

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6400071号
(P6400071)

(45) 発行日 平成30年10月3日(2018. 10. 3)

(24) 登録日 平成30年9月14日(2018. 9. 14)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 31/0224 (2006. 01) H O 1 L 31/04 2 6 O
H O 1 L 21/28 (2006. 01) H O 1 L 21/28 E

請求項の数 8 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-500912 (P2016-500912)
(86) (22) 出願日 平成26年3月10日(2014. 3. 10)
(65) 公表番号 特表2016-514374 (P2016-514374A)
(43) 公表日 平成28年5月19日(2016. 5. 19)
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/022216
(87) 国際公開番号 W02014/159146
(87) 国際公開日 平成26年10月2日(2014. 10. 2)
審査請求日 平成29年2月14日(2017. 2. 14)
(31) 優先権主張番号 13/798, 123
(32) 優先日 平成25年3月13日(2013. 3. 13)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 516306337
マーリン・ソーラー・テクノロジーズ・イ
ンコーポレイテッド
MERLIN SOLAR TECHNO
LOGIES, INC.
アメリカ合衆国、95138 カリフォル
ニア州、サン・ノゼ、ルー・フェラーリ・
ドライブ、5891
(74) 代理人 110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72) 発明者 ババヤン、ステイブ
アメリカ合衆国、94024 カリフォル
ニア州、ロス・アルトス、モンクレール・
ウェイ、1325

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体のための自立型金属物品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光電池のための電気構成部品であって、
複数の電鍍要素を含む金属物品を備え、前記複数の電鍍要素は、複数の第2の要素と交
差する複数の第1の要素を含む連続格子と一体の、電池相互接続要素を含み、該電池相互
接続要素は前記連続格子を隣接する電池に直接接続するように構成され、
前記電池相互接続要素は、前記連続格子の長さにならって延びるとともに、複数の区分
を有する第1の領域と、前記複数の区分が連結される細長片として構成される第2の領域
とを含み、
前記連続格子において、各電鍍要素は高さ及び幅を有し、前記高さと前記幅との比はア
スペクト比であり、前記電鍍要素の大多数は1より大きいアスペクト比を有し、
前記電鍍要素は、前記金属物品が単一の自立型部品であるように、相互接続されかつ一
体であり、前記電鍍要素は光電池内の光入射面のための電気導管として機能するように構
成され、前記連続格子が前記光入射面と接触し、前記電池相互接続要素が前記光入射面を
越えて延在するように構成される、電気構成部品。

【請求項 2】

前記電鍍要素のうちの少なくとも1つは、湾曲した頂部表面を備える、請求項1に記載
の電気構成部品。

【請求項 3】

前記複数の電鍍要素の各々は、前記複数の第1の要素のうちの 하나가、前記複数の第2

の要素の第2の断面の大部分と重なる第1の断面を有するように、互いに同一平面上にある、請求項1に記載の電気構成部品。

【請求項4】

光電池のための電気構成部品の形成方法であって、

i) 少なくとも1つの予備成形されたパターンを備える外表面を有する導電性マンドレル上に、前記予備成形されたパターン内に形成される複数の電鍍要素を備える金属物品を電鍍するステップを含み、

前記予備成形されたパターンは、電池相互接続パターンと、該電池相互接続パターンに連結される連続格子のパターンとを含み、

前記複数の電鍍要素は、複数の第2の要素と交差する複数の第1の要素を有する連続格子と、該連続格子と一体の電池相互接続要素とを含み、前記電池相互接続要素は前記連続格子を隣接する電池に直接連結し、

前記形成方法はさらに、

ii) 前記金属物品を前記導電性マンドレルから分離するステップを含み、前記金属物品が前記導電性マンドレルから分離されるときに単一の自立型部品を形成するように、前記複数の電鍍要素は相互接続され、

前記予備成形されたパターンは高さ及び幅を有し、前記高さと前記幅との比はアスペクト比であり、前記予備成形されたパターンは1より大きいアスペクト比を有し、

前記複数の電鍍要素は光電池の光入射面のための電気導管として機能するように構成される、方法。

【請求項5】

前記電鍍するステップは、前記電鍍要素が前記導電性マンドレルの前記外表面の上に延在するように、前記電鍍要素をオーバーめっきすることを含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記複数の第1の要素および前記複数の第2の要素は、複数の実質的に並列の第2の要素と交差する複数の実質的に並列の第1の要素を含み、前記複数の第1の要素及び前記複数の第2の要素は、前記第1の要素のうちの1つが前記第2の要素のうちの1つの第2の断面の大部分と重なる第1の断面を有するように、同一平面上にある、請求項4に記載の方法。

【請求項7】

前記電池相互接続要素の前記第1の領域が、前記連続格子と前記第2の領域との間にある、請求項1に記載の電気構成部品。

【請求項8】

前記予備成形されたパターンは、前記導電性マンドレルの外表面でより幅広である、先細りの断面形状を有する、請求項4に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願

本出願は、「Free-Standing Metallic Article for Semiconductors」と題され、2013年3月13日付けで提出された米国特許出願第13/798,123号に対する優先権を主張するものであり、当該米国特許出願は本出願の譲受人により所有され、参照により本明細書に組み込まれる。本出願はまた、1)「Free-Standing Metallic Article for Semiconductors」と題され、2013年3月13日付けで提出された、Babayan et al. による、米国特許出願第13/798,124号、2)「Free-Standing Metallic Article for Semiconductors」と題され、2013年3月13日付けで提出された、Babayan et al. による、米国特許出願第61/778,443号、及び3)「Free-Standing Metallic Article for Semico

10

20

30

40

50

nductors」と題され、2013年3月13日付けで提出された、Babayane et al. による、米国予備特許出願第61/778,444号と関連し、それらの全ては本出願の譲受人により所有され、参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

太陽電池とは、光子を電気エネルギーに変換するデバイスである。この電池によって生成された電気エネルギーは、半導体材料に連結される電気接触を介して集積され、モジュール内の他の光電池との相互接続を介して経路制御される。太陽電池の「標準電池」モデルは、入ってくる太陽エネルギーを吸収し、これを電気エネルギーに変換するために用いられる、反射防止被膜（ARC）層の下、及び金属の後板の上に設置される半導体材料を有する。電気接触は典型的にファイヤスルーペーストによって半導体表面に作成されるが、これはARC層を通過して拡散し、電池の表面と接触するように加熱される金属のペーストである。このペーストは概して、1組のフィンガーとバスバーとにパターン形成され、これらは次にリボンで他の電池にはんだ付けされてモジュールを作成する。別の種類の太陽電池は、透明導電性酸化物層（TCO's）であって、次にやはりフィンガー／バスバーパターンに構成される、導電性ペーストの最終層でコーティングされる透明導電性酸化物層（TCO's）の間に挟まれた半導体材料を有する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

これらの種類の電池の両方において、典型的に銀である金属ペーストは、電流フローを水平方向（電池表面に平行）にすることを可能にするように作用し、太陽電池間の接続がモジュールの作成に向かって成されることを可能にする。太陽電池金属化は、銀ペーストを電池上にスクリーン印刷し、ペーストを硬化し、次にスクリーン印刷したバスバーにわたりリボンをはんだ付けすることによって最も一般的に行われる。しかしながら、銀は太陽電池の他の構成要素に比べて高価であり、全費用のうちの高い割合を占め得る。

20

【0004】

銀の費用を低減するため、当該技術分野において太陽電池を金属化するための代替の方法が知られている。例えば、太陽電池上に銅を直接めっきすることにより、銀を銅に替える試みが成されてきた。しかしながら、銅めっきの欠点は電池への銅の混入であり、これは信頼性に影響を及ぼす。めっきの処理量及び生産量もまた、電池上に直接めっきするときに、シード層の蒸着、マスクの適用、及びめっき部分をエッチングまたはレーザスクライビングして所望のパターンを形成するなど、めっきのために多くのステップが必要となるため問題となり得る。太陽電池上に電気導管を成形するための他の方法は、並列結線または導電性の線を包む高分子シートの配列を利用すること、及びこれらを電池上に置くことを含む。しかし、線格子の使用は、製造費用の面で望ましくなく、直列抵抗が高いなどの問題を生じる。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

金属物品が導電性のマンドレル上に電鍍される、自立型金属物品及び作成方法が開示される。マンドレルは、予備成形されたパターンを有する外表面を有し、金属物品の少なくとも一部分は予備成形されたパターン内に形成される。金属物品は導電性マンドレルから分離されて、光電池のための半導体材料の表面と連結され得る自立型金属物品を形成する。

40

【0006】

本明細書に記載の本発明の態様及び実施形態のそれぞれは、単独でまたは互いに組み合わせられて用いられ得る。態様及び実施形態をこれから添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】従来の太陽電池の斜視図である。

50

- 【図 1 B】従来の背面接触太陽電池の断面図である。
- 【図 2】一実施形態における例示的な電鍍マンドレルの斜視図を示す。
- 【図 3 A】自立型電鍍金属物品を生産する際の例示的な段階の断面図である。
- 【図 3 B】自立型電鍍金属物品を生産する際の例示的な段階の断面図である。
- 【図 3 C】自立型電鍍金属物品を生産する際の例示的な段階の断面図である。
- 【図 4】導電性のマンドレルの一実施形態の断面図である。
- 【図 5】導電性のマンドレルの別の実施形態の断面図である。
- 【図 6 A】金属物品の実施形態の上面図である。
- 【図 6 B】金属物品の実施形態の上面図である。
- 【図 6 C】図 6 B の断面 B - B の断面図である。 10
- 【図 6 D】図 6 B の断面のまた更なる実施形態の部分的な断面図である。
- 【図 6 E】図 6 B の断面のまた更なる実施形態の部分的な断面図である。
- 【図 6 F】金属物品のなおも更なる実施形態の上面図である。
- 【図 6 G】金属物品のなおも更なる実施形態の上面図である。
- 【図 7】電鍍物品を製造し、太陽電池等の半導体デバイスを形成するための工程の例示的なフローチャートである。
- 【図 8 A】自立型金属物品と共に製作された例示的な太陽電池の斜視図である。
- 【図 8 B】自立型金属物品と共に製作された例示的な太陽電池の斜視図である。
- 【図 8 C】太陽電池の別の実施形態の断面図である。
- 【図 8 D】図 8 C の太陽電池に使用される例示的な金属物品の上面図である。 20
- 【図 9 A】電鍍要素の特徴を調整する実施形態を示す。
- 【図 9 B】電鍍要素の特徴を調整する実施形態を示す。
- 【図 10 A】電鍍要素の特徴を調整する別の実施形態を示す。
- 【図 10 B】電鍍要素の特徴を調整する別の実施形態を示す。
- 【図 11 A】一実施形態における、誘電体伝達層と共に金属物品を形成する段階の断面図である。
- 【図 11 B】一実施形態における、誘電体伝達層と共に金属物品を形成する段階の断面図である。
- 【図 11 C】一実施形態における、誘電体伝達層と共に金属物品を形成する段階の断面図である。 30
- 【図 12】高分子シートを用いて取り外されている金属物品の実施形態の断面図を図示する。
- 【図 13 A】背面接触太陽電池へと製作されている例示的な高分子層の断面図である。
- 【図 13 B】背面接触太陽電池へと製作されている例示的な高分子層の断面図である。
- 【図 14】電鍍物品を持つ高分子層を製造し、太陽電池等の半導体デバイスを形成する方法の例示的なフローチャートを示す。
- 【図 15 A】半導体材料上に導電層をパターン形成するためのマスクとして金属物品を使用する際の例示的な段階の斜視図を提供する。
- 【図 15 B】半導体材料上に導電層をパターン形成するためのマスクとして金属物品を使用する際の例示的な段階の斜視図を提供する。 40
- 【図 15 C】半導体材料上に導電層をパターン形成するためのマスクとして金属物品を使用する際の例示的な段階の斜視図を提供する。
- 【図 15 D】半導体材料上に導電層をパターン形成するためのマスクとして金属物品を使用する際の例示的な段階の斜視図を提供する。
- 【図 16】半導体材料上に導電層をパターン形成するためのマスクとして金属物品を使用する方法の例示的なフローチャートである。
- 【図 17】例示的な円筒状マンドレルの断面図である。
- 【図 18】上面及び下面にパターンを有する平坦なマンドレルの実施形態の断面図を示す。
- 【図 19】折り目を持つ可撓性モジュールの実施形態の上面図を示す。 50

【図20】可撓性モジュールの別の実施形態の上面図を示す。

【図21】2方向の折り畳み能力を持つ可撓性モジュールの更なる実施形態の上面図を提供する。

【図22】本明細書に説明する金属物品を用いた可撓性太陽電池の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1Aは、従来の太陽電池100の簡略図であり、反射防止被膜（ARC）層110、エミッタ120、ベース130、前面接触部140、及び後面接触層150を含む。エミッタ120及びベース130は、p+またはn-領域としてドーピング処理された半導体材料であり、これらは併せて太陽電池の活性領域と呼び得る。前面接触部140は、典型的には、活性領域と電気接触するために、反射防止被膜層110を介して焼成される。入射光はARC層110を通して太陽電池100に入り、これによりエミッタ120及びベース130の接合点で光電流が生起される。前面接触部140により生じるシェーディングは、電池100の効率に影響を及ぼすことが理解される。生成された電流は、前面接触部140及び後面接触部150に接続された電気回路を通して集積される。バスバー145は前面接触部140を接続し得るが、本明細書ではフィンガー要素として示す。バスバー145は、前面接触部140からの電流を収集するが、他の太陽電池の間に相互接続を提供するようにも使用され得る。前面接触部140及びバスバー145の組立体は、金属化層とも呼び得る。他の種類の太陽電池では、誘電体型ARC層の代わりに透明導電性酸化物（TCO）層を使用して、電流を収集し得る。TCO型の電池では、例えば、前面接触部140及びバスバー145の形態の金属化が、ファイヤスルーを要せずにTCO層上に製作されて、TCO太陽電池からの電流を収集するであろう。

【0009】

図1Bは、別の種類の太陽電池160の簡略図を示し、電気接触部は、光の入射と対向側にある裏面に作製される。太陽電池160は相互噛み合い形の裏面接触型電池として公知でもあり、ARC層110、半導体基板で作成されたベース領域130、ならびに互いに反対の極性（例えば、p-型及びn-型）を有するドーピング領域120及び125を含む。ドーピング領域120及び125は、ARC層110の対向側である、電池160の後面にある。非導電層170は、ドーピング領域120及び125間に分離を提供し、電池160の裏面の不動態化の役割も果たす。電気接触部140及び150は、相互に噛み合い、不動態化層170内の通孔175を通してそれぞれドーピング領域120及び125に電氣的接続を成す。電気接触部140及び150は、本裏面接触型太陽電池ではシェーディングの問題を生じないのだが、接触部を電池上に形成するときの製造上の歩留まり損失、接触部に銀を使用する場合の高額な材料費、または接触部に銅を使用する場合の電池の質低下等の、他の問題が、依然として存在し得る。

【0010】

太陽電池の金属化には、典型的には、電池に接続される電気接触部の所望のパターンに銀ペーストをスクリーン印刷することを含む。図1Aでは、前面接触部140が、並列区分の線形パターンに構成されている。銀費用は太陽電池の出費を大幅に押し上げ得るため、銀の使用を低減または場合によっては排除することが極めて望ましい。銅はその導電性の高さから銀に対する格好な代替材であるが、半導体材料の混入及びその結果としての太陽電池の性能低下に至る可能性がある。太陽電池における銅の公知の利用方法には、銅を電池上に直接蒸着させることが含まれる。しかし、これらの方法では、太陽電池を、これらのめっき工程時に多数のステップが関わる温度及び化学物質に曝さなければならず、そのことにより電池に損傷を生じ得る。他の公知の方法では、並列の銅線または編み格子線の配列を、電池から別個に生成し、次いで、電池に接合している。しかし、これらの方法では、線を電池に整合することは、または配線を、機能し得るが電池上のシェーディングを最小化するのに十分な細さに生成することは、困難である可能性がある。高分子薄膜内に封止されたワイヤ格子も生産されているが、これらの方法は、とりわけ高分子シートの存在により、複雑になり得、シェーディング及び整合の問題が依然として存在する。銅ペ

ーストは、別の代替材であるが、これらのペーストは適用が難しく、太陽電池内への拡散の問題が依然として存在する。

【0011】

本開示の光電池などの半導体のための電気導管は、電鍍自立型金属物品として加工される。金属物品は、太陽電池と別個に生産され、単一の部品として安定的に伝達され、半導体デバイスに容易に整列され得るフィンガー及びバスバーなどの複数の要素を含み得る。金属物品の要素は、電鍍工程において互いに一体的に形成される。金属物品は、太陽電池または他の半導体デバイス用に調整されたパターン模様のある金属層を生成する電鍍マンドレル内で製造される。例えば、金属物品は、太陽電池に対するシェーディングを最小化する高さ対幅のアスペクト比を持つ格子線を有し得る。金属物品は、電池金属化、電池間相互接続、及びモジュール作成のための従来のバスバー金属化及びリボンのストリンギングに取って代わり得る。工程のステップ間で安定的に伝達され得る独立部品として光電池のための金属化層を生産する能力は、材料費用及び製造において種々の利点を提供する。

10

【0012】

図2は、一実施形態の例示的な電鍍マンドレル200の一部分の透視図を示す。マンドレル200は、ステンレス鋼、銅、陽極酸化アルミ、チタン、またはモリブデン、ニッケル、ニッケルと鉄の合金（例えば、インバール）、銅、またはこれらの金属の任意の組合せなどの導電性の材料から作製され得、高いめっき電流を可能にし、高い処理量を有効にするための十分な面積で設計され得る。マンドレル200は、生産される電気導管要素の所望の形状にカスタマイズされ得るパターン要素210及び212を含む、予備成形されたパターンを持つ外表面205を有する。本実施形態において、パターン要素210及び212は、長方形の断面を持つ溝またはトレンチであるが、他の実施形態において、パターン要素210及び212は他の断面形状を有し得る。パターン要素210及び212は、本実施形態において平行線の組が互いに垂直に交差する格子型パターンを形成するための交差する区分として示される。

20

【0013】

パターン要素210は、高さ「H」及び幅「W」を有し、高さ対幅の比率がアスペクト比を画定する。マンドレル200においてパターン要素210及び212を用いて金属物品を形成することにより、電鍍金属部品が太陽光発電用途に調整され得る。例えば、アスペクト比は、約0.01～約10の間であり得る。一部の実施形態では、アスペクト比は、約1～約10、または約1～約5など、1より大きく設計され得る。幅より高さを大きくすることは、例えば、1のアスペクト比を有する標準円形線と比較して、または水平方向に平坦で1未満のアスペクト比である従来のスクリーン印刷パターンと比較して、金属層が、十分な電流を伝送しながら電池上のシェーディングを低減することを可能にする。スクリーン印刷された金属フィンガーのシェーディング値は、例えば、6%を超え得る。本明細書に説明する調整されたアスペクト比を有する金属物品では、4～6%等の、6%未満のシェーディング値が達成され得る。このように、1より大きいアスペクト比を持つ電気導管を生産する能力は、効率を最大化する上で重要である光電池の開口部損失を、最小にすることを可能にする。電鍍電気導管を太陽電池の裏面上に使用する実施形態では、1未満等の、他の値のアスペクト比も使用され得る。

30

40

【0014】

アスペクト比、パターン要素の断面形状及び長手方向の配置は、電流容量、直列抵抗、シェーディング損失、及び電池配置などの所望の仕様に合うように電鍍され得る。任意の電鍍工程が用いられ得る。例えば、金属物品は、電気めっき工程によって形成され得る。とりわけ、電気めっきは概して等方性工程であり、パターンマンドレルで電気めっきを制約して部品の形状をカスタマイズすることは、効率を最大化するための著しい改善である。更に、高く幅狭の導管配線は、典型的には、半導体表面に配置したとき通常は不安定になり易いのであろうが、マンドレルを用いて生成され得るカスタマイズされたパターンは、相互接続配線等の特徴が、これらの高く幅狭の導管配線に対し安定性を提供することを可能にする。いくつかの実施形態において、例えば、予備成形されたパターンは、交差す

50

る線を持つ連続する格子として構成され得る。この構成は、格子を形成する複数の電鋳要素に機械的安定性を提供するだけでなく、電流がより多くの導管に架かるため、低い直列抵抗を可能にする。格子型構造はまた、電池の堅牢性を増大させ得る。例えば、格子のいくつかの部分が壊れるか機能しなくなると、格子パターンが存在するために、電流は壊れた領域の周囲に流れ得る。

【0015】

図3A～図3Cは、マンドレルを用いた金属層部品の製造における例示的な段階の簡略化された断面図である。図3Aにおいて、パターン要素210を持つマンドレル200が提供される。マンドレル200は電鋳工程を受け、そこで電鋳要素310は、図3Bに示すように、パターン要素210内に形成される。図3A～図3Cの実施形態で、パターン要素210は、図2中のパターン要素より高いアスペクト比で設計されている。電鋳要素310は、例えば、銅のみでよく、または他の実施形態では、銅合金でよい。他の実施形態において、ニッケルの層は、ニッケルが完成された半導体デバイスの銅混入に対抗するバリアを提供するように、最初にマンドレル200の上に、次に銅によってめっきされ得る。追加的なニッケル層は、図3Bにおいてニッケル層315によって示されるように、銅を封止するために電鋳要素310の頂部の上に選択的にめっきされ得る。他の実施形態において、複数の層が、生産される金属物品の必要な特性を達成するために所望されるように、種々の金属を用いてパターン要素210内でめっきされ得る。

【0016】

図3Bにおいて、電鋳要素310は、マンドレル200の外表面205とぴったり重なるように形成されて示される。電鋳要素312は、要素がオーバーめっきされ得る別の実施形態を図示する。電鋳要素312について、金属がマンドレル200の表面205の上に拡張するまで電気めっきが継続する。電鋳の等方性の性質のために、典型的に曲線的な頂部として形成するオーバーめっき部分は、マンドレル200からの電鋳要素312の取り出しを容易にするためのハンドルとして機能し得る。電鋳要素312の曲線的な頂部はまた、例えば、光収集を助ける反射性の表面であることにより、光電池における視覚的な利点を提供し得る。示されないなおも他の実施形態において、金属物品は、予備成形されたパターン210内に形成されるものに加えて、バスバーなどの表面205の上部に形成される一部分を有し得る。

【0017】

図3Cにおいて、電鋳要素310は、自立型金属物品300としてマンドレル200から取り出される。電鋳要素310は、図2のパターン212によって形成され得るものなどの交差要素320を含み得る。交差要素320は、個々の要素310及び320を互いに整列させたままにする一方で、容易に他の工程ステップに送られ得るように、金属物品300を単一の、自立型の部品に作ることを補助し得る。追加的な工程ステップは、自立型金属物品300のためのコーティングステップと、これを半導体デバイス内に組み込むための組立ステップを含み得る。自立型の部品として半導体の金属層を生産することにより、全体の半導体組立体の製造生産量は、金属層の生産量の影響を受けない。また、金属層は、他の半導体層とは別個の温度及び工程を受け得る。例えば、金属層は、残りの半導体組立体に影響を与えない高温工程または化学浴を経てもよい。

【0018】

図3Cで金属物品300がマンドレル200から取り出された後、マンドレル200は、追加的な部品を生産するために再利用され得る。マンドレル200を再利用できることは、電気めっきが太陽電池上に直接実施される現行技術に比べて著しい費用削減を提供する。直接電気めっき法において、マスクまたはマンドレルは、電池自体の上に形成され、よってそれぞれの電池上に構築され、しばしば破壊されなければならない。再利用可能なマンドレルを有することは、パターン形成及び次に半導体デバイスのめっきを必要とする技術に比べ、工程のステップを低減し、費用を節約する。他の従来方法において、めっき工程を開始するため、薄い印刷シード層が半導体表面に適用される。しかしながら、シード層方法は、低い処理量をもたらす。対照的に、本明細書に記載の再利用可能なマンド

10

20

30

40

50

レル方法は、高い電流性能を可能にし、高いめっき電流及びによって高い処理用をもたらす、厚い金属のマンドレルを利用し得る。金属マンドレルの厚さは、例えば、0.2～5m mの間であり得る。

【0019】

図4～図5は、例示的なマンドレルの断面図であり、種々のマンドレル及びパターンの設計の実施形態を示す。図4で、平坦な金属マンドレル基部420は、その上に敷設された誘電体層430を有する。金属物品を形成するためのパターン要素410を含むパターンが、誘電体層430内に作成される。誘電体層430は、例えば、フッ素重合体（例えば、Teflon（登録商標））、パターン形成したフォトレジスト（例えば、Dupont Riston（登録商標）厚膜レジスト）、またはエポキシ系フォトレジスト（例えば、SU-8）厚層であり得る。フォトレジストは、選択的に露光及び除去されて、設計パターンを現す。他の実施形態では、誘電体層430は、例えば、機械加工または精密レーザ加工によりパターン形成され得る。誘電体包囲によるパターン要素を持つこの種のマンドレル400では、電気めっきによりパターン要素410のトレンチを、金属マンドレル基部420から始まって下から上に充填する。誘電体または永久レジストの使用によりマンドレル400の再使用が可能になり、消耗性のマンドレルと比較して、工程数及び消耗費用を削減し、全製造工程の処理量を増大させる。

【0020】

図5は、主に金属で作製された別のマンドレル500を示し、金属物品を形成するための空洞を含む。金属マンドレル500で電鍍するとき、パターン要素510の金属表面はトレンチパターンの全3側面からの迅速なめっき処理を可能にする。マンドレル500の一部の実施形態では、誘電体または低接着材料（例えば、フッ素重合体）等の、剥離層520が、マンドレル500上の種々の領域に要望通りに、任意選択的に被覆され得る。剥離層520は、電鍍された部分のマンドレル500に対する接着性を低減でき、または接着フィルム等の、基板の接着性を最小化でき、電鍍物品をマンドレルから剥離するために使用され得る。剥離層520は、金属マンドレルと同時にパターン形成され得、または湿式もしくは乾式エッチングでのフォトレジスト等、により別段のステップでパターン形成され得る。金属マンドレル内のパターン要素510、530、及び540は、例えば、溝及び交差トレンチであり得、例えば、機械加工、レーザ加工、食刻、または電鍍により形成され得る。他の実施形態では、めっき液に曝されるマンドレルの表面が金属物品に対して不十分な接着性を有するように選択される場合、マンドレル500は剥離層520を要しない。例えば、ニッケルめっきの第1の層（即ち、外層）を有することになる電鍍部品に対しては、マンドレル400は銅で作製され得る。銅はニッケルに対する接着性が小さいため、成形されたニッケル被覆部品が銅製マンドレルから容易に取り外されることが可能になる。剥離層520をマンドレル500に適用するとき、金属内のトレンチパターン要素510の相対深さ及び誘電体被膜の厚みは、高めっき率を有効なままにしながら、パターン要素510内に形成される金属部品の空隙形成を最小化するように選択され得る。

【0021】

図5は、更なる実施形態を示し、剥離層520がパターン要素530の深さに部分的に延在している。このような被膜のパターン要素530内への延在は、電鍍率を、図4の誘電体包囲パターン要素410と図5の金属包囲パターン要素510との間で有効にし得る。剥離層520がパターン要素530内に延在する量は、所望の電鍍率を達成するように選択され得る。一部の実施形態では、剥離層520は、例えば、パターン幅の量の約2分の1だけパターン要素530内に延在し得る。トレンチ内に延在する剥離層520を持つパターン要素530は、トレンチ内でのより均一の電気めっき率を可能にし得、そのため、より均一の格子が生成され得る。誘電体または剥離層520がトレンチ内に延在する量は、全めっき率及びめっき均一性を最適化するように変更され得る。

【0022】

図5は、マンドレル500の更に別の実施形態を示し、パターン要素540は先細りの壁部を有する。先細りの壁部は、マンドレル500の外表面505でより幅広であり、形

10

20

30

40

50

成された金属要素のパターン形成されたマンドレルからの取り外しを容易にしている。図示しない他の実施形態では、予備成形されたパターンの断面形状は、本明細書に説明するマンドレルのいずれに対しても、曲線状断面、パターン断面の角部での斜角端部、パターン長さ沿いの曲線状通路、及び互いに種々の角度で互いに交差する区分等の、形状を含み得るが、これらに限定はされない。

【0023】

図6A及び図6Bは、本明細書に記載の電鍍マンドレルによって生産され得る、例示的な金属層600a及び600bの上面図を図示する。金属層600a及び600bは、ここで実質的に平行なフィンガー610として具現化される電鍍要素を含み、これは導電性のマンドレル内の実質的に平行な溝によって形成されている。金属層600bはまた、ここで鉛直フィンガー610と交差する水平フィンガー620として具現化される電鍍要素も含み、フィンガー610及び620は、ほぼ垂直の角度で交差する。他の実施形態において、フィンガー610及び620は、連続する格子またはメッシュのパターンをなおも成形する一方で、他の角度で交差し得る。金属層600a及び600bはまた、フィンガー610及び620から電流を集積するためのバスバーとして機能し得るフレーム要素630も含む。金属物品の一部として一体的に形成されるバスバーを有することは、製造の改善を提供し得る。太陽モジュール生産の現行の大量法において、電池の接続はしばしば、金属リボンで電池に手作業ではんだ付けすることによって達成されている。これは一般的に、手作業及びはんだリボンによって電池上に付与される応力により、壊れたまたは損傷した電池をもたらす。また、手作業のはんだ付け工程は、高い労働に関する生産費用をもたらす。よって、本明細書に記載の電鍍金属物品によって可能であるように、すでに形成され、金属化層に接続されたバスバーまたはリボン有することは、低費用、自動化された製造方法を可能にする。

【0024】

フレーム要素630はまた、マンドレルから取り出されたときに金属層600a及び600bが単一の、自立型の部品であるように、機械的安定性を提供し得る。つまり、金属層600a及び600bは、光電池または他の半導体組立体と別にされたときに、フィンガー610及び620が接続されたままとなり、これらが単一の部品であるという点において単一である。フレーム要素630は、フィンガー要素610と620との間の間隔及び整列を維持することを、これらが光電池に取り付けられるときに更に補助し得る。フレーム要素630は、図6A～図6Bにおいて、金属層600a及び600bの1つのエッジにわたって延在するように示される。しかしながら、他の実施形態において、フレーム要素は、1つのエッジにわたって部分的にのみ延在し得るか、または1つよりも多くのエッジを縁取り、または1つのエッジ上の1つ以上のタブとして構成され得るか、または格子自体の内部に存在し得る。更に、フレーム要素は、フィンガー610及び620と同時に電鍍され得るか、または他の実施形態において、フィンガー610及び620が形成された後に、別個のステップにおいて電鍍され得る。

【0025】

図6Cは、図6Bの断面B-Bから見た金属層600bの断面を示す。本実施形態におけるフィンガー610は、約1～約5などの、及び本図において約2などの、1超のアスペクト比を有するように示される。幅より大きい断面高さを有することは、金属層600bの光電池上のシェーディングの影響を低減する。種々の実施形態において、フィンガー610及び620の一部分のみが、1超のアスペクト比を有し得るか、またはフィンガー610及び620の大部分が、1超のアスペクト比を有し得るか、またはフィンガー610及び620のうちの全てが、1超のアスペクト比を有し得る。フィンガー610の高さ「H」は、例えば、約5ミクロン～約200ミクロン、または約10ミクロン～約300ミクロンの範囲であり得る。フィンガー610の幅「W」は、例えば、約10ミクロン～約150ミクロンなど、約10ミクロン～約5mmの範囲であり得る。平行フィンガー610間の距離は、それぞれのフィンガーの中心線の間を測定したピッチ「P」を有する。いくつかの実施形態において、ピッチは、例えば、約1mm～約25mmの範囲であり得

る。図 6 B 及び図 6 C において、フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 は、異なる幅及びピッチを有するが、高さはほぼ同等である。他の実施形態において、フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 は、互いに異なる幅、高さ、及びピッチを有し得、または、同一のいくつかの特徴を有し得るか、または全て同一の特徴を有し得る。値は、電池のサイズ、所望の効率のためのシェーディングの量、または金属物品が電池の前面に結合されるか後面に結合されるかなどの要因に従って選択され得る。いくつかの実施形態において、フィンガー 6 1 0 は、約 1.5 mm～約 6 mm の間のピッチを有し得、フィンガー 6 2 0 は、約 1.5 mm～約 2.5 mm の間のピッチを有し得る。フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 は、フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 と実質的に同一の形状及び間隔の溝を有するマンドレル内に形成される。フレーム要素 6 3 0 は、フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 と同一の高さを有し得るか、または図 6 C において破線で示されるようにより薄い部品であり得る。他の実施形態において、フレーム要素 6 3 0 は、フィンガー要素 6 1 0 及び 6 2 0 の上方に形成され得る。

10

【0026】

図 6 C はまた、フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 が実質的に互いに同一平面上にあることを示し、その点において、フィンガー 6 1 0 及びフィンガー 6 2 0 が、互いに重なり合うそれらの断面積の大部分を有する。互いに上になり下になって編まれている従来のメッシュに比べて、図 6 C に示されるような同一平面格子は、同一の断面積の重なった円形線よりも薄い外形を提供し得る。金属層 6 0 0 b の交差する、同一平面上の線はまた、電鍍工程中に互いに一体的に形成され、これは金属層 6 0 0 b の自立型物品にさらなる堅牢性を提供する。つまり、一体の要素が 1 つの部品として形成され、別個の部品から寄せ集められない。図 6 D 及び図 6 E は、同一平面上の交差要素の他の実施形態を示す。図 6 D において、フィンガー 6 1 0 は、高さにおいてフィンガー 6 2 0 より低い、フィンガー 6 2 0 の断面高さ内に位置付けられる。フィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 は、半導体表面に取り付けるための平らな表面を提供するなどのために本実施形態において整列する、底面 6 1 2 及び 6 2 2 をそれぞれ有する。図 6 E の実施形態において、フィンガー 6 1 0 は、フィンガー 6 2 0 よりも高い高さを有し、フィンガー 6 2 0 の頂面を越えて延在する。フィンガー 6 1 0 の断面積の大部分が、フィンガー 6 2 0 の全体の断面に重なり、したがってフィンガー 6 1 0 及び 6 2 0 は、本開示に定義したように同一平面上となる。

20

【0027】

図 6 F 及び図 6 G は、電鍍金属物品がモジュール内の光電池間の相互接続を可能にする、なおも他の実施形態を示す。典型的なモジュールは、36 個～60 個などの、直列に接続された多くの電池を有する。接続は、はんだでコーティングされた銅リボンを用いて前の 1 つの電池を後ろの次の電池に取り付けることによって行われる。リボンをこのように取り付けることは、リボンが電池のエッジを壊すことなく電池の周りで曲がり得るように、リボンが薄いこと、及びそれ故抵抗を必要とする。相互接続また典型的に、それぞれが別個にはんだ付けされた 3 つの別個のリボンが必要とする。図 6 F の実施形態において、金属物品 6 5 0 は、第 1 の格子領域 6 7 0 と一体的に電鍍された相互接続要素 6 6 0 を有する。相互接続要素 6 6 0 は、格子 6 7 0 に結合された第 1 の端部を有し、近くの電池との接続を可能にするために、光電池の表面を越えて延在するように構成される。相互接続要素 6 6 0 は、別個のリボンが電池間ではんだ付けされることに対する必要性を置き換え、よって製造費用を削減し、可能性のある自動化を可能にする。示される実施形態において、相互接続要素 6 6 0 は線形区分であるが、他の構成が可能である。また、相互接続要素 6 6 0 の数は、複数の要素 6 6 0 を提供して抵抗を低下させるなど、所望されるようにさまざまであり得る。相互接続要素 6 6 0 は、電池間の前後接続を可能にするなどのため、電鍍後に曲げられるか角度付けされ得、または格子 6 7 0 に対して角度付けされるようにマンドレル内で加工され得る。

30

40

【0028】

相互接続要素 6 6 0 の反対端は、第 2 の領域 6 8 0 に結合され得、第 2 の領域 6 8 0 もまた、金属物品 6 5 0 の一部として導電性のマンドレル内で電鍍され得る。図 6 F において、第 2 の領域 6 8 0 は、例えば、バスバーなどのタブとして構成され、これは次に近く

50

の電池の電気導管 690 に電氣的に接続され得る。導管 690 はここではメッシュとして構成されるが、他の構成が可能である。格子 670 は、例えば、第 1 の電池の前面上の電気導管として機能し得、格子 690 は第 2 の電池の後面上の電気導管であり得る。図 6 G の実施形態において、金属物品 655 は、バスバー型の接続の代わりにメッシュを有する。金属物品 655 は、電池間の接続が金属物品 655 によってすでに提供されるように、全て単一の部品として電鍍された第 1 の領域 670、相互接続要素 660、及び第 2 の領域 690 を含む。よって、金属物品 650 及び 655 は、1 つの光電池の表面上だけでなく、電池の間の相互接続にも電気導管を提供する。

【0029】

図 2～図 5 に説明したマンドレルは平坦なマンドレルとして説明したが、マンドレルはむしろ円筒状にして連続状の工程につながるようにしてもよい。図 17 は、例示的な円筒状マンドレル 1700 の断面図を示し、外表面 1720 上に予備成形されたパターン 1710 が作成されている。そのような実施形態では、円筒状マンドレル 1700 は、電鍍浴に浸漬されて回転され得、結果として生じた単一の金属物品を、その後必要に応じて別個の単一部品に切り整えられ得る連続状帯板として生産し得る。他の実施形態では、図 18 の断面図に例示する平坦なマンドレル 1800 は、上面 1820 に第 1 の予備成形されたパターン 1810、下面 1860 に第 2 の予備成形されたパターン 1850 を有し得る。第 1 及び第 2 の予備成形されたパターン 1810 及び 1850 は、互いに同一であってもまたは相異していてもよい。例えば、図 18 で、第 1 の予備成形されたパターン 1810 は、第 2 の予備成形されたパターン 1850 とは異なる幅、高さ、及びピッチの要素を有する。この両面マンドレル 1800 は、一度に 2 つのパターンを生成するために使用され得、即ち、他の実施形態で、一側をマスクで覆い得、他側を電鍍部品を生成するために使用する。一実施形態では、第 1 の予備成形されたパターンは、太陽電池の前面用の金属物品を生成するために使用され得、第 2 の予備成形されたパターンは、太陽電池の後面用の金属物品を形成するために使用され得る。

【0030】

図 7 は、光電池等の半導体組立体と共に使用するための自立型電鍍金属物品を、製作するための例示的なフローチャート 700 を示す。本開示では、半導体デバイスまたは光電池の形成における半導体材料への参照内容には、無定形シリコン、結晶シリコン、または光電池での使用に適する他の任意の半導体材料を含み得る。ステップ 710 で、導電性マンドレルを用いて電鍍工程を遂行する。マンドレルは、内部で金属物品を形成するための 1 つ以上の予備成形されたパターンを有する。一部の実施形態では、金属物品は、光電池内で電気導管として機能するように構成される。特定の実施形態では、金属物品は、太陽光モジュールの光電池間の接続を有効化するための特徴を含み得る。予備成形されたパターンは 1 より大きいアスペクト比を有し得、互いに交差する複数の並列パターンを含み得る。完成された電鍍金属物品の少なくとも一部分は、予備成形されたパターン内に作成される。バスバー等の、金属物品の他の部分は、予備成形されたパターン内に、またはマンドレルの上面に形成され得る。

【0031】

電鍍ステップ 710 は、マンドレルの外表面に第 1 の金属の塩を含む溶液を接触させることを含むが、この場合、第 1 の金属は、例えば、銅またはニッケルである。第 1 の金属は、金属物品全体を形成し得、または他の金属の層に対する金属先駆体を形成し得る。例えば、第 2 の金属を含む塩の溶液を、第 1 の金属上にめっきし得る。一部の実施形態では、第 1 の金属はニッケルであり得、第 2 の金属は銅であり得、この場合、ニッケルは銅の拡散に対する障壁を提供する。第 1 の金属であるニッケル上にメッキされた第 2 の金属である銅上の第 3 の金属がニッケルである等、第 3 の金属を第 2 の金属上に任意選択的にめっきしてもよい。この 3 層構造体では、銅導管がニッケルにより封止されて、半導体デバイス内への銅の混入に対する障壁を提供する。ステップ 710 での電鍍工程パラメータは、例えば、電流が 1～3000 アンペア毎平方フィート (ASF) の範囲で、めっき時間が、例えば、1 分～200 分の範囲であり得る。他の導電性金属を適用して、接着性を高

10

20

30

40

50

め、濡れ性を高め、拡散障壁として機能させ、またはすず、すず合金、インジウム、インジウム合金、ビスマス合金、ニッケルタングステン酸塩またはコバルトニッケルタングステン酸塩等の、電気接触を向上させてもよい。

【0032】

金属物品を形成したら、金属物品をステップ720で導電性マンドレルから分離し、自立型の単一部品とする。分離にはマンドレルから物品を持ち上げまたは剥離することを含み得、一時的な高分子シートを用いもしくは用いず、または、真空処理を用いもしくは用いない。他の実施形態では、取り外しには、製作した部品のマンドレルからの剥離を支援するための、熱もしくは機械的衝撃または超音波エネルギーを含み得る。自立型金属物品は、次いで、以下に説明するように当該物品を取り付け、電氣的に連結することにより、光電池または他の半導体デバイスに形成され得る状態になる。金属物品の種々の製造ステップへの移送は、プラスチックまたは高分子基板等の支持要素を要さずに行われ得、これにより費用を低減し得る。

10

【0033】

自立型金属物品は、直接太陽電池に搭載してもよく、または取付前に追加の処理ステップを施してもよい。本開示の目的のために、一部の実施形態では交差したクロス部材を含まなくてもよいのだが、用語「金属物品」は格子と、またはメッシュと互換的に呼び得る。金属物品を障壁層無しに形成した場合、分離した自立型金属物品を、ステップ730で追加のめっき処理を任意選択的に受けさせ得る。例えば、ニッケルめっきを、例えば、無電解または電気めっきにより遂行し得る。一部の実施形態では、金属物品をニッケルコバルトタングステンまたはコバルトタングステナーリンでめっきして、高温時の銅材料のための拡散障壁を作成してもよいが、標準的ニッケルめっきでは300℃未満の電池内で銅のマイグレーションを防止する。

20

【0034】

何らかの追加のめっきを完了後、ステップ740で、取付機構を自立型金属物品に適用して、当該物品を電池表面に搭載するための準備を整え得る。標準太陽電池モデルの場合、ファイヤスルー銀ペースト等の、反応性金属層を、太陽電池に連結する金属物品の表面に適用してもよい。反応性ペーストは、金属物品と半導体層との間に電気接続を提供するが、薄く適用すればよい。ペーストは、例えば、スクリーン印刷により、電鍍金属物品に適用され得る。格子に適用される銀の量は、ファイヤスルーペーストのみで金属化層を形成するときには要される銀の量より、かなり少ない。ファイヤスルーペーストは太陽電池ではなく格子上に適用されるので、格子と太陽電池との間の電氣的連結は自己整合される。即ち、電気導管のフィンガーを、太陽電池上に適用されたペーストの導電性配線に整合させる必要がないため、製造工程を簡素化し得る。更に、従来の方法では、電気接触部との整合を確実化するために過剰なペーストが適用されることが多い。対照的に、本方法では、必要な場合のみ、銀ペーストの適用を可能にする。取付機構を適用する追加の方法には、電気めっき、無電解めっき、ウェーブソルダーリング、蒸着またはスパッタリング等の物理的蒸着法、インクジェットによるディスペンシングまたは空圧式ディスペンシング法、または溶融はんだまたは金属格子の薄膜上へのスタンピング等の薄膜伝達技術、を含む。

30

40

【0035】

一部の種類の太陽電池は、誘電体ARCを使用するが、他の種類はTCO等の、導電性ARCを使用する。インジウム-すず-酸化物(ITO)を被覆した太陽電池等の、TCO型太陽電池に対しては、ステップ740での取付機構は、低温はんだ等の、はんだであり得る。はんだは、電池と接触されることになる格子の表面に適用される。はんだを格子に適用することにより、最小量のはんだが使用されるため、材料費を低減させる。加えて、はんだは、格子パターンと自己整合される。金属物品上のはんだの種類は、良好なオーム接触及び導電性、強力な接着性、迅速な熱放散、標的表面との低熱膨張率(CTE)の不一致、確実な機械応力軽減、高い機械強度、ゆるぎない電気マイグレーション障壁、十分な濡れ性、及び金属電鍍格子と太陽電池の表面との間の化学的安定材料の相互拡散障壁

50

等の、特性に対して選ばれ得る。一実施形態では、ノークリーンはんだを適用し得る。別の実施形態では、限定はされないが、インジウム、インジウム—すず、インジウム—ビスマス、鉛—すず—銀—銅、鉛—すず—銀、及び鉛—インジウム等の、無電解または電気めっき低融点金属または合金を、格子に適用し得る。更なる実施形態では、はんだペーストを格子に印刷し得る。はんだペーストは、格子及び太陽電池が共に連結され得る前に、乾式処理を要し得る。別の実施形態では、格子のチップ、即ち、底面は、液体はんだ内に浸漬または沈めてもよく、液体はんだはメッシュ表面に選択的に接着する。

【0036】

上記の取付機構は電鍍物品に適用されるものとして説明したが、他の実施形態では、ステップ740には、ファイヤスルーペーストまたははんだ材料を太陽電池に適用することを含む。電鍍物品は、次いで、ペーストまたははんだにより作製された導電性パターンと接触されることになる。金属物品は、インジウム金属またはインジウム合金を任意選択的に当該物品に適用することにより、電池との接触の準備を整えられ得る。このインジウムは、電流を供給しながら格子を電解液に浸漬することにより、格子の表面に電気めっきされ得る。別の実施形態では、格子は、インジウム溶液に浸漬することにより、無電解めっき法により被覆され得る。格子を、先ず、溶融フラックスに浸漬して、格子のチップ上の酸化物を除去し、次いで、格子のチップのみをインジウムすずはんだで濡らすように、インジウムすずはんだに浸漬する。別の実施形態では、格子は、インジウムすずペーストに浸漬され得、次いで、再度格子のチップのみが被覆された状態でアニールステップが続く。格子全体ではなくチップのみのインジウムの被膜により、接触可能な表面を達成しながら貴重なインジウムを節減する。インジウムが先端被覆されると、電鍍物品のフィンガーまたは要素が、次いで、例えば、太陽電池の端部の光整合マークにより、電池上のファイヤスルーペーストまたははんだと整列され得る。

【0037】

更なる実施形態では、金属物品は、同様な方法を用いて、図1Bに示すような、背面接触型の太陽電池内に利用され得る。取付機構は、典型的にははんだであるが、ステップ740で金属物品または太陽電池のいずれかに適用され、金属物品は次いで電池と接触される。取付機構は、加熱されて金属物品を電池に電氣的に連結する。背面接触型太陽電池の一実施形態では、第1の金属物品の電鍍要素は電池の後部表面上のp型領域に連結され、第2の金属物品の電鍍要素はn型領域に連結されることになる。例えば、金属物品は図6Aに示すように線形フィンガーで構成され得、第1の金属物品のフィンガーは、第2の金属物品のフィンガーと相互に噛み合わされることになる。

【0038】

取付機構を金属物品に適用したら、金属物品をステップ750で電池または半導体デバイスの表面に連結する。金属物品は、太陽電池の表面と接触される。格子物品がファイヤスルー銀ペーストを先端に付けられている場合、その組立体を、少なくとも400℃、または少なくとも800℃等の、ペーストの焼成温度まで加熱する。格子は、焼成時には、ローラまたはクランプの使用により、機械的に安定に保持され得る。ファイヤスルーペーストが一旦硬化したら、モジュール内の隣接する太陽電池が相互接続され得る。はんだを先端に付けられた格子に対しても、格子を同様に太陽電池に連結して、当該特定のはんだに要される典型的には100℃～300℃の範囲の温度に加熱する。雰囲気または真空中の熱及び／または圧力工程は、はんだをリフローさせて、金属物品と太陽電池との間に接触部を形成するように使用され得る。

【0039】

一部の実施形態では、独立の格子または金属物品は、所望の障壁層をめっきされた後、反射防止被膜層の蒸着前に太陽電池に取り付けられ得る。標準電池では、格子をエミッタ表面（例えば、ドーパシリコン）に接触させて、ニッケル珪化物の化学結合を生じるように加熱し得る。格子取付後に、任意選択ステップ760で、窒化物等の、ARCを次に蒸着し得る。格子のバスバーを、次いで、モジュール内の別の電池に接続し得る。ARC層の前に格子を取り付ける本実施形態は、いかなる銀ファイヤスルーの使用の必要性をも排

除する。加えて、本実施形態は、シリコンヘテロ接合太陽電池にも適用され得る。例えば、格子等の、自立型金属物品を、ヘテロ接合電池の無定形シリコン層の表面に連結し得る。これは、その後、ニッケル珪化物結合を生じるように加熱でき、ITO層が後で格子上に蒸着され得る。

【0040】

完全な光電池をステップ750で形成後、太陽電池モジュールを形成する複数の電池はステップ770で相互接続され得る。一部の実施形態では、金属物品の部品として電鍍されたバスバーまたはタブは、これらの相互接続のために利用され得る。

【0041】

本明細書に記載の自立型電鍍金属物品は、種々の電池の種類に適用でき、太陽電池の製造順序内の異なる点で挿入され得るものと理解され得る。更に、電鍍電気導管は、太陽電池の前面上もしくは後面上のどちらかに、または両方に利用され得る。電鍍物品を前面及び裏面の両方に使用するとき、電池の機械的な屈曲を生じ得るいかなる熱膨張の不一致も回避するために、それらは同時に適用され得る。

【0042】

図8A～図8Bは、自立型金属物品810と共に生産された例示的な光電池800の概略図を示す。本実施形態での金属物品810は、電鍍要素812及び電鍍要素812の外辺部近傍の縁部に架かるフレーム要素814を含む。電鍍要素812は、本実施形態では直角に交差して連続状の格子パターンを形成する並列線として示されているが、他の実施形態では、それらは、他の角度で交差する線で、または1組の並列線として、または他のパターンとして、構成され得る。電鍍要素812の先端は、それらに適用される、はんだまたはファイヤスルー銀ペースト等の、取付材料820を有する。取付材料820は、金属物品810を光電池構成部品830に電氣的に連結するが、この場合、光電池構成部品830は、光入射層832（例えば、ARC及び／またはTCO）、活性領域834（エミッタ及びベース）、及び裏面接触層836を含み得る。図8Bは、層832がARCである光電池800の別の実施形態を示し、取付材料820はARCを介して焼成された銀ペーストである。図8A～図8Bでは、封止剤（図示せず）を金属物品810上に適用して完成した光電池800を封止し得、他の電池との相互接続をフレーム要素814で行っている。他の実施形態では、第2の金属物品810は、非光入射面である後面接触層836に同様に連結され得、光電池800に対して反対極性の電気接触部を提供する。

【0043】

図8C～図8Dは、自立型金属物品と共に生産された例示的な背面接触太陽電池801の簡略図を示す。図8Cの断面図では、太陽電池801は、透明層831（例えば、ARC）、半導体基板833、ドープ領域835及び837、及び不動態化層840を含む。2つの自立型金属物品850及び860は、交互状に配置された電鍍要素を有する。金属物品850及び860の電鍍要素は、不動態化層840内の穴845を通してそれぞれドープ領域835及び837との電気接触を提供する。図8Dは、太陽電池801内に使用される金属物品850及び860の上面図を示す。金属物品850は、金属物品860のフィンガー862と相互に噛み合うフィンガー852を有する。金属物品850のフレーム要素854及び金属物品860のフレーム要素864は、各金属物品に対する電気接続部として機能し、また機械的安定性を提供する。

【0044】

図9A～9Bは、金属物品と太陽電池との間に適用されるはんだのシェーディングの影響を低減させ得る、更に別の実施形態を示す。図9Aは、直線形断面を有する金属要素920を太陽電池930にはんだ付けすることにより生じ得る、標準的はんだ接合部910の縦断面を示す。はんだは、それが接合する表面間に濡れ角度を必然的に形成するため、はんだは幅「F1」の足跡面積を有する。この足跡面積の幅は、光が太陽電池930に入射するのを阻止し、シェーディングを生じる。図9Bで、電鍍要素925の断面形状は、電鍍要素925がその下側表面に面取りをした角部927を有する点で、電鍍要素920と比較して変えられている。面取りは、足跡面積幅「F2」が「F1」より小さくなるよ

10

20

30

40

50

うに、はんだ接合部 910 の濡れ角度を変える。このように、電鍍要素 925 の調整形状はシェーディングを低減させる。電鍍要素 925 の断面形状をカスタマイズする能力は、上記の種々の実施形態で説明したように、電鍍マンドレルの使用により可能になる。面取り、フィレット、ディンプル、ネップ等の、特徴をマンドレルに形成して、生産される電鍍部品にこれらの特徴を与えてもよい。

【0045】

図 10A～10B は、金属物品に適用されたはんだによるシェーディングの影響を低減させる、別の実施形態の上面図である。図 10A は、2 本の斜めに交差する線形区分 1020 に適用された従来のはんだ接合部 1010 を示す。はんだ接合部 1010 の全足跡面積は、幅「F3」を有する。図 10B は、電鍍要素 1025 を示し、凹状切り欠き特徴部 1027 が、要素 1025 が形成されたマンドレルの特徴部を通して、電鍍要素 1025 が交差する角部内に組み込まれている。凹状特徴部 1027 は、足跡面積幅「F4」が「F3」と比較して低減されるように、はんだ 1010 の濡れ角度を変える。本明細書に示す凹状特徴部以外の形状も、可能である。このように、特徴部を形成用マンドレル内に組み込むことによる、電鍍要素の形状を調整する能力は、電鍍要素を光電池表面に連結するために使用されるはんだのシェーディングの影響を低減し得る。

【0046】

図 11A～図 11C に示す別の実施形態では、内部で金属物品を形成するマンドレルの一部分は、完成半導体デバイスの部分になり得る。図 11A は、図 4 の前述したマンドレル 400 と同様のマンドレル 1100 の断面図を示し、金属基体 1120 及び電鍍要素 1110 を形成するためのパターンを持つ誘電体層 1130 を有している。電鍍要素 1110 は、電鍍工程時に誘電体層 1130 内に形成されたものである。加えて、めっき厚さは、マンドレルパターの高さも超えて、オーバーめっきされた頭部 1112 を形成してもよい。他の実施形態では、電鍍要素 1111 内のように、オーバーめっきは行わない。電鍍要素 1130 を備える金属物品をマンドレル 1100 から取り外すとき、矢印 1140 に示すように、誘電体層 1130 は、電鍍要素 1130 と共に、マンドレル金属基体 1120 から剥離され得る。頭部 1112 は、電鍍要素 1110 を誘電体層 1130 に固定するのに役立ち得る。

【0047】

図 11B で、電鍍要素 1110 の組合せであり誘電体層 1130 により包囲された、分離された金属物品 1150 は、次いで、半導体表面に連結されて、例えば、光電池を形成する。太陽電池 1160 の一実施形態を、図 11C の簡略図に示す。太陽電池 1160 は、半導体組立体 1170 を含む。金属物品 1150 は半導体組立体 1170 に連結され、封止剤 1180 及び反射防止被膜等の窓層 1190 により覆われる。封止剤 1180 は、例えば、エチレン酢酸ビニル（EVA）、熱可塑性ポリオレフィン（TPO）またはポリビニルブチラル（PVB）であり得る。図 11A～図 11C の誘電体層 1130 は、適当な半導体適用に適合するように選ばれ得る。光電池に対して、伝達可能な誘電体の標的特性は、意図する太陽電池モジュールの信頼性仕様に依拠して決まる。誘電体は、モジュール内に組み込まれるので、太陽電池モジュールの寿命に耐える耐久性を有さなければならない。誘電体は、光が太陽電池に透過され得るように透明でなければならない、電池内への銅拡散に対しても抵抗性がなければならない。適当な誘電体の一種類に、例えば、電子部品パッケージング業界で公知であるソルダーレジスタント誘電体がある。

【0048】

他の実施形態では、本明細書に説明する金属物品は、高分子シートと組み合わせられて、高分子層を形成するようにしてもよい。図 12 は、そのような方法の一実施形態を示し、電鍍要素 1210 を有する金属物品がマンドレル 1220 と共に形成されている。電鍍要素 1210 は、例えば、格子を形成する 1 組の並列線、または組の交差線として構成され得る。本実施形態に対して、電鍍要素 1210 は、図 3B の電鍍要素 312 に関して上述したように、オーバーめっきされて、それらの上面に丸みのある頭部 1212 を形成している。高分子シート 1230 が、マンドレルの表面上に配置され、電鍍要素 1210 をマ

ンドレル1220から取り外すために使用される。図12は、高分子シート1230及び電鍍要素1210が、マンドレル1220から持ち上げられた状態を示す。高分子シート1230は、電鍍要素1210の頭部1212が高分子シート1230内に少なくとも部分的に埋め込まれるように、マンドレルに接触される。頭部1212は、より大きい表面積のため、高分子シート1230が電鍍要素1210を把持することを可能にし、頭部1212はまた係留点としても機能し得る。尚、頭部1212は曲面で具体化されているが、他の形状も可能である。加えて、一部の金属物品及びマンドレルに対して、オーバーめっきは要しない。電鍍要素1210の頭部1212が埋め込まれた高分子シート1230は、マンドレル1220から持ち上げられ、それにより頭部1212を引き上げ、次いで金属物品の電鍍要素1210をマンドレル1220から持ち上げる。電鍍要素1212の底部は、高分子シート1230から露出されたまま、これらの係留点から吊され、それらがその後必要に応じて被覆されまたはめっきされることを可能にする。

10

【0049】

高分子シート1230は、例えば、EVA、TPOまたはPVBで作製される。高分子シート1230は、接着層1234により被覆された基板層1232として任意選択的に構成され得る。接着層1234は、マンドレルに面して、電鍍要素1210と係合する。基板層1232は、例えば、ポリエチレン、ポリエステルまたはポリエステルフィルム（例えば、Mylar（登録商標））でよく、接着層1234は、例えば、EVAまたはTPOでよい。高分子シート1230が接着剤を含む場合、マンドレル1220は、任意選択的な開放層1225を含み得、高分子シート1230をマンドレル1220から容易に剥離することを可能にする。剥離層1225は、例えば、フッ素重合体、または他の低接着性材料でよい。接着層1234は、頭部1212がその中に少なくとも部分的に埋め込まれることを可能にする厚さに作製される。

20

【0050】

一部の実施形態では、高分子シート1230は、伝達材料として機能する等、主に、電鍍要素1212をマンドレルから取り外すために使用される。高分子シート1230を、次いで、電鍍要素1212から分離でき、それによりこれまでの実施形態で説明したように自立型金属物品となる。導電性マンドレルから金属物品を取り外すために高分子シートを用いることは、処理を自動化につなげ得るので、高処理量を可能にする。高分子シートはまた、物品が追加の製造ステップを受ける間、電鍍金属物品に対する支持を提供し得る。例えば、電鍍要素1210の底面はマンドレル1220から引き出された後は露出されたままであるので、高分子シート1230は、底面が、例えば、障壁層をめっきされもしくははんだまたはファイヤスルーペーストを適用される間、金属物品を保持するために使用され得る。高分子シート1230はまた、処理時に格子の寸法を維持するための追加の機械的支持を提供し得る。

30

【0051】

他の実施形態で、高分子シートは、内部に金属物品を配置する完成半導体デバイス内の構成部品になり得る。図13A～図13Bは、高分子層1315が半導体構成部品1370上に配置されて光電池1300を形成する例示的な実施形態を示す。本実施形態では、高分子層1315は、光電池1300の後面に対する電気導管として機能する。しかし、図13A～図13Bに対して説明した工程は、前面接触部、または前後両方、として機能する高分子層1315のためにも利用され得る。高分子層1315は、高分子シート1330及び電鍍要素1310を含み、これらは図12の高分子シート1230及び電鍍要素1210と同様である。半導体構成部品1370は、例えば、活性領域、裏面接触部、及びTCO層等の、層を持つ太陽電池であり得る。一部の実施形態では、高分子層1315は、電鍍要素1310の露出表面に適用された反応性金属層（図示せず）を有し得、または反応性金属層は電鍍要素1310を受け容れている半導体構成部品1370の表面に適用され得る。高分子層1315は、熱及び圧力を用いて、電池1370に機械的及び電氣的に連結される。適用された熱及び圧力は、図13Bに示すように、格子を高分子材料1330内に押し入れる。電鍍要素1310は、高分子1330内に機械的係留点を作成し

40

50

、電鍍要素 1 3 1 0 のゆるぎない安定を高分子層 1 3 1 5 内に提供する。高分子材料 1 3 3 0 は、電池の種類に応じて必要になり得る他の制約の中でも、とりわけ透明度、耐久性、濡れ性及び耐食性等の、太陽電池封止材料に必要な特性を有するように選ばれる。高分子シート 1 3 3 0 の材料は、例えば、EVA、TPO、PVB 及びイオノマーであり得る。

【0052】

図 1 4 は、格子またはメッシュ等の、電鍍金属物品と組み合わせて高分子基板を使用するための例示的なフローチャート 1 4 0 0 である。ステップ 1 4 1 0 で、金属物品を、予備成形されたパターンを持つ導電性マンドレルを用いて、電鍍工程により製作する。金属物品を、ステップ 1 4 2 0 で高分子シートに接触させ、金属物品の一部分を高分子シート内に埋め込む。ステップ 1 4 3 0 で、高分子シート及び電鍍要素をマンドレルから持ち上げまたは剥離して、高分子シートとその中に部分的に入った電鍍格子との組合せである高分子層をマンドレルから分離する。任意選択的なステップ 1 4 4 0 では、追加のめっきまたは他の工程を電鍍要素の露出された部分に施し得る。例えば、ステップ 1 4 4 0 は、ニッケルが電鍍工程時に層形成されなかった場合、ニッケルまたは別の障壁材料を格子の露出された部分にめっきすることを含み得る。ステップ 1 4 4 0 は、酸化物を除去して格子をはんだ処理に備える等の、清掃ステップも含み得る。

【0053】

高分子シートを主に伝達材料として用いる場合、高分子シートをステップ 1 4 5 0 で金属物品から取り外せばよい。金属物品は、次いで、光電池または他の半導体デバイスに、ステップ 1 4 6 0 で処理され得るが、当該ステップには図 7 のステップ 7 4 0 ~ 7 7 0 を実施することを含み得る。高分子シートを完成されたデバイスに組み込む他の実施形態では、ステップ 1 4 7 0 で、取付機構を、図 7 のステップ 7 4 0 に説明したように、半導体デバイスまたは格子のいずれかに適用し得る。高分子層は、次いで、ステップ 1 4 8 0 で熱及び圧力を用いるボンディング等により半導体デバイスに連結される。ボンディング工程により、高分子材料は電鍍格子を封止し、また、格子と太陽電池との間の任意のはんだまたはファイヤスルーペーストを電氣的に連結する。ボンディング工程は、電池及び高分子層に、真空、高温、及び圧力によるラミネーション工程を施すことを含み得る。ラミネーション条件下では、はんだがリフローして電池と高分子支持された金属格子との間に電気接触を形成し、他方で高分子が電池表面に結合して堅牢な機械的接触を作る。反射防止層を適用すること及び太陽電池モジュール内の他の電池との相互接続を形成すること等の、いくつかの完成化ステップを遂行することにより、ステップ 1 4 9 0 で光電池が完了され得る。フローチャート 1 4 0 0 の工程は、前面及び後面の両接続部、ならびに標準、非標準 TCO 被覆、及び背面接触（例えば、相互噛み合い型裏面接触）電池を含む種々の種類の太陽電池に対して適用可能である。

【0054】

更に別の実施形態では、本明細書に開示する金属物品は、半導体表面上の導電層に対するマスクとして使用され得、金属物品は、そのため導電層上の生成パターンと自己整合される。図 1 5 A は、太陽電池用の層を含む半導体デバイス 1 5 1 0 の一部分の斜視図を示す。半導体デバイス 1 5 1 0 は、その上面に配置された導電性金属層 1 5 2 0 を有する。導電性金属層 1 5 2 0 は、当該技術分野では接触層とも呼ばれるが、半導体デバイス 1 5 1 0 の全表面を実質的に覆い得る。導電性金属層 1 5 2 0 により覆われた表面は、太陽電池の光入射上面であり得る。導電性金属層 1 5 2 0 は、例えば、ARC 層蒸着の直前またはファイヤスルー金属層の完了により、処理された標準太陽電池上に蒸着された薄膜金属であり得る。導電層 1 5 2 0 は、あるいは、TCO 層であってもよい。一実施形態では、導電層 1 5 2 0 は、上にニッケルを蒸着したチタンの薄層であってもよい。導電性金属層 1 5 2 0 は、半導体デバイス 1 5 1 0 に対して良好なオーム接触を成すように選ばれ、半導体デバイス 1 5 1 0 及び引き続き取り付けられる金属格子に対して優れた接着性を提供する。導電性金属層 1 5 2 0 は、例えば、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、またはそれらの組合せでよく、物理蒸着または電気めっき等の、蒸着法を含む当該技術分

10

20

30

40

50

野で公知な任意の方法を用いて、半導体デバイス上に提供され得る。導電性金属層 1520 の厚さは、一部の実施形態では、必要な電氣的及び機械的特性を維持し得る均一の薄膜を提供するために必要な厚さがあればよい。

【0055】

図 15B 中に格子 1530 として具体化された金属物品は、半導体デバイス 1510 と導電性金属層 1520 とを備える組立体に機械的及び電氣的に連結され得る。この連結（図示せず）は、金属格子 1530 が導電性金属層 1520 に電氣的及び機械的に良好に接触するように、はんだペースト、導電性接着剤、または従来のはんだの使用による接着性であり得る。はんだ、はんだペースト、または接着剤は、格子 1530 の底面等の、格子 1530 に適用され得る。格子 1530 は、導電性は高いが、電池上へのシェーディング量は比較的小さくなるように設計される。格子 1530 は、例えば、十分な導電性を提供する高さだがシェーディングを最小化する狭い幅を持つ線を有し得る。

10

【0056】

導電性金属層 1520 に取り付けられた金属物品は、導電性金属層 1520 をパターン形成するマスクとして使用され得るので、太陽電池領域のバルクは光吸収のために透明にされ得る。例えば、図示のように、マスクされた領域 1540 は格子 1530 直下に形成され、露出された部分 1545 は、格子 1530 が存在しない導電性金属層 1520 の残存部を含む。露出された部分 1545 は、導電性金属層 1520 がパターン形成されて格子 1530 の形状になるように除去され得る。導電性金属層 1520 は、湿式化学エッチング工程、反応性イオンエッチング等の乾式エッチング工程、または、限定はされないが、イオンミリング等の物理的エッチング工程で、例えば、露出された部分 1545 を除去することにより、パターン形成され得る。エッチング工程は、露出された領域 1545 の全て、または一部を除去し得る。

20

【0057】

図 15C は、本実施形態でマスクされた領域 1540 のみが半導体デバイス 1510 の表面上に残るように、エッチングを行った後の組立体を示す。マスクされた領域 1540 は、格子 1530 と実質的に同様なパターンを有し、格子 1530 と一致する。このように、金属格子 1530 は、湿式または反応性イオンエッチングの場合には化学的に抵抗性のマスクを提供し、物理的エッチングの場合には機械的なマスクを提供し、別個の金属物品の半導体組立体に対する連結及び整列を可能にする。図 15D に、半導体デバイス 1510 が標準電池であり、格子 1530 が TCO でなくシリコンに連結された更なる実施形態を示す。エッチング後に、窒化物層 1550 が、導電性金属層 1520 の露出された部分により前もって占められた領域上に堆積されて、光電池のための ARC 層を形成する。図示しないが、金属格子 1530 を被覆してもよい。

30

【0058】

図 16 は、金属物品をマスクとして使用するための例示的なフローチャート 1600 を示す。ステップ 1610 で、導電性金属層が、半導体材料の表面上に提供される。ステップ 1620 で、金属物品が、導電性金属層に電氣的及び機械的に連結される。金属物品は、例えば、図 2～図 7 に説明し示したように、予備成形されたパターンを有する導電性マンドレル内で電鍍され得る。金属物品により覆われる半導体材料の表面の部分は、マスクされた領域であり、無被覆の部分は露出された領域である。ステップ 1630 で、露出された領域は、例えば、図 15B～図 15C に関して説明したように、種々のエッチング処理のうちの 1 種により、部分的にまたは完全に除去される。金属物品でパターン形成され自己整合された導電性金属層を持つ、結果として得られた組立体は、太陽電池等の、完成された半導体デバイス組立体へと更に製作されるために今や処理され得る。格子をマスクとして用いることにより、工程ステップの総数が、接触層をパターン形成するために別個のマスク化及びパターン形成工程を行わなければならない従来のマスク化技法と比較して大幅に低減される。更に、マスクは生成されたパターン形成導電線と整列されるので、金属格子と導電線との間の整列の必要性が除去される。金属格子はまた、従来ファイヤスルー銀接触部と比較して、より高いレベルの堅牢性を提供する。

40

50

【0059】

このように、本明細書に説明する電鍍金属物品の使用は、様々な異なる光電池及び太陽電池モジュールを作製し得る。電鍍金属物品は、製造順序内の異なる箇所に挿入され得る。加えて、現在直ちには可能にならない利点及び特性の追加の組合せで電池及びモジュールを効率的に生産するために、金属物品は特定の設計され得る。例えば、金属物品が本質的に電池の表面全体に架かる単一部品であり得るため、耐久性が向上する結果となる。特に、処理時またはモジュール生産時等に太陽電池に亀裂が生じて、金属物品は破損した電池が金属物品の格子状の性質により影響を受けずに保持されることを可能にし、電池に対する機能上の損失を最小限に抑える。加えて、電池表面を横切って金属物品が架かっている、はんだ接合部の損傷の影響が低減される。更に、電鍍金属物品は終始一貫した予測可能な厚さで生産され得るので、電流は電池を通して均一に流される。このことは、たとえ電流分布があっても、太陽電池の劣化及び損傷の現在の主要原因である電池表面でのホットスポットの発生を、著しく低減する。

10

【0060】

一部の実施形態では、図19～図21に例示するように、特定の設計特徴を金属物品に含めることにより可撓性モジュールを作製できる。そのようなモジュールは、コンパクトな形状に折り畳むことができ、バックパック内等で持ち運びが容易になり、より遠隔の場所等で、後で広げて使用され得る。他の実施形態では、可撓性モジュールを折り畳んで、屋根または日よけ設備内等に、格納してもよい。

20

【0061】

例えば、図19は並列な線に沿って折り畳み得るモジュール1900を示す。モジュール1900は、本実施形態では32個の別個の電池1910を含み、各々は、半導体基板に取り付けられた金属物品1920を備える。電池1910は、光電池モジュール用の公知の裏打材料で作製され得、堅固または柔軟であり得る裏打基板1930上に位置する。裏打基板1930は、折り畳みまたは折り目付け等により、区分化されて、折り目線1941、1942、及び1943を形成する。電池1910は、第1の電池1910aから第4の電池1910bに、第5番目の電池1910cに、第8番目の電池1910dに、及び最後の電池1910eに等、蛇行順に直列に電気接続される。電池1910間の電気接続は、図6F～図6Gの相互接続要素660及び680を用いる等、上述した金属物品の特徴を用いて達成され得る。

30

【0062】

図19中の折り目1941、1942、及び1943を越えて存在する電池間の相互接続に対して、折り畳み可能な相互接続1950が提供される。例えば、電池1910dから次の組の電池への接続は折り目1941を横切る。このように、1910dに対する金属物品は設計により折り畳み可能な相互接続1950を有し、電池1910b及び1910c間の相互接続は折り目を横切らないため、それらの間には折り畳み可能な相互接続を有しない。折り畳み可能な相互接続1950は、銅の薄板または帯板等の材料の中実部材で、亀裂または破断が生ずることなく容易に折り畳まれることを可能にするのに十分な厚さであり得る。このように、折り畳み可能な相互接続1950は、リビングヒンジの機能を果たす。一部の実施形態では、折り畳み可能な相互接続1950は、追加の可撓性を提供する開口部1960を含み得る。折り畳み可能な相互接続1950は、例えば、非折り畳み電池間の相互接続の長手形状版であり得る。一部の実施形態では、折り畳み可能な相互接続1950は、金属物品の部品として電鍍される一体構成部品であり得る。他の実施形態では、折り畳み可能な相互接続1950は、電鍍またはスタンピング、及びそれに続く所要の電池が金属物品に接合されることにより、電池金属物品から別個に形成される素子とされ得る。図示されるように電池1910及び折り畳み可能な相互接続1950を基板1930上に、相互接続1950が折り目1941、1942、及び1943を跨ぐように配置することにより、結果として得られるモジュール1900は折り畳まれ得る。図19の実施形態では、曲線矢印により示すように、折り目1941及び1943は山折りとして折り畳み可能であり、折り目1942は谷折りとして折り畳み可能である。したが

40

50

って、モジュール1900は、パネルA、B、C、及びDが互いに積み上がるように、折り畳まれる。

【0063】

図20は、図19に類似するが多数の電池を持つ可撓性モジュール2000の別の実施形態を示す。モジュール2000は、パネルA、B、C、及びDの間に折り目2041、2042及び2043を有し、折り畳み可能な相互接続2050が折り目2041、2042及び2043を横切る。モジュール2000は、山折りと谷折りとの間に交互に配置された折り目2041、2042及び2043等で、モジュール1900同様にアコーディオン型に折り畳まれ得る。図20には穴2070も示され、これらはケーブルまたはガイド線等の操作用コードがモジュールを折り畳まれた構成に縮めることを可能にする。本実施形態での穴2070は、モジュール2000の縁部で、折り目2041、2042及び2043近傍に位置し、折り畳み接合部で張力を適用する。穴2070は、アイレットまたはグロメット等の、補強部を含み得、耐久性を増大させる。折り畳みモジュール2000で説明したようなケーブル搭載システムが、例えば、日よけ型の光電池モジュールの開口及び格納のために使用され得る。

10

【0064】

図19及び図20中の折り畳み可能な相互接続は概ね矩形として示したが、他の形状も可能である。加えて、図19及び図20中の折り畳み可能な相互接続は電池の縁部に沿って中心に置き且つ縁長さの概ねほとんどを包囲するように示したが、他の実施形態では、折り畳み可能な相互接続は電池の縁部の一部だけに沿って延在してもよく、または角部等で、端部に沿って中心から外れるようにしてもよい。折り畳み可能な相互接続の特定の構成は、特定のモジュールの折り畳み形状を収容するように設計され得る。

20

【0065】

図21は、2方向の折り畳み能力を有する可撓性モジュール2100の更なる実施形態を示す。縦方向の折り目2141、2142及び2143に加えて、モジュール2100は、横方向の折り目2145を有し、この横方向の折り目は本実施形態でモジュール2100の概ね中央線を通して延在する。したがって、折り畳み可能な相互接続2151は、折り目2145を越えて隣接する電池間に利用される。モジュール2100は、このため、道路地図同様に、2方向にコンパクトなサイズに折り畳まれ得る。例えば、モジュール2100は、折り目2145に沿って半分に折り畳まれ、次いで、曲線矢印により示されるように、折り目2141、2142及び2143に沿ってアコーディオン折りされ得る。

30

【0066】

図22は、電池に取り付けられた金属物品により提供される機械的支持を利用する可撓性モジュールを形成する代替的方法を示す。例えば、太陽電池2200の半導体基板2210は、金属物品2220が取り付けられていながら、一点鎖線2240に沿って折り目付けられあるいは個別部品に切断され得る。金属物品2220の格子がもとのままである限り、半導体基板2210の別個の部品は電池2200に取り付けられた状態を保ち、結果として、電池2200は切断線2240に沿って屈曲または湾曲され得る。追加の折り目及び切断線の形成は追加の度合いの柔軟性を提供する。例えば、半導体基板は、一部の実施形態では、2〜36区画へ折り目付けられ得る。このように、本明細書に説明したような金属物品を取り付けた個々の電池は、柔軟にされ得、特に、図19〜図21に示したような折り畳み可能な相互接続と組み合わせられるとき、モジュールの部品として湾曲したまたは不均一な表面に沿って上手く収まることを可能にする。他の追加の利点及び特性は、本明細書に提供された詳細な説明が与えられれば、当業者に明らかになるであろう。

40

【0067】

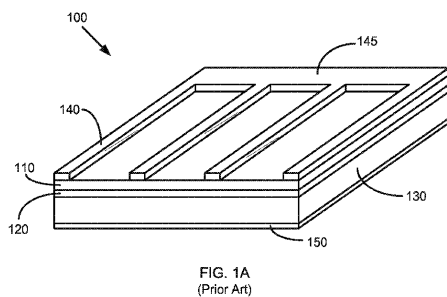
本明細書に記載の実施形態は、主に太陽光発電用途に関して記載されたが、本方法及びデバイスはまた、再分配層(RDL's)または、フレックス回路などの他の半導体用途にも適用され得る。更に、フローチャートのステップは、代替の順番に実行され得、示されない追加的なステップを含み得る。

【0068】

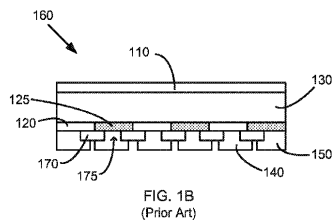
50

本明細書は、本発明の特定の実施形態に関して詳細に記載したが、当業者であれば、前述の理解を得ると、これらの実施形態に対する変更形態、変形形態、及び均等物を容易に着想し得ることが理解されるものとする。本発明に対するこれらの及び他の修正形態及び変形形態は、添付の特許請求の範囲により具体的に記載される本発明の範囲を逸脱することなく当業者によって実施され得る。更に、当業者は、前述の記載が例示のみを目的とし、本発明を制限することを意図しないことを理解するであろう。

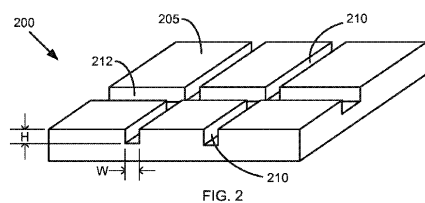
【図 1 A】



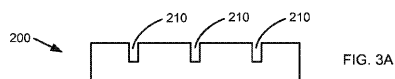
【図 1 B】



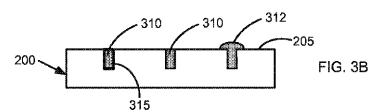
【図 2】



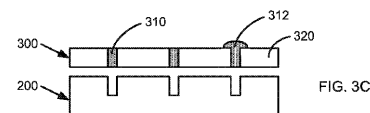
【図 3 A】



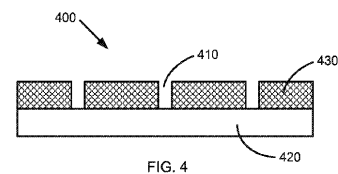
【図 3 B】



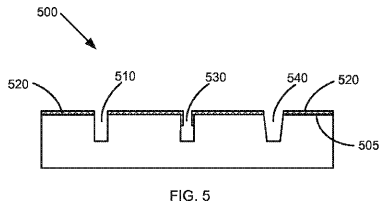
【図 3 C】



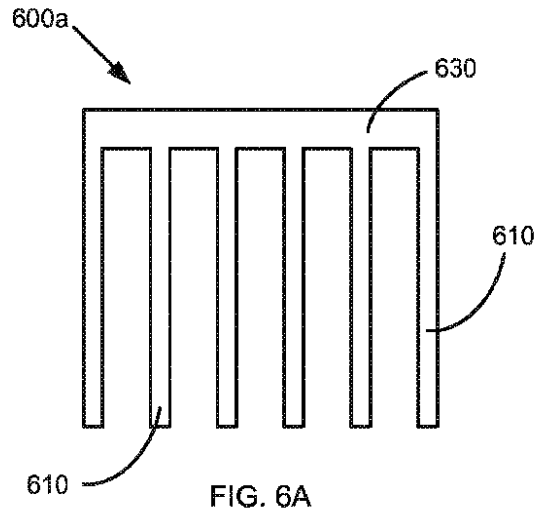
【図 4】



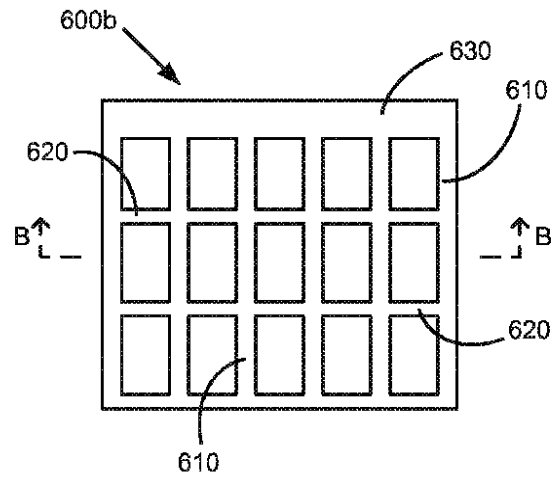
【図 5】



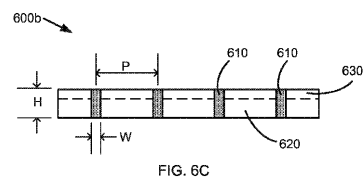
【図 6 A】



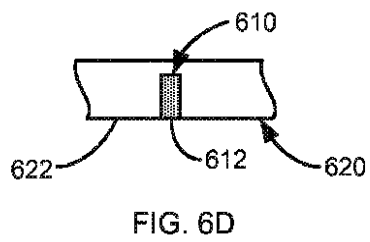
【図 6 B】



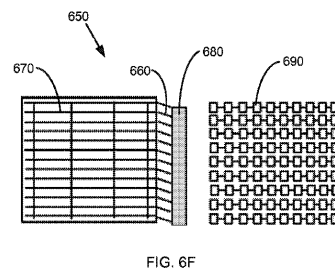
【図 6 C】



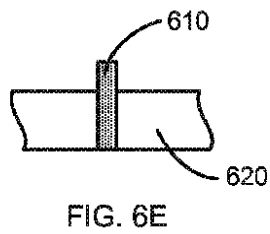
【図 6 D】



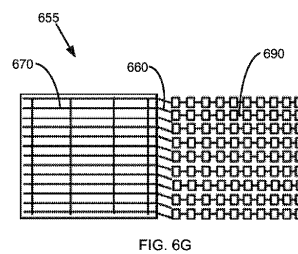
【図 6 F】



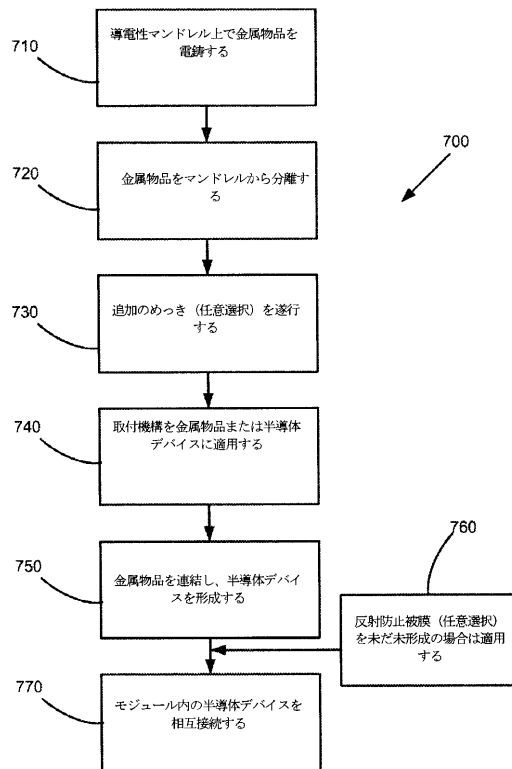
【図 6 E】



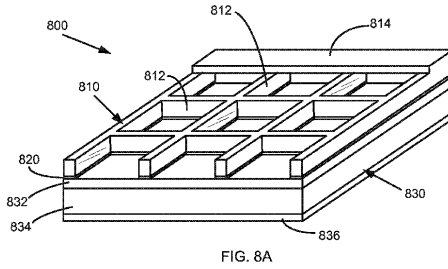
【図 6 G】



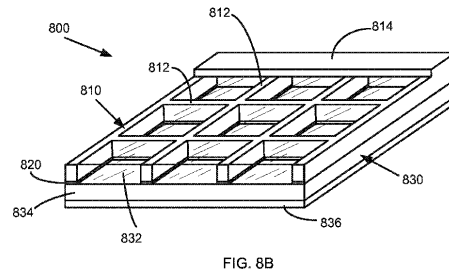
【図 7】



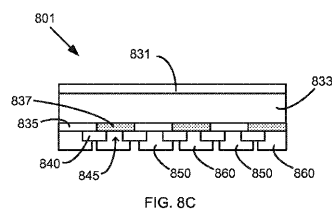
【図 8 A】



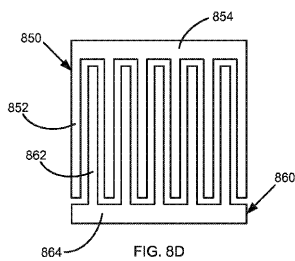
【図 8 B】



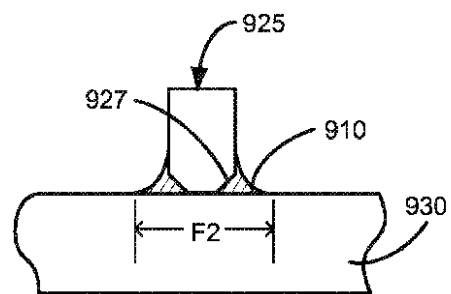
【図 8 C】



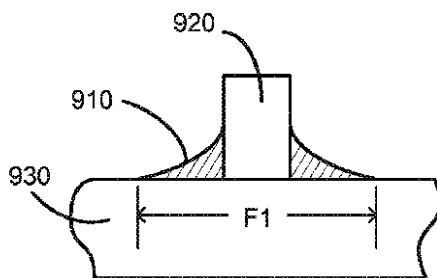
【図 8 D】



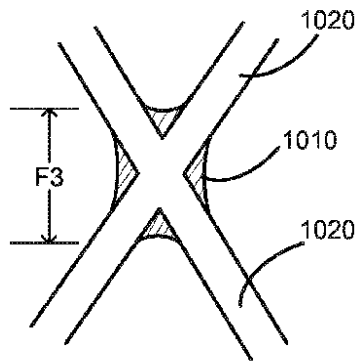
【図 9 B】



【図 9 A】

FIG. 9A
(Prior Art)

【図10A】

FIG. 10A
(Prior Art)

【図10B】

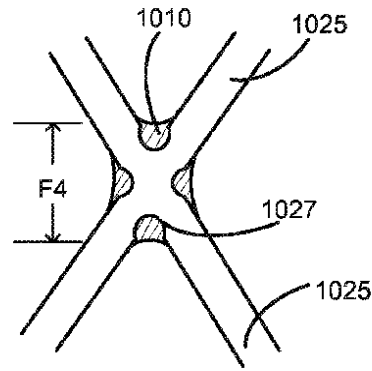


FIG. 10B

【図11A】

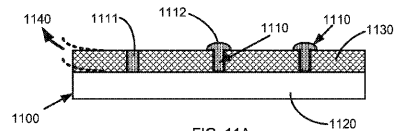


FIG. 11A

【図11B】

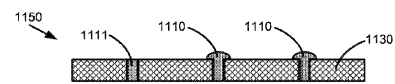


FIG. 11B

【図11C】

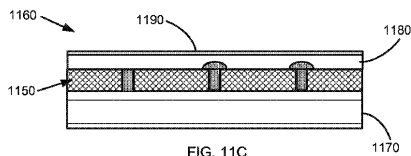


FIG. 11C

【図12】

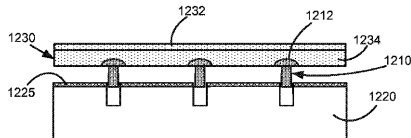


FIG. 12

【図13A】

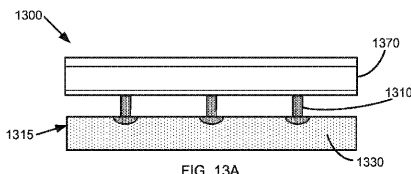


FIG. 13A

【図13B】

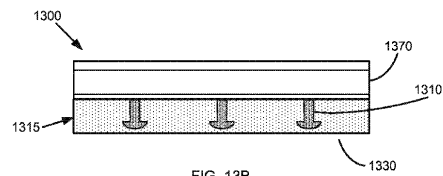
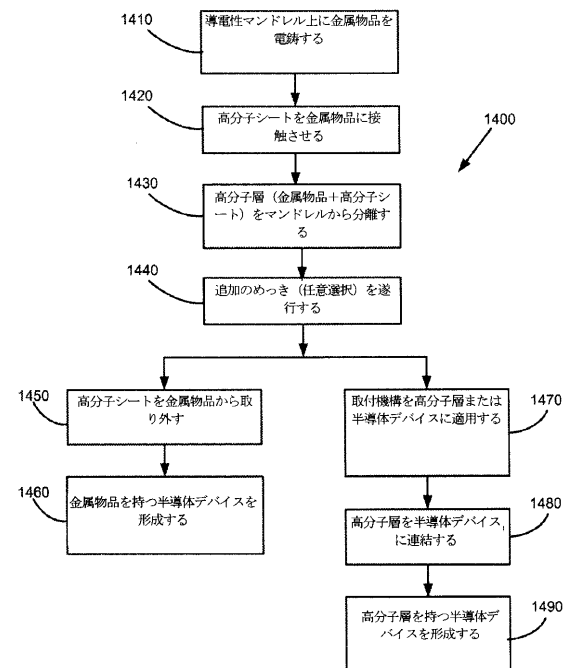


FIG. 13B

【図14】



【図 15 A】

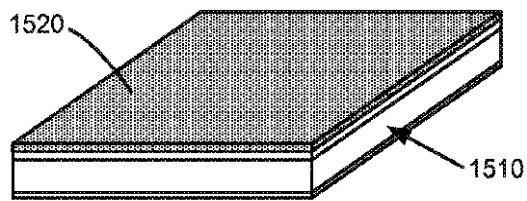


FIG. 15A

【図 15 B】

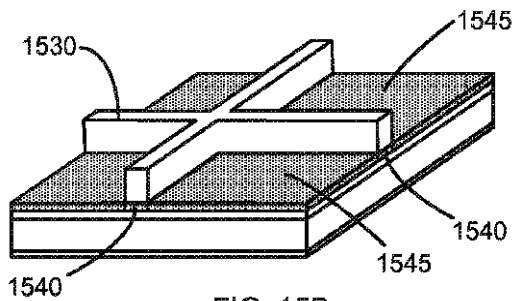


FIG. 15B

【図 15 C】

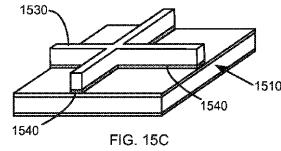


FIG. 15C

【図 15 D】

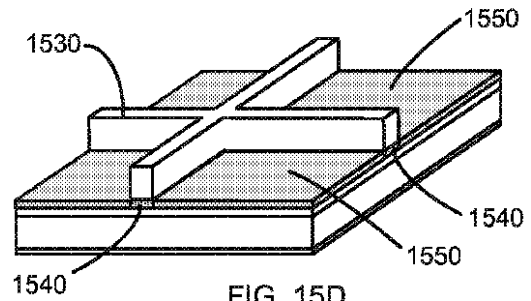
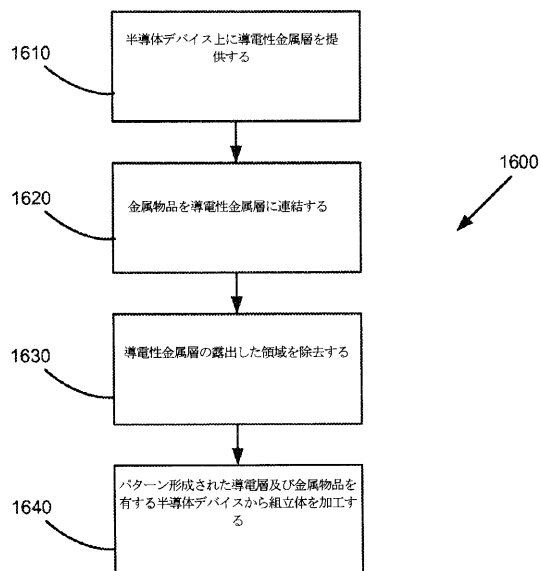


FIG. 15D

【図 16】



【図 17】

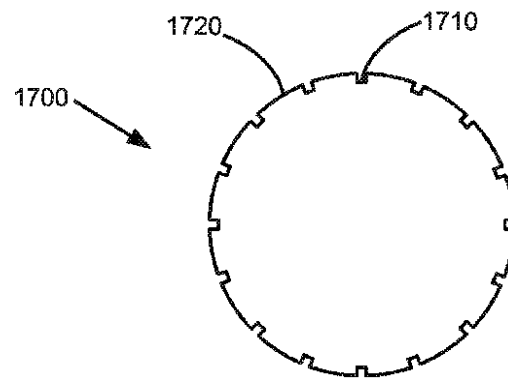


FIG. 17

【図 18】

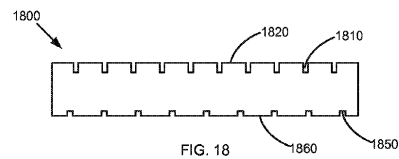
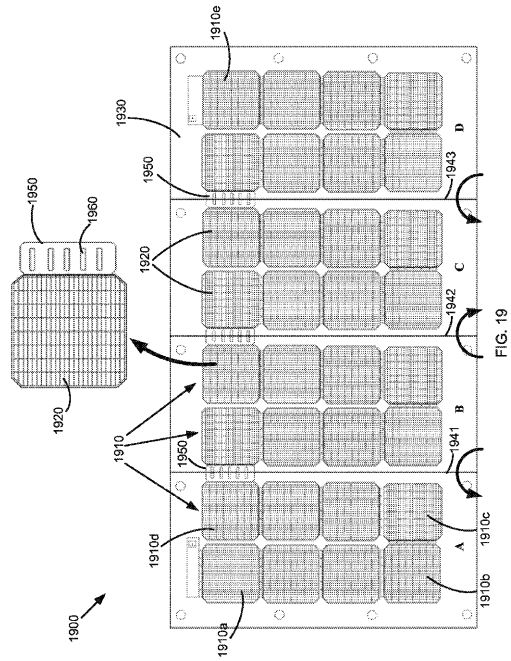
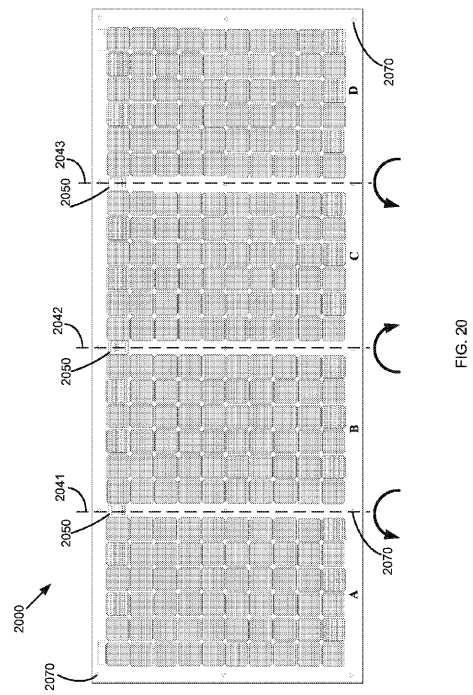


FIG. 18

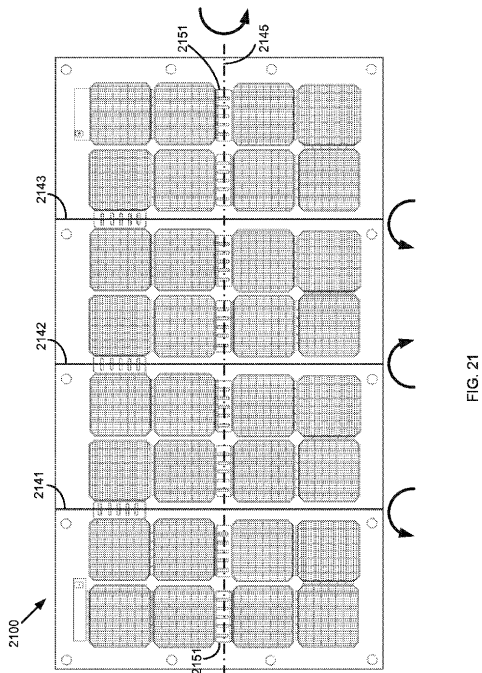
【図 19】



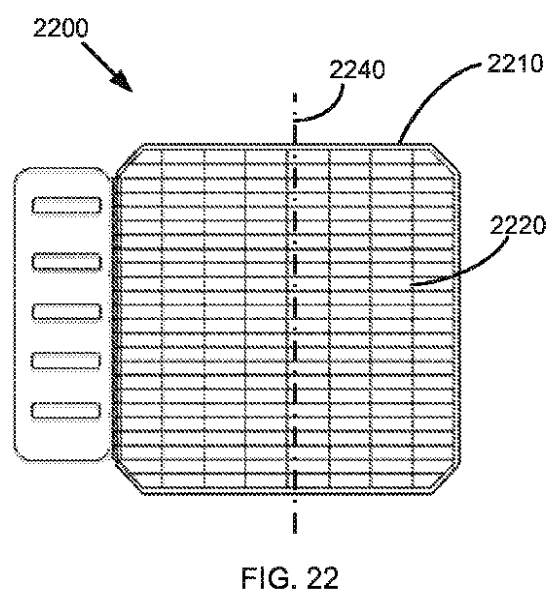
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

- (72)発明者 ブレイナード, ロバート
アメリカ合衆国、94086 カリフォルニア州、サニーベイル、ポンデローザ・アベニュー、780
- (72)発明者 チャリ, アルビンド
アメリカ合衆国、95070 カリフォルニア州、サラトガ、ジプシー・ヒル・ロード、14801
- (72)発明者 デ・ラ・フエンテ・ボーンブロック, アレハンドロ
アメリカ合衆国、94070 カリフォルニア州、サン・カルロス、バイン・ストリート、263
- (72)発明者 ムラリ, ベンカテサン
アメリカ合衆国、95120 カリフォルニア州、サン・ノゼ、クイーンズブリッジ・ウェイ、1102
- (72)発明者 プラブ, ゴバル
アメリカ合衆国、95136 カリフォルニア州、サン・ノゼ、クワリー・パーク・ドライブ、3500
- (72)発明者 ルディン, アーサー
アメリカ合衆国、95037 カリフォルニア州、モーガン・ヒル、サン・ガブリエル・アベニュー、718
- (72)発明者 サブバラムン, ベンカテスワラン
アメリカ合衆国、95123 カリフォルニア州、サン・ノゼ、パバ・コート、6111
- (72)発明者 タナー, デイビッド
アメリカ合衆国、95126 カリフォルニア州、サン・ノゼ、クリープス・アベニュー、184
- (72)発明者 シュ, ドン
アメリカ合衆国、94536 カリフォルニア州、フリーモント、フリーモント・ブルーバード、36337

審査官 河村 麻梨子

- (56)参考文献 特開平06-151915 (JP, A)
特開2010-251611 (JP, A)
特開平11-323592 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0132273 (US, A1)
米国特許第04695674 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/02-31/078、31/18-31/20、
51/42-51/48
H02S 10/00-10/40、30/00-50/15、99/00