(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4818095号
(P4818095)
(45)発行日　平成23年11月16日(2011.11.16)　(24)登録日　平成23年9月9日(2011.9.9)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 31/04	(2006.01)	H01L	31/04	H
B41M 1/10	(2006.01)	B41M	1/10	
B41F 17/14	(2006.01)	B41F	17/14	E

請求項の数 3　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2006-346430 (P2006-346430)
(22)出願日　平成18年12月22日 (2006.12.22)
(65)公開番号　特開2008-159798 (P2008-159798A)
(43)公開日　平成20年7月10日 (2008.7.10)
審査請求日　平成20年5月22日 (2008.5.22)

(73)特許権者　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(74)代理人　100133514
弁理士　寺山　啓進
(74)代理人　100122910
弁理士　三好　広之
(74)復代理人　100117064
弁理士　伊藤　市太郎
(72)発明者　平　茂治
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内

審査官　和田　将彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】太陽電池

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光電変換部と、前記光電変換部の表面上に形成された集電極とを備える太陽電池であって、
前記集電極は、導電性ペーストより形成されており、フィンガー電極と、複数の前記フィンガー電極と交わるバスバー電極とを有し、
前記バスバー電極の電極パターンは、複数の直線パターンまたは曲線パターンが接続部において繋ぎあわされることにより全体としてノコギリ刃状の凹凸形状を有し、
前記凹凸形状は、前記バスバー電極の長手方向に対して垂直の短手方向における前記バスバー電極の中心に前記接続部が配置されないように構成されていること、を特徴とする太陽電池。
【請求項２】
請求項１に記載の太陽電池において、
前記直線パターンは、前記長手方向に対して傾斜していること、を特徴とする太陽電池。
【請求項３】
請求項１または２のいずれかに記載の太陽電池において、
前記フィンガー電極は互いに平行に配置され、
前記直線パターンと、前記フィンガー電極とは、鋭角に交わっていること、を特徴とする太陽電池。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、凹版を用いて光入射面に集電極を形成する太陽電池集電極の形成装置及び太陽電池集電極の形成方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
太陽電池は、クリーンで無尽蔵なエネルギー源である太陽からの光を直接電気に変換できることから、環境に優しい新しいエネルギー源として注目されている。
【０００３】
太陽電池は、光入射により光生成キャリアを発生する光電変換部の光入射面及び背面に、出力取り出し用の１対の電極を形成することによって作製されるのが一般的である。この場合、光入射面上に設けられる電極は、入射光を遮る面積をできるだけ小さくするために、複数の幅狭のフィンガー電極及び幅広のバスバー電極を有する櫛型形状に形成される。
【０００４】
しかし、入射光を遮る面積をできるだけ小さくするためにフィンガー電極を細くすると、電気を流す効率が低下し、太陽電池の変換効率の低下を招く。したがって、より多くの電気を流し、より多くの光を光電変換部まで到達させるためには、フィンガー電極を細く、且つ高く形成することが望まれる。
【０００５】
従来の太陽電池の電極形成はスクリーン印刷法を使用していた。スクリーン印刷法は、平坦なガラス等の対象物に対してフィラーの少ないインクを印刷する場合に、非常に細いラインを形成することができる。しかし、太陽電池のフィンガー電極のように、下地体（光電変換部）の表面に凹凸形状が存在し、フィラーのサイズが大きい導電性ペーストを細く且つ高く形成するには限界があった。
【０００６】
そこで、スクリーン印刷法の代わりに凹版オフセット印刷法を用いて、太陽電池の集電極を形成する技術が提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【０００７】
凹版オフセット印刷では、先ず、集電極のパターンが形成された凹部を有する版（凹版）の表面にドクター刃を当てて移動することにより、凹部内に導電性ペーストを埋め込む。この工程をドクタリング工程という。この時、ドクター刃が均一に圧力を版へ加えるように、ドクター刃が撓んだ状態で凹版の表面を移動させる。次に、凹部内に埋め込まれた導電性ペーストをブランケットに移行させる。最後に、ブランケット上の導電性ペーストをワーク（光電変換部）上に転写する。
【０００８】
【特許文献１】特開平６－１５１９１３号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
しかしながら、凹版を用いたオフセット印刷法を太陽電池の集電極形成に適用するには、以下に示すような問題点がある。
【００１０】
通常、集電極のパターンは、一方向に長い直線状のパターンや複数の方向に伸びる直線状のパターンを含む。ドクタリング工程において集電極の直線部分にドクター刃が平行に交わってしまうと、ドクター刃が版の凹部内に落ち込み、凹部内から導電性ペーストが掻き出されたり、凹部以外の部分に導電性ペーストが残留したりすることで、版に形成されたパターン通りに集電極を形成できない場合がある。
【００１１】

特に、アスペクト比の高い太陽電池の集電極を形成する場合、凹部が深くなるため上記問題点が顕著になる。

【００１２】

本発明は、上記問題点を解決するために成されたものであり、その目的は、版に形成された凹部のパターン通りにフィンガー電極及びバスバー電極を形成できる太陽電池集電極の形成装置及び太陽電池集電極の形成方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明の第１の特徴は、光入射により光生成キャリアを発生する光電変換部の光入射面上に、光生成キャリアを収集する複数のフィンガー電極及びこの複数のフィンガー電極が収集した光生成キャリアを収集するバスバー電極を形成する太陽電池集電極の形成装置であって、この装置が、フィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンに形成された凹部を有する版と、版の表面を移動することにより凹部内に導電性材料を埋め込むドクター刃と、凹部内に埋め込まれた導電性材料を光電変換部の光入射面上に転写する転写手段とを有し、フィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの少なくともいずれか一方は、複数の直線パターン或いは曲線パターンを繋ぎ合わせて形成されていることである。

【００１４】

本発明の第２の特徴は、光入射により光生成キャリアを発生する光電変換部の光入射面上に、光生成キャリアを収集する複数のフィンガー電極及びこの複数のフィンガー電極が収集した光生成キャリアを収集するバスバー電極を形成する太陽電池集電極の形成方法であって、この方法が、フィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンに形成された凹部を有する版の表面にドクター刃を当てて移動させることにより凹部内に導電性材料を埋め込む第１の工程と、凹部内に埋め込まれた導電性材料を光電変換部の光入射面上に転写する第２の工程とを有し、フィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの少なくともいずれか一方は、複数の直線パターン或いは曲線パターンを繋ぎ合わせて形成されていることである。

【００１５】

版の凹部をドクター刃が移動する時、ドクター刃の方向がフィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの長辺に対して平行に交わってしまうと、ドクター刃が凹部内に落ち込み、凹部内から導電性ペーストが掻き出されたり、凹部以外の部分に導電性ペーストが残留したりすることで、版に形成されたパターン通りに集電極を形成できない。そこで、フィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの少なくともいずれか一方が複数の直線パターン或いは曲線パターンを繋ぎ合わせて形成されていることにより、ドクター刃がフィンガー電極又はバスバー電極の電極パターンの長辺に対して平行に交わっても、ドクター刃はフィンガー電極又はバスバー電極の電極パターンを構成する各直線パターン或いは各曲線パターンの長辺に対して斜めに交わるため、ドクター刃が凹部内に落ち込むことが無くなる。よって、凹部内から導電性ペーストが掻き出されたり、凹部以外の部分に導電性ペーストが残留したりすることも無くなり、版に形成されたパターン通りにフィンガー電極及びバスバー電極を形成することができる。

【００１６】

本発明の第１及び第２の特徴において、フィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの長辺方向がドクター刃の移動方向に対して傾斜していることが望ましい。これにより、ドクター刃をフィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの長辺に対して斜めに交わるようにすることができる。

【００１７】

本発明の第１及び第２の特徴において、版の電極パターンにおいて、フィンガー電極とバスバー電極は垂直よりも傾斜した角度で交わっていることが望ましい。これにより、ドクター刃をフィンガー電極の電極パターンの長辺及びバスバー電極を構成する複数の直線パターンの長辺に対して斜めに交わるようにすることができる。

【００１８】

本発明の第１及び第２の特徴において、ドクター刃がドクター刃の移動方向に対して傾斜していても構わない。これにより、ドクター刃をフィンガー電極及びバスバー電極の電極パターンの長辺に対して斜めに交わるようにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付している。

【００２０】

図１（ａ）及び図１（ｂ）を参照して、本発明の実施の形態に係わる太陽電池集電極の形成装置が備える版について説明する。太陽電池は、光入射により光生成キャリアを発生する光電変換部と、光電変換部で発生した光生成キャリアを取り出すための正負１対の電極とを備えている。正負１対の電極は、光電変換部の表面及び裏面に設けられる。或いは、光電変換部の裏面に正負一対の電極が設けられる場合もある。光電変換部の表面に入射する光のみから光生成キャリアを生成し、且つ１対の電極のうち一方の電極が光電変換部の表面（＝光入射面）に設けられる場合、入射光を遮る面積をできるだけ小さくするために、前記した一方の電極は、複数の幅狭のフィンガー電極と幅広のバスバー電極とを組み合わせて例えば櫛型状の形状に形成される。フィンガー電極は光電変換部で生成された光生成キャリアの収集用の電極であり、光電変換部の表面のほぼ全域にわたって、例えば５０μｍ程度の幅を有する直線状のフィンガー電極が２ｍｍおきに配されている。また、バスバー電極は、複数のフィンガー電極で収集された光生成キャリアの集電用の電極であり、例えば、約１．５ｍｍの幅で総てのフィンガー電極と交差するように、直線状に形成される。また、バスバー電極の数は、太陽電池の大きさや抵抗を考慮して適宜適当な数に設定される。

【００２１】

また、光電変換部がその表面のみならず裏面からの光入射により光生成キャリアを発生することができる場合、光電変換部の光入射面には、光電変換部の表面のみならず裏面も含まれる。よって、光電変換部の表面及び裏面上にも同様にしてフィンガー電極及びバスバー電極が形成される。

【００２２】

光電変換部は、ｐｎ或いはｐｉｎ接合などの半導体接合を有しており、単結晶Ｓｉ、多結晶Ｓｉ等の単結晶系半導体材料、非晶質Ｓｉ系合金或いはＣｕＩｎＳｅ等の薄膜半導体材料、或いはＧａＡｓ、ＩｎＰ等の化合物半導体材料等の半導体材料から構成されている。また、最近では色素増感型等の有機半導体材料を用いたものも検討されている。また、光電変換部の光入射面には透明電極が表出しているが、窒化珪素膜や酸化珪素膜などが表出していても構わない。

【００２３】

集電極（フィンガー電極及びバスバー電極）は、導電性材料によって形成され、その一例として、エポキシ樹脂をバインダー、導電性粒子をフィラーとした熱硬化型導電性樹脂などの導電性ペーストより形成されている。集電極のフィラーは、電気伝導性を得ることを目的としており、その組成は、銅、銀、ニッケル、アルミニウム、錫、金などから選ばれる少なくとも１種の金属粒子、もしくはこれらの合金、混合などが適用できる。フィラーの形状は、フレーク状のものと球状のものを混合したり、大きさの異なるものを混合することにより、電気導電性を高める工夫を施すこともできる。また、集電極のバインダーは、フィラーを接着することを主目的としており、信頼性を維持するためには、耐湿性や耐熱性に優れていることが要求される。これらを満たすバインダーの材料としては、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂などが挙げられ、これらから選ばれる少なくとも一種、あるいは、これらの樹脂の混合、共重合などを適用することができる。

【００２４】

また、光電変換部が結晶系半導体等、非晶質半導体に比べ高い耐熱性を有する材料から

構成される場合には、導電性樹脂として樹脂型導電性樹脂よりも高温で焼成・硬化される導電性樹脂材料を用いることができる。例えば、銀、アルミニウムなどの金属粉末と、ガラスフリットと、有機質ビヒクルなどから構成される焼成型の導電性樹脂を用いることができる。

【００２５】

本発明の実施の形態に係わる太陽電池集電極の形成装置は、光電変換部の光入射面上に、複数のフィンガー電極及びバスバー電極を含む集電極を形成する装置である。太陽電池集電極の形成装置は、図１（ａ）に示すような、フィンガー電極の電極パターン１２及びバスバー電極の電極パターン１３に形成された凹部を有する版１１を備える。版１１は、例えばステンレスで形成された平板であって、凹部はエッチング加工により形成される。版１１の表面に形成された凹部は、フィンガー電極の電極パターン（以後、「フィンガー電極パターン」という）１２及びバスバー電極の電極パターン（以後、「バスバー電極パターン」という）１３に形成されている。なお、版１１の材質は、ステンレスに限定されず、ステンレス銅、ガラス、樹脂などを用いることができる。

【００２６】

フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の形状及び寸法は、光電変換部に形成されるフィンガー電極及びバスバー電極のそれと同じである。フィンガー電極パターン１２は、互いに平行に配置された、複数の直線状のパターンであり、バスバー電極パターン１３は、フィンガー電極パターン１２に対して垂直に配置された、直線状のパターンである。フィンガー電極パターン１２の寸法の一例としては、長さＬが１０ｃｍ、深さＨが２０μｍ、幅Ｗが５０μｍ、ピッチが２ｍｍである。また、バスバー電極パターン１３の寸法の一例としては、長さが１０ｃｍ、深さが２０μｍ、幅が１．５ｍｍである。

【００２７】

図２は図１（ａ）の点線で囲んだ領域１０を拡大した平面図であり、バスバー電極パターン１３の詳細な形状を説明する。バスバー電極パターン１３は、複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成されている。複数の直線パターンの両端が接続され、バスバー電極パターン１３全体がノコギリの刃のような凹凸形状を有する。各直線パターンはフィンガー電極パターン１２に対して傾斜している。各直線パターンの形状、寸法はほぼ同じであるが、直線パターンの形状又は寸法を変えても構わない。また、バスバー電極パターン１３を直線パターンの代わりに曲線パターンが繋ぎ合わせて形成しても構わない。また、バスバー電極パターン１３の代わりにフィンガー電極パターン１２を、或いは、バスバー電極パターン１３及びフィンガー電極パターン１２の両方を、前記したように、複数の直線パターン又は曲線パターンを繋ぎ合わせて形成してもよい。

【００２８】

図３の斜視図は、図１（ａ）の版１１の表面をドクター刃１４が移動する様子を示す。本発明の実施の形態に係わる太陽電池集電極の形成装置は、図１（ａ）に示した版１１の表面を移動することにより凹部（１２、１３）内に導電性材料（例えば、導電性ペースト）を埋め込むドクター刃１４を備える。図３に示すように、版１１の表面にドクター刃１４の先端を当てた状態で、図３の矢印に示す方向Ｄ（ドクター刃の移動方向）に、版１１の表面上でドクター刃１４を移動させる。勿論、ドクター刃１４を固定して版１１を矢印の方向Ｄとは逆の方向に移動させても構わない。これにより、版１１の表面上に予め堆積されている導電性ペースト１５は凹部１２、１３の内部へ埋め込まれる。ドクター刃１４は例えば可撓性を有する平板で形成され、ドクター刃１４の先端と版１１の表面に接する部分は直線状となる。ドクター刃１４の移動方向Ｄとドクター刃１４の先端は直交している。ドクター刃１４が版１１の表面を移動する際、ドクター刃１４はバスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わり、フィンガー電極パターン１２の長辺に対して垂直に交わる。

【００２９】

版１１の凹部１２、１３の上をドクター刃１４が移動する時、ドクター刃１４の方向が

バスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わる場合を考える。この場合、図２に示したような凹凸形状が形成されていないと、ドクター刃１４が凹部１３内に落ち込んでしまう。これにより、凹部１３内から導電性ペースト１５が掻き出されたり、凹部１３以外の部分に導電性ペースト１５が残留したりすることで、版１１に形成されたパターン通りにバスバー電極を形成できない。そこで、バスバー電極パターン１３を図２のように複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成することにより、ドクター刃１４が、複数の直線パターンの長辺に対して斜めに交わるようになり、ドクター刃１４が凹部１３内に落ち込むことが無くなる。よって、凹部１３内から導電性ペースト１５が掻き出されたり、凹部１３以外の部分に導電性ペースト１５が残留したりすることも無くなり、版１１に形成されたパターン通りにバスバー電極を形成することができる。

【００３０】

図４の斜視図は、ブランケット１６を用いて図２の版１１の凹部１２、１３内に埋め込まれた導電性ペースト１５を取り出す様子を示す。また、図５の斜視図は、ブランケット１６上へ移行した導電性ペースト１５を光電変換部１７の光入射面上に転写する様子を示す。本発明の実施の形態に係わる太陽電池集電極の形成装置は、凹部１２、１３内に埋め込まれた導電性ペースト１５を光電変換部１７の光入射面上に転写する転写手段を有する。実施の形態においては転写手段の一例として、図４及び図５に示すような円柱状のブランケット１６を挙げる。ブランケット１６は、図４に示すように、版１１の表面上を転がることにより、版１１の凹部１２、１３内に埋め込まれた導電性ペースト１５を取り出す。そして、図５に示すように、ブランケット１６が光電変換部１７の光入射面上を転がることにより、ブランケット１６上の導電性ペースト１５が光電変換部１７の光入射面上に転写される。このようにして、太陽電池のフィンガー電極２２及びバスバー電極２３が光電変換部１７上に形成される。ブランケット１６は、例えば、中心部をアルミニウム、外周部をシリコン等からなるゴムで形成されている。外周部は、シリコンゴム以外にも、アクリルニトリルブタジエンゴム等を用いても構わない。

【００３１】

（第１の比較例）

上記した本発明の実施形態では、版１１の表面に形成されたバスバー電極パターン１３は、図２に示したような複数の直線パターンを繋ぎ合わせた形状を有する。よって、ドクター刃１４を用いて導電性ペースト１５を凹部１２，１３の内部へ埋め込む工程（ドクタリング工程）において、ドクター刃１４は、バスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わっても、バスバー電極パターン１３を構成する各直線パターンに平行に交わることはないため、ドクター刃１４が凹部１３内に落ち込むことがない。これに対する第１の比較例として、バスバー電極パターンが１つの直線パターンからなる場合について説明する。

【００３２】

図６（ａ）に示すように、第１の比較例に係わる版１１は、フィンガー電極パターン５２及びバスバー電極パターン５３に形成された凹部を有する。バスバー電極パターン５３は１つの直線パターンからなり、１つの直線パターンの長辺は、フィンガー電極パターン５２の長辺に対して垂直である。つまり、第１の比較例では、図２に示したような、複数の直線パターンを繋ぎ合わせたバスバー電極パターン１３とは異なり、直線状のバスバー電極パターン５３に形成された凹部を備える版１１を使用する。

【００３３】

図６（ｂ）は、第１の比較例に係わるドクタリング工程において、版１１の表面をドクター刃１４が移動する様子を示す。ドクター刃１４は、版１１の表面を移動することにより凹部（５２、５３）内に導電性ペースト１５を埋め込む。第１の比較例に係わるドクタリング工程は、本発明の実施の形態（図３）と同じである。即ち、ドクター刃１４が版１１の表面を移動する際、ドクター刃１４はバスバー電極パターン５３の長辺に対して平行に交わり、フィンガー電極パターン５２の長辺に対して垂直に交わる。なお、ドクター刃１４の移動方向Ｄとドクター刃１４の先端は直交している。

【００３４】
図７は、図６（ｂ）のドクタリング工程を経て、光電変換部上に転写されたフィンガー電極６２及びバスバー電極６３の交差部分を拡大した平面図である。図７の矢印の方向がドクター刃１４の移動方向Ｄである。ドクター刃１４がフィンガー電極６２からバスバー電極６３へ移行する接続箇所６８において、フィンガー電極６２が版１１の凹部の形状よりも細くなってしまう。ドクター刃１４がバスバー電極６３からフィンガー電極６２へ移行する接続箇所６９において、フィンガー電極６２及びバスバー電極６３の両方がそれぞれの凹部の形状よりも太くなってしまう。なお、図７の点線は、版に形成された電極パターンを示している。図７には示さないが、ドクター刃１４がバスバー電極パターン５３の長辺に平行に交わるため、ドクター刃がバスバー電極パターン５３内に落ち込み、バスバー電極パターン５３内から導電性ペースト１５が掻き出されてしまう。よって、バスバー電極６３にカスレが生じてしまう。
【００３５】
（第２の比較例）
第１の比較例では、ドクタリング工程においてドクター刃１４がバスバー電極パターン５３の長辺に対して平行に交わる場合について説明した。第２の比較例では、ドクター刃１４の移動方向Ｄを９０度回転させて、図８に示すように、ドクター刃１４がフィンガー電極パターン５２の長辺に対して平行に交わるようにドクタリング工程を実施する。なお、第２の比較例で使用する版１１は、図６（ａ）に示した版１１と同じように、直線状のバスバー電極パターン５３に形成された凹部を有する。
【００３６】
図９は、図８のドクタリング工程を経て、光電変換部上に転写されたフィンガー電極６２及びバスバー電極６３の交差部分を拡大した平面図である。図９の矢印の方向がドクター刃１４の移動方向Ｄである。ドクター刃１４がバスバー電極６３からフィンガー電極６２へ移行する接続箇所において、フィンガー電極６２及びバスバー電極６３は版１１の凹部の形状通りに形成される。しかし、ドクター刃１４がフィンガー電極６２からバスバー電極６３へ移行する接続箇所７０において、フィンガー電極６２が凹部の形状よりも太くなってしまう。なお、図９の点線は、版１１に形成された電極パターンを示している。図９には示さないが、ドクター刃１４がフィンガー電極パターン５２の長辺に平行に交わるため、ドクター刃１４がフィンガー電極パターン５２内に落ち込み、フィンガー電極パターン５２内から導電性ペースト１５が掻き出されてしまう。よって、フィンガー電極６２にカスレが生じてしまう。
【００３７】
ここで、図１０（ａ）及び図１０（ｂ）を参照して、ドクタリング工程においてドクター刃１４が導電性ペースト１５を凹部１２内に埋め込む様子を説明する。そして、図１１（ａ）及び図１１（ｂ）を参照して、ドクター刃１４がバスバー電極パターン５３内に落ち込み、バスバー電極パターン５３内から導電性ペースト１５を掻き出し、掻き残してしまう様子を説明する。
【００３８】
図１０（ａ）及び図１０（ｂ）に示すように、可撓性を有する平板状のドクター刃１４の先端を版１１の表面に当て、ドクター刃１４を撓ませることで所定の圧力を版１１へ加える。この状態で、版１１の表面上をドクター刃１４が矢印の方向に移動する。予め、版１１の表面上に堆積された導電性ペースト１５は、ドクター刃１４と共に移動し、凹部１２を通過する際に、凹部１２内に埋め込まれる。凹部１２内に埋め込まれなかった残りの導電性ペースト１５は、凹部１２以外の版１１の表面上に残留することなく、ドクター刃１４により掻き取られる。なお、ドクター刃１４は、例えばステンレスで形成された薄い平板からなり、その厚みは、例えば、２００μｍ程度である。
【００３９】
図１１（ａ）及び図１１（ｂ）に、凹部の幅が狭い場合と広い場合における、凹部を通過する際のドクター刃１４の先端Ｂの軌跡を示す。前述したように、ドクター刃１４が電

極パターンの長辺に平行に交わる場合、ドクター刃１４が凹部内に落ち込む。この際に、凹部に埋め込まれるはずの導電性ペースト１５の一部をドクター刃１４が掻き取ってしまう。そして、掻き取った後に、凹部に隣接して導電性ペースト１５の一部を掻き残してしまう。凹部内の導電性ペースト１５をドクター刃１４が掻き取ってしまうことにより、集電極の厚みが凹部の深さよりも薄くなる、「カスレ」が生じる。また、凹部に隣接して導電性ペースト１５の一部を掻き残してしまうことにより、集電極の幅が凹部の幅よりも太くなってしまう。

【００４０】

図１１（ｂ）に示すように、バスバー電極など比較的に幅広の電極パターンの場合、凹部内から掻き出されてしまう導電性ペースト１５の量７１、凹部に隣接して掻き残してしまう導電性ペースト１５の量７２は多くなる。凹部内から掻き出されてしまう導電性ペースト１５の量７１が多くなれば、集電極を電流が流れる効率が低下し、光電変換効率の低下を招く。そして、凹部に隣接して掻き残してしまう導電性ペースト１５の量７２が多くなれば、光電変換部に到達する光の量が低下して、光電変換効率の低下を招く。

【００４１】

以上説明したように、本発明の実施の形態によれば、以下の作用効果が得られる。

【００４２】

太陽電池集電極の形成装置は、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３に形成された凹部を有する版１１と、版１１の表面を移動することにより凹部内に導電性ペースト１５を埋め込むドクター刃１４と、凹部内に埋め込まれた導電性ペースト１５を光電変換部１７の光入射面上に転写する転写手段としてのブランケット１６とを有する。そして、バスバー電極パターン１３は、複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成されている。

【００４３】

そして、上記した形成装置を用いて実施する太陽電池集電極の形成方法は、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３に形成された凹部を有する版１１の表面にドクター刃１４を当てて移動させることにより、凹部内に導電性ペースト１５を埋め込む第１の工程（ドクタリング工程：図３）と、凹部内に埋め込まれた導電性ペースト１５を光電変換部１７の光入射面上に転写する第２の工程（図４及び図５）とを有する。そして、第１の工程で使用する版１１のバスバー電極パターン１３は、複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成されている。

【００４４】

版１１の凹部の上をドクター刃１４が移動する時、ドクター刃１４の方向がバスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わってしまうと、ドクター刃１４が凹部内に落ち込み、凹部内から導電性ペースト１５が掻き出されたり、凹部以外の部分に導電性ペースト１５が残留したりすることで、版１１に形成されたパターン通りにバスバー電極を形成できない。そこで、バスバー電極パターン１３を複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成することで、ドクター刃１４の方向がバスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わっても、ドクター刃１４がバスバー電極パターン１３を構成する各直線パターンの長辺に対して斜めに交わるため、ドクター刃１４が凹部内に落ち込むことが無くなる。よって、凹部内から導電性ペースト１５が掻き出されたり、凹部以外の部分に導電性ペースト１５が残留したりすることも無くなり、版１１に形成されたパターン通りにフィンガー電極２２及びバスバー電極２３を形成することができる。

【００４５】

なお、本発明の実施の形態では、図２に示したように、バスバー電極パターン１３を相互に繋ぎ合わされた複数の直線パターンで構成した場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。バスバー電極パターン１３の代わりにフィンガー電極パターン１２を、図２に示すような、相互に繋ぎ合わされた複数の直線パターンで構成しても、或いは、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の両方を、図２に示すような、相互に繋ぎ合わされた複数の直線パターンで構成しても、実施の形態と同様な作用効果

が得られる。

【００４６】

（第１の変形例）

上記した本発明の実施形態では、ドクタリング工程において、図３のように、ドクター刃１４がフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺に対して垂直及び平行に交わる場合について説明した。本発明はこれに限定されることはなく、ドクター刃１４がフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺に対して斜めに交わっても構わない。

【００４７】

図１２に示すように、第１の変形例に係わる版１１は、図１と同様に、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３に形成された凹部を有する。ドクター刃１４の移動方向Ｄが本発明の実施形態と異なるため、版１１の外形に対する電極パターン１２、１３の向きが異なるが、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の形状及び寸法、特に、図２に示したバスバー電極パターン１３のノコギリ状の形状、版１１の材質などその他の点については、本発明の実施形態と同様である。

【００４８】

図１３は、第１の変形例に係わるドクタリング工程において、版１１の表面をドクター刃１４が移動する様子を示す。ドクター刃１４は、版１１の表面を移動することにより凹部（１２、１３）内に導電性ペースト１５を埋め込む。第１の変形例においては、ドクター刃１４が版１１の表面を移動する際、ドクター刃１４はフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺に対して４５度に交わる。なお、ドクター刃１４の移動方向Ｄとドクター刃１４の先端は直交している。

【００４９】

ドクター刃１４が、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺に対して斜めに交わるようにすることで、ドクター刃１４が凹部内に落ち込むことが無くなる。よって、凹部内から導電性ペースト１５が掻き出されたり、凹部以外の部分に導電性ペースト１５が残留したりすることも無くなり、版１１に形成されたパターン通りにフィンガー電極２２及びバスバー電極２３を形成することができる。

【００５０】

ドクター刃１４がドクター刃１４の移動方向Ｄに対して直交している場合、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺方向をドクター刃１４の移動方向Ｄに対して傾斜させることにより、ドクター刃１４をフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺に対して斜めに交わるようにすることができる。

【００５１】

また、これとは逆に、ドクター刃１４がドクター刃１４の移動方向Ｄに対して傾斜し、フィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺方向がドクター刃１４の移動方向Ｄに対して直交していても構わない。ドクター刃１４をドクター刃１４の移動方向Ｄに対して傾斜させることにより、ドクター刃１４をフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の長辺に対して斜めに交わるようにすることができる。

【００５２】

（第２の変形例）

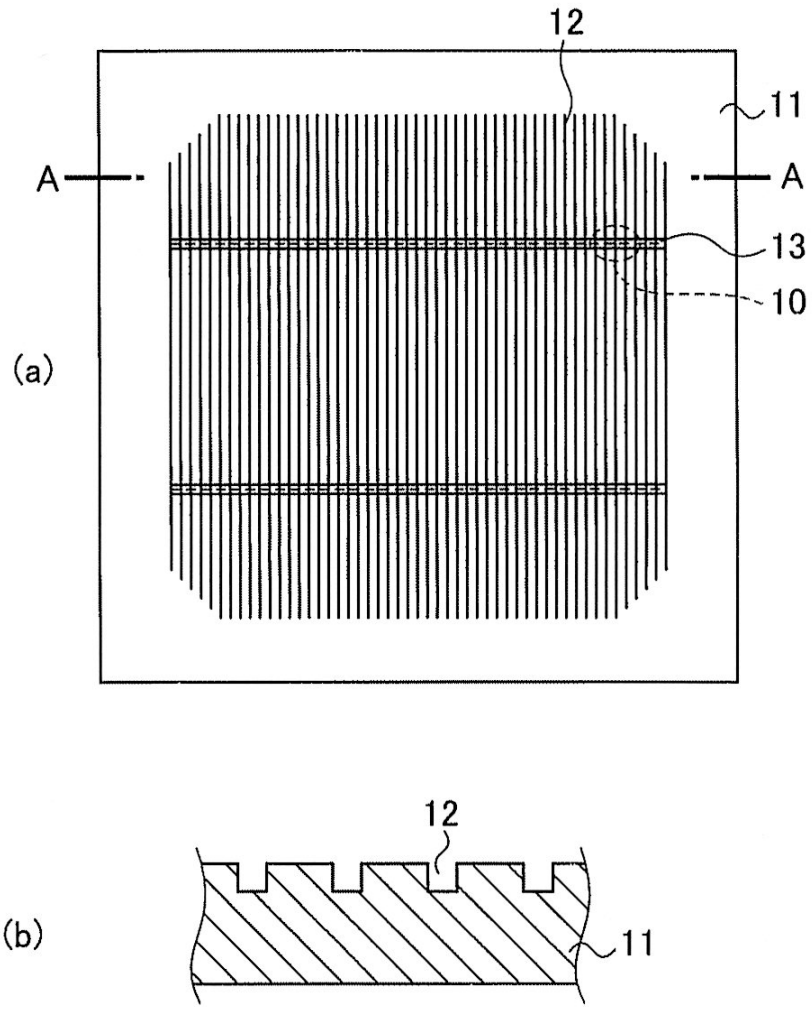
本発明の実施の形態では、図１に示したように、版１１のフィンガー電極パターン１２とバスバー電極パターン１３は垂直に交わっている場合について説明したが、図１４に示すように、フィンガー電極パターン１２とバスバー電極パターン１３は垂直よりも傾斜した角度で交わっていても構わない。但し、バスバー電極パターン１３は、図２に示したように、複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成されている。これにより、ドクター刃１４をバスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わるように移動させても、ドクター刃１４をフィンガー電極パターン１２の長辺及びバスバー電極パターン１３を構成する複数の直線パターンの長辺のそれぞれに対して斜めに交わるようにすることができる。

【００５３】

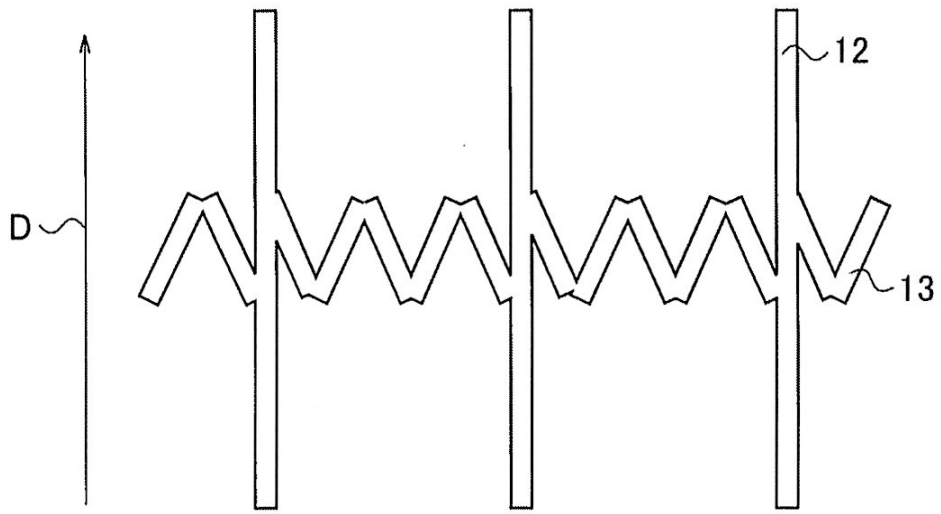
（第３の変形例）
本発明の実施の形態では、図３～図５に、ドクタリング工程、ブランケット１６への移行工程、及び光電変換部１７への転写工程を、それぞれ単独で実施する実施例を示した。しかし、太陽電池集電極の形成装置は、円柱状の版３１及びブランケット３６を用いてこれらの工程を、時間的に連続して実施することができる。
【００５４】
図１５を参照して、第３の変形例に係わる太陽電池集電極の形成装置の構成を説明する。円柱状の版３１は矢印の方向に回転することができ、その側面には図１（ａ）、図１（ｂ）及び図２と同様なフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の凹部３２が形成されている。版３１の側面には、図２の移動方向Ｄに垂直な方向にドクター刃３４の先端が当てられている。第３の変形例においては、版３１が回転することで凹部３２が移動するのでドクター刃３４は固定されている。ドクター刃３４に隣接して導電性ペースト３５を供給するインク供給装置３３が配されている。版３１が回転することで、インク供給装置３３から供給される導電性ペースト３５をドクター刃３４が凹部３２内に埋め込む。このとき、版１１に形成されたバスバー電極パターン１３は、複数の直線パターンを繋ぎ合わせて形成されている。これにより、ドクター刃１４をバスバー電極パターン１３の長辺に対して平行に交わるようにドクタリング工程を実施しても、ドクター刃１４がフィンガー電極パターン１２の短辺側及びバスバー電極パターン１３を構成する複数の直線パターンの短辺側にまたがって交わるようにすることができる。
【００５５】
版３１の回転に合わせて逆方向に回転する円柱状のブランケット３６が版３１に接触している。凹部３２内に埋め込まれた導電性ペースト３５は、回転するブランケット３６に写し取られる。そして、ベルト上を移動する光電変換部３７の光入射面に導電性ペースト３５が転写される。以上の工程を経て、太陽電池の集電極を形成することができる。
【００５６】
（その他の実施の形態）
上記のように、本発明は、１つの実施の形態及びその実施例によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。
【００５７】
例えば、図１１（ｂ）に示したように、バスバー電極など比較的に幅広の電極パターンの場合、ドクター刃１４の落ち込みにより凹部内から掻き出されてしまう導電性ペースト１５の量７１が多くなる。そこで、凹部１３内に凹凸形状を設けることにより、ドクター刃１４の落ち込みを防ぎ、電極のカスレを抑制することができる。
【００５８】
このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。したがって、本発明はこの開示から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ限定されるものである。
【図面の簡単な説明】
【００５９】
【図１】図１（ａ）は本発明の実施の形態に係わる太陽電池集電極の形成装置が備える版の一例を示す平面図であり、図１（ｂ）は図１（ａ）のＡ－Ａ切断面に沿った断面図である。
【図２】図１（ａ）の点線で囲んだ領域１０を拡大した平面図である。
【図３】図１の版の表面をドクター刃１４が移動する様子を示す斜視図である。
【図４】図２の版１１の凹部１２、１３内に埋め込まれた導電性ペースト１５をブランケット１６上へ移行させる様子を示す斜視図である。
【図５】ブランケット１６上へ移行した導電性ペースト１５を光電変換部１７の光入射面上に転写する様子を示す斜視図である。
【図６】図６（ａ）は第１の比較例に係わる版１１の表面に形成されたフィンガー電極パ

ターン５２及びバスバー電極パターン５３の一例を示す平面図であり、図６（ｂ）は図６（ａ）の版１１の表面をドクター刃１４が移動する様子を示す斜視図である。
【図７】図６（ｂ）のドクタリング工程を経て、光電変換部上に転写されたフィンガー電極６２及びバスバー電極６３の交差部分を拡大した平面図である。
【図８】第２の比較例に係わるドクタリング工程の様子を示す斜視図である。
【図９】図８のドクタリング工程を経て、光電変換部上に転写されたフィンガー電極６２及びバスバー電極６３の交差部分を拡大した平面図である。
【図１０】図１０（ａ）及び図１０（ｂ）は、ドクタリング工程においてドクター刃１４が導電性ペースト１５を凹部１２内に埋め込む様子を説明するための断面図である。
【図１１】図１１（ａ）及び図１１（ｂ）は、ドクター刃１４が凹部内に落ち込み、凹部内から導電性ペースト１５を掻き出し、掻き残してしまう様子を説明するための断面図である。
【図１２】第１の変形例に係わる版１１の表面に形成されたフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の一例を示す平面図である。
【図１３】図１２の版１１の表面をドクター刃１４が移動する様子を示す斜視図である。
【図１４】第２の変形例に係わる版１１の表面に形成されたフィンガー電極パターン１２及びバスバー電極パターン１３の一例を示す平面図である。
【図１５】第３の変形例に係わる太陽電池集電極の形成装置の構成を示す概念図である。
【符号の説明】
【００６０】
１１、３１　版
１２、５２　フィンガー電極パターン
１３、５３　バスバー電極パターン
１４、３４　ドクター刃
１５、３５　導電性ペースト（導電性材料）
１６、３６　ブランケット（転写手段）
１７、３７　光電変換部
２２、６２　フィンガー電極
２３、６３　バスバー電極
３２　凹部

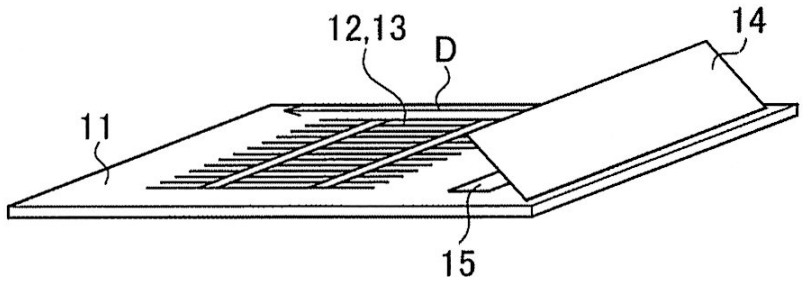
【図１】



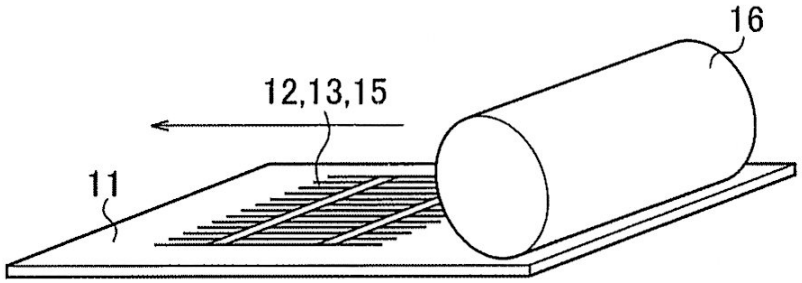
【図２】



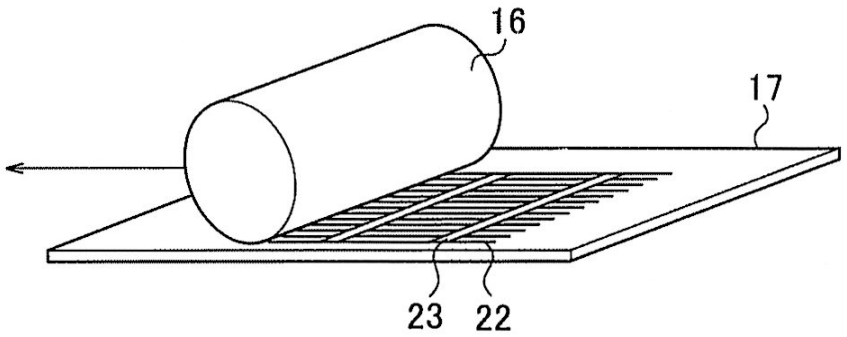
【図３】



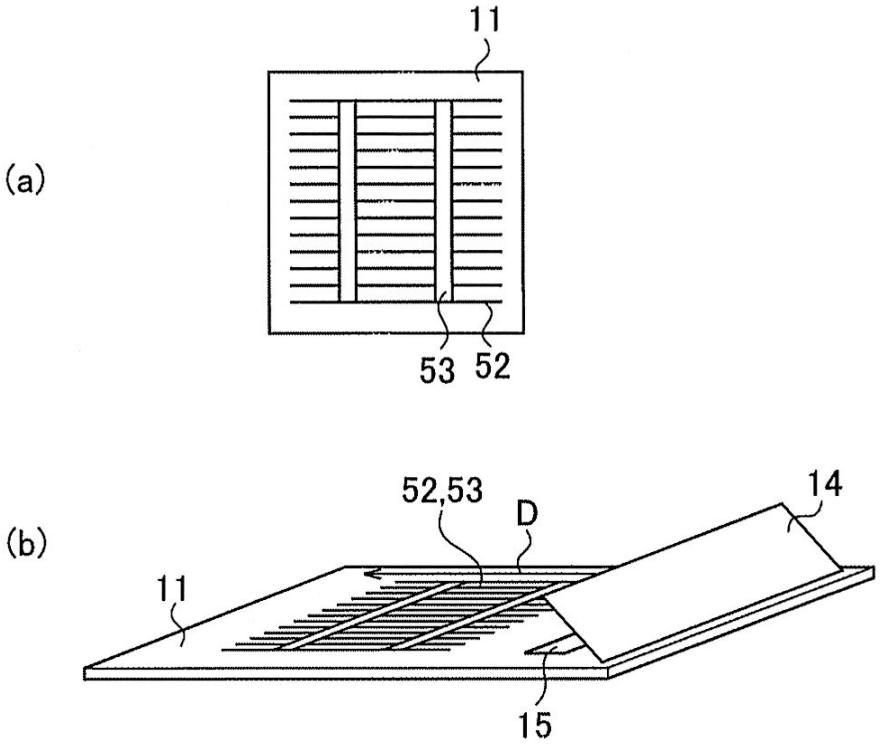
【図４】



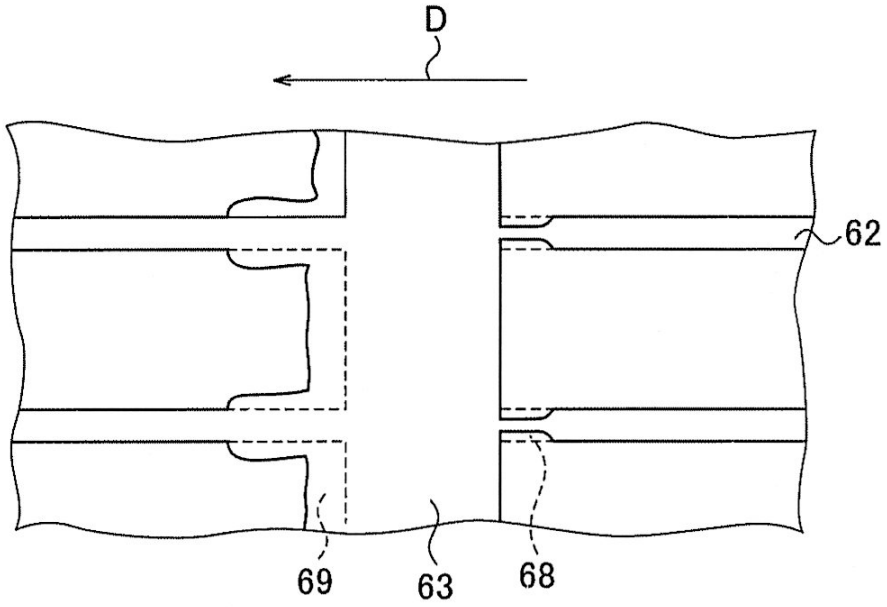
【図５】



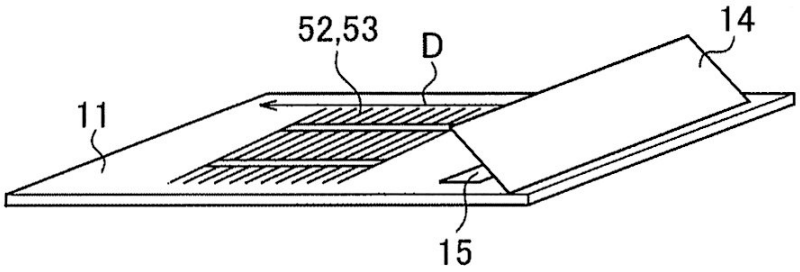
【図６】



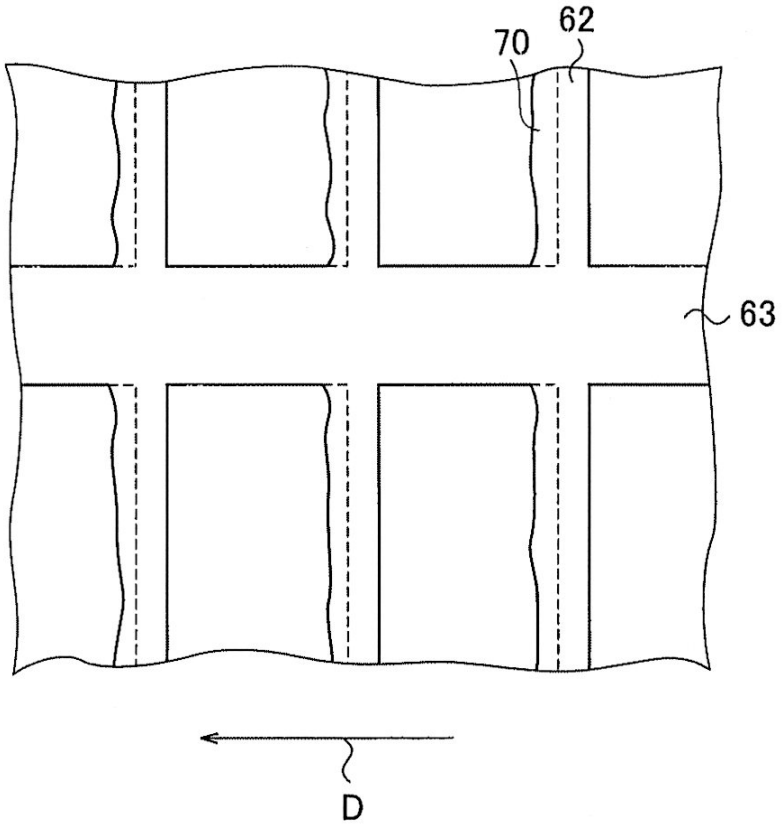
【図７】



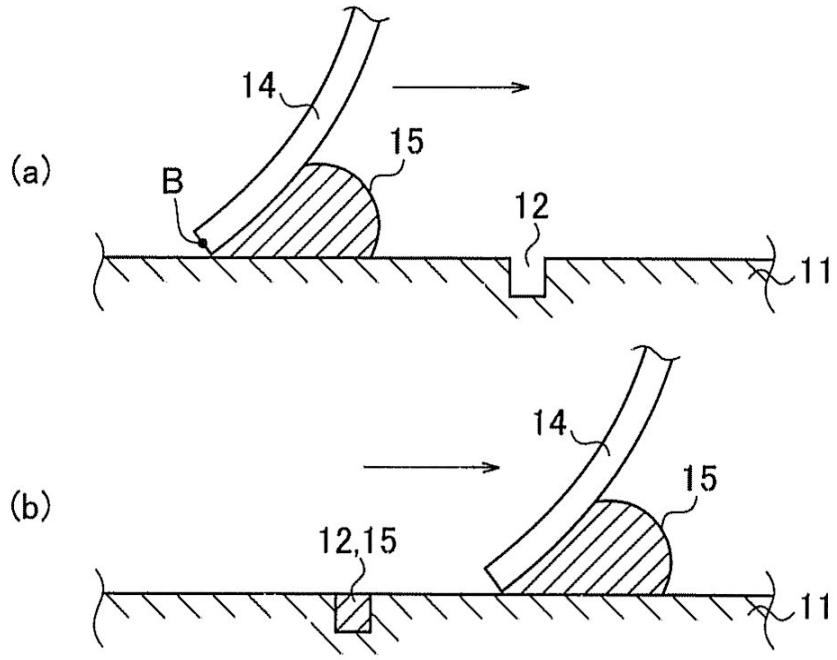
【図８】



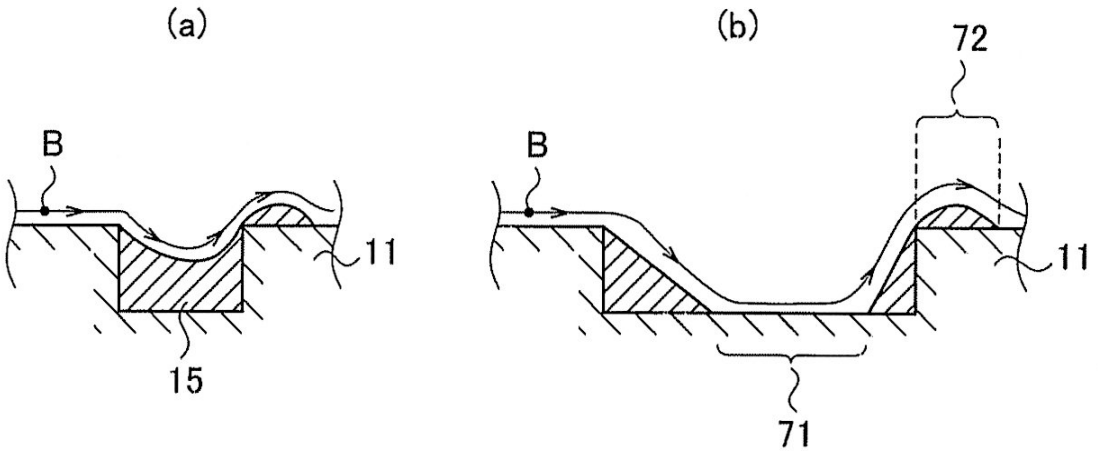
【図９】



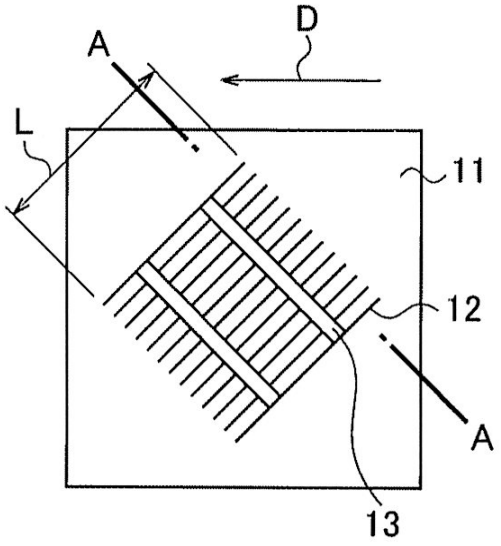
【図１０】



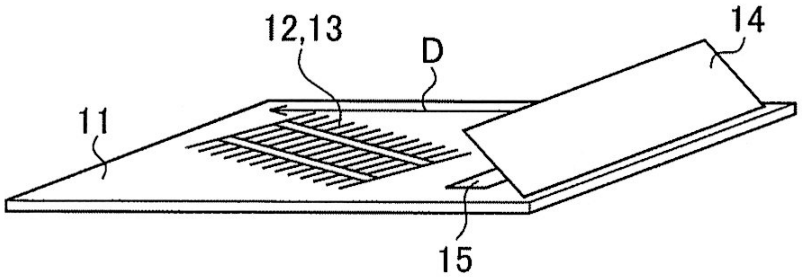
【図１１】



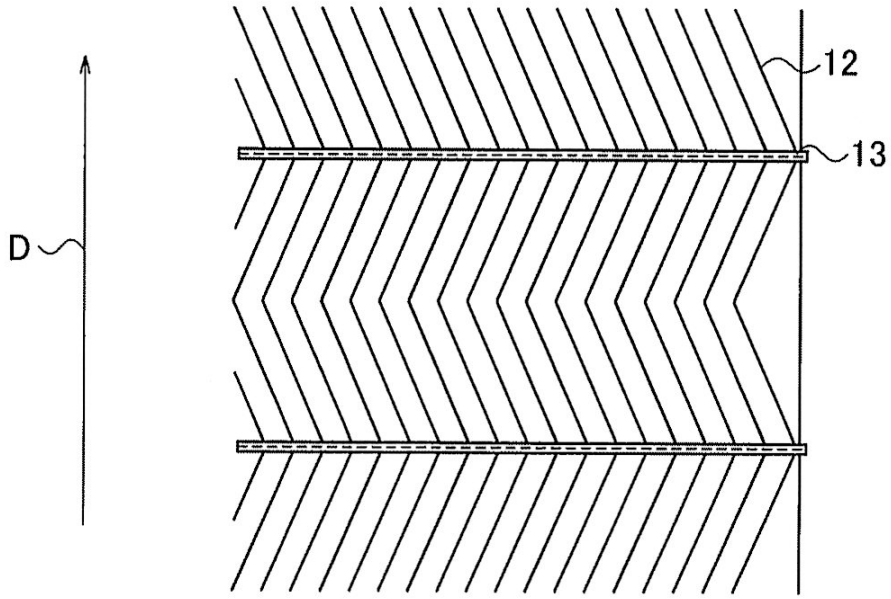
【図１２】



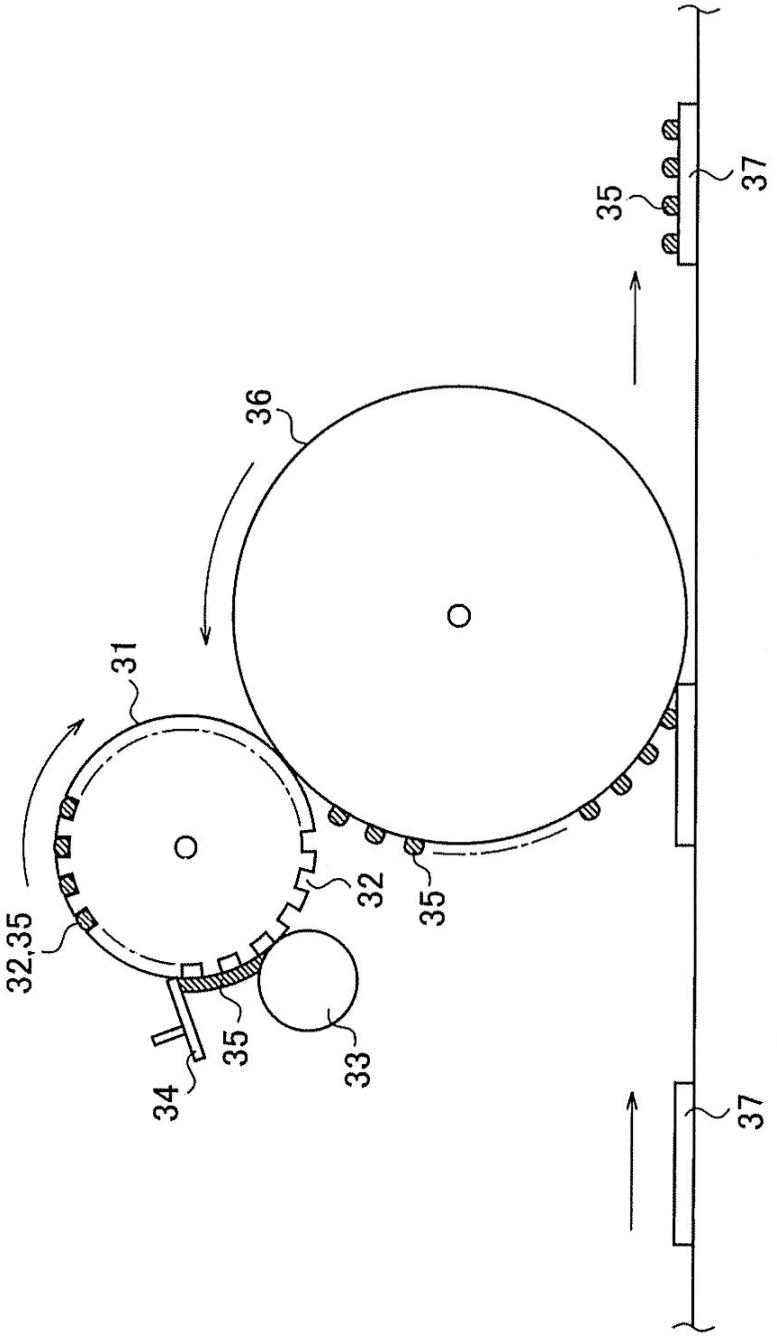
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第０４３０１３２２（ＵＳ，Ａ）
特開平０６－１５１９０７（ＪＰ，Ａ）
仏国特許出願公開第０１０１１６６３（ＦＲ，Ａ１）
特開２００４－０３１７４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－３１７８８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１１６１７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ３１／０４
Ｈ０５Ｋ ３／１２
Ｂ４１Ｆ １７／１４
Ｂ４１Ｍ １／１０