

(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
2023年8月3日(03.08.2023)

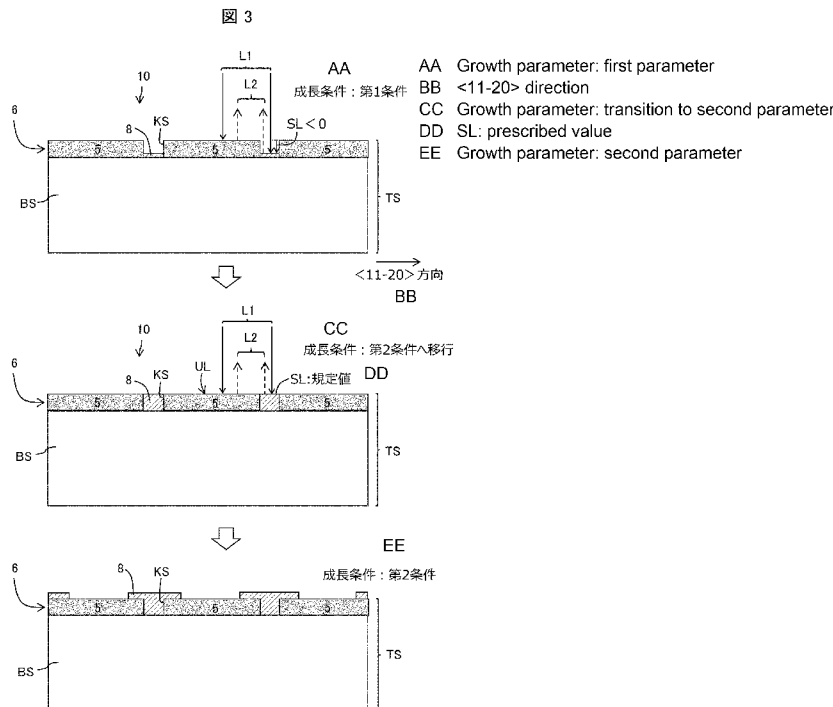


(10) 国際公開番号
WO 2023/145799 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *C30B 29/38* (2006.01)
C30B 25/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/002374
- (22) 国際出願日: 2023年1月26日(26.01.2023)
- (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 2022-011293 2022年1月27日(27.01.2022) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 青木 優太(AOKI, Yuta); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 神川 剛(KAMIKAWA, Takeshi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 小林 敏洋(KOBAYASHI, Toshihiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 吉川 博道(YOSHIKAWA, Hiromichi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府

(54) Title: SEMICONDUCTOR SUBSTRATE MANUFACTURING METHOD AND MANUFACTURING DEVICE, AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体基板の製造方法および製造装置、並びに制御装置



(57) Abstract: A semiconductor substrate manufacturing method including: a step in which a nitride semiconductor section (8) is made to grow from an upper surface of a base substrate (BS) that is exposed in an opening section (KS) of a mask (6); a step in which a mask section (5) and the growing nitride semiconductor section (8) are irradiated with a first light (L1) having a wavelength that is absorbed by the nitride semiconductor section at the growth temperature; a step in which a second light (L2) from a semiconductor substrate (10) is received; and a step in which a growth parameter of the



WO 2023/145799 A1

大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, 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, ME, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

nitride semiconductor section (8) is transitioned from a first parameter to a second parameter.

(57) 要約: マスク(6)の開口部(KS)に露出したベース基板(BS)上面から窒化物半導体部(8)を成長させる工程と、マスク部(5)および成長中の窒化物半導体部(8)に、成長温度において窒化物半導体部に吸収される波長をもつ第1光(L1)を照射する工程と、半導体基板(10)からの第2光(L2)を受光する工程と、窒化物半導体部(8)の成長条件の第1条件から第2条件への移行を行う工程とを含む、半導体基板の製造方法。

明 細 書

発明の名称：

半導体基板の製造方法および製造装置、並びに制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、半導体基板の製造方法および製造装置、並びに制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、E L O (Epitaxial Lateral Overgrowth) 法を用いて、G a N系半導体層を、G a N系基板あるいは異種基板（例えば、サファイヤ基板）上に形成する手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-251304号公報

発明の概要

[0004] 本開示にかかる半導体基板の製造方法は、ベース基板と、ベース基板上に位置し、マスク部および開口部を含むマスクとを有するテンプレート基板を準備する工程と、窒化物半導体部を、前記開口部に露出したベース基板から成長させる工程と、前記テンプレート基板および成長中の窒化物半導体部を含む半導体基板に、前記窒化物半導体部の成長温度において前記窒化物半導体部に吸収される波長をもつ第1光を照射する工程と、前記半導体基板からの第2光を受光する工程と、前記窒化物半導体部の成長条件の移行を行う工程とを含む。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]本実施形態に係る半導体基板の構成を示す断面図である。

[図2]本実施形態の半導体基板の製造方法を示すフローチャートである。

[図3]本実施形態の半導体基板の製造方法を示す断面図である。

[図4]第1光の強度に対する第2光の強度の比である反射率および設定温度の

時間的变化を示すグラフである。

[図5]第1光の強度に対する第2光の強度の比である反射率および相対レベルの時間的变化を示すグラフである。

[図6]マスクの一例を示す平面図である。

[図7]ベース基板の構成例を示す断面図である。

[図8]本実施形態に係る半導体基板の製造装置の構成を示す模式図である。

[図9]実施例1にかかる半導体基板の製造方法を示す断面図である。

[図10]実施例2にかかる半導体素子の製造方法を示す断面図である。

[図11]本実施形態の半導体基板の製造方法を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0006] (半導体基板)

図1は、本実施形態に係る半導体基板の構成を示す断面図である。本実施形態に係る半導体基板10(半導体ウエハー)は、図1に示すように、ベース基板BSと、ベース基板上に形成され、開口部KSおよびマスク部5を有するマスク(マスクパターン)6と、開口部KSに露出したベース基板BSの上方からマスク部5の上方にわたって配置された窒化物半導体部8とを含む。マスク5がマスク層、窒化物半導体部8が窒化物半導体層であってもよい。

[0007] 窒化物半導体部8は主材料として窒化物半導体を含む。窒化物半導体は、例えば、 $Al_xGa_yIn_zN$ ($0 \leq x \leq 1$; $0 \leq y \leq 1$; $0 \leq z \leq 1$; $x + y + z = 1$)と表すことができ、具体例として、GaN系半導体、AlN(窒化アルミニウム)、InAlN(窒化インジウムアルミニウム)、InN(窒化インジウム)を挙げることができる。GaN系半導体とは、ガリウム原子(Ga)および窒素原子(N)を含む半導体であり、典型的な例として、GaN、AlGaN、AlGaInN、InGaNを挙げることができる。

[0008] 窒化物半導体部8は、ドーパ型(例えば、ドナーを含むn型)でもノンドーパ型でもよい。半導体基板とは、窒化物半導体を含む基板という意味であ

り、ベース基板BSが窒化物半導体以外の半導体（例えば、シリコン系半導体、SiC、酸化ガリウム）あるいは非半導体（サファイア）を含んでいてもよい。ベース基板BSおよびマスク6を含めてテンプレート基板TSと呼ぶことがある。

[0009] 窒化物半導体部8は、開口部KSから露出したベース基板BSを起点として、ELO (Epitaxial Lateral Overgrowth) 法によって形成することができる。窒化物半導体部8の厚み方向はc軸方向 ($\langle 0001 \rangle$ 方向) であってもよい。開口部KSは長手形状であり、その幅方向は窒化物半導体部8のa軸方向 ($\langle 11-20 \rangle$ 方向) であってもよい。半導体基板10では、ベース基板BSから窒化物半導体部8への向きを「上向き」とする。半導体基板10の法線方向と平行な視線で対象物を視る（透視的な場合を含む）ことを「平面視」と呼ぶことがある。

[0010] （半導体基板の製造方法）

図2は、本実施形態の半導体基板の製造方法を示すフローチャートである。図3は、本実施形態の半導体基板の製造方法を示す断面図である。図4は、第1光の強度に対する第2光の強度の比である反射率および設定温度の時間的変化を示すグラフである。

[0011] 図2～図4に示すように、本実施形態の半導体基板の製造方法は、ベース基板BSと、ベース基板BS上に位置し、マスク部5および開口部KSを含むマスク（マスクパターン）6とを有するテンプレート基板TSを準備する工程と、窒化物半導体部8を、開口部KSに露出したベース基板BSの上面（下地層4）から成長させる工程と、テンプレート基板TSおよび成長中の窒化物半導体部8を含む半導体基板10に、窒化物半導体部8の成長温度において窒化物半導体部8に吸収される波長をもつ第1光L1を照射する工程と、半導体基板10からの第2光L2を受光する工程と、窒化物半導体部8の成長条件の移行（第1条件から第2条件への移行）を行う工程とを行う。

[0012] 図3等の第1光L1は、窒化物半導体部8およびマスク部5に照射してもよい。第2光L2には、第1光L1の窒化物半導体部8上面での反射光と、

第1光L1のマスク部5上面での反射光とが含まれ、第2光L2を用いて、成長条件の第1条件から第2条件への移行を開始してもよい。

[0013] マスク部5の厚み方向を縦方向、マスク部5の幅方向を横方向として、第1条件は、窒化物半導体部8の縦方向成長（c軸方向の成長）を優先する条件であり、第2条件は、窒化物半導体部8の横方向成長（a軸方向の成長）を優先する条件であってもよい。第1光L1の波長は、395～415nmの波長域に含まれてもよい。

[0014] 第2光L2の強度を用いて、マスク部5の上面レベルULを基準とする窒化物半導体部8の相対レベルSLを時系列に沿って検出し、相対レベルSLが規定値に至ったタイミングで成長条件の移行を開始してもよい。

[0015] 例えば、窒化物半導体部8の成長開始後、成長条件が第1条件で相対レベルSLがマイナスである期間（窒化物半導体部8の厚みがマスク部5よりも薄い期間）が経過し、相対レベルSLがゼロになるタイミング t_c に、成長条件の第2条件への移行を開始し、移行後は第2条件で成長させてもよい。この場合の規定値は0となる。また、相対レベルSLがゼロになるタイミングの直後に移行を開始してもよい。この場合の規定値は正の値となる。

[0016] 第1光L1の強度に対する第2光L2の強度の比である反射率を時系列に沿って取得してもよい。この場合、反射率が周期的に変動してもよい（フリンジの発現）。また、第1光L1の強度を固定値とし、第2光L2の強度（反射光強度）を時系列に沿って取得してもよく、この場合は、第2光L2の強度（反射光強度）が周期的に変動する。

[0017] 図5は、第1光の強度に対する第2光の強度の比である反射率および相対レベルの時間的変化を示すグラフである。図5に示すように、時系列に沿って得られた周期の個数と相対レベルSLとが対応してもよい。周期1つあたりの相対レベルSLの上昇量は、第1光L1の波長と、マスク部5および窒化物半導体部8の光学特性とに応じた値であってもよい。所定数の周期が検出されるタイミングを、相対レベルSLが規定値に達したタイミング t_c （すなわち、成長条件の移行を開始するタイミング）としてもよい。この場合

の所定数は整数でもよいが、整数に限定されない。

- [0018] ELO法では、初期成長（例えば、縦方向の成長）から成長条件の異なる成長（例えば、横方向成長）への移行タイミングが重要である。成膜時間で移行タイミングを制御した場合、開口幅、製造装置の特性等によって成膜レートがばらつくことに起因して移行タイミングが早すぎたり遅すぎたりすることで、製造歩留まりが低下するという問題があった。製造歩留まりとは、例えば、転位密度（欠陥密度）、アスペクト比等に関する適合条件を満たす窒化物半導体部が製造されるレートである。
- [0019] 本実施形態では、成長温度において窒化物半導体部8で吸収される波長の光（例えば、405 nm）を用いて成長中の窒化物半導体部8の表面での反射光とマスク部5からの反射光との干渉をフリンジ（反射率等の物理量の時間的変化の形状）として測定することで、ベース基板BS内部の構造によらず高さ方向（c軸方向）の成長状態をモニターすることができる。なお、成長温度において窒化物半導体を透過する波長（例えば、633 nm、950 nm）の光を用いた場合は、ベース基板の構造の影響を受けるため、フリンジの解釈（膜厚検出に寄与する成分の抽出）が難しくなる。
- [0020] マスク6（マスクパターン）を含むテンプレート基板TS上に窒化物半導体部8（例えば、GaN結晶体）を成長させた場合、マスクパターンを含まないフラット基板上に窒化物半導体を成長させた場合には見られない405 nm波長でのフリンジが発生することを発明者らは見出した。窒化物半導体部8の成長温度（1000℃以上の高温）では、405 nm波長の光は窒化物半導体（例えば、GaN）に吸収されるため、フラット基板ではフリンジが見られないが、マスク6（例えば、マスク部5として窒化シリコン膜を含むマスクパターン）があるテンプレート基板TSを用いる場合は、窒化物半導体部8の表面とマスク部5の表面とで反射した光の干渉をフリンジとして測定できる。
- [0021] 窒化物半導体部8上面における入射光強度に対する反射光強度の比（窒化物半導体部の反射率）は、マスク部5上面における入射光強度に対する反射

光強度の比（マスク部の反射率）よりも大きくてもよい。

[0022] 窒化物半導体部8は、成長温度下における第1光L1の吸収係数が、室温下における第1光L1の吸収係数の10倍以上であってもよい。窒化物半導体部8の成長温度下のバンドギャップは、窒化物半導体部8の室温下のバンドギャップ（GaNの場合、3.4 eV）よりも小さくてもよい。第1光L1の波長を、窒化物半導体部8の成長温度下のバンドギャップに応じて設定してもよい。第1光L1はレーザ光であってもよい。

[0023] 窒化物半導体部8の成長温度における第1光L1の吸収係数を K [m^{-1}]、マスク部5の厚みを D [m]として、 $K > 1/D$ であってもよい。

[0024] 窒化物半導体部8がGaN系半導体を含み、成長条件に成長温度が含まれ、成長温度については、第1条件である第1温度が縦方向成長に適した温度が好ましく、第2条件である第2温度よりも低くてもよい。成長条件に、ガリウムを含む原料ガスの流量が含まれ、原料ガスの流量については、第1条件である第1流量が、第2条件である第2流量よりも小さくてもよい。

[0025] 窒化物半導体部8のa軸方向をマスク部5あるいは開口部KSの幅方向として、マスク部5の幅が20 [μm]以上であってもよい。開口部KSの幅に対するマスク部5の厚みの比が3.0以下であってもよい。

[0026] 図6はマスクの一例を示す平面図である。マスク6（マスクパターン）の開口部KSは、ベース基板上面を露出させ、窒化物半導体部8の成長を開始させる成長開始開口の機能を有し、マスク部5は、窒化物半導体部8を横方向成長させる選択成長マスクの機能を有していてもよい。開口部KSはマスクパターン6におけるマスク部5がない部分（非形成部）であり、マスク部5に囲まれていなくてもよい。

[0027] マスク6として、酸化シリコン（ SiO_x ）膜、窒化シリコン（ SiN_x ）膜、酸窒化シリコン膜（ $SiON$ ）、窒化チタン（ TiN_x ）膜等の無機膜ZF（無機絶縁膜）を用いることができる。開口部KSは長手形状であり、複数の開口部KSが、窒化物半導体部8の $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）に周期的に配列されてもよい。開口部KSの幅は、 $0.2 \mu m \sim 20 \mu m$

程度であってもよい。開口部KSの幅が小さいほど、開口部KSから窒化物半導体部8に伝搬する貫通転位の数も減少する。また、後工程（後述）において窒化物半導体部8の剥離も容易になる。マスク6には、上記材料（例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、および酸窒化シリコンの少なくとも2つ）を含む積層膜を用いることもできる。

[0028] マスク6（マスクパターン）では、それぞれがマスク部5として機能する複数の長手形状の無機膜ZFが、開口部KSとして機能する複数の間隙ZNにおいて、窒化物半導体部8の $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）に並んでいてもよい。複数の長手形状の無機膜ZFが、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）に並ぶとともに、 $\langle 1-100 \rangle$ 方向（m軸方向）に並んでいてもよい。

[0029] 図7は、ベース基板の構成例を示す断面図である。ベース基板BSは、窒化物半導体部8と格子定数の異なる異種基板である主基板1を有してもよい。窒化物半導体部8がGaN系半導体を含み、異種基板である主基板1がシリコン基板であってもよい。異種基板としては、シリコン基板のほかに、サファイア（ Al_2O_3 ）基板、シリコンカーバイド（SiC）基板等を挙げることができる。主基板1の面方位は、例えば、シリコン基板の（111）面、サファイア基板の（0001）面、SiC基板の6H-SiC（0001）、4H-SiC（0001）面である。これらは例示であって、窒化物半導体部8をELO法で成長させることができる基板および面方位であれば何でもよい。

[0030] ベース基板BSが、主基板1と主基板1上の下地部4とを含み、窒化物半導体部8は、開口部KSに露出する下地部4上面から成長してもよい。下地部4は、GaN系半導体を含んでもよい。下地部4は、シード部およびバッファ部の少なくとも一方を含んでもよい。シード部としては、GaN系半導体を用いることができる。バッファ部としては、GaN系半導体、AlN、SiC等を用いることができる。ベース基板BSが、GaN、SiC等の自立型単結晶基板（例えば、バルク結晶から切り出されたウェハ）で構成され、単結晶基板上にマスク6が配されていてもよい。

[0031] (半導体基板の製造装置)

図8は、本実施形態に係る半導体基板の製造装置の構成を示す模式図である。図8に示すように、半導体基板の製造装置20は、ベース基板BSと、ベース基板BS上に位置し、マスク部および開口部を含むマスクパターンとを有するテンプレート基板TSを載置するステージ21と、テンプレート基板TS上に窒化物半導体部8を成長させるための原料を供給する原料供給装置22と、テンプレート基板TSおよび成長中の窒化物半導体部を含む半導体基板10に、窒化物半導体部8の成長温度において窒化物半導体部8に吸収される波長をもつ第1光L1を照射し、かつ、半導体基板10からの第2光L2を受光する光学装置23と、窒化物半導体部8の成長条件が第1条件(例えば、第1流量)から第2条件(例えば、第2流量>第1流量)に移行するように原料供給装置22を制御する制御装置24とを含む。制御装置24は、光学装置23との間で有線通信および無線通信の少なくとも一方が可能であってもよい。

[0032] 半導体基板の製造装置20に、ステージSGを含むチャンバー25と、チャンバー25を通るフローチャネル27と、チャンバー25を加熱する加熱装置26が設けられ、半導体基板10がフローチャネル27内に配されてもよい。制御装置22は、第2光L2の強度を用いて第1条件(第1温度)から第2条件(第2温度>第1温度)への移行を加熱装置26に指示してもよい。光学装置23がチャンバー25外に位置していてもよい。チャンバー25に、第1光L1および第2光L2が透過するウィンド28が設けられていてもよい。

[0033] ステージ21が回転動作(テンプレート基板TSの法線方向の軸を回転軸とする)を行ってもよい。図8では、原料供給装置22が、第1および第2条件下において、フローチャネル27内に原料ガスを横向き(テンプレート基板上面に平行な方向)に流し、横向きの排気としているが、これに限定されない。原料ガスを、第1および第2条件下において縦向き(テンプレート基板TSの法線方向)に流すこともできる。

[0034] 制御装置24は、第2光L2の強度を用いてマスク部5の上面レベルULを基準とする窒化物半導体部8上面の相対レベルを時系列に沿って検出し、相対レベルが規定値に達したタイミング（図5のtc参照）で、第1条件（例えば、第1流量）から第2条件（例えば、第2流量>第1流量）への移行を、原料供給装置22に指示してもよく、このタイミングで、第1条件（第1温度）から第2条件（第2温度>第1温度）への移行を、加熱装置26に指示してもよい。

[0035] 制御装置24は、例えば、内蔵メモリ、通信可能な通信装置、またはアクセス可能なネットワーク上に格納されたプログラムを実行することで原料供給装置22および加熱装置26の少なくとも1つを制御する構成でもよく、このプログラム、およびこのプログラムが格納された記録媒体等も本実施形態に含まれる。

[0036] （実施例1）

図9は、実施例1にかかる半導体基板の製造方法を示す断面図である。図9では、主基板1上に窒化物半導体を含む下地部4が形成され、下地部4上に、複数のストライプ状のマスク部5を含むマスクパターン6が設けられている。マスク5部は、膜厚100nm、幅52μmの窒化シリコン膜からなり、窒化物半導体部8のm軸方向を長手方向とする。マスク部5のストライプのピッチは55μmとしている。

[0037] 下地部4として窒化物半導体膜が成膜されているベース基板BS上にフォトリソグラフィ技術によりレジストのストライプパターンを形成する。次に、スパッタ法により膜厚が100nmの窒化シリコン膜を全面成膜する。次に、リフトオフ法により窒化シリコン膜をパタニングし、マスクパターン6（期ストライプパターン）とする。次いで、トリメチルガリウム（TMG）とアンモニア（NH₃）を用いた有機金属気相成長（MOCVD）により、マスクパターン6上に初期成長部8sを含む窒化物半導体部8を成長させる（ELO法）。

[0038] 図9では、開口部KSに露出した下地部4の上方に、初期成長部8sを形

成する。成長条件を第1条件とする。そして、初期成長部8sのエッジが、マスク部5の上面に乗りあがる直前（マスク部5の側面上端に接している段階、相対レベルSL=0）、またはマスク部5の上面に乗り上がった直後（SL>0）のタイミングで成長条件の（第1条件から第2条件への）移行を開始する。半導体素子（デバイス）によっては、窒化物半導体部8がある程度厚い方がよい場合もあり、その場合は、第1条件を適用する初期成長部8sを厚くすることで、窒化物半導体部8を厚く形成し易い。その場合、相対レベルSLが0よりある程度大きくなったタイミングで第1条件から第2条件へ移行させてもよい。

[0039] 実施例1では、実施形態に記載した膜厚モニター技術を用い、第1条件（縦方向成長を優先する条件）を以下とした。成長温度（設定温度）：1100℃（第1温度）、成長圧力：10kPa、アンモニア流量：7.5slm、トリメチルガリウム流量：3sccm。また、第2条件（横方向成長を優先する条件）を以下とした。成長温度（設定温度）：1175℃（第2温度）、成長圧力：10kPa、アンモニア流量：7.5slm、トリメチルガリウム流量：11sccm。

[0040] 初期成長部8sは、窒化物半導体部8の横方向成長の起点となる。初期成長層8sは、例えば、30nm~1000nmあるいは50nm~400nm、または70nm~350nmの厚さに形成することができる。初期成長部8sがマスク部5からわずかに突出している状態から横方向成長させることで、窒化物半導体部8のc軸方向（厚み方向）への成長を抑え、窒化物半導体部8を高速にかつ高結晶性をもって横方向成長させることができ、消費原料も低減する。これにより、薄く広く低欠陥の窒化物半導体部8（GaN等の窒化物半導体の結晶体）を低コストで形成することができる。

[0041] 隣り合う2つの開口部KSから逆向きに横方向成長した窒化物半導体部8同士がマスク部5上で接触（会合）せず、ギャップ（間隙）GPをもつことで、窒化物半導体部8の内部応力を低減することができる。これにより、窒化物半導体部8に生じるクラック、欠陥（転位）を低減することができる。

この効果は、主基板 1 が異種基板である場合に特に効果的となる。ギャップ GP の幅は、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $3\ \mu\text{m}$ 以下、または $2\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

、窒化物半導体部 8 のうち、初期成長部 8 s 上に位置する部分は、貫通転位が多い転位継承部となり、マスク部 5 上の部分（ウイング部）は、転位継承部と比較して貫通転位密度が $1/10$ 以下である低欠陥部 Y S となる。貫通転位とは、窒化物半導体部 8 中を、その c 軸方向 ($\langle 0001 \rangle$ 方向) に延びる転位（欠陥）である。低欠陥部 Y S の貫通転位密度は、例えば、 5×10^6 [個/cm²] 以下とすることができる。後述のように、窒化物半導体部 8 の上方に発光部を含む活性部（活性層）を形成する場合は、低欠陥部 Y S の上方に（平面視で低欠陥部 Y S を重なるように）発光部を配することができる。

[0042] 低欠陥部 Y S については、厚み d_1 に対する a 軸方向のサイズ W_1 の比 (W_1/d_1) を、例えば 2.0 以上とすることができる。実施例 1 の手法を用いれば、 W_1/d_1 を、1.5 以上、2.0 以上、4.0 以上、5.0 以上、7.0 以上、あるいは 10.0 以上とすることができる。 W_1/d_1 を、1.5 以上とすることで、後工程において窒化物半導体部 8 の分割工程（例えば、断面が m 面となる分割工程）が容易になることがわかっている。また、窒化物半導体部 8 の内部応力が低減し、半導体基板 10 の反りが低減する。

[0043] 窒化物半導体部 8 のアスペクト比（厚みに対する X 方向のサイズの比 = WL/d_1 ）は、3.5 以上、5.0 以上、6.0 以上、8.0 以上、10 以上、15 以上、20 以上、30 以上、あるいは 50 以上とすることができる。また、実施例 1 の手法を用いれば、開口部 K S の幅 WK に対する窒化物半導体部 8 の X 方向のサイズ WL の比 (WL/WK) を、3.5 以上、5.0 以上、6.0 以上、8.0 以上、10 以上、15 以上、20 以上、30 以上、あるいは 50 以上とすることができ、低欠陥部の比率を高めることができる。図 9 に示す窒化物半導体部 8（初期成長部 8 s を含む）は、窒化物半導

体結晶（例えば、Ga_nN結晶、AlGa_nN結晶、InGa_nN結晶、あるいはInAlGa_nN結晶）とすることができる。

[0044] （実施例2）

図10は、実施例2にかかる半導体素子の製造方法を示す断面図である。図10では、上述の半導体基板10を準備した後に、半導体基板10上に化合物半導体部9および電極D1・D2形成する工程と、窒化物半導体部8、化合物半導体部9および電極D1・D2を含む積層体EBを、接合層H1・H2を介して支持基板SKに接合する工程と、ベース基板BSを剥離する工程と、支持基板SKを複数の支持体STに個片化し、支持体ST上に積層体EBが保持された半導体素子SDを形成する工程とを含む。ベース基板BSを剥離する前に、ウェットエッチング等によりマスク6を除去してもよい。

[0045] 窒化物半導体部8がn型半導体結晶であってもよい。化合物半導体部9がGa_nN系半導体を含んでいてもよい。化合物半導体部9は、活性部（例えば、量子井戸構造等の活性層）およびp型半導体部を含んでもよく、活性部下にn型半導体部（例えば、リグロース層、n型コンタクト層）を含んでもよい。化合物半導体部9の活性部が発光部を含む場合は、低欠陥部YSの上方に（平面視で低欠陥部YSを重なるように）発光部を配することができる。これにより、発光効率を高めることができる。

[0046] 低欠陥部YSの上方に位置する電極D1がアノード、電極D2がカソードであってもよい。支持基板SKが、接合層H1と接する導電パッドおよび接合層H2と接する導電パッドを有していてもよい。接合層H1・H2がはんだ材で形成されていてもよい。支持基板SKへの接合前あるいは接合時または接合後に、長手形状の積層体EBを（短手方向の切断によって）複数に分割しておいてもよく、この場合、窒化物半導体部8および化合物半導体部9に対する劈開（例えば、劈開面がm面となるm面劈開）によって分割工程を行ってもよい。半導体レーザ素子とする場合は、劈開面であるm面に端面コート（反射鏡膜の形成）を行ってもよい。図10では積層体EBを、ベース基板BSから支持基板SKに転写しているが、これに限定されない。ベース

基板BSからテープ等に1回以上転写してもよい。

[0047] 半導体素子SDは、LED（発光ダイオード）素子、半導体レーザ素子として機能してもよい。支持体STがサブマウント基板でもよい。実施例2には、半導体素子SDを有する電子機器（例えば、照明装置、レーザ装置、表示装置、測定装置、情報処理装置等）が含まれる。

[0048] 図11は、本実施形態の半導体基板の製造方法を示す断面図である。本実施形態の半導体基板の製造方法は、上面側にシード領域SAおよび成長抑制領域YAを有するテンプレート基板TSを準備する工程と、窒化物半導体部8を、シード領域SAの上面から成長させる工程と、テンプレート基板TSおよび成長中の窒化物半導体部8を含む半導体基板10に、窒化物半導体部8の成長温度において窒化物半導体部8に吸収される波長をもつ第1光L1を照射する工程と、半導体基板10からの第2光L2を受光する工程と、窒化物半導体部8の成長条件の移行（第1条件から第2条件への移行）を行う工程とを行う。

[0049] 図11の第1光L1は、窒化物半導体部8および成長抑制領域YAに照射してもよい。第2光L2には、第1光L1の窒化物半導体部8上面での反射光と、第1光L1の成長抑制領域YAでの反射光とが含まれ、第2光L2を用いて、成長条件の第1条件から第2条件への移行を開始してもよい。

[0050] テンプレート基板TSの厚み方向を縦方向、成長抑制領域YAの幅方向を横方向として、第1条件は、窒化物半導体部8の縦方向成長（c軸方向の成長）を優先する条件であり、第2条件は、窒化物半導体部8の横方向成長（a軸方向の成長）を優先する条件であってもよい。第1光L1の波長は、395～415nmの波長域に含まれてもよい。

[0051] 第2光L2の強度を用いて、成長抑制領域YAのレベルYLを基準とする窒化物半導体部8の相対レベルSLを時系列に沿って検出し、相対レベルSLが規定値に至ったタイミングで成長条件の移行を開始してもよい。

[0052] 例えば、窒化物半導体部8の成長開始後、成長条件が第1条件で相対レベルSLが規定値未満である期間が経過し、相対レベルSLが規定値（例えば

、10nm～500nm)になるタイミングで、成長条件の第2条件への移行を開始し、移行後は第2条件で成長させてもよい。

[0053] シード領域SAは、窒化物半導体部8が成長する材料で構成されていればよく、例えば、GaN系半導体、窒化アルミニウム等の窒化物半導体のほかに、サファイア等の(窒化物半導体部8との)格子定数ギャップの小さな結晶性材料を挙げることができる。成長抑制領域YAは、窒化物半導体部8の縦成長(例えばc軸方向の成長)を抑制する材料で構成されていればよく、例えば、窒化シリコン、酸化シリコン等のアモルファス材、SiC等の半導体材料のほかに、多結晶材料あるいは金属材料を挙げることができる。

[0054] (附記事項)

以上の開示は例示および説明を目的とするものであり、限定を目的とするものではない。これら例示および説明に基づけば、多くの変形形態が当業者にとって自明となるのであるから、これら変形形態も実施形態に含まれることに留意されたい。

符号の説明

[0055] 1 主基板
4 下地層
5 マスク部
6 マスク(マスクパターン)
8 窒化物半導体部
10 半導体基板
20 半導体基板の製造装置
22 原料供給装置
23 光学装置
24 制御装置
BS ベース基板
TS テンプレート基板
KS 開口部

Y S 低欠陥部

請求の範囲

- [請求項1] ベース基板と、ベース基板上に位置し、マスク部および開口部を含むマスクとを有するテンプレート基板を準備する工程と、
窒化物半導体部を、前記開口部に露出したベース基板から成長させる工程と、
前記テンプレート基板および成長中の窒化物半導体部を含む半導体基板に、前記窒化物半導体部の成長温度において前記窒化物半導体部に吸収される波長をもつ第1光を照射する工程と、
前記半導体基板からの第2光を受光する工程と、
前記窒化物半導体部の成長条件の第1条件から第2条件への移行を行う工程とを含む、半導体基板の製造方法。
- [請求項2] 前記第1光を、前記窒化物半導体部および前記マスク部に照射する、請求項1に記載の半導体基板の製造方法。
- [請求項3] 前記第2光には、前記第1光の前記窒化物半導体部上面での反射光と、前記第1光の前記マスク部上面での反射光とが含まれる、請求項1に記載の半導体基板の製造方法。
- [請求項4] 前記第2光を用いて、前記第1条件から前記第2条件への移行を行う、請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。
- [請求項5] 前記マスク部の厚み方向を縦方向、前記マスク部の幅方向を横方向として、
前記第1条件は、前記窒化物半導体部の縦方向成長を優先する条件であり、前記第2条件は、前記窒化物半導体部の横方向成長を優先する条件である、請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。
- [請求項6] 前記第1光の波長は、395～415nmの波長域に含まれる、請求項1～5のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。
- [請求項7] 前記第2光を用いて、前記マスク部の上面レベルを基準とする前記窒化物半導体部上面の相対レベルを時系列に沿って検出する、請求項

1～6のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項8] 前記相対レベルが規定値に至ったタイミングで成長条件の移行を開始する、請求項7に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項9] 前記相対レベルがゼロになるタイミングあるいはその後に前記移行を行う、請求項7に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項10] 前記第1光の強度に対する前記第2光の強度の比である反射率、または前記第2光の強度である反射光強度を時系列に沿って取得する、請求項7～9のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項11] 前記反射率または前記反射光強度が周期的に変動する、請求項10に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項12] 前記窒化物半導体部は、前記成長温度下における前記第1光の吸収係数が、室温下における前記第1光の吸収係数の10倍以上である、請求項1～11のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項13] 前記窒化物半導体部の前記成長温度における前記第1光の吸収係数を K [m^{-1}]、前記マスク部の厚みを D [m]として、 $K > 1 / D$ である、請求項1～12のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項14] 前記窒化物半導体部がGaN系半導体を含み、
前記成長条件に成長温度が含まれ、
前記成長温度については、前記第1条件である第1温度が、前記第2条件である第2温度よりも低い、請求項1～13のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項15] 前記窒化物半導体部がGaN系半導体を含み、
前記成長条件に成長圧力が含まれ、
前記成長圧力については、前記第1条件である第1圧力が、前記第2条件である第2圧力よりも高い、請求項1～14のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項16] 前記窒化物半導体部上面における入射光強度に対する反射光強度の

比は、前記マスク部上面における入射光強度に対する反射光強度の比よりも大きい、請求項1～15のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項17] 前記マスク部の幅が20〔 μm 〕以上である、請求項1～16のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項18] 前記開口部の幅に対する前記マスク部の厚みの比が3.0以下である、請求項1～17のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項19] 前記マスクにおいては、それぞれがマスク部として機能する複数の長手形状の無機膜が、前記開口部として機能する間隙において、前記窒化物半導体部の<11-20>方向に並ぶ、請求項1～18のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項20] 前記複数の長手形状の無機膜が、前記窒化物半導体部の<11-20>方向および<1-100>方向に並ぶ、請求項19に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項21] 前記ベース基板はシリコン基板を有し、
前記窒化物半導体部はGaN系半導体を含む、請求項1～20のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項22] 前記窒化物半導体部がGaN系半導体を含み、
前記成長条件に、ガリウムを含む原料ガスの流量が含まれ、
前記原料ガスの流量については、前記第1条件である第1流量が、前記第2条件である第2流量よりも小さい、請求項1～21のいずれか1項に記載の半導体基板の製造方法。

[請求項23] ベース基板と、ベース基板上に位置し、マスク部および開口部を含むマスクとを有するテンプレート基板を載置するステージと、
前記テンプレート基板上に窒化物半導体部を成長させるための原料を供給する原料供給装置と、
前記テンプレート基板および成長中の窒化物半導体部を含む半導体基板に、前記窒化物半導体部の成長温度において前記窒化物半導体部

に吸収される波長をもつ第1光を照射し、かつ、前記半導体基板からの第2光を受光する光学装置と、

前記窒化物半導体部の成長条件が第1条件から第2条件に移行するように前記原料供給装置を制御する制御装置とを含む、半導体基板の製造装置。

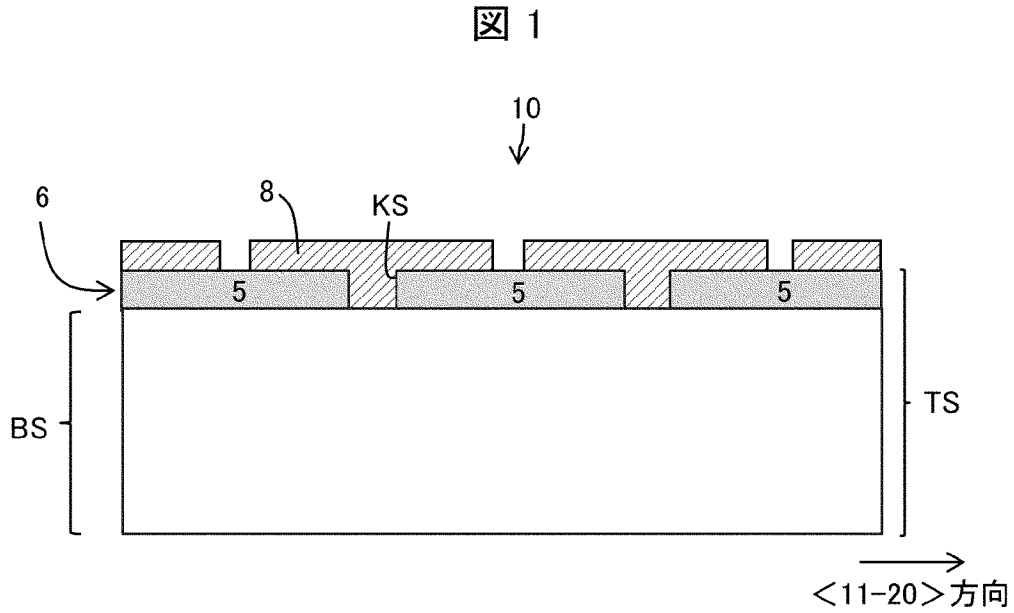
[請求項24] 前記制御装置は、前記第2光を用いて前記第1条件から前記第2条件への移行を前記原料供給装置に指示する、請求項23に記載の半導体基板の製造装置。

[請求項25] 前記制御装置は、記第1光の強度に対する前記第2光の強度の比である反射率または前記第2光の強度に基づいて前記マスク部の上面レベルを基準とする前記窒化物半導体部上面の相対レベルを時系列に沿って検出し、前記相対レベルが規定値に達したときに、前記移行を前記原料供給装置に指示する、請求項24に記載の半導体基板の製造装置。

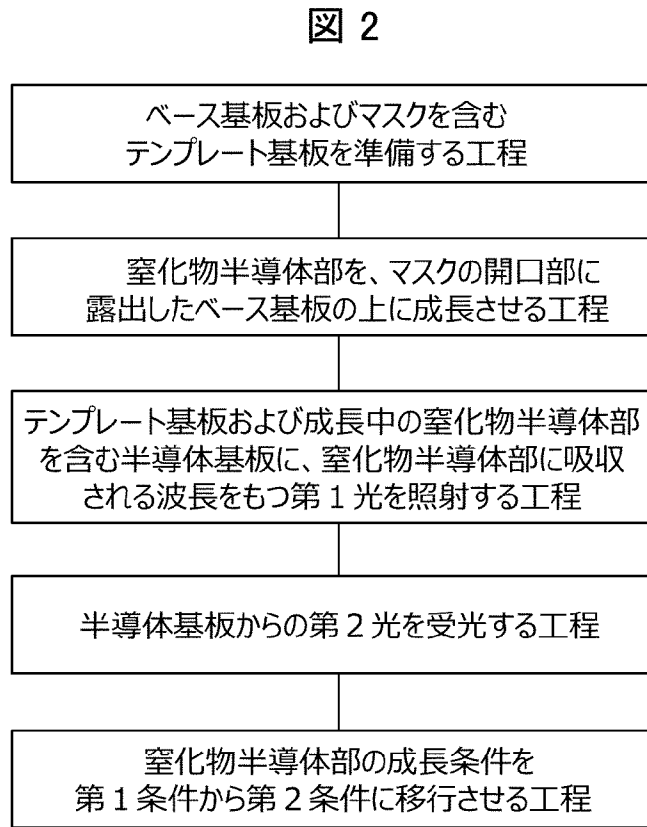
[請求項26] ベース基板およびマスクを有するテンプレート基板の上方に窒化物半導体部を成長させるための原料を供給する原料供給装置と、前記テンプレート基板および成長中の窒化物半導体部を含む半導体基板に、前記窒化物半導体部の成長温度において前記窒化物半導体部に吸収される波長をもつ第1光を照射し、かつ前記半導体基板からの第2光を受光する光学装置との通信が可能であり、

前記窒化物半導体部の成長条件が第1条件から第2条件に移行するように前記原料供給装置を制御する、制御装置。

[図1]

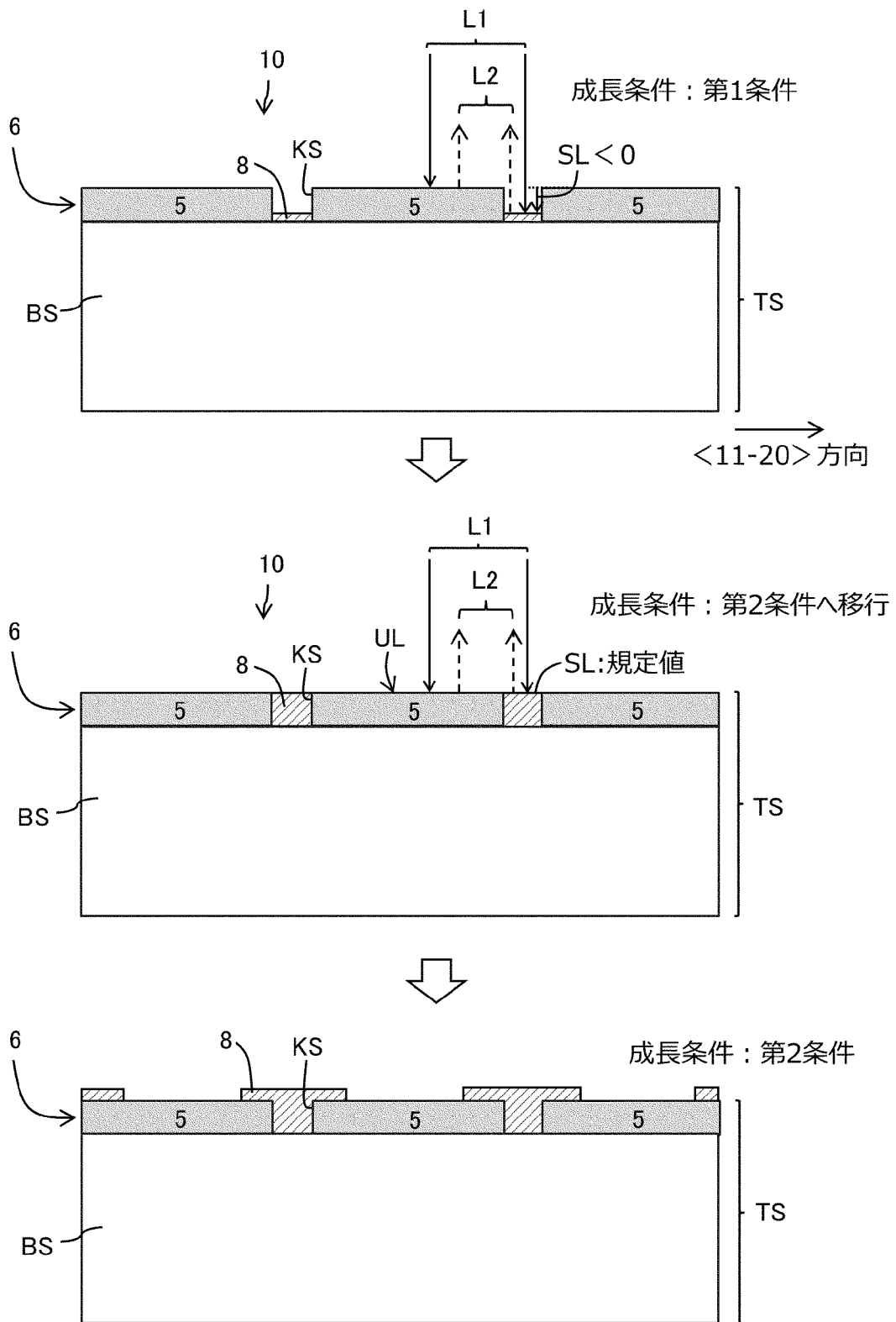


[図2]



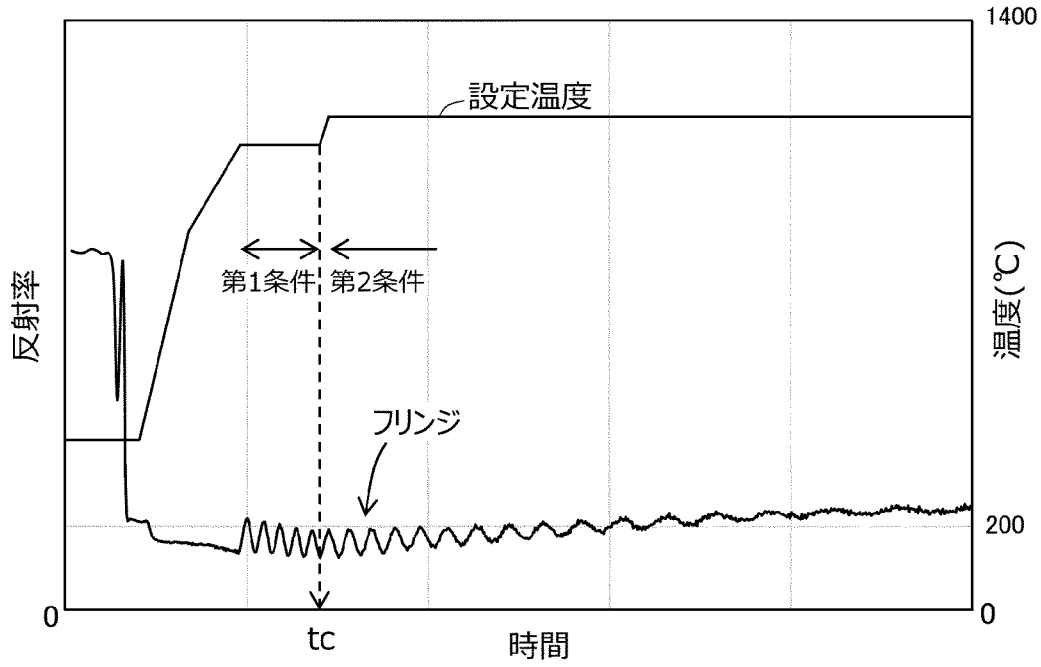
[図3]

図 3



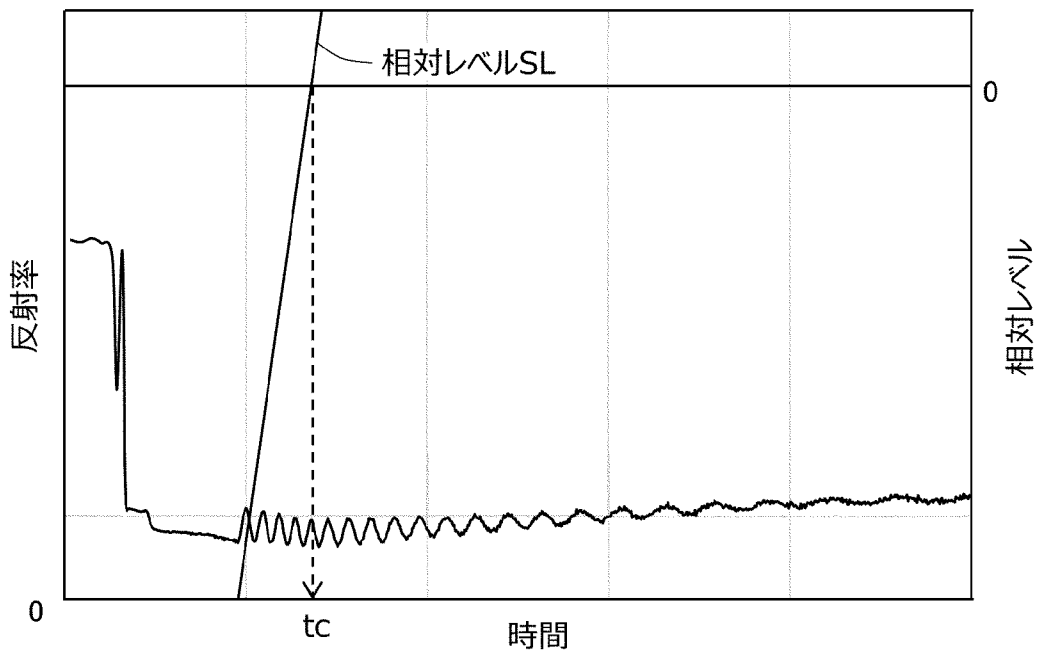
[図4]

図 4

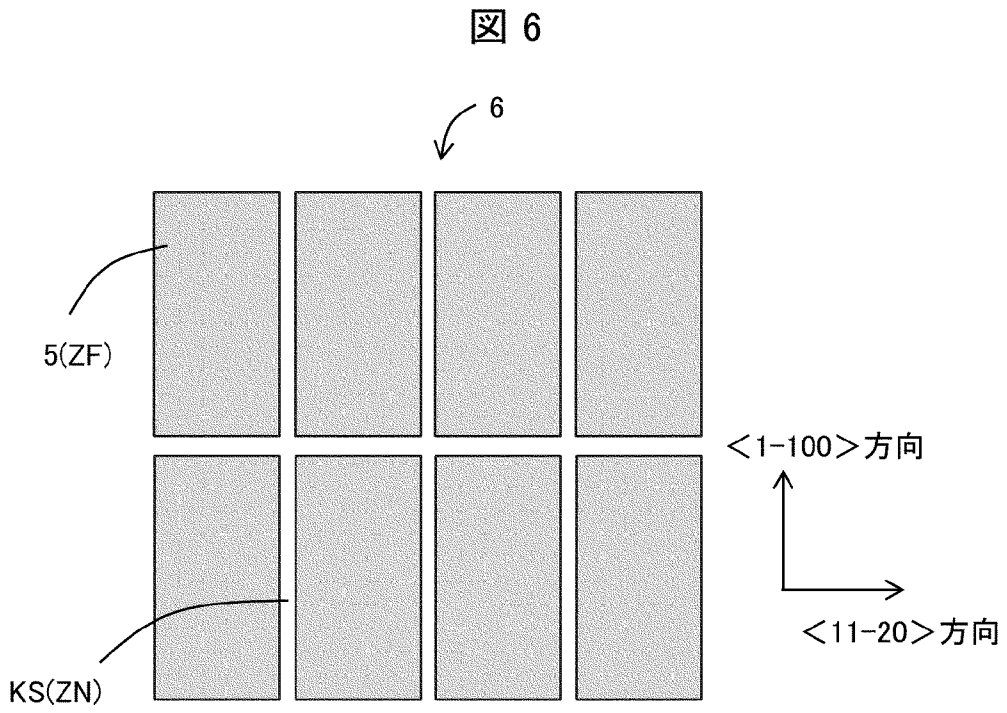


[図5]

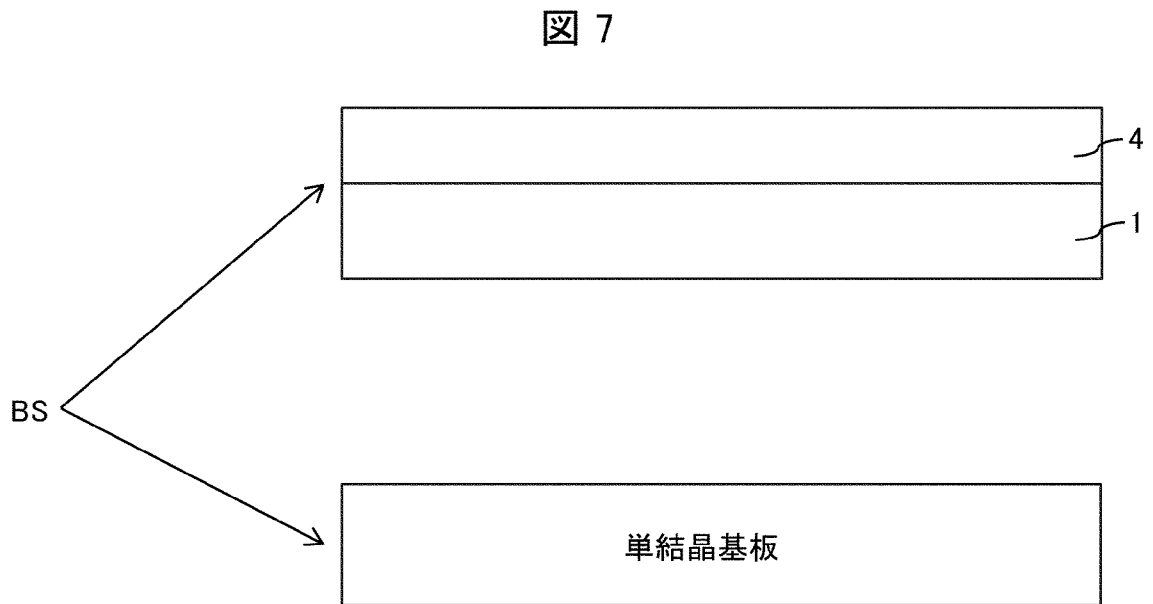
図 5



[図6]

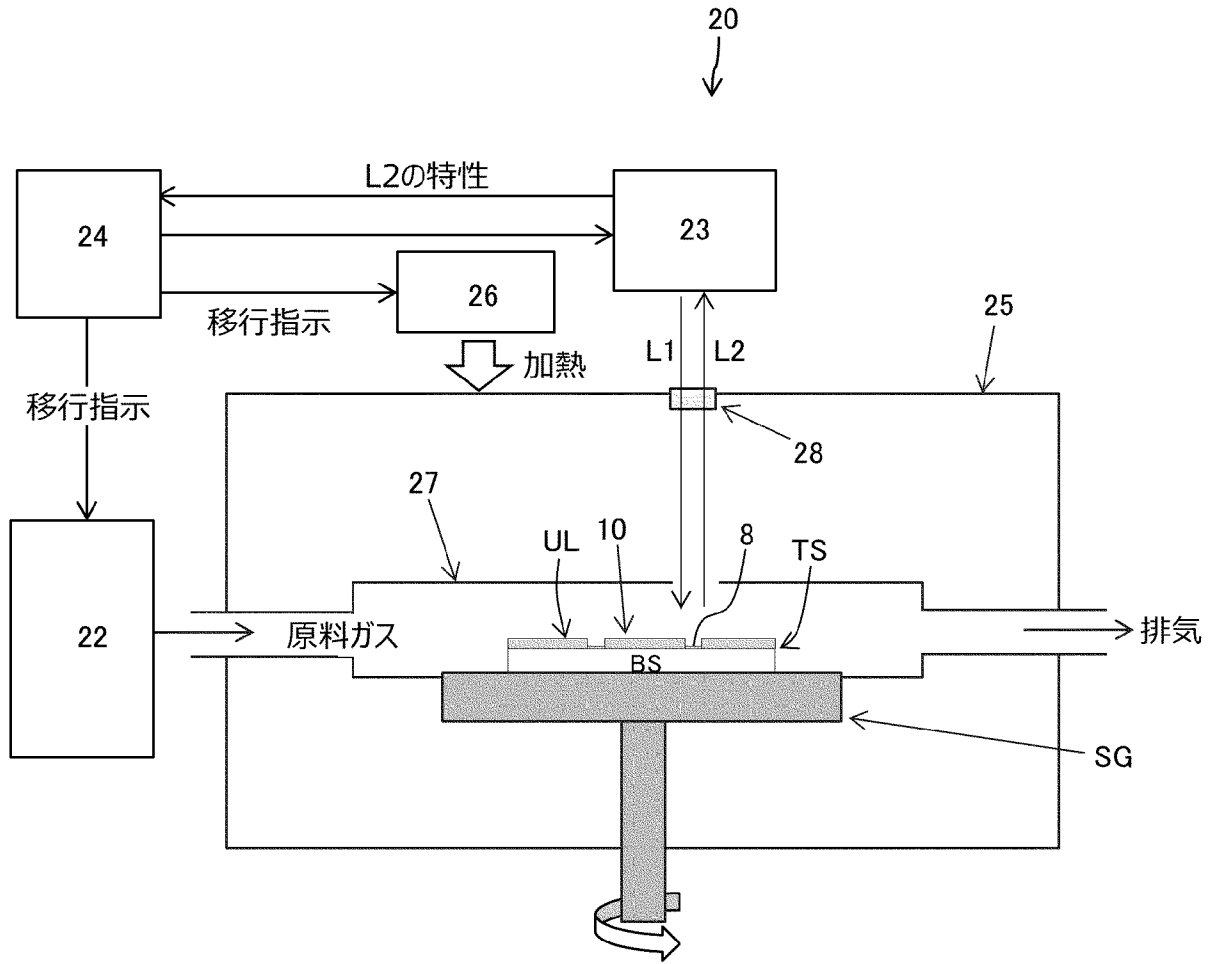


[図7]



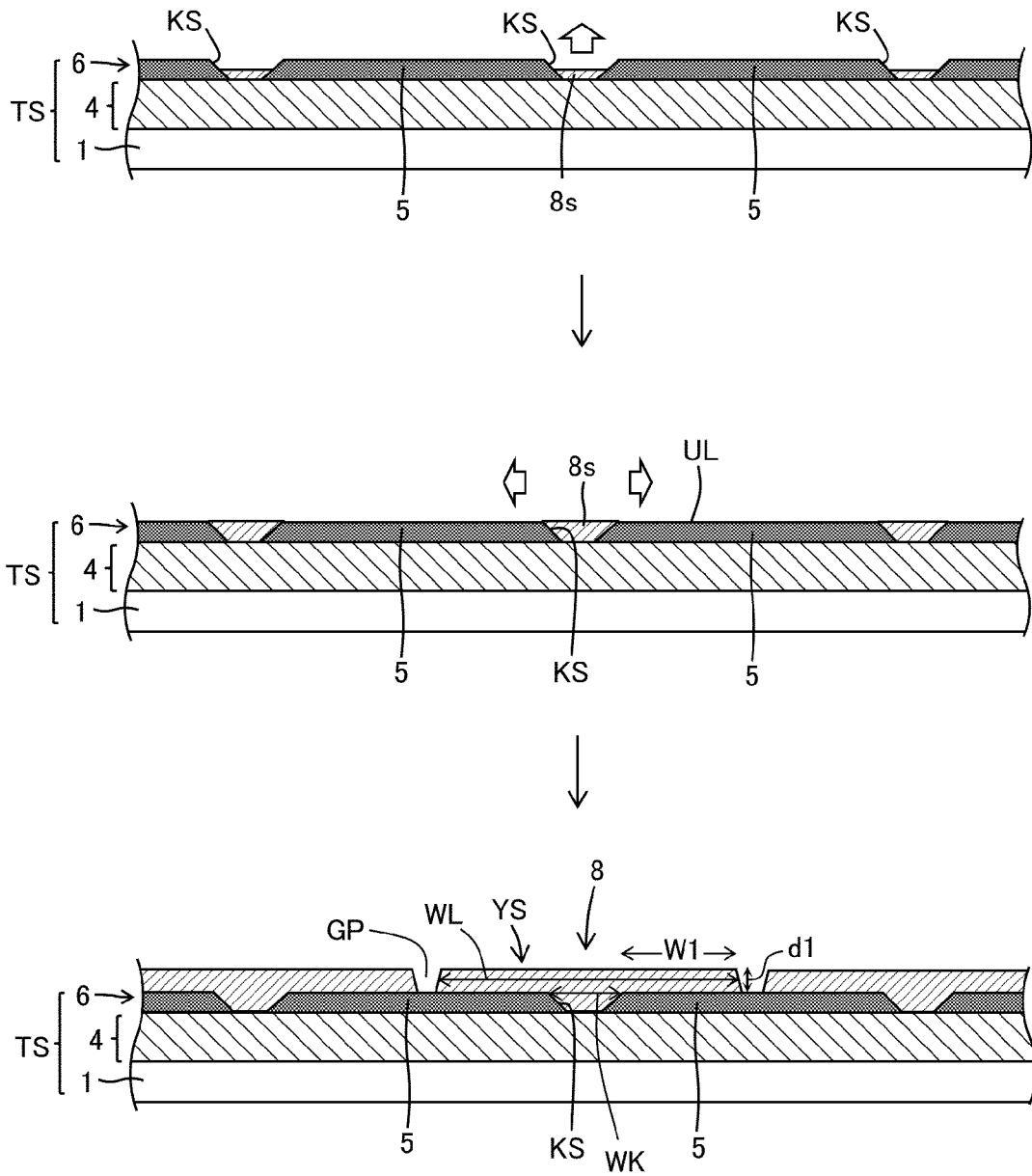
[図8]

図 8

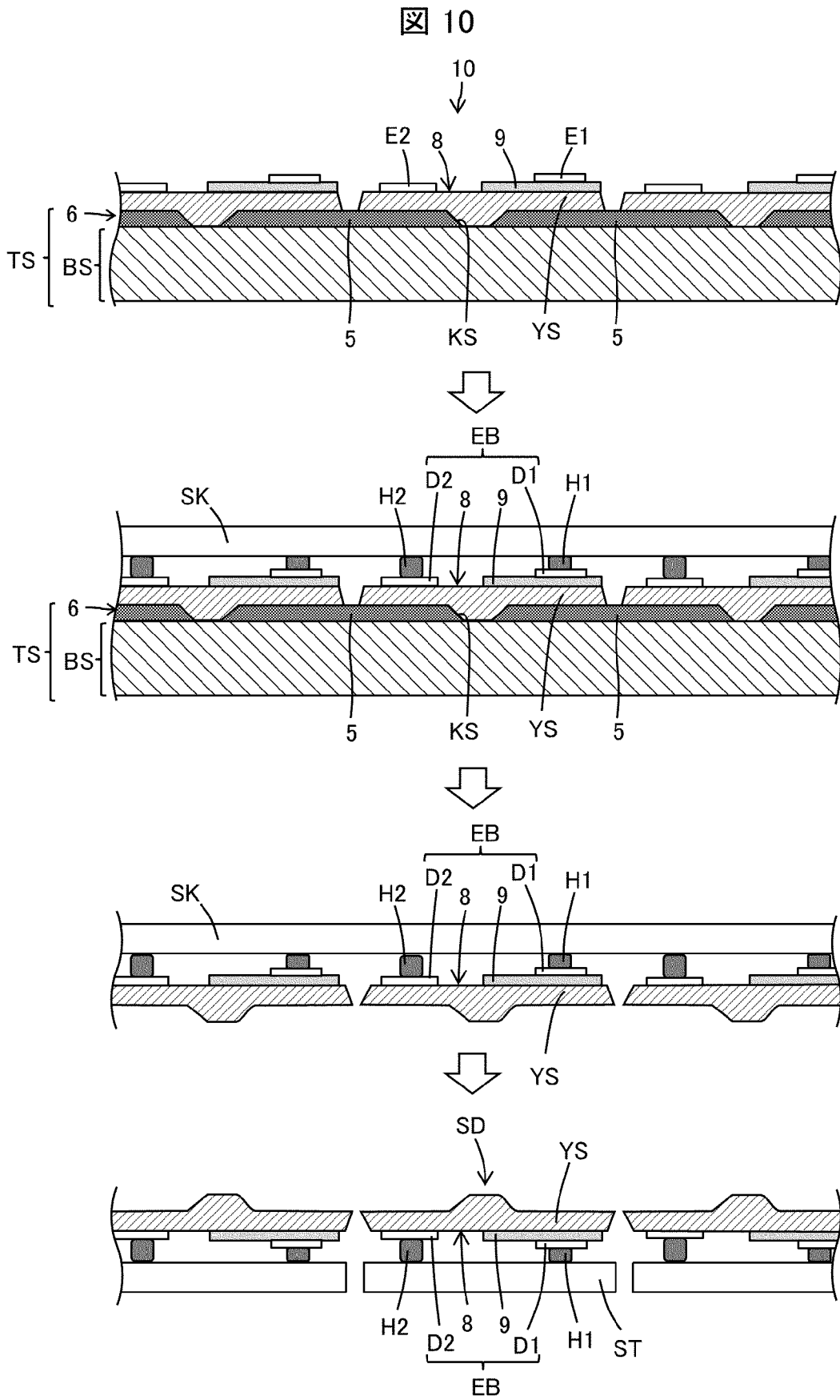


[図9]

図 9

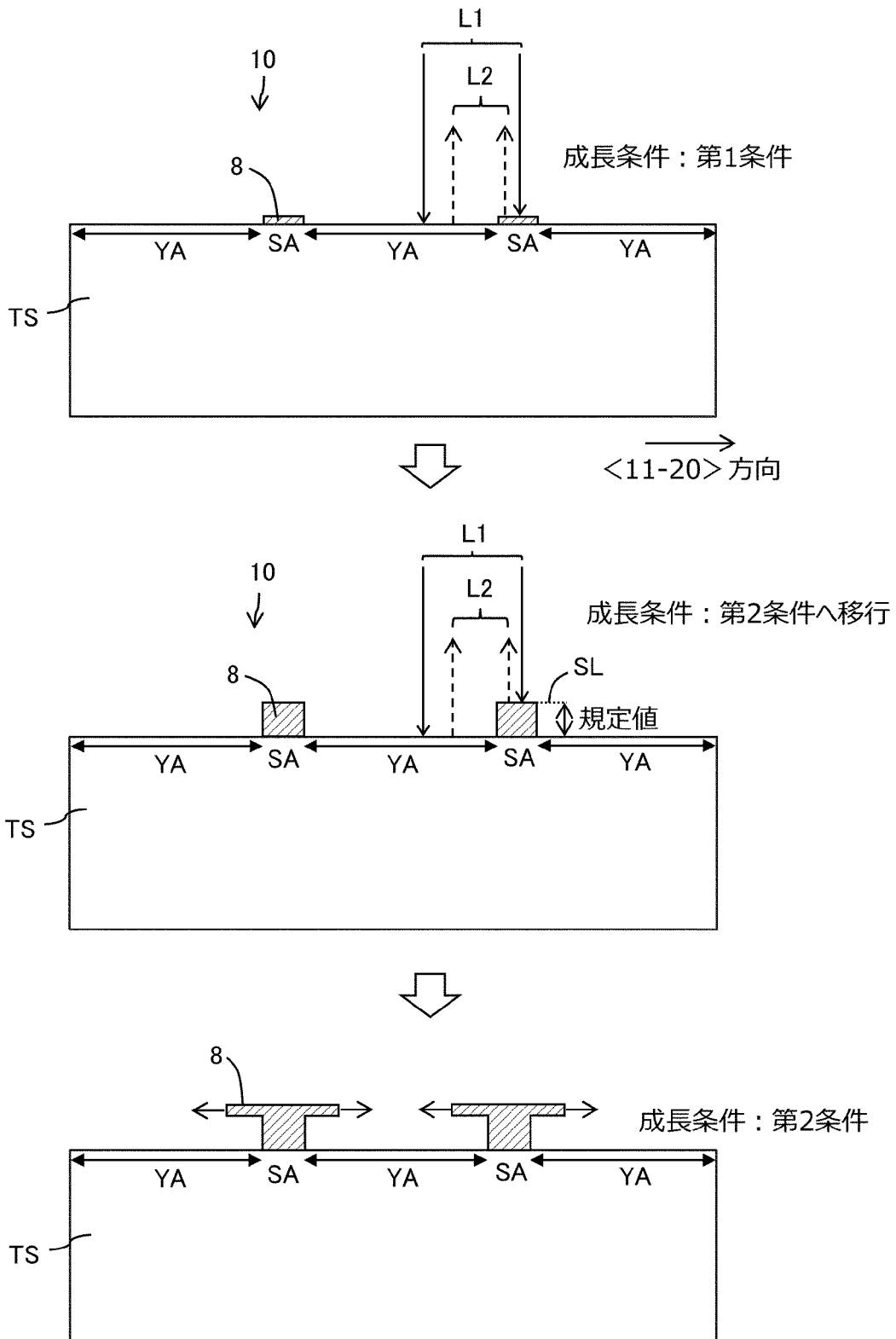


[図10]



[図11]

図 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/002374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 21/205</i> (2006.01)i; <i>C30B 25/04</i> (2006.01)i; <i>C30B 29/38</i> (2006.01)i FI: H01L21/205; C30B29/38 D; C30B25/04		
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) H01L21/205; C30B25/04; C30B29/38		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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 2006-114829 A (ROHM CO LTD) 27 April 2006 (2006-04-27) paragraphs [0003], [0034], [0069], fig. 1-2	1-2, 4-6, 12-24, 26 3, 7-11, 25
Y A	JP 2015-109389 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 11 June 2015 (2015-06-11) paragraphs [0012], [0019], [0047]-[0050], fig. 1-6	1-2, 4-6, 12-24, 26 3, 7-11, 25
Y A	JP 2013-147383 A (SHARP CORP) 01 August 2013 (2013-08-01) paragraph [0053]	14-15, 22 1-13, 16-21, 23-26
Y A	JP 2004-273661 A (SUMITOMO CHEM CO LTD) 30 September 2004 (2004-09-30) paragraph [0018], fig. 3	19-20 1-18, 21-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 03 April 2023		Date of mailing of the international search report 18 April 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/002374

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-099567 A (FURUKAWA CO LTD) 19 April 2007 (2007-04-19)	19-20
A	paragraph [0020], fig. 2	1-18, 21-26
A	JP 2012-503340 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD) 02 February 2012 (2012-02-02)	1-26
A	JP 2012-517114 A (S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES) 26 July 2012 (2012-07-26) paragraph [0112]	1-26
A	WO 2021/085556 A1 (KYOCERA CORPORATION) 06 May 2021 (2021-05-06)	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/002374

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2006-114829	A	27 April 2006	US 2006/0084245 A1 paragraphs [0006], [0065], [0113], fig. 1-2	
JP	2015-109389	A	11 June 2015	(Family: none)	
JP	2013-147383	A	01 August 2013	(Family: none)	
JP	2004-273661	A	30 September 2004	GB 2416623 A p. 12, line 25 to p. 13, line 8, fig. 3	
				WO 2004/079802 A1	
				DE 112004000383 T	
				CN 1759469 A	
				TW 200423312 A	
				KR 10-2005-0105516 A	
JP	2007-099567	A	19 April 2007	(Family: none)	
JP	2012-503340	A	02 February 2012	US 2010/0216277 A1	
				WO 2010/033813 A2	
				EP 2335273 A2	
				CN 102160145 A	
				KR 10-2011-0056277 A	
JP	2012-517114	A	26 July 2012	WO 2010/089623 A1 paragraph [0117]	
				EP 2412006 A1	
				KR 10-2011-0102501 A	
				CN 102308369 A	
				SG 173524 A	
WO	2021/085556	A1	06 May 2021	EP 4053881 A1	
				CN 114600248 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/205(2006.01)i; C30B 25/04(2006.01)i; C30B 29/38(2006.01)i FI: H01L21/205; C30B29/38 D; C30B25/04		
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）） H01L21/205; C30B25/04; C30B29/38 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2006-114829 A（ローム株式会社）27.04.2006（2006-04-27） 段落[0003], [0034], [0069], 第1-2図	1-2, 4-6, 12-24, 26 3, 7-11, 25
Y A	JP 2015-109389 A（日本電信電話株式会社）11.06.2015（2015-06-11） 段落[0012], [0019], [0047]-[0050], 第1-6図	1-2, 4-6, 12-24, 26 3, 7-11, 25
Y A	JP 2013-147383 A（シャープ株式会社）01.08.2013（2013-08-01） 段落[0053]	14-15, 22 1-13, 16-21, 23-26
Y A	JP 2004-273661 A（住友化学工業株式会社）30.09.2004（2004-09-30） 段落[0018], 第3図	19-20 1-18, 21-26
Y A	JP 2007-099567 A（古河機械金属株式会社）19.04.2007（2007-04-19） 段落[0020], 第2図	19-20 1-18, 21-26
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 03.04.2023		国際調査報告の発送日 18.04.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 桑原 清 50 9375 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-503340 A (台湾積體電路製造股▲ふん▼有限公司) 02.02.2012 (2012 - 02 - 02)	1-26
A	JP 2012-517114 A (ソイテック) 26.07.2012 (2012 - 07 - 26) 段落[0112]	1-26
A	WO 2021/085556 A1 (京セラ株式会社) 06.05.2021 (2021 - 05 - 06)	1-26

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/002374

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-114829 A	27.04.2006	US 2006/0084245 A1 段落[0006], [0065], [0113], 第1-2図	
JP 2015-109389 A	11.06.2015	(ファミリーなし)	
JP 2013-147383 A	01.08.2013	(ファミリーなし)	
JP 2004-273661 A	30.09.2004	GB 2416623 A 第12頁第25行-第13頁第8行, 第3図	
		WO 2004/079802 A1	
		DE 112004000383 T	
		CN 1759469 A	
		TW 200423312 A	
		KR 10-2005-0105516 A	
JP 2007-099567 A	19.04.2007	(ファミリーなし)	
JP 2012-503340 A	02.02.2012	US 2010/0216277 A1	
		WO 2010/033813 A2	
		EP 2335273 A2	
		CN 102160145 A	
		KR 10-2011-0056277 A	
JP 2012-517114 A	26.07.2012	WO 2010/089623 A1 段落[0117]	
		EP 2412006 A1	
		KR 10-2011-0102501 A	
		CN 102308369 A	
		SG 173524 A	
WO 2021/085556 A1	06.05.2021	EP 4053881 A1	
		CN 114600248 A	