窒化物系化合物半導体積層体を形成する場合には、あまり大きな問題とならないが、熱膨張係数が窒化物系化合物半導体積層体よりも小さい Si 基板を用いた場合、窒化物系化合物半導体積層体の成長後に、 Si 基板が下凸の形状に反ってしまうだけでなく、結晶そのものに応力によって Si 基板にクラックが形成されてしまう場合があった。

[0004] この問題を解決するため、例えば、特許文献1、2に示されているように、異なる組成を有する2つの層、すなわち、組成式 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}_u\text{P}_v\text{N}_{1-u-v}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $x + y \leq 1$, $0 \leq u < 1$, $0 \leq v < 1$, $u + v < 1$) から成る第1の層と、組成式 $\text{Al}_a\text{In}_b\text{Ga}_{1-a-b}\text{As}_c\text{P}_d\text{N}_{1-c-d}$ ($0 \leq a \leq 1$, $0 \leq b \leq 1$, $a + b \leq 1$, $0 \leq c < 1$, $0 \leq d < 1$, $c + d < 1$) から成る第2の層とを交互に成長させた構造を有する多層バッファ層を用いて、 Si 基板と窒化物系化合物半導体積層体との間の

熱膨張係数の差を緩和する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-59948号公報

特許文献2：特開2005-85852号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記多層バッファ層は、界面数が多い層構造の方向（基板の垂直方向）の熱伝導率が、第1，第2の層単体の熱伝導率に比べ大幅に低く、 $1/10$ 以下であることも珍しくない（例えば、Journal of Crystal Growth 298（2007）の251-253項参照）。このため、上記特許文献に記載の半導体装置では、多層バッファ層を含むことにより放熱性が低下するため、半導体電子デバイスの動作に伴って、多層バッファ層上に積層されたチャネル層の温度が上昇し、チャネル抵抗が増加すると共に、半導体電子デバイスの信頼性が著しく低下する場合があった。

[0007] そこで、本発明の課題は、多層バッファ層を含むことによる放熱性の低下を防いで、半導体電子デバイスに用いた場合に、高い信頼性を有する半導体電子デバイスを得られる窒化物系化合物半導体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の窒化物系化合物半導体は、
基板と、

上記基板上に設けられた窒化物系化合物半導体積層体と
を備え、

上記窒化物系化合物半導体積層体が、多層バッファ層と、この多層バッファ層上に設けられたチャネル層と、このチャネル層上に積層された電子供給層とを含んでいる窒化物系化合物半導体において、

上記電子供給層の表面から、上記チャネル層および上記多層バッファ層を貫通する凹部を有し、

上記凹部内に、上記多層バッファ層、および、この多層バッファ層上に積層された層に隣接し、かつ、上記多層バッファ層よりも熱伝導率の高い放熱層が設けられていることを特徴としている。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、電子供給層の表面から、電子供給層、チャネル層および多層バッファ層を貫通する凹部を有し、この凹部内に、多層バッファ層、および、この多層バッファ層上に積層された層に隣接し、かつ、多層バッファ層よりも熱伝導率の高い放熱層が設けられている。これにより、電子供給層の表面から多層バッファ層に向かって伝導した熱を、放熱層を介して窒化物系化合物半導体の外部に放出できるので、基板の垂直方向の熱伝導率の低い多層バッファ層を含む窒化物系化合物半導体の放熱性を向上させることができる。よって、半導体電子デバイスに用いることで、信頼性の高い半導体電子デバイスを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図2]図1の窒化物系化合物半導体の製造工程を説明するための断面模式図である。

[図3]図2に続く図1の窒化物系化合物半導体の製造工程を説明するための断面模式図である。

[図4]本発明の第2実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図5]本発明の第3実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図6]本発明の第4実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図7]本発明の第5実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図8]本発明の第6実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図9]本発明の第7実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

[図10]本発明の第8実施形態の窒化物系化合物半導体を示す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] (第1実施形態)

本発明の第1実施形態の窒化物系化合物半導体は、図1に示すように、基板1と、この基板1上に積層された窒化物系化合物半導体積層体11とを備えている。なお、窒化物系化合物半導体は、例えばエピタキシャルウェハでもよい。

[0012] 基板1は、例えば $0.01\Omega\cdot\text{cm}$ のボロンドープCZSi基板である。なお、基板1は、窒化物系化合物半導体のエピタキシャル成長に使用可能な基板であればよく、例えば、Si基板、SiC基板、GaN基板、およびサファイア基板を用いることができる。

[0013] 窒化物系化合物半導体積層体11は、初期成長層2と、組成傾斜バッファ層3と、多層バッファ層4と、GaNチャネル層5と、電子供給層6とからなり、初期成長層2、組成傾斜バッファ層3、多層バッファ層4、GaNチャネル層5および電子供給層6を順に積層した構成を有している。

[0014] 初期成長層2は、例えば厚さ 100nm のAlNからなっている。

[0015] 組成傾斜バッファ層3は、 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$ 層31と、 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$ 層32と、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層33とからなり、初期成長層2上に、 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$ 層31、 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$ 層32および $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層33をAl組成比が段階的に順次減少するように積層した構成を有している。 $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$ 層31は、例えば厚さ 200nm であり、 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$

、 N 層32は、例えば厚さ400nmであり、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層33は、例えば厚さ400nmである。

[0016] 多層バッファ層4は、 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}_u\text{P}_v\text{N}_{1-u-v}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $x + y \leq 1$ 、 $0 \leq u < 1$ 、 $0 \leq v < 1$ 、 $u + v < 1$) の組成を有する第1の層としての AlN 層と、 $\text{Al}_a\text{In}_b\text{Ga}_{1-a-b}\text{As}_c\text{P}_d\text{N}_{1-c-d}$ ($0 \leq a \leq 1$ 、 $0 \leq b \leq 1$ 、 $a + b \leq 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 、 $0 \leq d < 1$ 、 $c + d < 1$) の組成を有する第2の層としての $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層とからなり、第1、第2の層を交互に複数回積層した構成を有している。 AlN 層は、例えば厚さ3nmであり、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層は、例えば厚さ30nmである。

[0017] なお、本明細書で、多層バッファ層とは、組成の異なる複数の層を繰り返し積層した構成を有し、多層バッファ層を構成する各層が、組成式 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}_u\text{P}_v\text{N}_{1-u-v}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $x + y \leq 1$ 、 $0 \leq u < 1$ 、 $0 \leq v < 1$ 、 $u + v < 1$) を満たすものをいい、例えば超格子バッファ層であってもよい。

[0018] すなわち、多層バッファ層4は、第1、第2の層を交互に繰り返し積層した構成を有する場合に限らず、例えば、第1、第2の層をランダムに積層した構成であってもよいし、第1、第2の層を交互に繰り返し積層された領域と、第1、第2の層をランダムに積層した領域とを含む構成であってもよい。

[0019] GaN チャネル層5は、例えば厚さ1 μm の GaN からなっている。

[0020] 電子供給層6は、 AlN 特性改善層61と、 AlGaIn 障壁層62と、 GaInAs キャップ層63とからなり、 GaInAs チャネル層5上に、 AlN 特性改善層61、 AlGaIn 障壁層62および GaInAs キャップ層63を順に積層した構成を有している。 AlN 特性改善層61は、例えば厚さ1nmであり、 AlGaIn 障壁層62は、例えば厚さ20nmの $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ であり、 GaInAs キャップ層63は、例えば厚さ1nmである。

[0021] また、窒化物系化合物半導体積層体11には、電子供給層6の表面から、

電子供給層 6、Ga N チャンネル層 5 および多層バッファ層 4 を貫通して、組成傾斜バッファ層 3 まで達する凹部 110 を設けている。そして、この凹部 110 内には、多層バッファ層 4 と Ga N チャンネル層 5 とに隣接する放熱層 210 を設けている。この放熱層 210 は、多層バッファ層 4 よりも熱伝導率が高く、放熱性に優れた Ga N からなり、多層バッファ層 4 および Ga N チャンネル層 5 が凹部 110 内に露出しないよう形成されている。

[0022] なお、凹部 110 は、窒化物系化合物半導体装置としたときに、この装置の動作に寄与しない部分、例えばアイソレート部に形成されている。

[0023] 続いて、上記窒化物系化合物半導体の製造方法について説明する。

[0024] まず、フッ酸系のエッチャントで基板 1 の表面酸化膜を除去する。その後、この基板 1 を有機金属気相成長 (MOCVD) 装置にセットし、基板 1 の温度を 1100℃ に設定して、チャンバー圧力 13.3 kPa にて基板 1 の表面のクリーニングを行なう。

[0025] そして、基板 1 の温度およびチャンバー圧力を一定とし、アンモニア NH₃ (12.5 s l m) を流すことで基板 1 の表面の窒化を行なう。

[0026] 続いて、TMA 流量 = 117 μmol / min、NH₃ 流量 = 12.5 s l m として、基板 1 上に、厚さ 100 nm の初期成長層 2 を形成する。

[0027] その後、基板 1 の温度を 1150℃ に設定して、

- ・ TMG 流量 = 57 μmol / min、TMA 流量 = 97 μmol / min、NH₃ 流量 = 12.5 s l m として、初期成長層 2 上に、厚さ 200 nm の Al_{0.7}Ga_{0.3}N 層 31 を成長させ、

- ・ TMG 流量 = 99 μmol / min、TMA 流量 = 55 μmol / min、NH₃ 流量 = 12.5 s l m として、Al_{0.7}Ga_{0.3}N 層 31 上に、厚さ 400 nm の Al_{0.4}Ga_{0.6}N 層 32 を成長させ、

- ・ TMG 流量 = 137 μmol / min、TMA 流量 = 18 μmol / min、NH₃ 流量 = 12.5 s l m として、Al_{0.4}Ga_{0.6}N 層 32 上に、厚さ 400 nm の Al_{0.1}Ga_{0.9}N 層 33 を成長させて、組成傾斜バッファ層 3 を形成する。

- [0028] 続いて、 AlN 層（厚さ 3 nm ）／ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層（厚さ 30 nm ）を繰り返し成長させることにより、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 33上に多層バッファ層4を形成する。
- [0029] そして、 TMG 流量＝ $50\text{ }\mu\text{mol}$ 、 NH_3 流量＝ 12.5 slm として、多層バッファ層4上に、厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$ の GaN チャネル層5を形成する。
- [0030] さらに、 GaN チャネル層5上に、 AlN 特性改善層61（厚さ 1 nm ）、 $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 障壁層62（厚さ 20 nm ）、および、 GaN キャップ層63（厚さ 1 nm ）を順次積層するように成長させて、電子供給層6を形成する。
- [0031] 次に、図3に示すように、多層バッファ層4、 GaN チャネル層5、および、電子供給層6をエッチングして、凹部110を形成し、この凹部110に GaN からなる放熱層210を形成する。凹部110は、例えば、電子供給層6上に SiO_2 をスパッタ装置で堆積させ、放熱層210形成する領域の SiO_2 を除去すると共に、放熱層210を形成しない領域が SiO_2 で覆われるようにパターニングし、フッ素ガスを用いた RIE でドライエッチングすることにより形成される。堆積させた SiO_2 は、放熱層210を形成した後に除去する。
- [0032] 第1実施形態の窒化物系化合物半導体では、電子供給層6の表面から、電子供給層6、 GaN チャネル層5および多層バッファ層4を貫通して、組成傾斜バッファ層3まで達する凹部110を有し、この凹部110内に、多層バッファ層4、および、この多層バッファ層4上に積層された GaN チャネル層5に隣接し、かつ、多層バッファ層4よりも基板1の垂直方向の熱伝導率の高い放熱層210が設けられている。これにより、電子供給層6の表面から多層バッファ層4に向かって伝導した熱が、放熱層210を介して窒化物系化合物半導体の外部に放出され、 GaN チャネル層5の温度上昇を抑制できるので、熱伝導率の低い多層バッファ層4を含むことによる放熱性の低下を防ぐことができる。よって、上記窒化物系化合物半導体を半導体電子デバイスに用いることで、信頼性の高い半導体電子デバイスを得ることができ

る。

[0033] (第2実施形態)

第2実施形態の窒化物系化合物半導体は、図4に示すように、第1実施形態の窒化物系化合物半導体積層体11に、電子供給層6の表面から、電子供給層6、Ga_{0.5}N_{0.5}チャンネル層5、多層バッファ層4および組成傾斜バッファ層3を貫通して、初期成長層2まで達する凹部120を設け、この凹部120内にGa_{0.5}N_{0.5}からなる放熱層220を設けたものである。なお、上記第1実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1実施形態の説明を援用する。

[0034] 放熱層220は、Ga_{0.5}N_{0.5}チャンネル層5、多層バッファ層4および組成傾斜バッファ層3に隣接すると共に、Ga_{0.5}N_{0.5}チャンネル層5、多層バッファ層4および組成傾斜バッファ層3が、凹部120内に露出しないよう形成されている。この凹部120は、窒化物系化合物半導体装置としたときに、この装置の動作に寄与しない部分（アイソレート部など）に形成されている。

[0035] 第2実施形態の窒化物系化合物半導体は、例えば、第1実施形態の窒化物系化合物半導体と同じ方法で製造できる。

[0036] 第2実施形態の窒化物系化合物半導体では、電子供給層6の表面から、電子供給層6、Ga_{0.5}N_{0.5}チャンネル層5、多層バッファ層4および組成傾斜バッファ層3を貫通して、初期成長層2まで達する凹部120を設け、この凹部120内に放熱層220を設けている。このため、Al_{0.5}N_{0.5}からなる初期成長層2がエッチストップ層になり、再現性のある安定的なエッチングが可能になる。

[0037] (第3実施形態)

第3実施形態の窒化物系化合物半導体は、図5に示すように、基板1と、この基板1上に積層された窒化物系化合物半導体積層体13とを備えている。窒化物系化合物半導体積層体13は、初期成長層2と、多層バッファ層4と、Ga_{0.5}N_{0.5}チャンネル層5と、電子供給層106とからなり、初期成長層2、多層バッファ層4、Ga_{0.5}N_{0.5}チャンネル層5および電子供給層106を順に積層

した構成を有している。なお、上記第1、第2実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1、第2実施形態の説明を援用する。

[0038] 電子供給層106は、例えば厚さ25nmの $\text{Al}_{0.22}\text{Ga}_{0.78}\text{N}$ 障壁層からなっている。また、第3実施形態では、例えば、初期成長層2の厚さを120nmとし、 AlN 層（厚さ5nm）/ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層（厚さ30nm）を繰り返し成長させて多層バッファ層4を形成し、さらに、 GaN チャネル層5の厚さを1.5nmとしている。

[0039] 窒化物系化合物半導体積層体13には、電子供給層106の表面から、電子供給層106、 GaN チャネル層5および多層バッファ層4を貫通して、初期成長層2まで達する凹部130を設けている。そして、この凹部130内には、多層バッファ層4と GaN チャネル層5とに隣接する GaN からなる放熱層210を設けている。凹部130は、窒化物系化合物半導体装置としたときに、この装置の動作に寄与しない部分（アイソレート部など）に形成されている。

[0040] 続いて、上記窒化物系化合物半導体の製造方法について説明する。

[0041] まず、フッ酸系のエッチャントで基板1の表面酸化膜を除去する。その後、この基板1を有機金属気相成長（MOCVD）装置にセットし、基板1の温度を1100℃に設定して、チャンバー圧力13.3kPaにて基板1の表面のクリーニングを行なう。

[0042] そして、基板1の温度およびチャンバー圧力を一定とし、アンモニア NH_3 （12.5slm）を流すことで基板1の表面の窒化を行なう。

[0043] 続いて、TMA流量=117 $\mu\text{mol}/\text{min}$ 、 NH_3 流量=12.5slmとして、基板1上に、厚さ120nmの AlN からなる初期成長層2を形成する。

[0044] 次に、初期成長層2上に、例えば、 SiO_2 をスパッタ装置で堆積させて、放熱層210を成長させる領域の SiO_2 を除去すると共に、多層バッファ層4を成長させる領域が SiO_2 で覆われるようにパターニングし、放熱層210を形成する。放熱層210を形成させた後、 SiO_2 を除去する。

[0045] 続いて、放熱層210上に、 SiO_2 をスパッタ装置で堆積させて、放熱層210の表面のみが SiO_2 で覆われるように、パターニングした後、AIN層（厚さ3nm）／ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層（厚さ30nm）を繰り返し成長させることにより、初期成長層2上に多層バッファ層4を形成する。そして、多層バッファ層4上に、厚さ1.5 μm のGaNチャネル層5と、厚さ25nm $\text{Al}_{0.22}\text{Ga}_{0.78}\text{N}$ 障壁層からなる電子供給層106とを順次成長させ、その後、放熱層210の表面を覆う SiO_2 を除去する。

[0046] 第3実施形態の窒化物系化合物半導体では、初期成長層2上に、多層バッファ層4を積層させ、電子供給層106を $\text{Al}_{0.22}\text{Ga}_{0.78}\text{N}$ 障壁層で構成している。このため、単純な構造でGaNチャネル層5の温度上昇を抑制でき、コストダウンを図ることができる。

[0047] （第4実施形態）

第4実施形態の窒化物系化合物半導体は、図6に示すように、基板1と、この基板1上に積層された窒化物系化合物半導体積層体14とを備えている。窒化物系化合物半導体積層体14は、初期成長層102と、多層バッファ層4と、GaNチャネル層5と、電子供給層6とからなり、初期成長層102、多層バッファ層4、GaNチャネル層5および電子供給層6を順に積層した構成を有している。なお、上記第1～第3実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1～第3実施形態の説明を援用する。

[0048] 初期成長層102は、低温で成長させたGaNからなり、例えば厚さ50nmの層厚を有している。また、第4実施形態では、例えば、AIN層（厚さ3nm）／ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層（厚さ25nm）を繰り返し成長させて多層バッファ層4を形成し、GaNチャネル層5の厚さを1.5nmとしている。

[0049] 窒化物系化合物半導体積層体14には、電子供給層6の表面から、電子供給層6、GaNチャネル層5および多層バッファ層4を貫通して、初期成長層102まで達する凹部140を設けている。この凹部140は、窒化物系化合物半導体装置としたときに、この装置の動作に寄与しない部分（アイソ

レート部など）に形成されている。そして、凹部140内には、多層バッファ層4とGa_{0.3}Nチャンネル層5とに隣接するGa_{0.3}Nからなる放熱層210を設けている。

[0050] 第4実施形態の窒化物系化合物半導体は、例えば、第3実施形態の窒化物系化合物半導体と同じ方法で製造できる。

[0051] 第4実施形態の窒化物系化合物半導体では、初期成長層102をGa_{0.3}Nで構成できるので、このGa_{0.3}Nからなる初期成長層102に適した基板および構造を用いることができる。

[0052] (第5実施形態)

第5実施形態の窒化物系化合物半導体は、図7に示すように、基板1と、この基板1上に積層された窒化物系化合物半導体積層体15とを備えている。窒化物系化合物半導体積層体15は、初期成長層2と、組成傾斜バッファ層103と、多層バッファ層4と、Ga_{0.3}Nチャンネル層5と、電子供給層106とからなり、初期成長層2、組成傾斜バッファ層103、多層バッファ層4、Ga_{0.3}Nチャンネル層5および電子供給層106を順に積層した構成を有している。なお、上記第1～第4実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1～第4実施形態の説明を援用する。

[0053] 組成傾斜バッファ層103は、Al_{0.7}Ga_{0.3}N層31と、Al_{0.5}Ga_{0.5}N層34と、Al_{0.3}Ga_{0.7}N層35と、Al_{0.1}Ga_{0.9}N層33とからなり、初期成長層2上に、Al組成が段階的に順次低減するように積層した構成を有している。Al_{0.7}Ga_{0.3}N層31は、例えば厚さ200nmであり、Al_{0.5}Ga_{0.5}N層34は、例えば厚さ200nmであり、Al_{0.3}Ga_{0.7}N層35は、例えば厚さ300nmであり、Al_{0.1}Ga_{0.9}N層33は、例えば厚さ400nmである。

[0054] 窒化物系化合物半導体積層体15には、電子供給層106の表面から、電子供給層106、Ga_{0.3}Nチャンネル層5および多層バッファ層4を貫通して、組成傾斜バッファ層103まで達する凹部150を設けている。そして、この凹部150内には、多層バッファ層4とGa_{0.3}Nチャンネル層5とに隣接する

GaNからなる放熱層210を設けている。

[0055] 第5実施形態の窒化物系化合物半導体は、例えば、第1実施形態の窒化物系化合物半導体と同じ方法で製造できる。

[0056] 第5実施形態の窒化物系化合物半導体では、 $Al_{0.7}Ga_{0.3}N$ 層31、 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層34、 $Al_{0.3}Ga_{0.7}N$ 層35、および、 $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 層33を順に積層させた組成傾斜バッファ層103を有している。このため、窒化物系化合物半導体の反りを詳細に制御できる。

[0057] (第6実施形態)

第6実施形態の窒化物系化合物半導体は、図8に示すように、基板1と、この基板1上に積層された窒化物系化合物半導体積層体16とを備えている。窒化物系化合物半導体積層体16は、初期成長層2と、組成傾斜バッファ層3と、多層バッファ層104と、GaNチャネル層5と、電子供給層6とからなり、初期成長層2、組成傾斜バッファ層3、多層バッファ層104、GaNチャネル層5および電子供給層6を順に積層した構成を有している。なお、上記第1～第5実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1～第5実施形態の説明を援用する。

[0058] 多層バッファ層104は、第1の層としての AlN 層と、第2の層としての $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 層と、第3の層としての $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層とからなり、組成傾斜バッファ層3上に、 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層/ AlN 層/ $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 層を繰り返し積層した構成を有している。 AlN 層は、例えば厚さ3nmであり、 $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 層は、例えば厚さ25nmであり、 $Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ 層は、例えば厚さ5nmである。

[0059] 窒化物系化合物半導体積層体16には、電子供給層6の表面から、電子供給層6、GaNチャネル層5および多層バッファ層104を貫通して、組成傾斜バッファ層3まで達する凹部160を設けている。そして、この凹部160内には、GaNからなる放熱層260を設けている。

[0060] 放熱層260は、GaNチャネル層5および多層バッファ層104に隣接すると共に、GaNチャネル層5および多層バッファ層104が凹部160

内に露出しないよう形成されている。

[0061] 第6実施形態の窒化物系化合物半導体は、例えば、第1実施形態の窒化物系化合物半導体と同じ方法で製造できる。

[0062] 第6実施形態の窒化物系化合物半導体では、多層バッファ層104を複数回繰り返し成長させた $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ 層/ AlN 層/ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層で構成している。このため、多層バッファ層104の結晶性の向上を図れる。

[0063] (第7実施形態)

第7実施形態の窒化物系化合物半導体は、図9に示すように、第3実施形態の窒化物系化合物半導体積層体13に設けた凹部130内に、 GaN チャネル層5および多層バッファ層4に隣接する放熱層270を設けたものである。なお、上記第1～第6実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1～第6実施形態の説明を援用する。

[0064] 放熱層270は、 GaN よりも熱伝導率の高い AlN からなり（ AlN の熱伝導率は、 $2.9\text{W}/\text{cm}\cdot\text{K}$ 、 GaN の熱伝導率は、 $1.3\text{W}/\text{cm}\cdot\text{K}$ ）、 GaN チャネル層5および多層バッファ層4が凹部130内に露出しないよう形成されている。

[0065] 第7実施形態の窒化物系化合物半導体は、例えば、第3実施形態の窒化物系化合物半導体と同じ方法で製造できる。

[0066] 第7実施形態の窒化物系化合物半導体では、放熱層270を GaN よりも熱伝導率の高い AlN で構成しているので、 GaN チャネル層5の温度上昇を確実に抑制できる。

[0067] (第8実施形態)

第8実施形態の窒化物系化合物半導体は、図10に示すように、第2実施形態の窒化物系化合物半導体積層体11に設けた凹部120内に、 GaN からなる放熱層280を設けたものである。なお、上記第1～第7実施形態と同一の構成部には同一番号を付しており、第1～第7実施形態の説明を援用する。

- [0068] 放熱層 280 は、Ga N チャネル層 5、多層バッファ層 4 および組成傾斜バッファ層 3 に隣接すると共に、Ga N チャネル層 5 の一部が凹部 120 内に露出するように形成されている。
- [0069] 第 8 実施形態の窒化物系化合物半導体は、例えば、第 1 実施形態の窒化物系化合物半導体と同じ方法で製造できる。
- [0070] 第 8 実施形態の窒化物系化合物半導体では、Ga N チャネル層 5 の一部が凹部 120 内に露出するように放熱層 280 を設けているので、放熱層 280 と Ga N チャネル層 5 との界面を流れるリーク電流を抑制できる。
- [0071] 上記第 1 ～第 8 実施形態では、多層バッファ層 4、104 上に Ga N チャネル層 5 を積層させているが、これに限らない。例えば、多層バッファ層と Ga N チャネル層との間に Al N 層を設けてもよい。これにより、窒化物系化合物半導体の反りを制御できる。
- [0072] また、放熱層 210、220、260、270、280 は、多層バッファ層 4、104 と、この多層バッファ層 4、104 上に積層された層の少なくとも一部とに隣接していればよい。例えば、Ga N チャネル層 5 のチャンネル部が隣接しないように放熱層 210、220、260、270、280 を設けることで、放熱層 210、220、260、270、280 と Ga N チャネル層 5 との界面を流れるリーク電流を低減できる。
- [0073] 本発明および実施形態を纏めると、次のようになる。
- [0074] 本発明の窒化物系化合物半導体は、
基板 1 と、
上記基板 1 上に設けられた窒化物系化合物半導体積層体 11、12、13、14、15、16 と
を有し、
上記窒化物系化合物半導体積層体 11、12、13、14、15、16 が、多層バッファ層 4、104 と、この多層バッファ層 4、104 上に設けられたチャンネル層 5 と、このチャンネル層 5 上に積層された電子供給層 6、106 と、を含んでいる窒化物系化合物半導体において、

上記電子供給層 6, 106 の表面から、上記チャネル層 5 および上記多層バッファ層 4, 104 を貫通する凹部 110, 120, 130, 140, 150, 160 を有し、

上記凹部 110, 120, 130, 140, 150, 160 内に、上記多層バッファ層 4, 104、および、この多層バッファ層 4, 104 上に積層された層 5 に隣接し、かつ、上記多層バッファ層 4, 104 よりも熱伝導率の高い放熱層 210, 220, 260, 270, 280 が設けられていることを特徴としている。

[0075] 上記構成の窒化物系化合物半導体によれば、電子供給層 6, 106 の表面から、電子供給層 6, 106、GaN チャネル層 5 および多層バッファ層 4, 104 を貫通する凹部 110, 120, 130, 140, 150, 160 を有し、この凹部 110, 120, 130, 140, 150, 160 内に、多層バッファ層 4, 104、および、この多層バッファ層 4, 104 上に積層された 5 に隣接し、かつ、多層バッファ層 4, 104 よりも熱伝導率の高い放熱層 210, 220, 260, 270, 280 が設けられている。これにより、電子供給層 6, 106 の表面から多層バッファ層 4, 104 に向かって伝導した熱が、放熱層 210, 220, 260, 270, 280 を介して窒化物系化合物半導体の外部に放出されるので、基板 1 の垂直方向の熱伝導率の低い多層バッファ層 4, 104 を含む窒化物系化合物半導体の放熱性を向上させることができる。よって、上記窒化物系化合物半導体を半導体電子デバイスに用いることで、短絡耐量の向上をはじめとする信頼性の高い半導体電子デバイスを得ることができる。

[0076] 一実施形態の窒化物系化合物半導体では、

上記多層バッファ層 4, 104 が、 $Al_x In_y Ga_{1-x-y} As_u P_v N_{1-u-v}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $x + y \leq 1$, $0 \leq u < 1$, $0 \leq v < 1$, $u + v < 1$) の組成を有する第 1 の層と、 $Al_a In_b Ga_{1-a-b} As_c P_d N_{1-c-d}$ ($0 \leq a \leq 1$, $0 \leq b \leq 1$, $a + b \leq 1$, $0 \leq c < 1$, $0 \leq d < 1$, $c + d < 1$) の組成を有する第 2 の層とを含んでいる。

[0077] 上記実施形態によれば、電子供給層 6, 106 の表面から多層バッファ層 4, 104 に向かって伝導した熱が、放熱層 210, 220, 260, 270, 280 を介して窒化物系化合物半導体の外部に放出されるので、基板 1 の垂直方向の熱伝導率の低い多層バッファ層 4, 104 を含む窒化物系化合物半導体の放熱性を向上させることができる。よって、上記窒化物系化合物半導体を半導体電子デバイスに用いることで、短絡耐量の向上をはじめとする信頼性の高い半導体電子デバイスを得ることができる。

[0078] 一実施形態の窒化物系化合物半導体では、
上記多層バッファ層 4, 104 が、Al 組成が段階的に順次低減されるように積層されている複数の AlGaIn 層で構成された組成傾斜バッファ層 3, 103 上に積層されている。

[0079] 上記実施形態によれば、多層バッファ層 4, 104 の結晶性を高くできると共に、窒化物系化合物半導体の反りを制御できる。
できる。

[0080] 一実施形態の窒化物系化合物半導体では、
上記放熱層 210, 220, 260, 270, 280 が、 $Al_x In_y Ga_{1-x-y} As_u P_v N_{1-u-v}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $x + y \leq 1$, $0 \leq u < 1$, $0 \leq v < 1$, $u + v < 1$) の組成を有している。

[0081] 上記実施形態によれば、放熱層 210, 220, 260, 270, 280 の組成が、多層バッファ層 4, 104 の組成に近似しているので、エピタキシャル成長による放熱層 210, 220, 260, 270, 280 の成長が容易になる。

[0082] 一実施形態の窒化物系化合物半導体では、
上記組成傾斜バッファ層 3, 103 が、2 層から 4 層の AlGaIn 層で構成されている。

[0083] 上記実施形態によれば、窒化物系化合物半導体の反りを詳細に制御できる。
。

[0084] 一実施形態の窒化物系化合物半導体では、

上記基板 1 が、S i 基板である。

[0085] 上記実施形態によれば、放熱性が高く、低コストで製造できる。

[0086] 上記第 1 ～第 8 実施形態の窒化物系化合物半導体において、窒化物系化合物半導体積層体 1 1, 1 3, 1 4, 1 5, 1 6 を構成する各層の厚さ、組成および形成プロセスは、窒化物系化合物半導体の設計、あるいは、ウェハの反り調整等に応じて、適宜変更できる。

[0087] 上記第 1 ～第 8 実施形態および変形例で述べた構成要素は、適宜、組み合わせてもよく、また、適宜、選択、置換、あるいは、削除してもよいのは、勿論である。

符号の説明

- [0088] 1 基板
- 2, 1 0 2 初期成長層
- 3, 1 0 3 組成傾斜バッファ層
- 4, 1 0 4 多層バッファ層
- 5 Ga N チャネル層
- 6, 1 0 6 電子供給層
- 1 1, 1 3, 1 4, 1 5, 1 6 窒化物系化合物半導体積層体
- 1 1 0, 1 2 0, 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0 凹部
- 2 1 0, 2 2 0, 2 6 0, 2 7 0, 2 8 0 放熱層

請求の範囲

[請求項1]

基板（１）と、

上記基板（１）上に設けられた窒化物系化合物半導体積層体（１１，１２，１３，１４，１５，１６）とを備え、

上記窒化物系化合物半導体積層体（１１，１２，１３，１４，１５，１６）が、多層バッファ層（４，１０４）と、この多層バッファ層（４，１０４）上に設けられたチャネル層（５）と、このチャネル層（５）上に積層された電子供給層（６，１０６）とを含んでいる窒化物系化合物半導体において、

上記電子供給層（６，１０６）の表面から、上記チャネル層（５）および上記多層バッファ層（４，１０４）を貫通する凹部（１１０，１２０，１３０，１４０，１５０，１６０）を有し、

上記凹部（１１０，１２０，１３０，１４０，１５０，１６０）内に、上記多層バッファ層（４，１０４）、および、この多層バッファ層（４，１０４）上に積層された層に隣接し、かつ、上記多層バッファ層（４，１０４）よりも熱伝導率の高い放熱層（２１０，２２０，２６０，２７０，２８０）が設けられていることを特徴とする窒化物系化合物半導体。

[請求項2]

請求項１に記載の窒化物系化合物半導体において、

上記多層バッファ層（４，１０４）が、 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}As_uP_vN_{1-u-v}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $x + y \leq 1$ 、 $0 \leq u < 1$ 、 $0 \leq v < 1$ 、 $u + v < 1$ ）の組成を有する第１の層と、 $Al_aIn_bGa_{1-a-b}As_cP_dN_{1-c-d}$ （ $0 \leq a \leq 1$ 、 $0 \leq b \leq 1$ 、 $a + b \leq 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 、 $0 \leq d < 1$ 、 $c + d < 1$ ）の組成を有する第２の層とを含んでいることを特徴とする窒化物系化合物半導体。

[請求項3]

請求項１または２に記載の窒化物系化合物半導体において、

上記多層バッファ層（４，１０４）が、Al組成が段階的に順次低

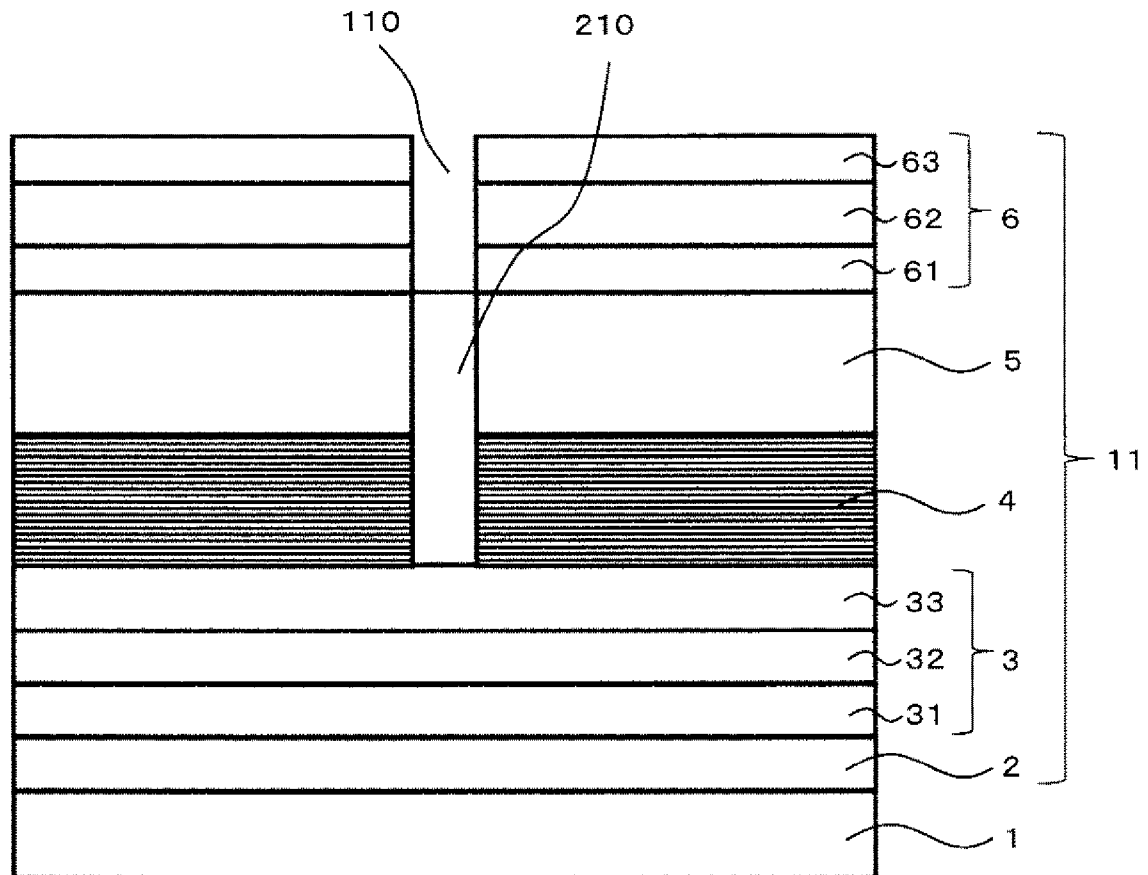
減されるように積層されている複数のA l G a N層で構成された組成傾斜バッファ層（3， 1 0 3）上に積層されていることを特徴とする窒化物系化合物半導体。

[請求項4] 請求項3に記載の窒化物系化合物半導体において、
上記組成傾斜バッファ層（3， 1 0 3）が、2層から4層のA l G a N層で構成されていることを特徴とする窒化物系化合物半導体。

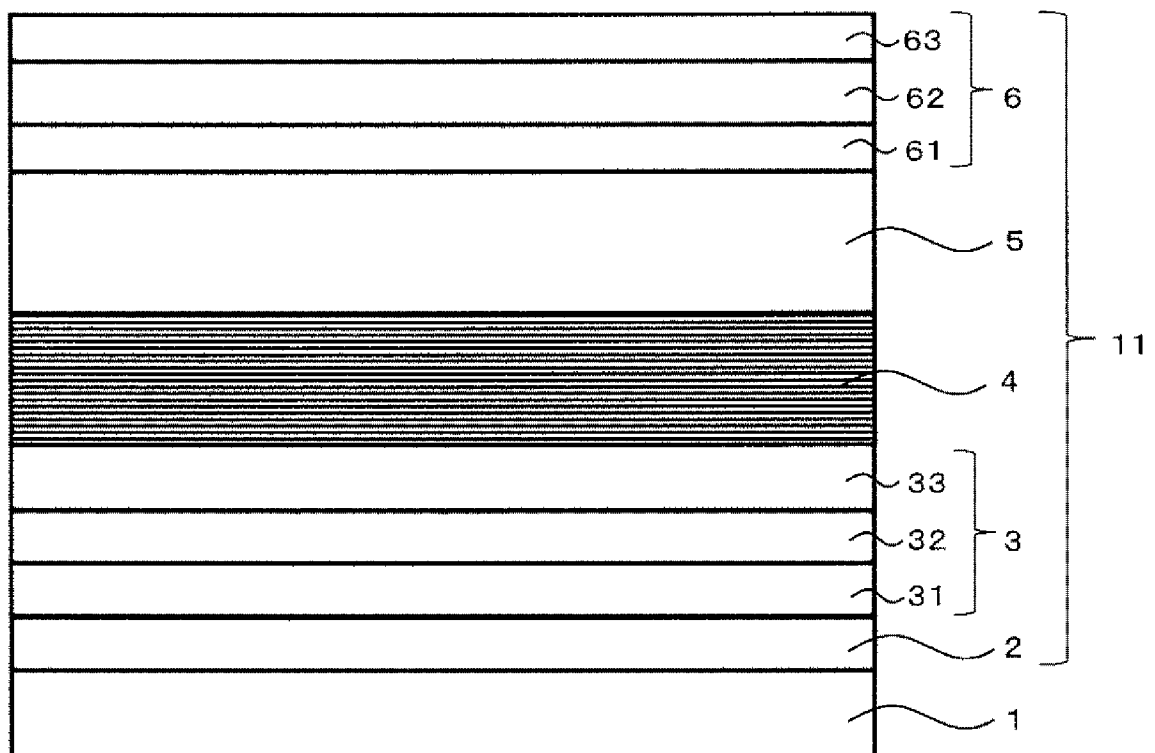
[請求項5] 請求項1から4のいずれか1つに記載の窒化物系化合物半導体において、
上記放熱層（2 1 0， 2 2 0， 2 6 0， 2 7 0， 2 8 0）が、 $A l_x I n_y G a_{1-x-y} A s_u P_v N_{1-u-v}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $x + y \leq 1$ 、 $0 \leq u < 1$ 、 $0 \leq v < 1$ 、 $u + v < 1$ ）の組成を有していることを特徴とする窒化物系化合物半導体。

[請求項6] 請求項1から5のいずれか1つに記載の窒化物系化合物半導体において、
上記基板（1）が、S i基板であることを特徴とする窒化物系化合物半導体。

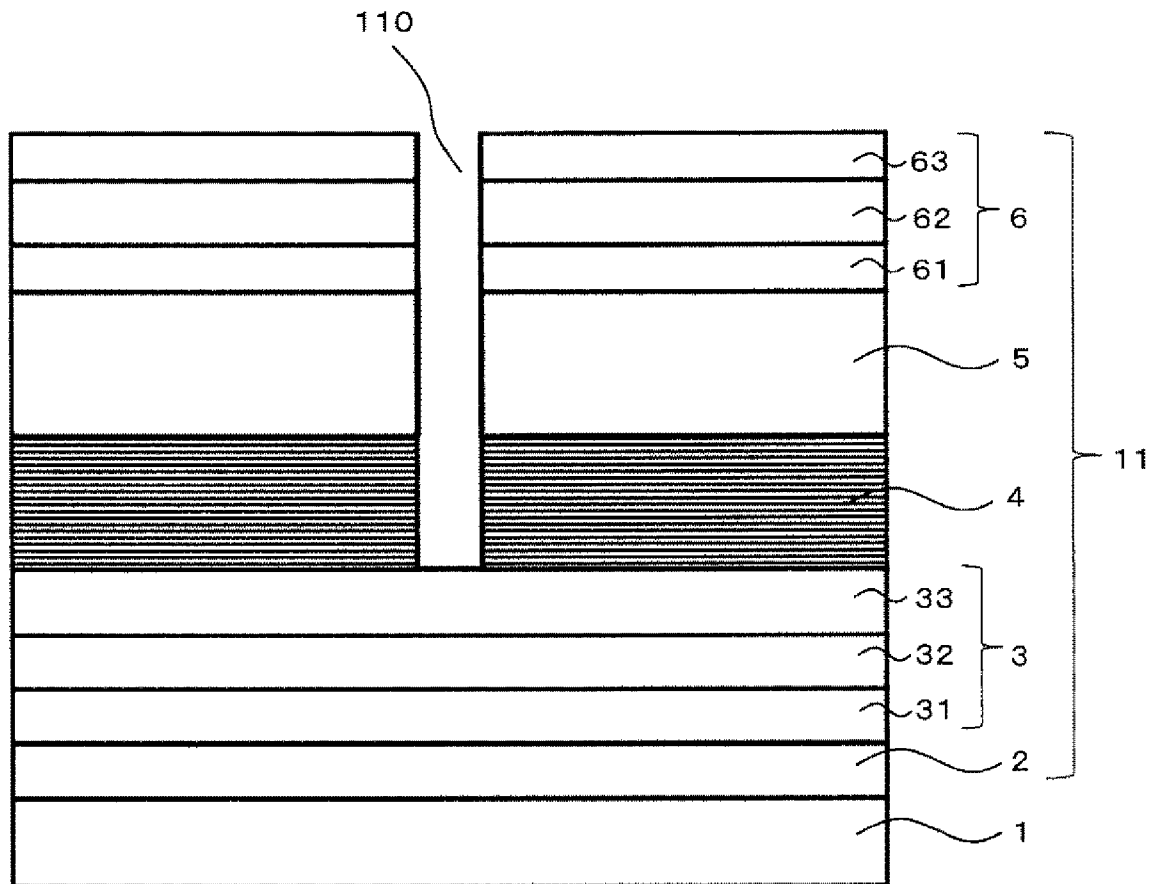
[図1]



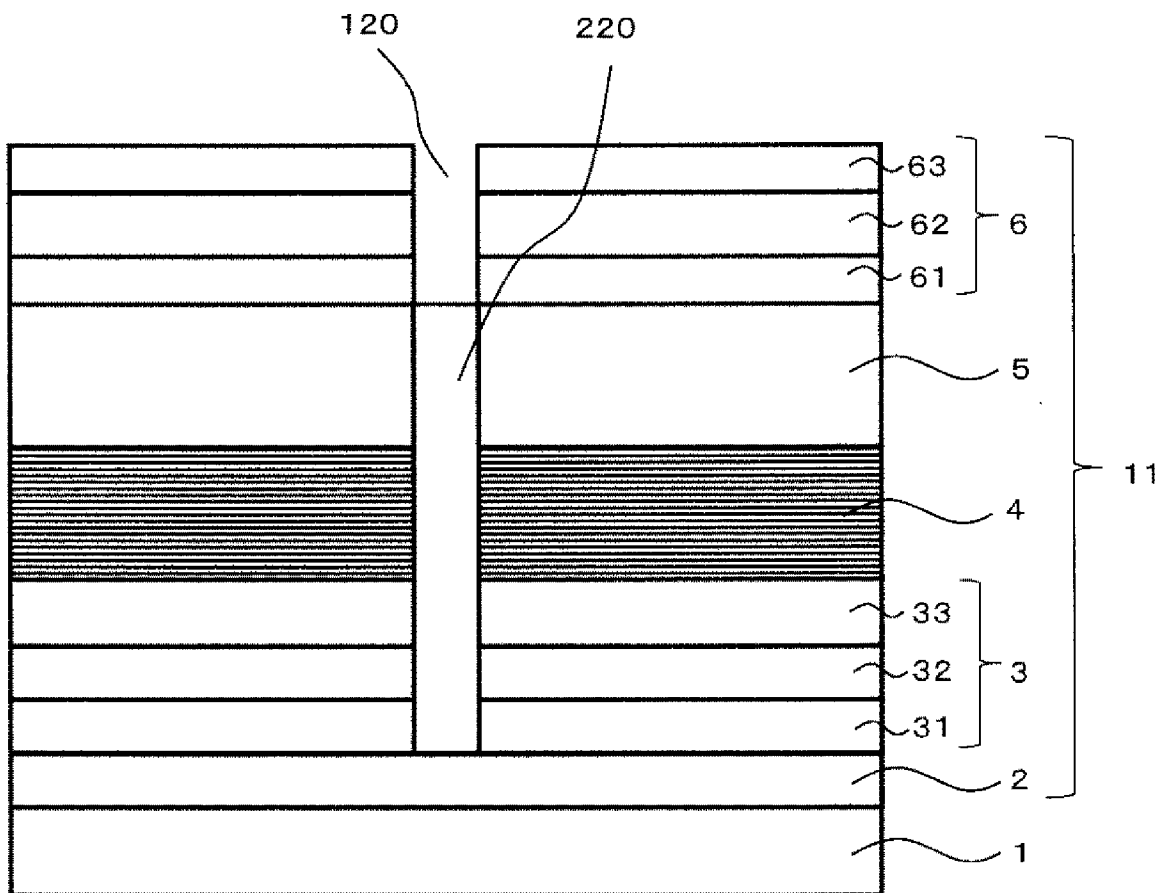
[図2]



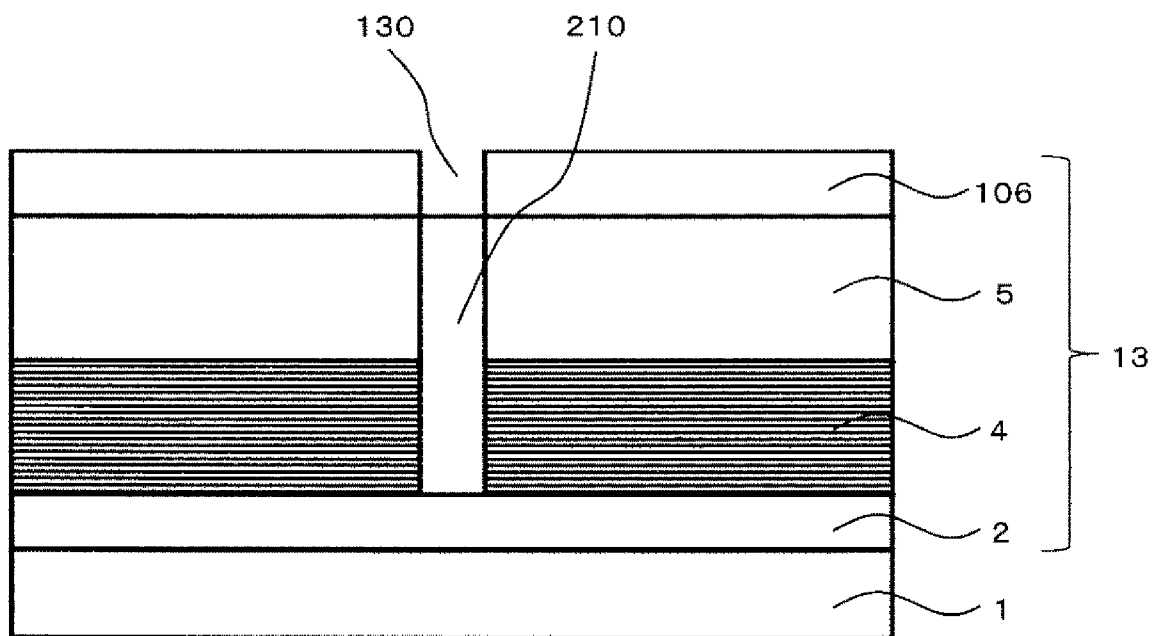
[図3]



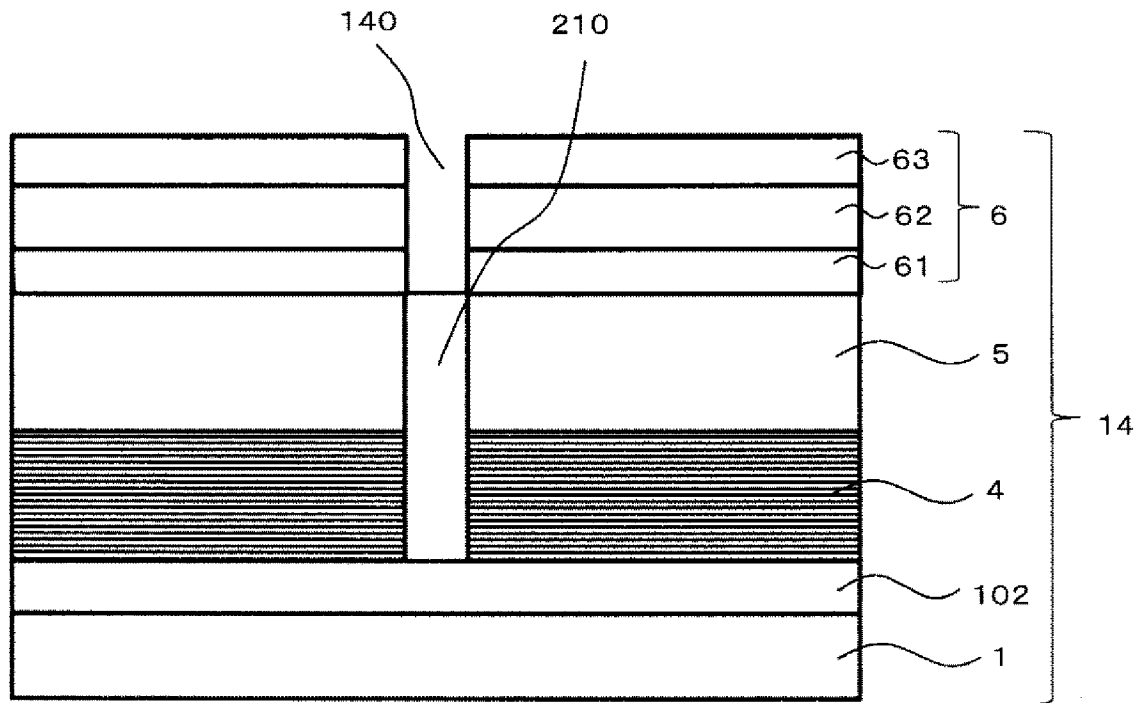
[図4]



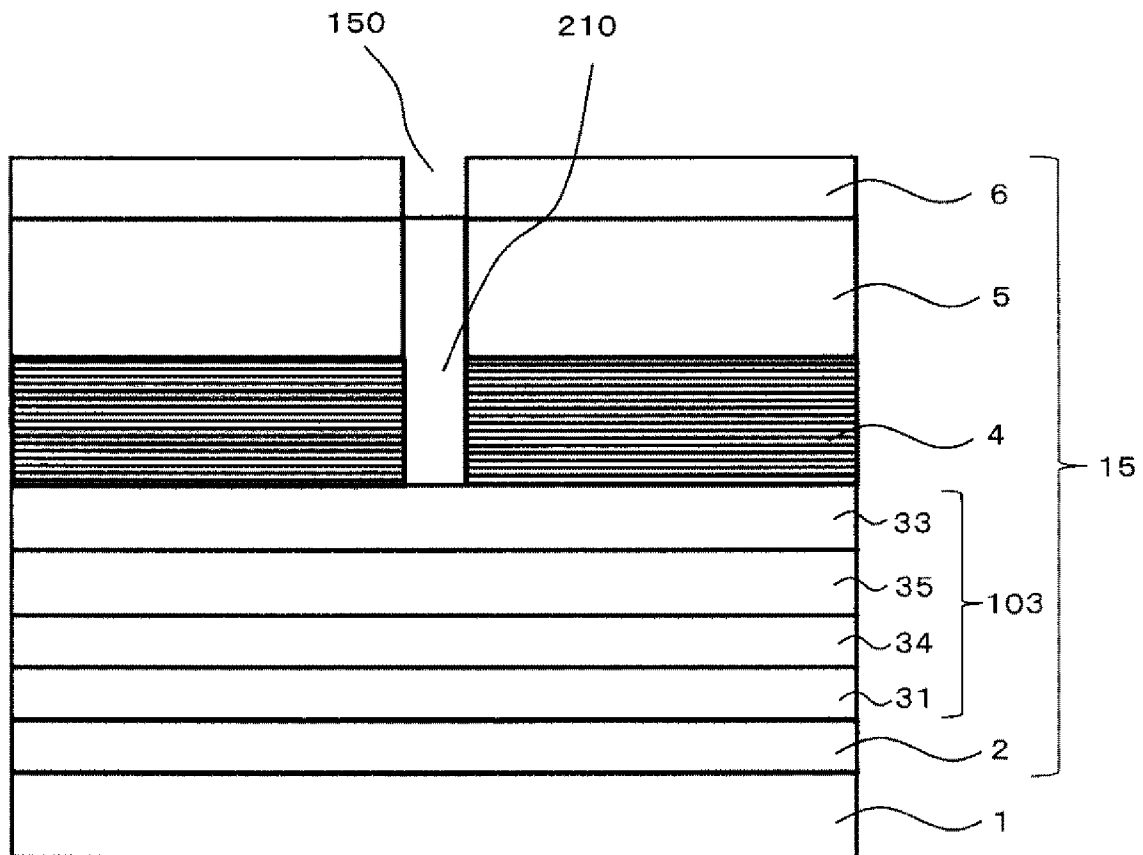
[図5]



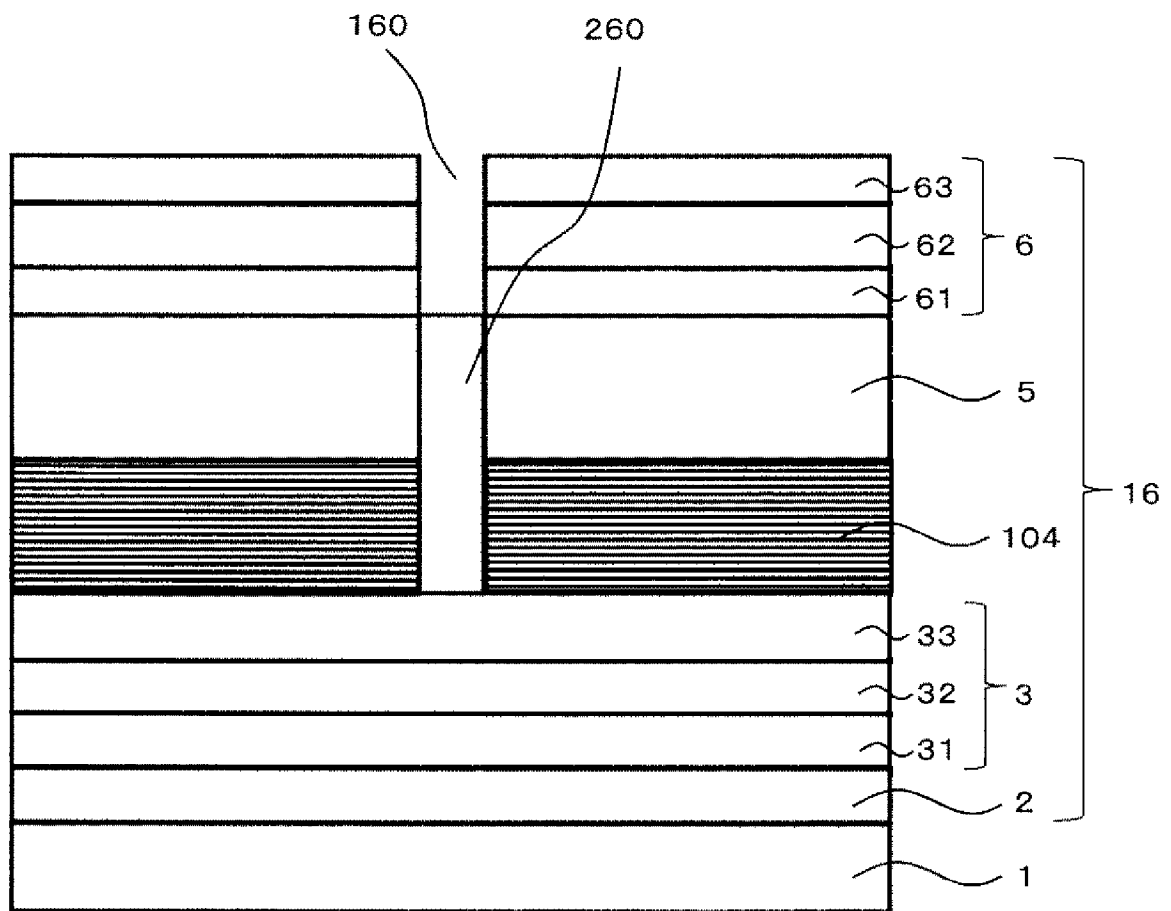
[図6]



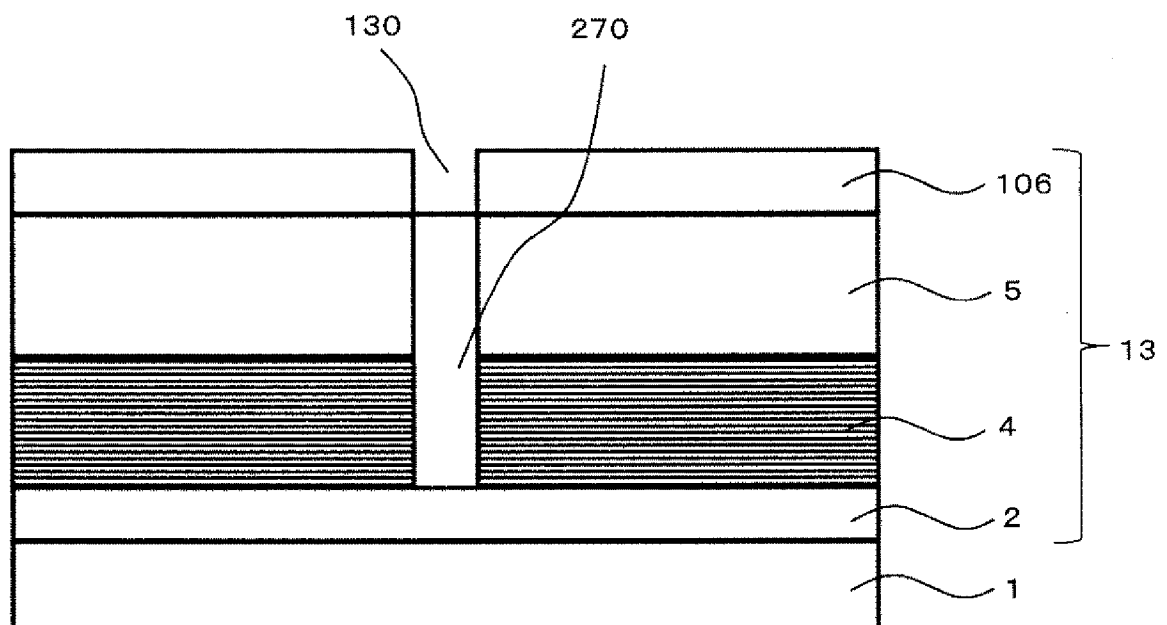
[図7]



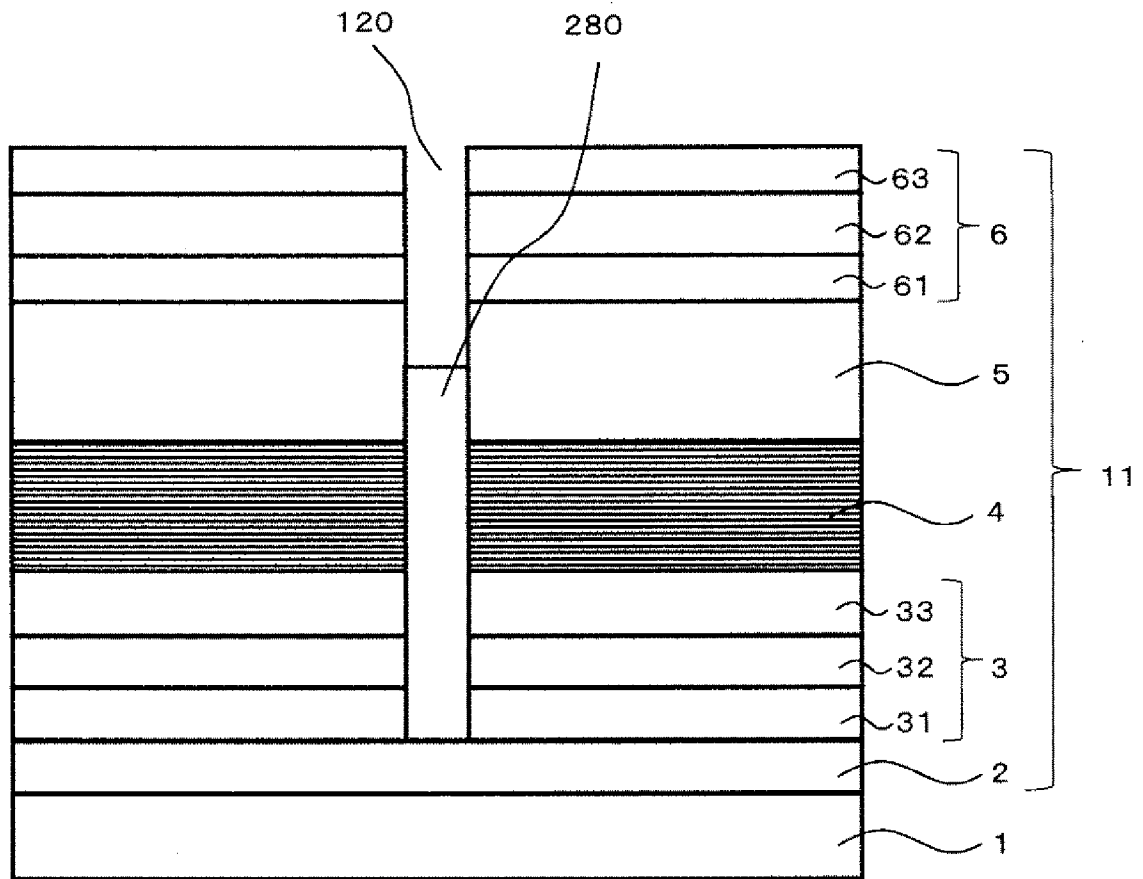
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061860

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/338(2006.01)i, H01L29/778(2006.01)i, H01L29/812(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)

H01L21/338, H01L29/778, H01L29/812

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 2012-38885 A (Panasonic Corp.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0023] to [0041]; fig. 1(a) to 1(d) & US 2013/0146946 A1 & WO 2012/017588 A1	1-4, 6 5
Y A	JP 2013-26321 A (Sharp Corp.), 04 February 2013 (04.02.2013), paragraphs [0014], [0034] to [0048]; fig. 1 & US 2013/0020581 A1	1-4, 6 5
A	JP 2010-28038 A (Sharp Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0063] to [0067]; fig. 7 (Family: none)	1-6

☒ 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
01 June 2015 (01.06.15)

Date of mailing of the international search report
09 June 2015 (09.06.15)

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/JP2015/061860

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 2011-192882 A (NEC Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), paragraphs [0017] to [0109]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/338(2006.01)i, H01L29/778(2006.01)i, H01L29/812(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. H01L21/338, H01L29/778, H01L29/812

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y A	JP 2012-38885 A（パナソニック株式会社）2012.02.23, 段落[0023]-[0041], [図1(a)]-[図1(d)] & US 2013/0146946 A1 & WO 2012/017588 A1	1-4, 6 5
Y A	JP 2013-26321 A（シャープ株式会社）2013.02.04, 段落[0014], [0034]-[0048], [図1] & US 2013/0020581 A1	1-4, 6 5

☒ 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

0 1 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 6 . 2 0 1 5

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）

棚田 一也

5 F

5 8 9 6

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

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 2010-28038 A (シャープ株式会社) 2010. 02. 04, 段落[0063]-[0067], [図 7] (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2011-192882 A (日本電気株式会社) 2011. 09. 29, 段落[0017]-[0109], [図 1]-[図 7] (ファミリーなし)	1-6