

(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2019-186258
(P2019-186258A)

(43) 公開日 令和1年10月24日(2019.10.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/05 (2014.01)	HO 1 L 31/04 5 7 0	5 F 1 5 1
HO 1 L 31/0352 (2006.01)	HO 1 L 31/04 3 4 0	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2018-71046 (P2018-71046)
(22) 出願日 平成30年4月2日 (2018.4.2)

(71) 出願人 390014487
住江織物株式会社
大阪府大阪市中央区南船場3丁目11番2
0号
(72) 発明者 官村 佳成
奈良県生駒郡安堵町大字窪田634-1
住江織物株式会社 奈良事業所内
(72) 発明者 杉野 和義
奈良県生駒郡安堵町大字窪田634-1
住江織物株式会社 奈良事業所内
Fターム(参考) 5F151 AA02 AA03 AA05 AA08 AA09
AA10 AA11 DA01 EA02 EA19
FA06 JA02

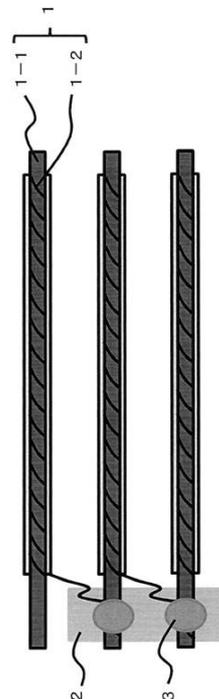
(54) 【発明の名称】 繊維状光発電素子の直列接続構造、及び該直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を備える布型太陽電池

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 電氣的に直列接続の配置の自由度を高めることで、繊維状光発電素子を配置した布帛の柔軟性の低下を抑制するとともに、接続部の形成を容易にすることが可能な電氣的に直列接続構造及び該繊維状光発電素子を備える布型太陽電池を提供する。

【解決手段】 繊維状光発電素子1は導電性芯材1-1と電極リード線1-2を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子1の電極リード線1-2と前記導電性芯材1-1とが、樹脂フィルム2上に配置された導電性接着剤3とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする繊維状光発電素子の直列接続構造。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

繊維状光発電素子は導電性芯材と電極リード線を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが、樹脂フィルム上に配置された導電性接着剤とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする繊維状光発電素子の直列接続構造。

【請求項 2】

樹脂フィルム上に導電材のパターンが形成され、繊維状光発電素子は導電性芯材と電極リード線を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが、前記導電材上に配置された導電性接着剤とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする繊維状光発電素子の直列接続構造。

10

【請求項 3】

前記他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが導電性接着剤とともに接着された前記樹脂フィルムの面と同じ側から、さらに保護フィルムを積層する請求項 1 又は 2 に記載の繊維状光発電素子の直列接続構造。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を織物の少なくとも一部に備えた布型太陽電池。

【請求項 5】

前記織物に、プラス電極用及びマイナス電極用の導電系をそれぞれ備えた請求項 4 に記載の布型太陽電池。

20

【請求項 6】

前記織物の前記繊維状光発電素子を備えた部分又は領域に、保護層を積層した請求項 4 又は 5 に記載の布型太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、繊維状光発電素子の直列接続構造と該直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を備える布型太陽電池に関し、さらに詳しくは、例えば上着、ズボン、シャツやスカートなどの衣料品や、ベルト、帽子、手袋、ストール、鞆、横断幕、幟、ロールスクリーン、シェード、カーテン、テント等の一部に用いられる布型太陽電池に関する。

30

【背景技術】

【0002】

太陽電池は、複数のパネル状の太陽電池素子からなり、各太陽電池素子はインナーリード線を用い電氣的に接続されている。例えばインナーリード線としてハンダがコーティングされており、このハンダにより太陽電池素子上の電極と電氣的に接続する技術が公知である。

【0003】

また、太陽電池モジュール内部で発電された電力をモジュールから取り出すリード線の接続方法が公知である。例えば、発電された電力を外部に取り出す内部リード線が、端子台において外部へ取り出すためのケーブルと電氣的に接続する。端子台には挿入溝と挿入型圧着端子を備え、内部リード線を挿入溝と挿入型圧着端子とで挟み込むことで内部リード線を挿入溝内に固定し、挿入型圧着端子と電氣的に接続する方法が記載されている（特許文献 1）。

40

【0004】

しかしながら、例えば電極線の太さが 0.15 mm 未満であるような繊維状光発電素子同士の電極を接続するには、ハンダによる接続ではハンダが 160 以上の高温になることから繊維状光発電素子への悪影響のおそれがある。

【0005】

50

また、出願人は繊維状光発電素子が導電性芯材と電極リード線を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが接続部を形成し、前記接続部が電氣的に接続する直列接続構造を、さらに接続部をハウジング内に配置する構造を開示している（特許文献2）。

【0006】

しかしながら、接続部の形成及び接続部をハウジング内に配置する構造をさらに簡素化したいというニーズがあった。また、繊維状光発電素子を配置した布帛は、全体としては柔軟性があるもののハウジング部での柔軟性が低下するおそれがあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0007】

【特許文献1】特開2006-128181号公報

【特許文献2】特開2017-045948号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、かかる技術的背景に鑑みてなされたものであって、電氣的に直列接続の配置の自由度を高めることで、繊維状光発電素子を配置した布帛の柔軟性の低下を抑制するとともに、接続部の形成を容易にすることが可能な直列接続構造及び該繊維状光発電素子を備える布型太陽電池を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

【0010】

[1] 繊維状光発電素子は導電性芯材と電極リード線を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが、樹脂フィルム上に配置された導電性接着剤とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする繊維状光発電素子の直列接続構造。

【0011】

[2] 樹脂フィルム上に導電材のパターンが形成され、繊維状光発電素子は導電性芯材と電極リード線を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが、前記導電材上に配置された導電性接着剤とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする繊維状光発電素子の直列接続構造。

30

【0012】

[3] 前記他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが導電性接着剤とともに接着された前記樹脂フィルムの面と同じ側から、さらに保護フィルムを積層する前項1又は2に記載の繊維状光発電素子の直列接続構造。

【0013】

[4] 前項1～3のいずれか1項に記載の直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を織物の少なくとも一部に備えた布型太陽電池。

40

【0014】

[5] 前記織物に、プラス電極用及びマイナス電極用の導電系をそれぞれ備えた前項4に記載の布型太陽電池。

【0015】

[6] 前記織物の前記繊維状光発電素子を備えた部分又は領域に、保護層を積層した前項4又は5に記載の布型太陽電池。

【発明の効果】

【0016】

[1]の発明では、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と

50

導電性芯材とが、樹脂フィルム上に配置された導電性接着剤とともに接着され、電氣的に接続している繊維状光発電素子の直列接続構造は、複数の繊維状光発電素子を電氣的に直列接続することができるので、より高い電圧を得ることができる。また、樹脂フィルム上に配置された導電性接着剤とともに接着されるため、容易にしかも確実に電氣的に接続することができる。

【0017】

[2]の発明では、樹脂フィルム上に導電材のパターンが形成され、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子の電極リード線と導電性芯材とが、前記導電材上に配置された導電性接着剤とともに接着され、電氣的に接続している繊維状光発電素子の直列接続構造は、複数の繊維状光発電素子を電氣的に直列接続することができるので、より高い電圧を得ることができる。また、樹脂フィルム上に形成された導電材のパターンの上に配置された導電性接着剤とともに接着されるため、容易にしかも確実に電氣的に接続することができるばかりでなく、前記パターンを一行、千鳥等パターン配置することができ自由度が高まるので、繊維状光発電素子の配列や電圧設計が容易になる。

10

【0018】

[3]の発明では、前記他方の繊維状光発電素子の電極リード線と前記導電性芯材とが導電性接着剤とともに接着された前記樹脂フィルムの面と同じ側から、さらに保護フィルムを積層することで接着部を保護することができ、耐久性が向上するばかりでなく、取扱いも容易になる。

20

【0019】

[4]の発明では、電氣的に直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を織物の少なくとも一部に備えた布型太陽電池を提供できる。少なくとも織物の一部に繊維状光発電素子を備えることで、例えば上着、ズボン、シャツやスカートなどの衣料品や、ベルト、帽子、手袋、ストール、鞆、横断幕、幟、ロールスクリーン、シェード、カーテン、テント等の一部に好適に適用することができる。

【0020】

[5]の発明では、織物にプラス電極用及びマイナス電極用の導電系をそれぞれ備えたことから、電流を容易に取り出せる。

【0021】

[6]の発明では、繊維状光発電素子を備えた部分又は領域に、保護層を積層したことから、耐久性をより高めることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】第一の発明及び第二の発明に係る繊維状光発電素子の直列接続構造の一実施形態を示す説明図である。

【図2】第一の発明に係る繊維状光発電素子の直列接続構造の一実施形態の側面図である。

【図3】第二の発明に係る繊維状光発電素子の直列接続構造の一実施形態の側面図である。

【図4】(a)は第一の発明に係る樹脂フィルムを示す説明図で、(b)は第二の発明に係る樹脂フィルム上に形成された導電材のパターンを示す説明図である。

40

【図5】第三の発明に係る繊維状光発電素子を備える布型太陽電池の一実施形態を示す説明図である。

【図6】第三の発明に係る繊維状光発電素子を備える布型太陽電池の他の実施形態を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

第一の発明及び第二の発明に係る繊維状光発電素子の直列接続構造の一実施形態の説明を図1に示す。第一の発明、第二の発明に係る繊維状光発電素子の直列接続構造の一実施形態の側面図を順に図2、図3に示す。

50

【0024】

第一の発明及び第二の発明の繊維状光発電素子1の直列接続構造は、図1に示すように導電性芯材1-1と電極リード線1-2を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子1の電極リード線1-2と前記導電性芯材1-1とが、樹脂フィルム2の上に配置された導電性接着剤3とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする。

【0025】

第一の発明では、図2に示すように樹脂フィルム2の上に配置された導電性接着剤3とともに接着されるが、第二の発明では、図3に示すように樹脂フィルム上に導電材のパターンが形成され、繊維状光発電素子1は導電性芯材1-1と電極リード線1-2を備え、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子1の電極リード線1-2と前記導電性芯材1-1とが、導電材4の上に配置された導電性接着剤3とともに接着され、電氣的に接続していることを特徴とする。

10

【0026】

本発明の繊維状光発電素子1の直列接続構造において繊維状光発電素子1としては、特に限定されないが、シリコン系、無機系化合物、有機系化合物の光発電素子を挙げることができる。例えば、シリコン系光発電素子としては、単結晶シリコン光発電素子、多結晶シリコン光発電素子、アモルファスシリコン光発電素子を挙げることができる。無機系化合物光発電素子としては、CIS系(銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)などからなる化合物半導体でつくられる)光発電素子、GaAs系光発電素子、CdTe系光発電素子を挙げることができる。有機系化合物光発電素子としては、色素増感光発電素子、有機薄膜光発電素子を挙げることができる。なかでも、繊維状基材の表面に略同芯円状に順に発電層、封止層が積層され、発電層と封止層との間に電極又は電極リード線を備えてなる光発電素子は、多方向からの光によって発電することが可能な素子であり、優れた発電性能を発揮する。また、繊維状光発電素子1の直列接続構造で、繰り返して電氣的に直列接続した繊維状光発電素子1は、太陽電池としてより高い電圧を得ることができる。

20

【0027】

本発明において導電性芯材1-1は、導電性を有していれば特に限定はされないが、ステンレス線、チタン線、アルミニウム線、銅線、銀線等を挙げることができる。上述の高い汎用性の観点から繊維状光発電素子1の直径を100 μ m~300 μ mとするなら、導電性芯材1-1の直径としては40 μ m~200 μ mが好ましい。光発電素子の性能に導電性芯材1-1の寸法精度や表面の粗さが影響を及ぼすので、寸法精度と表面平滑さの点でステンレス線、チタン線、が好ましい。導電性芯材1-1の材質をステンレス、チタンとすることで発電効率に優れた繊維状光発電素子1とすることができる。また、導電性芯材1-1は、繊維状光発電素子1の陰極として作用する。

30

【0028】

本発明において電極リード線1-2は、導体であれば特に限定はされないが、金線、銀線、銅線、ステンレス線等を挙げることができる。上述の高い汎用性の観点から繊維状光発電素子1の直径が100 μ m~300 μ mとするなら、電極リード線1-2の直径としては20 μ m~100 μ mが好ましい。なかでも、素材表面の酸化による劣化がなく柔軟であるので金線が好ましい。また、電極リード線1-2は、繊維状光発電素子1の陽極として作用する。

40

【0029】

本発明において導電性接着剤3としては、電気伝導度の高い金属粉末を接着剤に混入したものが用いられる。金属粉末は、例えば、金、銀、銅、白金、ニッケル等が挙げられる。また、接着剤樹脂としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂を例示できる。

【0030】

第一の発明では、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子1の電極リード線1-2と導電性芯材1-1とを、樹脂フィルム2の上に配置された導電性接着剤3とともに接着する際、電氣的に接続し接着されていれば、特に限定されずどのような接続であって

50

もよいが、例えば電極リード線 1 - 2 を導電性芯材 1 - 1 に巻き付けて形成してもよい。

【0031】

また 第二の発明では、樹脂フィルム上に導電材 4 のパターンが形成され、電氣的に直列に接続する他方の繊維状光発電素子 1 の電極リード線 1 - 2 と導電性芯材 1 - 1 とを、導電材 4 の上に配置された導電性接着剤 3 とともに接着する際、電氣的に接続し接着されていれば、特に限定されずどのような接続であってもよいが、例えば電極リード線 1 - 2 を導電性芯材 1 - 1 に巻き付けて形成してもよい。導電材 4 としては、導電性を有するものであれば特に限定されないが、例えば金、銀、銅、アルミニウム、白金等を挙げることができる。

【0032】

このようにして、例えば直径が 0.15 mm 未満の電極リード線 1 - 2 のように極めて細い電極であっても、ハンダを使用することなく接続することができるので繊維状光発電素子 1 を高温にさらしてしまうことがないので、繊維状光発電素子 1 を破損させるおそれがない。したがって、本発明では繊維状光発電素子 1 同士を電氣的に直列に接続することができるので、光発電によってより高電圧が得られる。

【0033】

図 4 (a) には、樹脂フィルム 2 を示す。これは、第一の発明における樹脂フィルム 2 であるし、また第二の発明での導電材 4 のパターンを形成する前の樹脂フィルム 2 でもある。また、図 4 (b) には、導電材 4 のパターンを形成した樹脂フィルム 2 を示す。この例では導電材 4 が千鳥に配列したパターンであるが、特にこのパターンに限定されない。

【0034】

このように導電材 4 のパターンを形成することで、導電材 4 のパターンの上に配置された導電性接着剤とともに接着することができるため、容易にしかも確実に電氣的に接続することができるばかりでなく、前記パターンを一行、千鳥等パターン配置することができ自由度が高まるので、繊維状光発電素子の配列や電圧設計が容易になる。

【0035】

樹脂フィルム 2 としては、特に限定されないが、例えばアクリル、塩化ビニル、ポリスチレンを挙げることができる。さらに可撓性を有するのが好ましく、この場合ポリプロピレン、ポリイミドを挙げることができる。また、熱接着可能な低融点の樹脂フィルムがなお一層好ましく、ポリエステル、ポリエチレンを挙げることができる。

【0036】

他方の繊維状光発電素子 1 の電極リード線 1 - 2 と前記導電性芯材 1 - 1 とが導電性接着剤 3 とともに接着された樹脂フィルム 2 の面と同じ側から、さらに保護フィルムを積層するのが好ましい。保護フィルムとしては、樹脂フィルム 2 と同じであってもなくてもよい。こうして、保護すると同時に繊維状光発電素子 1 同士が、意図せず電氣的に接続してしまふおそれを抑制することができる。

【0037】

さらに、第三の発明に係る繊維状光発電素子を備える布型太陽電池の一実施形態の説明図を図 5 に示す。図 5 に示すように電氣的に直列接続構造で接続された繊維状光発電素子 1 を織物 6 の少なくとも一部に備える。個々の樹脂フィルム 2 が千鳥に配されている。こうすることで布型の柔軟性を活かしながらレイアウトを設計し配置することができる。また、第三の発明に係る繊維状光発電素子を備える布型太陽電池の他の実施形態の説明図を図 6 に示す。図 6 に示すように接続部近傍を覆うように樹脂フィルム 2 を配してもよい。こうして、電氣的に直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を織物の少なくとも一部に備えた布型太陽電池を提供することができる。

【0038】

なお、本願発明は電氣的な接続として繊維状光発電素子の直列接続構造に係る発明であるが、電氣的に並列に接続する並列接続構造を形成することで、織物の一部に並列接続構造を設けてもよい。さらに、直列接続構造を有する織物、並列接続構造を有する織物を別々に形成し、これらを組み合わせてもよい。これらを組み合わせることで並列接続構造の

10

20

30

40

50

ものを互いに直列に接続してもよいし、直列接続構造のものを互いに並列に接続してもよい。こうして電圧も電流も設計することができる。

【0039】

布型太陽電池5を構成する織物6としては、特に限定されないが、例えば公知の織機にて、経糸として、総織度350dtexポリエステル繊維を用い、緯糸として直径190 μ mの繊維状光発電素子(直径190 μ m)と総織度350dtexのポリエステル繊維を引き揃えて平織(緯糸の織込本数は52本/cm)の織物6を製織することができる。

【0040】

織物6には、プラス電極用及びマイナス電極用の導電系7をそれぞれ備えるので、電極を接続することで電流を容易に取り出せるので好ましい。導電系7は、織物6の経糸や緯糸として織り込むことで、確実に配置できるうえ、織り込まれた導電系7のどこからでも電流を取り出せるので好ましい。

10

【0041】

導電系7としては、導電性があれば特に限定されないが、例えば金、銀、銅等の金属によるめっき繊維や、金、銀、銅、ニッケル、スズ、ステンレス等の金属線、金属めっき繊維によるカバリング系等を挙げることができる。

【0042】

織物6の繊維状光発電素子1を備えた部分又は領域に、保護層を積層するのが繊維状光発電素子1を保護し、耐久性をより向上させることから好ましい。前記保護層としては、例えばポリエステル、エチレンビニルアルコール、無機ガラスを挙げることができる。なかでも、ポリエステル、エチレンビニルアルコールは熱接着により布型太陽電池5を構成する織物6と密着することから、織物6の可撓性を維持できる強固な保護層となるので好ましい。また、上述の保護層にシリカを蒸着したものは、酸素や水分の透過を防止または抑制することができるのでより好ましい。

20

【0043】

こうした構成を備えた布型太陽電池は、例えば上着、ズボン、シャツやスカートなどの衣料品や、ベルト、帽子、手袋、ストール、鞆、横断幕、幟、ロールスクリーン、シェード、カーテン、テント等の一部として好適である。

【実施例】

【0044】

次に、本発明の具体的な実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例のものに特に限定されるものではない。なお、この発明の実施例の使用材料は次の通りである。

30

【0045】

<使用材料>

繊維状光発電素子・・・有機系発電系(直径200 μ m)

導電性芯材・・・ステンレス線(直径100 μ m)

電極リード線・・・金線(直径50 μ m)

樹脂フィルム・・・ポリエチレン樹脂(厚さ100 μ m)

導電性接着剤・・・導電性エポキシ樹脂(銀フィラー含有)

導電材・・・銅

40

織物・・・経糸：ポリエステル繊維(総織度350dtex)、緯糸：ポリエステル繊維(総織度350dtex)

導電系・・・スズめっき銅線を弾性系に巻付けた複合系

プラス電極端子部・・・銅製(厚さ500 μ m)

マイナス電極端子部・・・銅製(厚さ500 μ m)

【0046】

<実施例1>

ステンレス線を芯材とし、金線を電極リード線として備える有機系発電系を用意した。この金線を別の有機系発電系の芯材の端部に5回巻き付けた。続いてこの巻き付けた部分をポリエチレン樹脂製フィルム上の導電性接着剤とともに接着することで繊維状光発電素

50

子の直列接続構造を得た。

【0047】

織物の耳内に導電系（マイナス電極用、プラス電極用）が経糸として組織されるように製織しながら、繊維状光発電素子を10本に1本の割合で緯糸として製織した。次に、1番目の繊維状光発電素子のステンレス線を導電性接着剤で導電系（マイナス極用）と接着した。続いて、1番目の繊維状光発電素子の金線を隣の繊維状光発電素子の端部に5回巻き付け、順に全ての繊維状光発電素子について同様に行った。次に、あらかじめ用意した帯状のポリエチレン樹脂製のフィルムに導電性接着剤を図4（b）のように配し、上述の金線を巻き付けた部分を導電性接着剤で接着した。最後の繊維状光発電素子の金線を導電性接着剤で別の導電系（プラス電極用）と接着した。マイナス電極端子部、プラス電極端子部をそれぞれの導電系に設けた。こうして図5に示すような布型太陽電池を得た。

10

【0048】

得られた布型太陽電池の上面に樹脂フィルムを積層したのち、布型太陽電池の表面にポリエチレン樹脂製のフィルムを温度140 で熱接着し保護層とした。こうして用意した布型太陽電池をブルゾンの肩部に取付けた。

【0049】

<実施例2>

実施例1において、織物を製織する際に、繊維状光発電素子を15本に1本の割合で緯糸とし対外は実施例1と同様にして布型太陽電池を得た。

【0050】

得られた布型太陽電池の上面に樹脂フィルムを積層したのち、布型太陽電池の表面にポリエチレン樹脂製のフィルムを温度140 で熱接着し保護層とした。こうして用意した布型太陽電池をカーテンに取付けた。

20

【0051】

このようにして得られた繊維状光発電素子の電気的な直列接続構造は配置の自由度もあり、また配置した繊維状光発電素子を備える布型太陽電池はいずれも柔軟性を有するものであった。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明に係る繊維状光発電素子の直列接続構造及び該直列接続構造で接続された繊維状光発電素子を備える布型太陽電池は、特に限定されるものではないが、屋内ばかりでなく屋外の品、さらには身に着けるいわゆるウェアラブル品や、携行品に用いられる。

30

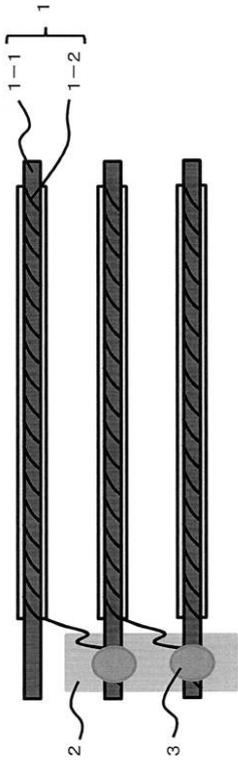
【符号の説明】

【0053】

- 1 ... 繊維状光発電素子
 - 1 - 1 ... 導電性芯材
 - 1 - 2 ... 電極リード線
- 2 ... 樹脂フィルム
- 3 ... 導電性接着剤
- 4 ... 導電材
- 5 ... 布型太陽電池
- 6 ... 織物
- 7 ... 導電系
- 8 ... プラス電極端子部
- 9 ... マイナス電極端子部

40

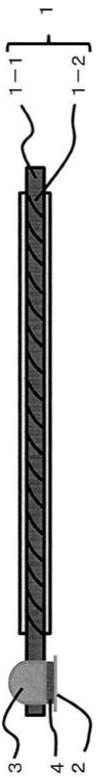
【 図 1 】



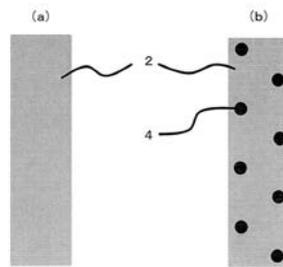
【 図 2 】



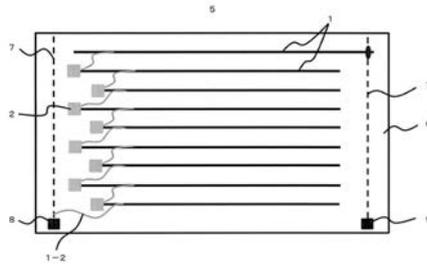
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

