

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-151265

(P2012-151265A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl.
H01L 31/04 (2006.01)

F I
H01L 31/04 L

テーマコード (参考)
5F151

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-8523 (P2011-8523)
(22) 出願日 平成23年1月19日 (2011.1.19)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(74) 代理人 100147256
弁理士 平井 良憲
(72) 発明者 志摩 秀和
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
シャープ株式会社内
(72) 発明者 谷口 仁啓
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
シャープ株式会社内
Fターム(参考) 5F151 AA02 CB20 CB21 DA03 EA18
FA06 FA15 GA04

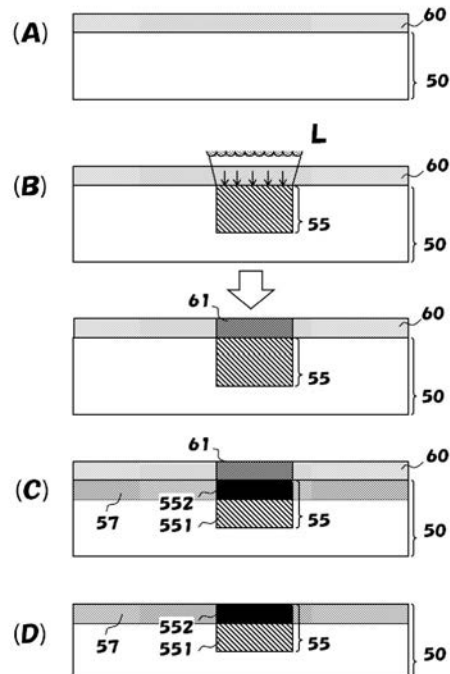
(54) 【発明の名称】 太陽電池の製造方法および該方法に基づいて製造された太陽電池

(57) 【要約】

【課題】 製造工程が簡便であって、半導体基板表面のドーパント濃度を高濃度にすることができる、太陽電池の製造方法を提供する。

【解決手段】 ドーパントを含むドーパント膜を半導体基板の表面に形成する準備工程と、ドーパント膜にレーザー光を照射して、半導体基板の所定の領域の内部にドーパントを拡散させて第1拡散層を形成する第1拡散工程と、半導体基板を加熱して、第1拡散層にドーパントを拡散させて第2拡散層を形成する第2拡散工程とを有する太陽電池の製造方法によって解決する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ドーパントを含むドーパント膜を半導体基板の表面に形成する準備工程と、
前記ドーパント膜にレーザ光を照射して、前記半導体基板の所定の領域の内部に前記ドーパントを拡散させて第 1 拡散層を形成する第 1 拡散工程と、
前記半導体基板を加熱して、前記第 1 拡散層に前記ドーパントを拡散させて第 2 拡散層を形成する第 2 拡散工程と、を有することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 2】

前記準備工程は、半導体基板の表面に前記ドーパントの拡散を防止する拡散防止膜を形成する第 1 準備工程と、

10

前記拡散防止膜の上層に前記ドーパント膜を形成する第 2 準備工程と、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 3】

前記拡散防止膜は、前記半導体基板を熱酸化することによって形成された熱酸化膜であることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 4】

前記拡散防止膜は、アモルファスシリコン膜であることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 5】

前記拡散防止膜は、昇温によってガラス化するシリコン化合物を含む材料から成り、ウェットコーティング法によって形成される有機膜であることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池の製造方法。

20

【請求項 6】

前記拡散防止膜の膜厚は、前記第 2 拡散工程において前記ドーパントが前記拡散防止膜内で拡散する拡散距離よりも厚く形成することを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

【請求項 7】

前記ドーパント膜は、ドーパントと昇温によってガラス化するシリコン化合物を含む材料から成り、ウェットコーティング法によって形成される有機膜であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の方法によって製造された太陽電池。

【請求項 9】

半導体基板を有する太陽電池であって、

前記半導体基板の表面には、当該表面よりも突出した凸領域を有し、

前記凸領域の表層のドーパント濃度は、前記凸領域外の表層のドーパント濃度よりも高いことを特徴とする太陽電池。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、半導体基板の選択的な領域に高濃度化された不純物拡散層を形成する太陽電池の製造方法および該方法に基づいて製造された太陽電池に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、太陽電池の高効率化手段のひとつとして、半導体の不純物拡散層における電極界面の不純物濃度の高濃度化が実施されている。電極界面の不純物濃度高濃度化が高効率化をもたらす理由は主に以下の 2 点である。すなわち、ひとつは不純物高濃度化により半導体の不純物拡散層が金属化され、ショットキー障壁が薄くなることによって、電極接触抵抗が低減されるという理由によるものである。もうひとつは不純物高濃度化により電極界面付近の半導体エネルギーバンドのベンディング（バンドの曲がり）が起こり、欠陥

50

準位が多く存在する電極界面付近への少数キャリア侵入が抑制され電極界面での再結合が抑制される、という理由によるものである。

【0003】

受光面側にN型層（N電極）が形成され、裏面側にP型層（P電極）が形成される一般的な太陽電池においては、受光面側電極はシャドウロスを減らすために線状の電極が形成されるが、上記理由から、不純物拡散層における電極直下のみを選択的に高濃度化する必要があった。このような不純物拡散層を選択的に高濃度化するための方法がいくつか開示されている。

【0004】

特許文献1には、熱拡散処理によるドーピング方法が記載されている。図7には、太陽電池100において、第一導電型の半導体太陽電池基板10の第一主表面側に、第二導電型のドーパント拡散層15が形成され、該第一主表面上に出力取出用の線状のフィンガー電極14が複数形成され、該フィンガー電極14の間に露出した第一主表面領域にて太陽光を受光する様子が記載されている。半導体太陽電池基板10の第一主表面には、ドーパントの濃度が周囲の領域よりも高く設定された線状形態の高濃度拡散層13が複数形成され、該高濃度拡散層13の周囲領域が、それよりもドーパントの濃度が低い低濃度拡散層12とされてなる。フィンガー電極14は、複数の高濃度拡散層13と交差する位置関係にて、その各々の交差位置にてそれら高濃度拡散層13と接して形成されている。前記特許文献1では、半導体基板全面に一回目の熱拡散処理によるドーピングを行って低濃度拡散層12を形成した後、二回目の熱拡散処理によって高濃度拡散層13を形成するドーピング方法が開示されている。

10

20

【0005】

特許文献2には、熱拡散処理によって、高濃度のN型拡散層、高濃度のP型拡散層及び低濃度のP型又はN型の拡散層をともに受光面の裏面側に形成する裏面電極型太陽電池のドーピング方法が記載されている。図8においては、前記裏面電極型太陽電池は、第1導電型の半導体基板20の一面に形成されている、半導体基板20よりも不純物濃度が高い第1導電型の第1ドーピング領域23aと、第1導電型とは逆の導電型である第2導電型の第2ドーピング領域23bと、半導体基板20よりも不純物濃度が高く第1ドーピング領域23aよりも不純物濃度が低い第1導電型の第3ドーピング領域22または半導体基板20よりも不純物濃度が高く第2ドーピング領域23bよりも不純物濃度が低い第2導電型の第3ドーピング領域22のいずれか一方とを含んで構成されている。

30

【0006】

特許文献3には、洗浄および粗面化処理を施した半導体基板の表面に第1の接合を形成した後、この第1の接合の集電極を形成すべき領域のみに短波長レーザ光を照射して、この領域の平坦化とこの領域における上記第1の接合よりも高い表面不純物濃度をもつ第2の接合の熱拡散による形成を同時に行う太陽電池の製造方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-123447号公報

40

【特許文献2】特開2005-310830号公報

【特許文献3】特開平2-143467号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前記特許文献に示される一般的な太陽電池構造では、全面に形成される拡散層の不純物濃度が 10^{19} cm^{-3} 程度以下であるが、電極界面に形成する高濃度領域の不純物濃度は 10^{20} cm^{-3} 程度以上である必要が有る。

【0009】

特許文献2に示されるような裏面電極型太陽電池構造においては、受光面側には電極お

50

よび拡散層が存在しないものの、裏面側に形成されるP型層、N型層の不純物濃度は 10^{19} ないし 10^{20} cm^{-3} 程度以上に高濃度化されていることが好ましい。しかしながら、裏面電極型太陽電池構造において、工程を複雑にすることなく不純物拡散層の電極界面に不純物濃度を高濃度化した領域を形成することは不可能であった。

【0010】

また、特許文献3に示されるように、高濃度拡散層を選択的に形成するためにレーザドーピング技術を用いることは、拡散防止マスク形成プロセスを簡略化できるメリットがあるが、不純物濃度 10^{19} ないし 10^{20} cm^{-3} 程度以上の拡散層を形成し、かつ電極界面をさらに高濃度化することは困難であった。

【0011】

本発明は、上記の問題点を鑑みなされたものであって、その目的は、裏面電極型太陽電池構造において、拡散防止マスク形成プロセスを簡略化し、かつ拡散層表層の不純物濃度を高濃度化した不純物拡散層を形成した太陽電池およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の太陽電池の製造方法は、ドーパントを含むドーパント膜を半導体基板の表面に形成する準備工程と、ドーパント膜にレーザ光を照射して、半導体基板の所定の領域の内部にドーパントを拡散させて第1拡散層を形成する第1拡散工程と、半導体基板を加熱して、第1拡散層にドーパントを拡散させて第2拡散層を形成する第2拡散工程とを有することを特徴とする。

【0013】

好ましくは、準備工程は、半導体基板の表面にドーパントの拡散を防止する拡散防止膜を形成する第1準備工程と、拡散防止膜の上層にドーパント膜を形成する第2準備工程とを有することを特徴とする。

【0014】

好ましくは、拡散防止膜は、半導体基板を熱酸化することによって形成された熱酸化膜であることを特徴とする。

【0015】

もしくは、拡散防止膜は、アモルファスシリコン膜であることを特徴とする。

【0016】

好ましくは、拡散防止膜は、昇温によってガラス化するシリコン化合物を含む材料から成り、ウェットコーティング法によって形成される有機膜であることを特徴とする。

【0017】

好ましくは、拡散防止膜の膜厚は、第2拡散工程においてドーパントが拡散防止膜内で拡散する拡散距離よりも厚く形成することを特徴とする。

【0018】

好ましくは、ドーパント膜は、ドーパントと昇温によってガラス化するシリコン化合物を含む材料から成り、ウェットコーティング法によって形成される有機膜であることを特徴とする。

【0019】

本発明の太陽電池は、上記記載された方法によって製造された太陽電池である。

【0020】

また、本発明の太陽電池は、半導体基板を有する太陽電池であって、半導体基板の表面には、当該表面よりも突出した凸領域を有し、凸領域の表層のドーパント濃度は、凸領域外の表層のドーパント濃度よりも高いことを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明の太陽電池の製造方法では、裏面電極型太陽電池構造において、拡散防止マスク形成プロセスを簡略化し、かつ拡散層表層の不純物濃度を高濃度化した不純物拡散層を形

10

20

30

40

50

成した太陽電池およびその製造方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1のドーピング方法によってN型あるいはP型の不純物拡散層を形成する各工程における半導体基板の状態を示す図である。

【図2】第1のドーピング方法によって形成される拡散層の深さに対するドーパントの濃度分布を示す図である。

【図3】本発明の第2のドーピング方法によってN型あるいはP型の不純物拡散層を形成する各工程における半導体基板の状態を示す図である。

【図4】本発明の第3のドーピング方法によってN型あるいはP型の不純物拡散層を形成する各工程における半導体基板の状態を示す図である。

【図5】本発明の第4のドーピング方法によって裏面電極型太陽電池用の不純物拡散層を形成する各工程における半導体基板の状態を示す図である。

【図6】本発明の第5のドーピング方法によって裏面電極型太陽電池用の不純物拡散層を形成する各工程における半導体基板の状態を示す図である。

【図7】従来の熱拡散処理によって不純物拡散層が形成された太陽電池の構成を示す図である。

【図8】従来の熱拡散処理によって不純物拡散層が形成された裏面電極型太陽電池の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0023】

図1は、本発明の一実施形態であるN型あるいはP型の不純物拡散層を形成する第1のドーピング方法の各工程における半導体基板の状態を示し、本図を用いて、第1のドーピング方法について説明する。

【0024】

図1(A)は、最初の工程直後の半導体基板50の状態を示し、最初の工程では、半導体基板50の表層全域にN型あるいはP型のドーパント膜60を形成する。

【0025】

ここで、半導体基板50は、例えば単結晶シリコンが用いられる。また、ドーパント膜60は、ウェットコーティング法で形成され、ドーパントとしてリン、ボロンをそれぞれ含有するPSG(Phospho Silicate Glass)膜やBSG(Boron Silicate Glass)膜が用いられる。

【0026】

ドーパントとして用いられる材料は、昇温によってシリコン化合物の重合反応が進みガラス化する材料であって、これら材料を用いることにより、レーザー照射時のドーパント60のアブレーションを抑制することができる。

【0027】

図1(B)は、最初の工程に続く第2の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第2の工程では、ドーパントを拡散させる領域にレーザー光Lを照射し、ドーパント膜60内のドーパントを半導体基板50内部に拡散させて拡散層55を形成する。このとき、レーザー光Lを照射した領域のドーパント膜60は変質層61として残存している。

【0028】

図1(C)は、第2の工程に続く第3の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第2の工程では、半導体基板50全体を高温加熱することによって、ドーパント膜60及び変質層61のドーパントを半導体基板50内部に拡散させる。したがって、拡散層55は、ドーパント濃度が低い第1拡散層551とドーパント濃度が高い第2拡散層552に二層化される。また、拡散層55以外の領域の半導体基板50の表層には、低濃度拡散層57が形成される。

【0029】

10

20

30

40

50

ここで、ドーパントを拡散させる際、半導体基板 50 を、例えば 800 ~ 1000 の拡散温度にまで加熱するが、一度 300 ~ 800 の温度でドーパント膜 60 をガラス化させた後に、拡散温度にまで加熱するのが望ましい。

【0030】

図 1 (D) は、第 3 の工程に続く第 4 の工程直後の半導体基板 50 の状態を示し、半導体基板 50 の裏面表層に残存している変質層 61 を含むドーパント膜 60 を除去する。

【0031】

ここで、変質層 61 を含むドーパント膜 60 の除去は、例えばフッ化水素酸によるエッチングが用いられる。

【0032】

なお、裏面電極型太陽電池の不純物拡散層を形成する場合には、ドーパント膜 60 を N 型から P 型、もしくは P 型から N 型に変更して上述した工程を繰り返して N 型拡散層および P 型拡散層が交互に配列されるように拡散層 55 を形成する。

【0033】

このように、第 1 のドーピング方法によって形成される拡散層 55 は、ドーパント濃度が低い第 1 拡散層 551 とドーパント濃度が高い第 2 拡散層 552 が形成される。

【0034】

図 2 は、本発明の第 1 のドーピング方法によって形成される拡散層 55 の深さに対するドーパント濃度の測定結果を示している。

【0035】

深さ X1 以降の領域の濃度分布 P1 は第 1 拡散層 551 の濃度分布を示し、濃度分布 P1 の特徴は、深さ X1 では $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度の比較的低濃度であり、深さ X1 から X2 までの間は表層から深くなるのにしたがって緩やかにドーパント濃度が減少し、深さ X2 以降から急激にドーパント濃度が減少するという特徴を有している。

【0036】

また、表層から深さ X1 の領域の濃度分布 P2 は第 2 拡散層 552 の濃度分布を示し、濃度分布 P2 は、 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度から $1 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ 程度までの範囲の比較的高濃度であって表層から深くなるのにしたがって急激に濃度が減少するという特徴を有している。

【0037】

そして、これら拡散層の濃度分布の特徴は、レーザー照射によるドーパントを拡散させる工程に続いて、熱拡散処理によるドーパントを拡散させる工程を行うドーピング方法によって引き起こされる特徴でもある。

【0038】

このように、本発明の第 1 のドーピング方法によって形成される拡散層 55 は、従来のレーザー照射によるドーピング方法によって形成される拡散層との比較において、拡散層の表層において高濃度のドーパントが形成されている。

【0039】

このことから、本発明の第 1 のドーピング方法では、従来のドーピング方法との比較において、拡散層 55 の表層のドーパント濃度が高濃度化されて、電極との接触抵抗が低減される半導体基板を製造することが可能となる。

【実施例 2】

【0040】

図 3 は、本発明の一実施形態である N 型あるいは P 型の不純物拡散層を形成する第 2 のドーピング方法の各工程における半導体基板の状態を示し、本図を用いて、第 2 のドーピング方法について説明する。

【0041】

ここで、第 2 のドーピング方法は、第 1 のドーピング方法との比較において半導体基板の表層に低濃度拡散層が形成されない点で異なる。

【0042】

10

20

30

40

50

図3(A)は、最初の工程直後の半導体基板50の状態を示し、最初の工程では、半導体基板50の表層全域に拡散防止膜65と、当該拡散防止膜65の上層にN型あるいはP型のドーパント膜60を形成する。

【0043】

ここで、半導体基板50は、例えば単結晶シリコンが用いられる。また、ドーパント膜60は、第1のドーピング方法と同様、ウェットコーティング法で形成されドーパントとしてリン、ボロンをそれぞれ含有するPSG膜やBSG膜が用いられる。

【0044】

拡散防止膜65は、例えばシリコン基板を熱酸化することによって形成されるSiO₂膜が用いられる。具体的には、ウェットコーティング法で形成されるガラス材料で、ドーパント膜60に用いられるPSG膜やBSG膜と同等の組成であり、ドーパントを含まない材料が用いられる。

10

【0045】

当該材料が用いられることにより、ドーパント膜60と拡散防止膜65との間でシリコン化合物の重合反応を起こすことが可能となって、安価でかつ強度にドーパント膜60と拡散防止膜65を密着させることが可能となる。

【0046】

図3(B)は、最初の工程に続く第2の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第2の工程では、ドーパントを拡散させる領域にレーザ光Lを照射し、当該領域の拡散防止膜65を変質させてドーパント膜60内のドーパントを半導体基板50内部に拡散させて拡散層55を形成する。このとき、レーザ光Lを照射した領域のドーパント膜60は、当該領域の拡散防止膜65とともに変質層62として残存している。

20

【0047】

図3(C)は、第2の工程に続く第3の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第3の工程では、半導体基板50全体を高温加熱することによって、変質層62のドーパントを半導体基板50内部に拡散させる。したがって、拡散層55は、ドーパント濃度が低い第1拡散層551とドーパント濃度が高い第2拡散層552に二層化される。また、拡散層55以外の領域へのドーパントの拡散は、拡散防止膜65によって防止される。

【0048】

ここで、ドーパントを拡散させる際、半導体基板50を、例えば800~1000の拡散温度にまで加熱するが、一度300~800の温度でドーパント膜60をガラス化させた後に、拡散温度にまで加熱するのが望ましい。

30

【0049】

また、拡散温度における拡散防止膜65内へのドーパントの拡散速度を鑑みて、ドーパントを拡散させる時間に応じた膜厚以上の拡散防止膜65を形成するのが望ましい。例えば、ドーパント膜60がPSG膜、拡散防止膜65が酸化膜(SiO₂膜)、拡散温度が1000、拡散時間が20分とする場合には、拡散防止膜65の膜厚は200nm以上とするのが望ましい。

【0050】

図3(D)は、第3の工程に続く第4の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第4の工程では、半導体基板50の裏面表層に残存している変質層62を含むドーパント膜60と、拡散防止膜65を除去する。

40

【0051】

ここで、変質層62を含むドーパント膜60及び拡散防止膜65の除去には、例えばフッ化水素酸によるエッチングが用いられる。

【0052】

なお、裏面電極型太陽電池の不純物拡散層を形成する場合には、ドーパント膜60をN型からP型、もしくはP型からN型に変更して上述した工程を繰り返してN型拡散層およびP型拡散層が交互に配列されるように拡散層55を形成する。

【0053】

50

このように、第2のドーピング方法によって形成される拡散層55は、第1のドーピング方法によって形成される拡散層55と同様に、ドーパント濃度が低い第1拡散層551とドーパント濃度が高い第2拡散層552が形成される。

【0054】

また、第2のドーピング方法も、レーザ照射によるドーパントを拡散させる工程に続いて、熱拡散処理によるドーパントを拡散させる工程を行うドーピング方法である。

【0055】

このことから、第2のドーピング方法によって形成される拡散層55の濃度分布の特徴も第1のドーピング方法によるものと同様に、従来の熱拡散処理によるドーピング方法と比較して、拡散層55の表層のドーパント濃度を高濃度にすることが可能となる。

10

【実施例3】

【0056】

図4は、本発明の一実施形態であるN型あるいはP型の不純物拡散層を形成する第3のドーピング方法の各工程における半導体基板の状態を示し、本図を用いて、第3のドーピング方法について説明する。

【0057】

ここで、第3のドーピング方法は、第2のドーピング方法との比較において拡散防止膜としてアモルファスシリコン膜を用いる点で異なる。

【0058】

図4(A)は、最初の工程直後の半導体基板50の状態を示し、最初の工程では、半導体基板50の表層全域に拡散防止膜66と、当該拡散防止膜66の上層にN型あるいはP型のドーパント膜60を形成する。

20

【0059】

ここで、半導体基板50は、例えば単結晶シリコンが用いられる。また、ドーパント膜60は、第1のドーピング方法と同様に、ウェットコーティング法で形成されドーパントとしてリン、ボロンをそれぞれ含有するPSG膜やBSG膜が用いられる。さらに、拡散防止膜66は、例えばCVD法により成膜されたアモルファスシリコン膜が用いられる。

【0060】

図4(B)は、最初の工程に続く第2の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第2の工程では、ドーパントを拡散させる領域にレーザ光Lを照射し、ドーパント膜60内のドーパントを、レーザ光Lを照射した領域の拡散防止膜66を含む半導体基板50内部に拡散させて拡散層55を形成する。つまり、単結晶シリコンである半導体基板50及びアモルファスシリコンである拡散防止膜66がレーザ光Lの照射によって溶解し、再結晶化する過程で、ドーパント膜60内のドーパントを半導体基板50及び拡散防止膜66に拡散させて拡散層55を形成する。このとき、レーザ光Lを照射した領域のドーパント膜60は変質層63として残存している。

30

【0061】

図4(C)は、第2の工程に続く第3の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第3の工程では、半導体基板50全体を高温加熱することによって、レーザ光Lを照射した領域の拡散防止膜66を含む半導体基板50内部に、変質層63のドーパントを拡散させる。したがって、拡散層55は、ドーパント濃度が低い第1拡散層551とドーパント濃度が高い第2拡散層552に二層化される。また、拡散層55以外の領域へのドーパントの拡散は、拡散防止膜66によって防止される。

40

【0062】

ここで、第2のドーピング方法と同様に、ドーパントを拡散させる際、半導体基板50を、例えば800~1000の拡散温度にまで加熱するが、一度300~800の温度でドーパント膜60をガラス化させた後に、拡散温度にまで加熱するのが望ましい。

【0063】

図4(D)は、第3の工程に続く第4の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第4の工程では、半導体基板50の裏面表層に残存しているドーパント膜60、拡散防止膜6

50

6 及び変質層 6 3 を除去する。

【 0 0 6 4 】

ここで、ドーパント膜 6 0、拡散防止膜 6 6 及び変質層 6 3 の除去には、例えばフッ硝酸によるエッチングが用いられる。これによって、レーザ照射がなされていない領域の拡散防止膜 6 6 を選択的に除去することができる。

【 0 0 6 5 】

この第 3 のドーピング方法では、レーザ照射がなされた領域の拡散防止膜 6 6 が拡散層 5 5 の一部となって形成されることから、拡散層 5 5 が周囲の半導体基板 5 0 の表面よりも突出していることを特徴とする。

【 0 0 6 6 】

なお、裏面電極型太陽電池の不純物拡散層を形成する場合には、ドーパント膜 6 0 を N 型から P 型、もしくは P 型から N 型に変更して上述した工程を繰り返して N 型拡散層および P 型拡散層が交互に配列されるように拡散層 5 5 を形成する。

【 0 0 6 7 】

このように、第 3 のドーピング方法によって形成される拡散層 5 5 は、第 1 のドーピング方法によって形成される拡散層 5 5 と同様に、ドーパント濃度が低い第 1 拡散層 5 5 1 とドーパント濃度が高い第 2 拡散層 5 5 2 が形成される。

【 0 0 6 8 】

また、第 3 のドーピング方法も、レーザ照射によるドーパントを拡散させる工程に続いて、熱拡散処理によるドーパントを拡散させる工程を行うドーピング方法である。

【 0 0 6 9 】

このことから、第 3 のドーピング方法によって形成される拡散層 5 5 の濃度分布の特徴も第 1 のドーピング方法によるものと同様に、従来の熱拡散処理によるドーピング方法と比較して、拡散層 5 5 の表層のドーパント濃度を高濃度にすることが可能となる。

【 実施例 4 】

【 0 0 7 0 】

図 5 は、本発明の一実施形態である裏面電極型太陽電池の不純物拡散層を形成する第 4 のドーピング方法の各工程における半導体基板の状態を示し、本図を用いて、第 4 のドーピング方法について説明する。

【 0 0 7 1 】

ここで、第 4 のドーピング方法は、第 2 のドーピング方法との比較において N 型拡散層と P 型拡散層を同時に形成する点で異なる。

【 0 0 7 2 】

図 5 (A) は、最初の工程直後の半導体基板 5 0 の状態を示し、最初の工程では、半導体基板 5 0 の表層全域に拡散防止膜 6 5 と、当該拡散防止膜 6 5 の上層に、N 型のドーパントを含有する N 型ドーパント膜 6 0 a と P 型のドーパントを含有する P 型ドーパント膜 6 0 b を形成する。

【 0 0 7 3 】

ここで、第 2 のドーピング方法と同様、N 型ドーパント膜 6 0 a と P 型ドーパント膜 6 0 b は、例えばそれぞれ N 型ドーパント、P 型ドーパントを含む有機系材料をスクリーン印刷法やインクジェット印刷法によって塗り分け形成される。また、通常、ドーパントを含まない材料によって、N 型ドーパント膜 6 0 a と P 型ドーパント膜 6 0 b の両者を離間するための障壁が形成される。

【 0 0 7 4 】

半導体基板 5 0 は、例えば単結晶シリコンが用いられる。また、N 型ドーパント膜 6 0 a、P 型ドーパント膜 6 0 b は、それぞれ例えば P S G 膜や B S G 膜が用いられる。

【 0 0 7 5 】

拡散防止膜 6 5 は、例えばシリコン基板を熱酸化することによって形成される $S i O_2$ 膜が用いられる。具体的には、ウェットコーティング法で形成されるガラス材料で、ドーパント膜 6 0 に用いられる P S G 膜や B S G 膜と同等の組成である、ドーパントを含まな

10

20

30

40

50

い材料が用いられる。

【0076】

当該材料が用いられることにより、ドーパント膜60と拡散防止膜65との間でシリコン化合物の重合反応を起こすことが可能となって、安価でかつ強度にドーパント膜60と拡散防止膜65を密着させることが可能となる。

【0077】

図5(B)は、最初の工程に続く第2の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第2の工程では、ドーパントを拡散させる領域にレーザ光Lを照射し、N型ドーパント膜60a及びP型ドーパント膜60b内のドーパントを半導体基板50内部に拡散させてN型拡散層55a及びP型拡散層55bを形成する。このとき、レーザ光Lを照射した領域のN型ドーパント膜60a及びP型ドーパント膜60bは、当該領域の拡散防止膜65とともにN型変質層62a及びP型変質層62bとして残存している。

10

【0078】

図5(C)は、第2の工程に続く第3の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第3の工程では、半導体基板50全体を高温加熱することによって、N型変質層62a及びP型変質層62bのドーパントを半導体基板50内部に拡散させる。したがって、N型拡散層55a及びP型拡散層55bは、それぞれドーパント濃度が低いN型第1拡散層551a又はP型第1拡散層551bと、ドーパント濃度が高いN型第2拡散層552a又はP型第2拡散層552bに二層化される。また、N型拡散層55a又はP型拡散層55b以外の領域へのドーパントの拡散は、拡散防止膜65によって防止される。

20

【0079】

ここで、第2のドーピング方法と同様、ドーパントを拡散させる際、半導体基板50を、例えば800~1000の拡散温度にまで加熱するが、一度300~800の温度でドーパント膜60をガラス化させた後に、拡散温度にまで加熱するのが望ましい。

【0080】

また、拡散温度における拡散防止膜65内へのドーパントの拡散速度を鑑みて、ドーパントを拡散させる時間に応じた膜厚以上の拡散防止膜65を形成するのが望ましい。例えば、ドーパント膜60がPSG膜、拡散防止膜65が酸化膜(SiO₂膜)、拡散温度が1000、拡散時間が20分とする場合には、拡散防止膜65の膜厚は200nm以上とするのが望ましい。

30

【0081】

図5(D)は、第3の工程に続く第4の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第4の工程では、第2のドーピング方法と同様、半導体基板50の裏面表層に残存しているN型変質層62a及びP型変質層62bを含むN型ドーパント膜60a及びP型ドーパント膜60bと、拡散防止膜65を除去する。

【0082】

このように、第4のドーピング方法によって形成されるN型拡散層55a及びP型拡散層55bは、第1のドーピング方法によって形成される拡散層55と同様に、ドーパント濃度が低いN型第1拡散層551a又はP型第1拡散層551bとドーパント濃度が高いN型第2拡散層552a又はP型第2拡散層552bが形成される。

40

【0083】

また、第4のドーピング方法も、レーザ照射によるドーパントを拡散させる工程に続いて、熱拡散処理によるドーパントを拡散させる工程を行うドーピング方法である。

【0084】

このことから、第4のドーピング方法によって形成されるN型拡散層55a及びP型拡散層55bの濃度分布の特徴も第1のドーピング方法によるものと同様に、従来の熱拡散処理によるドーピング方法と比較して、N型拡散層55a及びP型拡散層55bの表層のドーパント濃度を高濃度にすることが可能となる。

【0085】

また、第4のドーピング方法では、N型拡散層とP型拡散層を同時に形成することから

50

、N型拡散層とP型拡散層をそれぞれに形成するドーピング方法との比較においてプロセスが簡便化される。

【実施例5】

【0086】

図6は、本発明の一実施形態である裏面電極型太陽電池の不純物拡散層を形成する第5のドーピング方法の各工程における半導体基板の状態を示し、本図を用いて、第5のドーピング方法について説明する。

【0087】

ここで、第5のドーピング方法は、第4のドーピング方法との比較においてN型拡散層とP型拡散層を個別に形成する点で異なる。

10

【0088】

図6(A)は、最初の工程直後の半導体基板50の状態を示し、最初の工程では、上述した第2のドーピング方法などを用いて、半導体基板50の表層の所定の領域に、ドーパント濃度が低いN型第1拡散層551aとドーパント濃度が高いN型第2拡散層552aとを有するN型拡散層55aを形成する。

【0089】

図6(B)は、最初の工程に続く第2の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第2の工程では、N型拡散層55aが形成された領域の上層に拡散防止膜65を形成する。

【0090】

ここで、拡散防止膜65は、例えば熱酸化あるいはウエット酸化によってシリコン基板を熱酸化することによって形成されるSiO₂膜が用いられる。

20

【0091】

このとき、N型拡散層55aが形成された領域の酸化速度は、形成されていない他の領域の酸化速度に比べ早く、当該N型拡散層55aが形成された領域の上層には膜圧の厚い拡散防止膜65が形成される。このことから、フッ化水素酸によるエッチングによって当該N型拡散層55aの上層だけに拡散防止膜65を形成することができる。

【0092】

図6(C)は、第2の工程に続く第3の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第3の工程では、P型ドーパント膜60bを形成する。ここで、P型ドーパント膜60bは、ウエットコーティング法で形成されるBSG膜が用いられる。

30

【0093】

図6(D)は、第3の工程に続く第4の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第4の工程では、ドーパントを拡散させる領域にレーザ光Lを照射し、P型ドーパント膜60b内のドーパントを半導体基板50内部に拡散させてP型拡散層55bを形成する。このとき、レーザ光Lを照射した領域のP型ドーパント膜60bはP型変質層61bとして残存している。

【0094】

図6(E)は、第4の工程に続く第5の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第5の工程では、半導体基板50全体を高温加熱することによって、P型ドーパント膜60b及びP型変質層61bのドーパントを半導体基板50内部に拡散させる。したがって、P型拡散層55bは、ドーパント濃度が低いP型第1拡散層551bとドーパント濃度が高いP型第2拡散層552bに二層化される。

40

【0095】

また、P型拡散層55b及び拡散防止膜65が形成されているN型拡散層55aの領域を除く半導体基板50の表層には、低濃度拡散層57が形成される。

【0096】

図6(F)は、第5の工程に続く第6の工程直後の半導体基板50の状態を示し、第6の工程では、半導体基板50の裏面表層に残存しているP型変質層61bを含むP型ドーパント膜60bと、拡散防止膜65を除去する。

【0097】

50

ここで、P型変質層61bを含むP型ドーパント膜60bと、拡散防止膜65の除去は、例えばフッ化水素酸によるエッチングが用いられる。

【0098】

このように、第5のドーピング方法によって形成されるP型拡散層55bは、第1のドーピング方法によって形成される拡散層55と同様に、ドーパント濃度が低いP型第1拡散層551bとドーパント濃度が高いP型第2拡散層552bが形成される。

【0099】

また、第5のドーピング方法も、レーザ照射によるドーパントを拡散させる工程に続いて、熱拡散処理によるドーパントを拡散させる工程を行うドーピング方法である。

【0100】

このことから、第5のドーピング方法によって形成されるP型拡散層55bの濃度分布の特徴も第1のドーピング方法によるものと同様に、従来の熱拡散処理によるドーピング方法と比較して、P型拡散層55bの表層のドーパント濃度を高濃度にすることが可能となる。

【0101】

このように、本発明のドーピング方法では、ドーパント濃度が低い拡散層とドーパント濃度が高い拡散層に二層化されて形成される。

【0102】

そして、二層化されて形成された拡散層のドーパントの濃度分布は、拡散層表層においてドーパント濃度が高く、所定のドーパント濃度が深い領域に至るまで維持されている特徴を有している。

【0103】

このことから、従来のドーピング方法に比べ、電極との接触抵抗が低減された太陽電池用の半導体基板を製造することが可能となる。

【0104】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明は、特許請求の範囲と均等な範囲でのすべての変更を含むものである。

【符号の説明】

【0105】

50 半導体基板
 55 拡散層
 55a N型拡散層
 55b P型拡散層
 551 第1拡散層
 551a N型第1拡散層
 551b P型第1拡散層
 552 第2拡散層
 552a N型第2拡散層
 552b P型第2拡散層
 57 低濃度拡散層
 60 ドーパント膜
 60a N型ドーパント膜
 60b P型ドーパント膜
 61, 62, 63 変質層
 62a N型変質層
 61b, 62b P型変質層
 65, 66 拡散防止膜

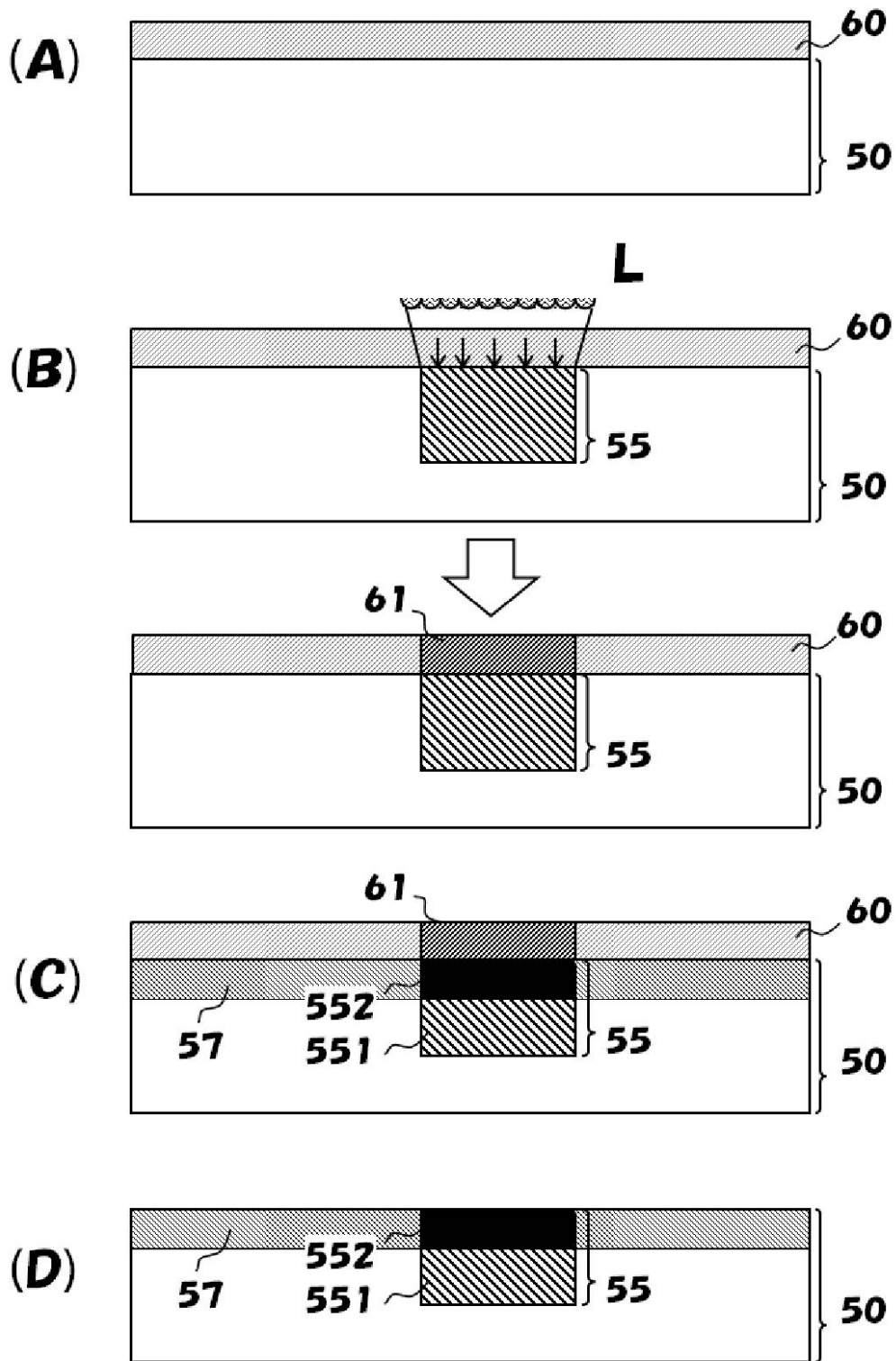
10

20

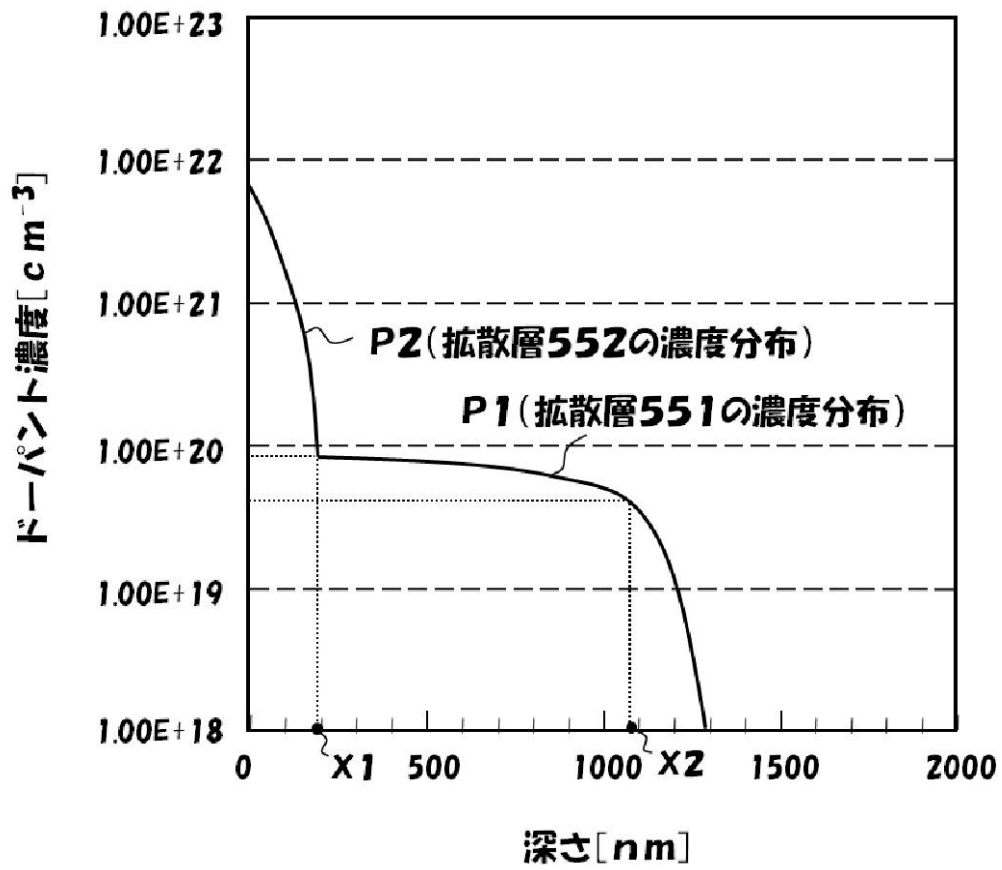
30

40

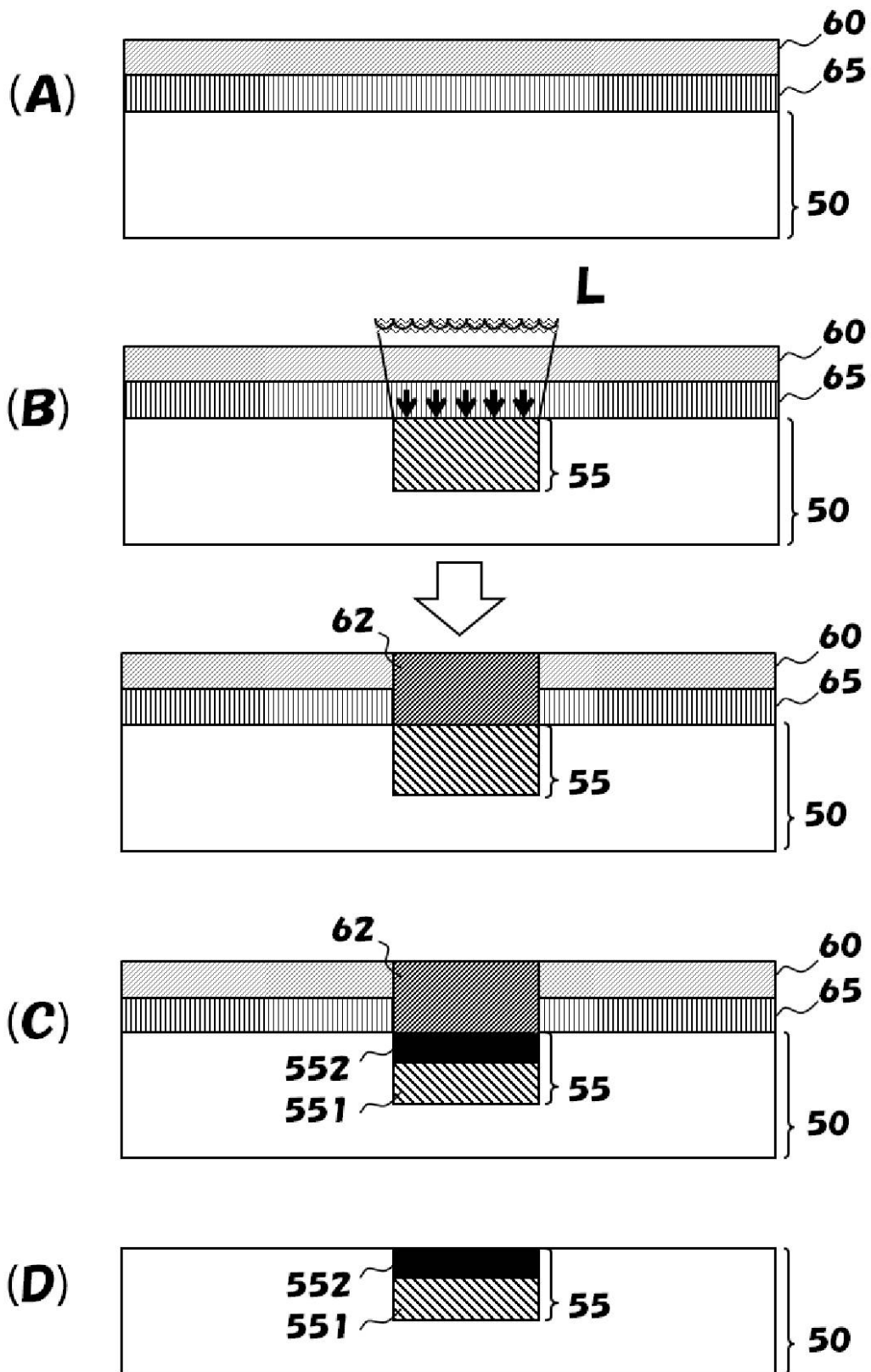
【 図 1 】



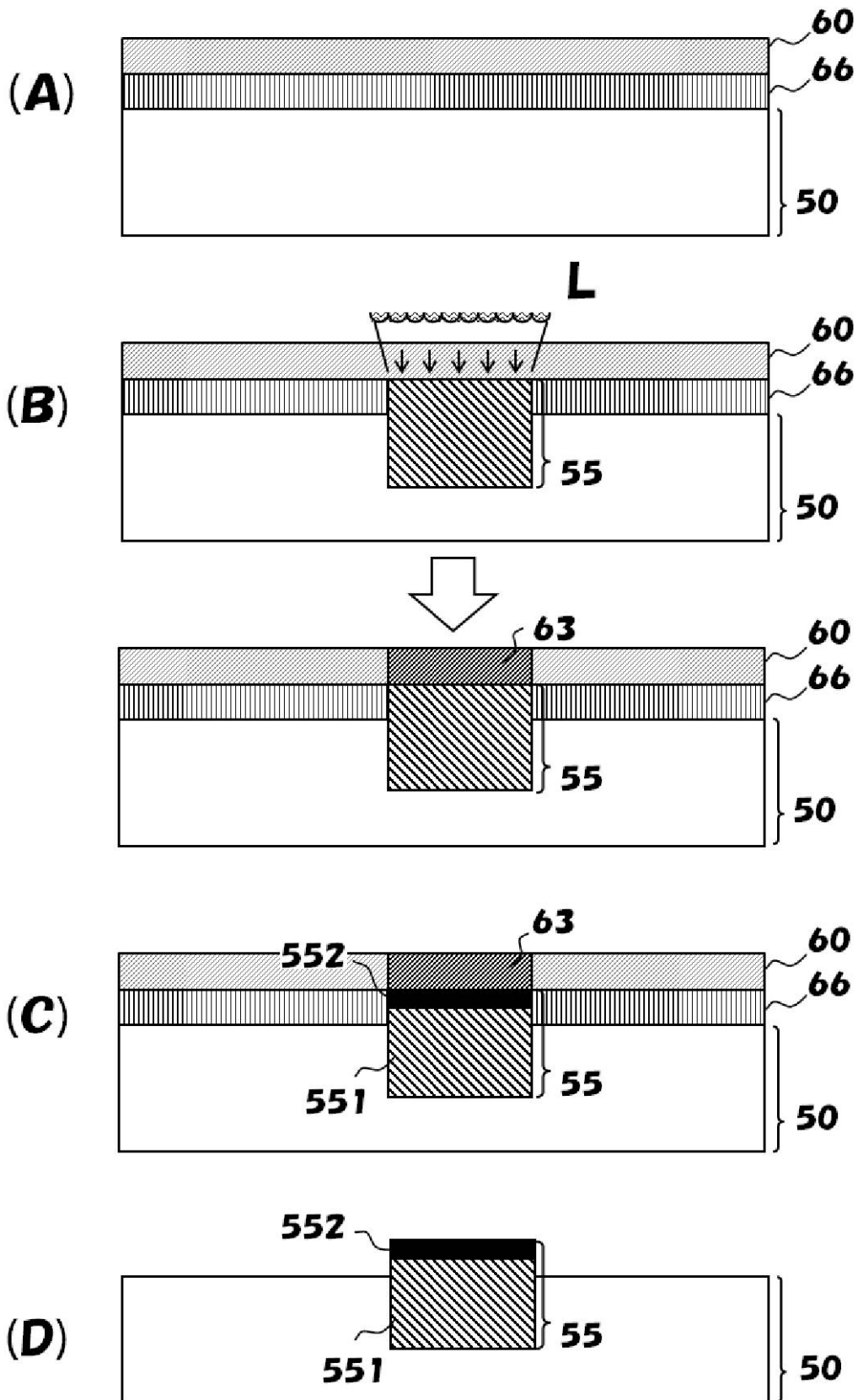
【 図 2 】



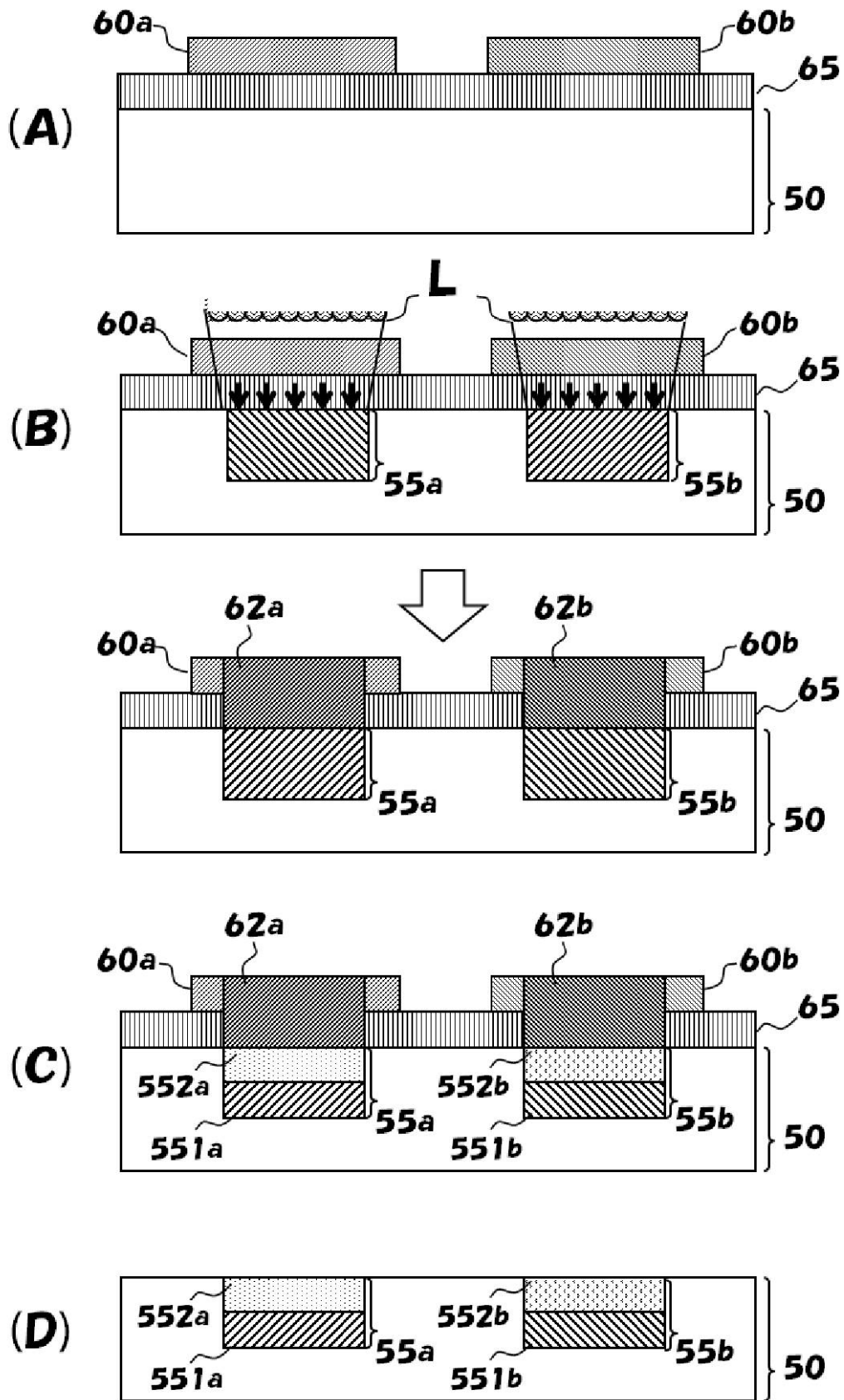
【 図 3 】



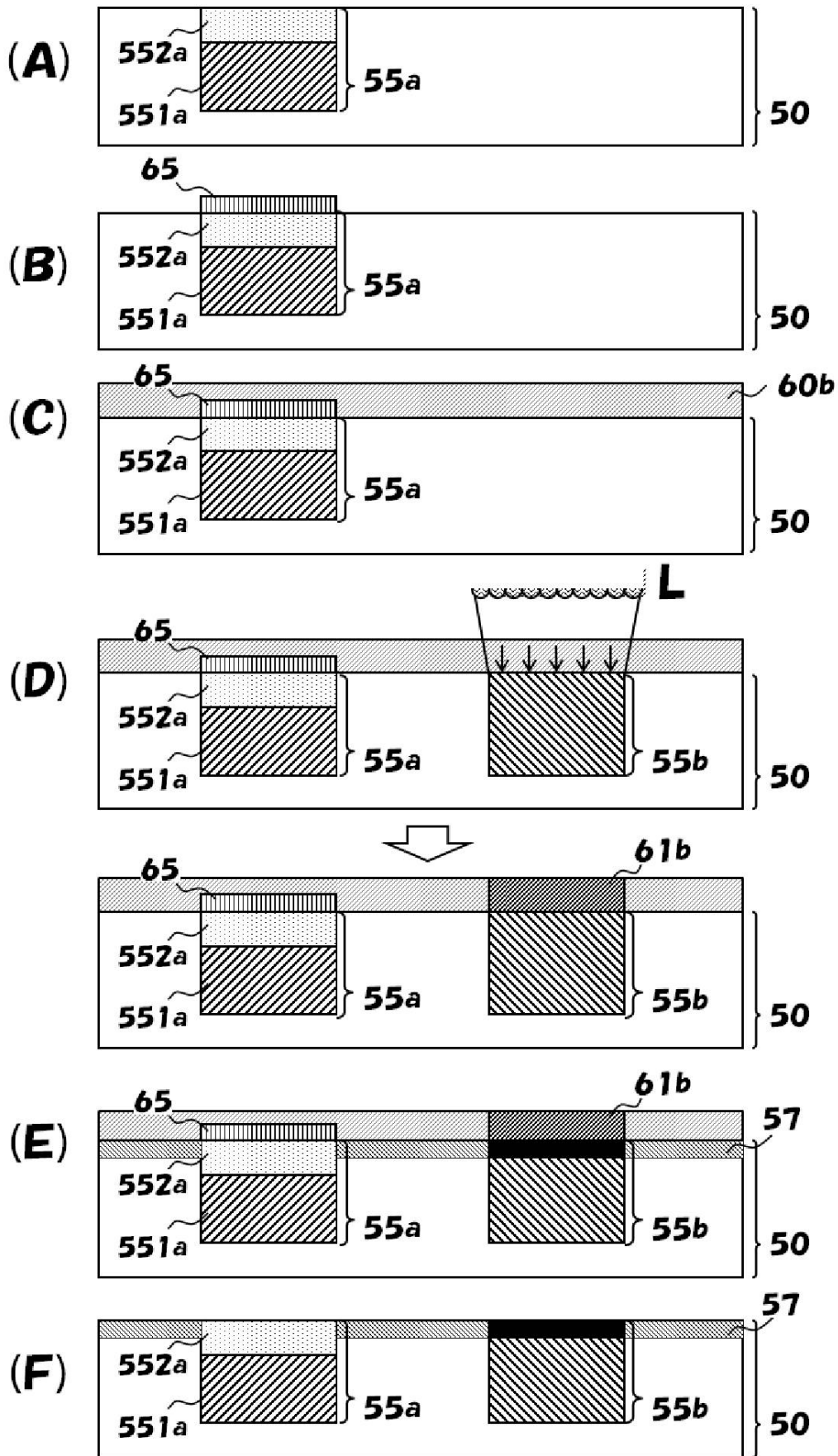
【 図 4 】



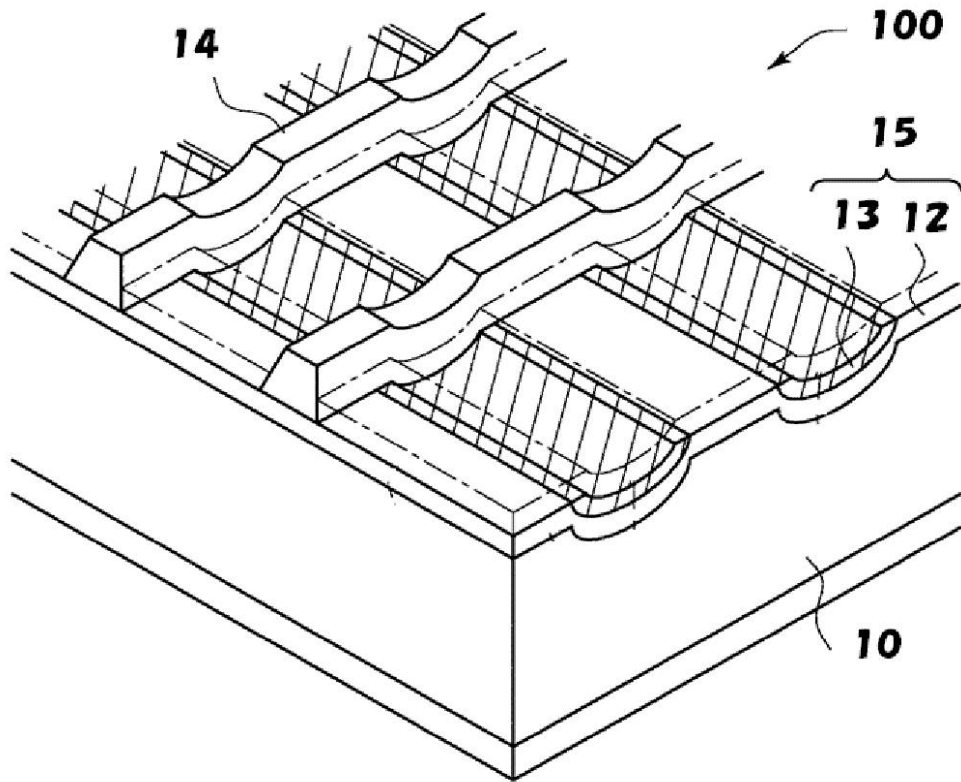
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

