

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成27年8月27日(2015.8.27)

【公表番号】特表2014-532314(P2014-532314A)

【公表日】平成26年12月4日(2014.12.4)

【年通号数】公開・登録公報2014-066

【出願番号】特願2014-535769(P2014-535769)

【国際特許分類】

H 01 L 31/068 (2012.01)

H 01 L 31/18 (2006.01)

H 01 L 21/266 (2006.01)

【F I】

H 01 L 31/06 3 0 0

H 01 L 31/04 4 4 0

H 01 L 21/265 M

【手続補正書】

【提出日】平成27年7月6日(2015.7.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

交差指型背面接触太陽電池を形成するための基板の処理方法であって、

複数の第1の開口を有する第1のマスクを介してn型ドーパントを注入し、対応する複数のn型ドープ領域を前記基板中に形成するステップと、

第2のマスクを介してp型ドーパントの第1の注入を行い、複数の第1のp型ドープ縞状領域を前記基板中に形成するステップであって、前記第2のマスクは複数の縞状開口を有し、前記縞状開口対間の間隔は、前記第1の開口の寸法よりも大きく、前記第2のマスクは、前記n型ドープ領域が前記p型の第1の注入によって注入されないように配置される、ステップと、

第3のマスクを介してp型ドーパントの第2の注入を行い、複数の第2のp型ドープ縞状領域を前記基板中に形成するステップであって、前記第3のマスクは、前記n型ドープ領域が前記p型の第2の注入によって注入されないように配置される、ステップと、を含むことを特徴とする基板の処理方法。

【請求項2】

前記第3のマスクおよび前記第2のマスクは単一のマスクを有し、前記p型ドーパントの第2の注入は、前記第2のマスクおよび前記基板を互いに相対的に90°回転させることにより行う、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記基板のp型ドーパントのプランケット注入を行うステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記n型注入は、前記p型ドーパントの第1および第2の注入後に行う、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記n型ドープ領域はドーピング勾配を含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記ドーピング勾配は、前記第1のマスクと前記基板との距離を調節することにより形成する、請求項5に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記ドーパントはイオンビームを用いて注入され、前記ドーピング勾配は前記イオンビームのコリメーションを調節することにより形成される、請求項5に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記p型ドープ領域はドーピング勾配を含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記ドーピング勾配は前記第2のマスクと前記基板との距離を調節することにより形成される、請求項8に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記ドーパントはイオンビームを用いて注入され、前記ドーピング勾配は前記イオンビームのコリメーションを調整することにより形成される、請求項8に記載の方法。

**【請求項 11】**

交差指型背面接触太陽電池を形成するための基板の処理方法であって、

1以上のマスクを介して少なくとも2ステップでp型ドーパントを注入して碁盤状パターンを形成するステップであって、前記碁盤状パターンの第1の部分は別の部分よりも少量ドープされる、ステップと、

別のマスクを介してn型ドーパントを前記碁盤状パターンの前記第1の部分中に注入するステップと、

を含むことを特徴とする基板の処理方法。

**【請求項 12】**

前記基板のp型ドーパントのプランケット注入を行うステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 13】**

前記n型注入は前記p型ドーパントの注入後に行う、請求項11に記載の方法。

**【請求項 14】**

前記n型ドープ領域はドーピング勾配を含む、請求項11に記載の方法。

**【請求項 15】**

前記p型ドープ領域はドーピング勾配を含む、請求項11に記載の方法。

**【請求項 16】**

前記碁盤状パターンは複数の縞状開口を有するマスクを用いて形成される、請求項11に記載の方法。

**【請求項 17】**

前記n型ドーパントは複数の円形開口を有するマスクを介して注入される、請求項11に記載の方法。

**【請求項 18】**

交差指型背面接触太陽電池であって、

p型ドープ碁盤状パターンであって、前記p型ドープ碁盤状パターンの第1の部分は、別の部分よりも少量ドープされる、p型ドープ碁盤状パターンと、

前記碁盤状パターンの前記第1の部分に位置するn型ドープ領域と、  
を備える、交差指型背面接触太陽電池。

**【請求項 19】**

別の部分よりも多量にドープされた前記碁盤状パターンの第2の部分を更に備える、請求項18に記載の交差指型背面接触太陽電池。

**【請求項 20】**

前記第1の部分および前記第2の部分のそれぞれは1/4の前記碁盤状パターンを含む、請求項19に記載の交差指型背面接触太陽電池。

**【手続補正2】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

**【補正の内容】****【発明の詳細な説明】**

【発明の名称】太陽電池における2次元ドーピングパターンの形成方法。

**【背景技術】****【0001】**

イオン注入は、基板中に導電性を変更する不純物を導入する標準技術である。所望の不純物材料がイオン源中でイオン化され、イオンは加速されて所定のエネルギーのイオンビームを形成し、イオンビームは基板の表面に向けられる。ビーム中のエネルギー性イオンは、バルク基板中に浸透し、基板材料中の結晶格子中に組み込まれて所望の導電性領域を形成する。

**【0002】**

太陽電池は、自然資源を用いない無公害のイコールアクセスエネルギーを提供する。環境的な関心およびエネルギーコストの上昇により、シリコン基板で構成できる太陽電池は、世界的により重要になりつつある。高性能太陽電池の製造または作製コストの低減あるいは高性能太陽電池の効率改善は、太陽電池の実装に世界規模でよい影響を与えただろう。これは、このクリーンなエネルギー技術のより広い利用を可能にするだろう。

**【0003】**

太陽電池は、効率を改善するためにドーピングを必要としうる。ドーパントは、例えば、ヒ素、リンまたはホウ素でありうる。図1は、交差指型背面接觸（IBC）太陽電池の断面図である。IBC太陽電池においては、p-n接合は、太陽電池の裏面上にある。図2に示すように、幾つかの実施形態においては、ドーピングパターンは、p型ドーパント領域203に亘って分散された複数のn型ドーパント領域204を有する。p型ドーパント領域203およびn型ドーパント領域204は適切にドーピングされている。このドーピングは、IBC太陽電池における接合が機能または増加された効率を有することを可能にしうる。

**【0004】**

典型的には、図2に示されたドーパントパターンは、基板上に直接形成されたハードマスクを用いて作られる。例えば、マスク材料を基板全体に塗布することができる。次いで、ハードマスク材料はパターン化されて、nドープされるべき領域においてのみ除去される。続いて、露出された領域は、拡散法、イオン注入法または他の適切なドーピング法を用いてドープされうる。ドーピング処理が完了した後、ハードマスクは除去されうる。適切であれば、この処理は、追加のドープ領域パターンを形成するために繰り返すことができる。

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ハードマスク技術は、（マスク材料の形成、マスク材料のパターン化、ドーピング処理後のマスクの除去を含む）多くの処理ステップを要することに注意されたい。従って、ハードマスク法は時間およびコストがかかる。

**【0006】**

パターン化されたドープ領域の形成が、基板への材料の直接の塗布なしに行うことができれば有益であろう。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

改善されたIBC太陽電池の埋め込み方法が開示される。第1のシャドーマスクを使用してn型ドーパントのパターン化された注入を行い、裏面領域を形成する。次いで、第2

のマスクを用いて p 型エミッタを同一表面上に形成する。第 2 のマスクは、n 型埋め込み領域に配置され、p 型エミッタを形成するように複数の向きで使用されうる。幾つかの実施形態において、p 型プランケット注入も行われる。幾つかの実施形態において、ドーピング勾配が形成される。本開示のより深い理解のために、添付の図面を参照し、ここに参照として組み込む。

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 8】

【図 1】交差指型背面接触太陽電池の断面図である。

【図 2】交差指型背面接触太陽電池の下面図である。

【図 3】マスクを介した注入の断面図である。

【図 4】図 2 の n 型裏面領域を形成するために使用される代表的なマスクである。

【図 5 A】図 2 の p 型エミッタの部分を形成するために使用される代表的なマスクである。

【図 5 B】図 5 A のマスクを用いた注入後の基板の注入領域を示している。

【図 6】図 5 A のマスクを用いた 2 回の注入後の基板の注入領域を示している。

【図 7】n 型および p 型領域を含む基板の注入領域を示している。

【図 8】太陽電池の製造処理のフローチャートである。

【図 9】ドーピング勾配を示している。

【発明を実施するための形態】

【0 0 0 9】

ここで、このシステムの実施形態について、太陽電池に関連して説明する。しかしながら、このシステムの実施形態は、例えば半導体ウェーハまたはフラットパネルとも使用できる。注入機は、例えばビームラインまたはプラズマドーピングイオン注入機でありうる。よって、本発明は、以下に説明する特定の実施形態に限定されない。

【0 0 1 0】

図 3 は、マスクを介した注入の断面図である。基板 100 における特定のイオン注入パターンを所望の場合、マスク 104 を使用しうる。このマスク 104 は、シャドーマスクまたは近接マスクでありうる。マスク 104 は、イオンビーム 101 のバス中に基板 100 の正面に離間されて配置される。基板 100 は、基板 100 を保持する静電または物理力を使用できるプラテン 102 上に載置されうる。マスク 104 は、基板 100 内の所望の注入パターンに対応する開口 105 を有する。開口 105 は、縞状、ドット状または別の形状でありうる。イオンビーム 101 からのドーパント原子は、マスク 104 中の開口 105 を通過しうる。こうして、注入領域 103 のみが基板内に形成される。注入領域 103 は、例えば図 2 の IBC 太陽電池内の n 型裏面領域 204 に対応しうる。

【0 0 1 1】

図 4 は、図 2 の n 型ドーパント領域 204 を形成するために使用できるマスク 104 を表している。マスク 104 の使用により、代わりのハードマスクベースの方法に比べて処理ステップを除去することができる。マスク材料の形成、マスク材料のパターン化、およびドーピング処理後のマスクの除去を含む処理ステップを除去できる。ここで実施形態に開示したように、太陽電池の別の領域を注入するために後の注入を用いることができる。

【0 0 1 2】

太陽電池に採用される特定のドーピングパターンに依存して、単一のシャドーマスクを用いて、図 2 に示したような p 型ドーパント領域 203 を形成することは困難または不可能である。従って、従来の製造処理においては、上述のように、ハードマスクのような別の技術が使用されて p 型ドーパント領域 203 が形成される。これは、イオン注入法、拡散法、またはハードマスクまたは別のマスク技術を用いた別のドーピング法を使用できる。

【0 0 1 3】

p 型ドーパント領域 203 を、1 以上のシャドーマスクの繰り返し使用により形成できれば有利である。図 5 A は、これらのエミッタ領域を形成するために使用しうるマスク 3

00を示しており、図5Bは、基板上に得られた注入領域を示している。マスク300の1回の使用により、基板上に注入縞パターン310が形成される。この注入後に、マスク300および基板は、互いに90°相対的に回転される。これは、マスク300を回転、基板を回転、またはこれらの回転の組み合わせにより行うことができる。幾つかの実施形態において、同一のマスク300を両注入のために使用される。別の実施形態においては、マスク300とは異なる第2のマスクが使用される。複数のマスクを介した注入は、基板周囲の真空を壊すことなく繋げる、または行うことができる。

#### 【0014】

図6は、回転されたマスクを用いて第2の注入が行われた後の基板上に得られた注入パターンを示している。得られたパターンは碁盤状パターンであり、4つの別タイプの領域311、312、313および314を規定している。領域311は、両注入の間マスク300によって被覆され、ドープされなかった領域として規定される。領域312は、両注入の間イオンビームに晒された領域として規定される。領域313は、第1の注入の間に注入された領域として規定され、領域314は、第2の注入の間のみ注入された領域として規定される。

#### 【0015】

幾つかの実施形態において、イオン種、ドーズ量、ドーズエネルギーおよび注入時間は、第1および第2の注入に対して同一である。この実施形態において、領域313および314は、同一のドーズ量を受け、同じ様にドープされる。このシナリオでは、領域312は領域313および314の2倍のドーパント濃度を有している。マスク300は第1および第2の注入の間、n型裏面領域204が完全に領域311内にあるように配置され、その結果、図7に示された注入パターンとなる。

#### 【0016】

この注入パターンは、図2に示されたものに近づいて行くことに注意されたい。こうして、この注入パターンを形成するために、図8に示された1組のステップを使用できるが、別のステップ順序も可能である。

#### 【0017】

まず、ステップS400において、100μmから1000μmの範囲の径を有する複数の円形の開口を有し、n型ドーパント領域204に対応するマスクを、リンまたは別のV族元素または分子等のn型ドーパントの注入の間にシャドーマスクとして用いる。幾つかの実施形態において、この注入は、ドーパントの活性化後に $1 \times 10^{19}$ から $5 \times 10^{19}$ cm<sup>-3</sup>の範囲のn型ドーパント濃度を与えるために、以下の動作パラメータ、すなわち10keVのイオンエネルギーを有するリンイオンの注入、 $2 \times 10^{15}$ cm<sup>-2</sup>のイオンドーズ量で行われる。

#### 【0018】

次に、ステップ410に示すように、縞状パターンを有する複数の開口を有する第2のマスクを使用して、ホウ素または別のIII族元素または分子等のp型ドーパントの第1の注入を行う。この第2のマスク中の各開口間の間隔は、n型注入領域が第2のマスクの開口間に合うように、第1のマスクの開口の寸法よりも大きいことが好ましい。この間隔は、500μmから2000μmの範囲としうる。第2のマスクは、第2のマスクがn型注入領域を被覆するように基板に配置される。ステップ420に示されるように、第2のマスクが配置されると、p型ドーパントの第1の注入が行われる。p型ドーパントの第1の注入は、以下の条件、すなわち10kVのイオンエネルギーを有するホウ素イオン、イオン $1 \times 10^{15}$ cm<sup>-2</sup>のドーズ量を用いることができ、ドーパントの活性化後に $2 \times 10^{18}$ cm<sup>-3</sup>から $10 \times 10^{18}$ cm<sup>-3</sup>のドーパント濃度となる。

#### 【0019】

次に、ステップ430に示されるように、マスクおよび基板は、互いに90°回転され、n型注入領域がマスクにより依然として被覆されるように配置される。上述のように、このステップのために別のマスクも使用できる。ステップ440において、p型ドーパントの第2の注入が行われ、動作パラメータおよび得られたドーズ量は、第1のp型イオン

注入と同じとなりうる。

【0020】

また、n型注入（ステップ400）は、p型注入（ステップ420、440）の後または間に行うことができることに注意されたい。この一連の処理およびシャドーマスクの使用により、IBC太陽電池を形成するのにコストおよび時間のかかる処理を避けることができる。これらのステップは、1または複数のイオン注入機を用いて行うことができる。1つのイオン注入機のみが使用される場合、太陽電池の周囲の真空を壊すことなく連続的に行うことができる。

【0021】

図8に示された一連の処理は、領域311中に最小レベルのp型ドーパント領域を形成するために、p型ドーパントのプランケット注入で補うことができる。このプランケット注入は、図8に示された一連の処理内の任意の時点で行われる。p型ドーパントのプランケット注入は、以下の条件、すなわち10kVのイオンエネルギーを有するホウ素イオン、 $2 \times 10^{14}$ から $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の範囲のイオンドーズ量を使用して、ドーパント活性化後のドーパント濃度を $1 \times 10^{18}$ から $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ にしうる。n型ドーパント領域204におけるドーパント濃度がプランケットp型ドーパント濃度を超えるように、特定の条件が選択されなければならない。

【0022】

この追加のプランケット注入は有益となりうる。例えば、このプランケット注入は、基板の全表面が（n型またはp型に）ドープされるのを保証し、少数キャリアの再結合を低減する役割を果たす。これは、太陽電池の効率を改善する。

【0023】

また、ここで説明した方法においては、均一なp型ドーパント領域はプランケット注入され、n型ドーパント領域はカウンタードープされることが好ましい。規定上、この方法は、エミッタ中に空間変動ドーピングプロファイルを生成する。これは、幾つかの理由により有益である。まず、領域312において局所的に高ドーピング濃度を実現でき、エミッタへの低抵抗オーミック接合を可能にする。第2に、領域312および313において低ドーパント濃度が実現され、再結合を低減して太陽電池の効率を改善する。最後に、領域311においてより低いドーパント濃度が実現され、エミッタとBSFとの間の短絡の可能性を有益に低減することができる。領域311における低ドーピング濃度は、BSF領域204のカウンタードーピングの必要な注入ドーズ量の低減も可能にする。

【0024】

以上の図は、基板の部分または領域が注入されると、その部分内の全ての位置は同一のドーズ量を受けることを示している。これは、イオンビームがコリメーション上の厳しい精度要件を有するようにするか、あるいはシャドーマスクを基板に接近させることによりなされうる。

【0025】

しかしながら、別の実施形態においては、n型ドーパント領域204、およびエミッタ領域311、312、313および314のためにドーパント勾配を有することが有利になりうる。全てのイオンビームは、空間電荷効果またはビームブローアップ等により固有の角度ばらつきを有している。この角度ばらつき、または非コリメーションは、注入または非注入領域との間の遷移が、図に示されたように急峻ではなくなることを意味している。

【0026】

図9は、基板中のドーズ濃度と開口位置との関係のグラフを示している。グラフ上にイオンビームが通過する開口401を有するマスク400がある。開口直下の領域402は、完全なドーズのイオンが注入されうる。しかし、開口401に隣接する領域403も、ある量のイオンに晒される。領域403の形状および寸法は、イオンビームのコリメーションに依存しうる。よって、マスク400と基板との間の距離を変更すること、またはイオンビームのコリメーションを調整することにより、図7の全注入領域に対してドーピン

グ勾配を形成することができる。さらに、基板に対するイオンビームの入社角度を変更することにより、開口の片側のみの上の隣接領域 403 の形状を変更することができる。この勾配は、さらに p-n 接合の急峻性を低減しうる。

#### 【0027】

本開示は、n 型領域は円形であるのに対して、p 型領域は碁盤状に形成されることを仮定しているが、本開示はこの実施形態に限定されない。例えば、円形注入領域は p 型とし、碁盤状パターンは n 型ドーパントとすることができる。

#### 【0028】

本開示は、ここで説明した特定の実施形態によって範囲が限定されない。実際、ここで説明した開示に加えて、本開示の別の様々な実施形態および本開示への変更は、上述の説明および添付の図面から当業者には明らかであろう。よって、このような別の実施形態および変更は、本開示の範囲内にあることを意図している。さらに、本開示は、特定目的のための特定環境における特定実装に関してここで説明したが、当業者は、その有用性はそれに限定されず、本開示は多くの目的のための多くの環境に有益に実装されうることを理解されよう。よって、以下に記載された特許請求の範囲は、ここで説明した本開示の広さおよび精神を考慮して解されるべきである。

#### 【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図8】

図8

