

(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2021-114882

(P2021-114882A)

(43) 公開日 令和3年8月5日(2021.8.5)

(51) Int.Cl.  
H02S 40/12 (2014.01)F1  
H02S 40/12テーマコード(参考)  
5F151

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2020-7801 (P2020-7801)  
(22) 出願日 令和2年1月21日 (2020.1.21)(71) 出願人 506142794  
M I R A I - L A B O株式会社  
東京都八王子市千人町三丁目3番20号  
(74) 代理人 110001667  
特許業務法人プロウィン特許商標事務所  
(72) 発明者 平塚 利男  
東京都八王子市千人町3-3-20 M I  
R A I - L A B O株式会社内  
(72) 発明者 平塚 雷太  
東京都八王子市千人町3-3-20 M I  
R A I - L A B O株式会社内  
Fターム(参考) 5F151 AA05 JA03 JA04 JA08 JA15  
JA27 JA28

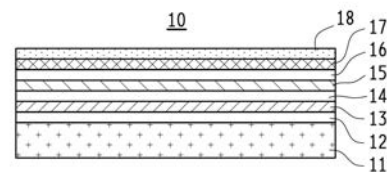
(54) 【発明の名称】 太陽光発電パネル、融雪装置および太陽光発電パネルの制御方法

## (57) 【要約】

【課題】 冬季の積雪時にも発電を継続することが可能な太陽光発電パネル、融雪装置および太陽光発電パネルの制御方法を提供する。

【解決手段】 光入射面に照射された光を電力に変換する光発電モジュール(15)と、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する加熱モジュール(13)を備え、加熱モジュール(13)は光発電モジュール(15)の光入射面とは反対側に配置されている太陽光発電パネル(10)。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光入射面に照射された光を電力に変換する光発電モジュールと、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する加熱モジュールを備え、前記加熱モジュールは、前記光発電モジュールの前記光入射面とは反対側に配置されていることを特徴とする太陽光発電パネル。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の太陽光発電パネルであって、前記光発電モジュールの温度  $T$  に基づいて前記加熱モジュールを制御する加熱制御部を備えることを特徴とする太陽光発電パネル。

10

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の太陽光発電パネルであって、前記加熱制御部は、前記温度  $T$  が  $20$  未満で前記加熱モジュールによる加熱を開始し、  
 $30$  以上で前記加熱モジュールによる加熱を停止することを特徴とする太陽光発電パネル。

**【請求項 4】**

請求項 1 から 3 の何れか一つに記載の太陽光発電パネルであって、前記加熱モジュールの前記光発電モジュールとは反対側に、断熱材層が設けられていることを特徴とする太陽光発電パネル。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の太陽光発電パネルであって、前記光を透過し、一面に前記光発電モジュールが貼り付けられる透光性支持部材と、前記透光性支持部材の他面上に形成され、前記光を透過する表面被覆層を備え、前記表面被覆層は、前記光を散乱する微粒子が少なくとも表面に露出していることを特徴とする太陽光発電パネル。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 の何れか一つに記載の太陽光発電パネルであって、前記光発電モジュールは、アモルファスシリコンからなる発電セルを有していることを特徴とする太陽光発電パネル。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 から 6 の何れか一つに記載の太陽光発電パネルであって、前記光発電モジュールで発電した電力を二次電池に供給して充電し、前記加熱モジュールは、前記二次電池から供給される電流で駆動されることを特徴とする太陽光発電パネル。

**【請求項 8】**

請求項 1 から 7 の何れか一つに記載の太陽光発電パネルを用いることを特徴とする融雪装置。

**【請求項 9】**

光発電モジュールで光入射面に照射された光を電力に変換し、前記光発電モジュールの前記光入射面とは反対側に配置された加熱モジュールで電気エネルギーを熱エネルギーに変換して、前記光発電モジュールの温度  $T$  に基づいて加熱モジュールを制御することを特徴とする太陽光発電パネルの制御方法。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽光発電パネル、融雪装置および太陽光発電パネルの制御方法に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

近年になって、火力発電や原子力発電とは異なり再生可能エネルギーを用いた発電が重要視されるようになってきた。再生可能エネルギーの中でも、太陽光発電はソーラーパネルの大量生産が可能であり、太陽光が照射され得る地上の至る所で発電可能なために有望視されている。また、世界各国の政府による導入政策も実施され、大規模な太陽光発電施設も運用されて総発電量も増加し、長期間の運用にも耐えうる実績を上げている。

## 【0003】

電力を売却することを目的とした太陽光発電施設は、広い面積に大量のソーラーパネルを設置する必要があるため、山林や空き地などの広大な敷地を確保する必要がある。一方、小規模な発電設備であっても、ある一定以上の日照面積を確保する必要があるため、住宅やビルの屋上に設置されることが多い。しかし建築物の向きや形状などの状況によっては、屋上にソーラーパネルを設置することが困難なことや、必要な発電量が得られない場合もある。

10

## 【0004】

そこで、設置面積を確保するために、道路の路面上にソーラーパネルを配置することも提案されている。例えば特許文献1には、内部に空洞を設け内部に太陽電池を弾性体で保持した道路敷設用タイルが記載されている。また特許文献2には、可撓性基板の表面に可撓性を有する太陽電池セルを貼りつけて太陽電池モジュールを構成し、路面上に接着剤で太陽電池モジュールを貼り付けることが記載されている。しかし特許文献1, 2の従来技術では、耐荷重性能や大面積化、長期信頼性に課題があった。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2002-118279号公報

【特許文献2】特開2013-038228号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

また、太陽光発電パネルを用いた発電では、路面での発電に限らず発電量が天候に左右されやすく、特に積雪時には太陽光発電パネルの表面が雪で覆われて発電が不可能になるという課題があった。特に、太陽光発電パネルを屋根や山間部などに設置している場合には、太陽光発電パネル上に積もった雪を除去する作業は困難であるため、実質的に冬季の発電継続が保証されないことになる。

30

## 【0007】

また、路面上に太陽光発電パネルを敷設した場合にも、同様に発電の継続が困難になるうえに、車両や歩行者が通行するために除雪作業を行う際に、太陽光発電パネルの表面を除雪器具によって損傷するリスクが高くなるという課題もあった。

## 【0008】

そこで本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであり、冬季の積雪時にも発電を継続することが可能な太陽光発電パネル、融雪装置および太陽光発電パネルの制御方法を提供することを目的とする。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記課題を解決するために、本発明の太陽光発電パネルは、光入射面に照射された光を電力に変換する光発電モジュールと、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する加熱モジュールを備え、前記加熱モジュールは、前記光発電モジュールの前記光入射面とは反対側に配置されていることを特徴とする。

## 【0010】

このような本発明の太陽光発電パネルでは、太陽光発電パネルの表面温度が氷点下にな

50

らないように加熱モジュールで加熱を行い、表面に付着した雪を溶かすことができるため、冬季の積雪時にも発電を継続することが可能となる。

【0011】

また本発明の一態様では、前記光発電モジュールの温度Tに基づいて前記加熱モジュールを制御する加熱制御部を備える。

【0012】

また本発明の一態様では、前記加熱制御部は、前記温度Tが20未満で前記加熱モジュールによる加熱を開始し、30以上で前記加熱モジュールによる加熱を停止する。

【0013】

また本発明の一態様では、前記加熱モジュールの前記光発電モジュールとは反対側に、断熱材層が設けられている。

10

【0014】

また本発明の一態様では、前記光を透過し、一面に前記光発電モジュールが貼り付けられる透光性支持部材と、前記透光性支持部材の他面上に形成され、前記光を透過する表面被覆層を備え、前記表面被覆層は、前記光を散乱する微粒子が少なくとも表面に露出している。

【0015】

また本発明の一態様では、前記光発電モジュールは、アモルファスシリコンからなる発電セルを有している。

【0016】

また本発明の一態様では、前記光発電モジュールで発電した電力を二次電池に供給して充電し、前記加熱モジュールは、前記二次電池から供給される電流で駆動される。

20

【0017】

また本発明の融雪装置は、上記何れか一つの太陽光発電パネルを用いることを特徴とする。

【0018】

また本発明の太陽光発電パネルの制御方法は、光発電モジュールで光入射面に照射された光を電力に変換し、前記光発電モジュールの前記光入射面とは反対側に配置された加熱モジュールで電気エネルギーを熱エネルギーに変換して、前記光発電モジュールの温度Tに基づいて加熱モジュールを制御することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0019】

本発明では、冬季の積雪時にも発電を継続することが可能な太陽光発電パネル、融雪装置および太陽光発電パネルの制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】第1実施形態に係る太陽光発電パネル10の構造例を示す模式断面図である。

【図2】図2(a)は加熱モジュール13の構造例を示す模式断面図であり、図2(b)は光発電モジュール15の構造例を示す模式断面図であり、図2(c)は表面保護層18の構造例を示す模式断面図である。

40

【図3】加熱モジュール13の構造例を示す図であり、図3(a)は平面図であり、図3(b)は側面図である。

【図4】光発電モジュール15の構造例を示す図であり、図4(a)は平面図であり、図4(b)は側面図である。

【図5】太陽光発電パネル10に含まれる電気回路の一例を示す図であり、図5(a)は光発電モジュール15を含む回路図であり、図5(b)は加熱モジュール13を含む回路図である。

【図6】太陽光発電パネル10の制御方法の一例を示すフローチャートである。

【図7】太陽光発電パネル10およびそれを用いた融雪装置の利用例を模式的に示す図であり、図7(a)は車両が走行する路面上に配置した例を示し、図7(b)は歩行者が通

50

行する歩道面上に配置した例を示し、図7(c)は建造物の屋根に配置した例を示している。

【発明を実施するための形態】

【0021】

(第1実施形態)

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付すものとし、適宜重複した説明は省略する。図1は、本実施形態に係る太陽光発電パネル10の構造例を示す模式断面図である。図2(a)は加熱モジュール13の構造例を示す模式断面図であり、図2(b)は光発電モジュール15の構造例を示す模式断面図であり、図2(c)は表面保護層18の構造例を示す模式断面図である。

10

【0022】

図1に示すように、太陽光発電パネル10は、断熱材層11上に、接着剤層12と、加熱モジュール13と、接着剤層14と、光発電モジュール15と、接着剤層16と、透光性支持部材17と、表面保護層18が積層された構造を有している。以下の説明において、透光性とは全ての波長範囲の光を透過することを意味せず、発電に必要な光の波長を良好に透過することを意味している。例えば、可視光の一部を遮り着色されたように視認されるが、赤外光や赤色光を良好に透過するようなものであってもよい。

【0023】

断熱材層11は、熱伝導率の低い材料で構成された層であり、加熱モジュール13で発生した熱が太陽光発電パネル10の裏面側から放熱されることを抑制する。断熱材層11を構成する材料は限定されないが、軽量で耐久性が高いものが好ましく、例えばグラスウールやウレタンフォームなどの繊維系断熱材や発泡プラスチック系断熱材等を用いることができる。断熱材層11の厚みは、加熱モジュール13の熱を良好に遮るとともに、歩行者や車両の通行に耐えうるように、10mm以上の厚みを有することが好ましい。

20

【0024】

接着剤層12は、断熱材層11の表面上に塗布された接着剤の層であり、加熱モジュール13を断熱材層11上に固定するための部材である。接着剤層12を構成する材料としては、電氣的絶縁性を有し施工が容易な樹脂製材料を用いることが好ましく、例えばエポキシ樹脂を用いることができる。接着剤層12の厚みは、断熱材層11と加熱モジュール13を強固に接着して機械的強度を確保する必要があるため、1 $\mu$ m~10mmの範囲が好ましく、より好ましくは5 $\mu$ m~5mmの範囲である。

30

【0025】

加熱モジュール13は、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する部分であり、接着剤層12により断熱材層11の上面に固定される。また、加熱モジュール13は外部から電流が供給される電気配線を備えており(図示省略)、外部から供給された電流が電気抵抗によって消費されて加熱モジュール13が発熱する。加熱モジュール13の構造は限定されないが、太陽光発電パネル10を路面等に敷設して、車両や歩行者が太陽光発電パネル10上を通行する場合には、可撓性を有する材料と構造を用いることが好ましい。

【0026】

可撓性を有する加熱モジュール13の構造としては、例えば図2(a)に模式断面図で示すように、発熱層13aの両面を封止材13b, 13cで被覆したものが挙げられる。発熱層13aは、電気抵抗値が高い材料で構成されており、例えばカーボンナノファイバーやニッケルクロム系材料、鉄クロム系材料などを用いることができる。封止材13b, 13cは電氣的絶縁性を有し、発熱層13aの表裏面および側面を封止して発熱層13aへの水分や空気の侵入を防止する部材である。封止材13b, 13cを構成する材料としては、例えばシリコン樹脂やエポキシ樹脂を用いることができる。発熱層13aは、加熱モジュール13の略全域にわたってシート状に形成されることが好ましいが、網目状に形成するとしてもよい。

40

【0027】

50

接着剤層 14 は、加熱モジュール 13 の表面上に塗布された接着剤の層であり、光発電モジュール 15 を加熱モジュール 13 上に固定するための部材である。接着剤層 14 を構成する材料としては、電氣的絶縁性を有し施工が容易な樹脂製材料を用いることが好ましく、例えばエポキシ樹脂を用いることができる。接着剤層 14 の厚みは、加熱モジュール 13 と光発電モジュール 15 を強固に接着して機械的強度を確保するため、 $1\ \mu\text{m} \sim 10\ \text{mm}$  の範囲が好ましく、より好ましくは  $5\ \mu\text{m} \sim 5\ \text{mm}$  の範囲である。

#### 【0028】

光発電モジュール 15 は、光入射面と裏面を有して光入射面側に入射した光を電気エネルギーに変換する部材であり、裏面側が接着剤層 12 により加熱モジュール 13 に固定される。また、光発電モジュール 15 は発電により生じた電流を外部に取り出す電気配線を備えており（図示省略）、電気配線は太陽光発電パネル 10 の外部にまで延長されている。光発電モジュール 15 の構造は限定されないが、太陽光発電パネル 10 を路面等に敷設して、車両や歩行者が太陽光発電パネル 10 上を通行する場合には、可撓性を有する材料と構造を用いることが好ましい。

10

#### 【0029】

可撓性を有する光発電モジュール 15 の構造としては、例えば図 2 (b) に模式断面図で示すように、発電セル 15a の両面を封止材 15b, 15c で被覆したものが挙げられる。発電セル 15a は、光を電気に変換する半導体材料と配線層により構成された部材であり、複数領域に形成された半導体材料を配線層で直列および/または並列に接続した構造を有している。発電セル 15a の具体的な材料は限定されず、単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコン、ペロブスカイト結晶、化合物半導体、有機半導体等を用いることができる。また、発電セル 15a の構造として、多接合型（タンデム型）や量子ドット型等の構造を用いてもよい。封止材 15b, 15c は、透光性と電氣的絶縁性を有し、発電セル 15a の表裏面および側面を封止して発電セル 15a への水分や空気の侵入を防止する部材である。封止材 15b, 15c を構成する材料としては、例えばシリコン樹脂やエポキシ樹脂を用いることができる。光発電モジュール 15 に可撓性をもたせるためには、発電セル 15a としてアモルファスシリコンを用い、封止材 15b, 15c としてシリコン樹脂を用いることが好ましい。

20

#### 【0030】

接着剤層 16 は、光発電モジュール 15 の光入射面上に塗布された接着剤の層であり、光発電モジュール 15 と透光性支持部材 17 を接着するための部材である。接着剤層 16 を構成する材料としては、光を透過し電氣的絶縁性を有するものであれば特に限定されず、例えばエポキシ樹脂を用いることができる。接着剤層 16 の厚みは、光発電モジュール 15 と透光性支持部材 17 を強固に接着して機械的強度を確保するため、 $1\ \mu\text{m} \sim 10\ \text{mm}$  の範囲が好ましく、より好ましくは  $5\ \mu\text{m} \sim 5\ \text{mm}$  の範囲である。

30

#### 【0031】

透光性支持部材 17 は、透光性を有する略平板状の部材であり、裏面側が接着剤層 16 により光発電モジュール 15 の光入射面に固定され、光発電モジュール 15 を支持して剛性を確保する。透光性支持部材 17 を構成する材料は限定されず、公知の樹脂やガラスを用いることができ、エポキシ樹脂やアクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂等が挙げられる。太陽光発電パネル 10 を路面等に敷設して、車両や歩行者が太陽光発電パネル 10 上を通行する場合には、耐候性や耐久性、耐衝撃性の観点から透光性支持部材 17 としてポリカーボネート樹脂を用いることが好ましい。また、透光性支持部材 17 の厚みは、機械的強度を確保するために  $0.5 \sim 10\ \text{mm}$  程度の厚みを有することが好ましく、 $1 \sim 8\ \text{mm}$  程度の厚みを有することがさらに好ましい。

40

#### 【0032】

表面保護層 18 は、透光性支持部材 17 の表面側に形成された透光性を有する層であり、太陽光発電パネル 10 の最表面で光入射面を構成する層である。表面保護層 18 は、図 2 (c) に示すように母材樹脂 18a に微粒子 18b が混入された構造を有しており、微粒子 18b の少なくとも一部は母材樹脂 18a の表面に露出されている。母材樹脂 18a

50

を構成する材料としては、透光性、耐久性、耐候性、耐油性が良好なものが好ましく、例えばエポキシ樹脂を用いることができる。微粒子 18 b は、光を散乱する材料と粒径で構成されており、公知のガラスやセラミック等を用いることができる。表面保護層 18 に微粒子 18 b が含まれており、少なくとも一部が母材樹脂 18 a の表面に露出されているため、太陽光発電パネル 10 を道路上に敷設して車両や歩行者が通行する場合には適切な摩擦係数を実現することができる。

#### 【0033】

図 1 では、加熱モジュール 13、光発電モジュール 15 および接着剤層 14、16 が同じ面積で形成された例を示しているが、加熱モジュール 13 と光発電モジュール 15 の面積を断熱材層 11 よりも小さくし、光発電モジュール 15 の側面を含む周縁部を接着剤層 14、16 で覆うとしてもよい。光発電モジュール 15 の側面部を接着剤層 14、16 で覆うことで、太陽光発電パネル 10 全体の接着をより強固にすることができ、光発電モジュール 15 を密封して水分の侵入を防止することもできる。

10

#### 【0034】

図 3 は、加熱モジュール 13 の構造例を示す図であり、図 3 (a) は平面図であり、図 3 (b) は側面図である。図 3 (a) に示すように、加熱モジュール 13 は 2 つの領域に分離して形成されており、それぞれの領域において発熱層 13 a、封止材 13 b、13 c、端子部 13 d、電気配線 13 e、加熱制御部 13 f を備えている。図 3 (a) において端子部 13 d から伸びる一点鎖線は、封止材 13 b、13 c 内に形成された配線層を示している。図 3 (a) では 2 つの領域に分離された加熱モジュール 13 の例を示したが、大面積の 1 つの領域で構成してもよく、さらに多数の領域に分離されていてもよい。

20

#### 【0035】

端子部 13 d は、外部から接続された電気配線 13 e が接続されるとともに、配線層と電氣的に接続され、配線層を介して発熱層 13 a に電流を供給する。図 3 で示した例では、端子部 13 d も封止材 13 b、13 c 内に収容されている。電気配線 13 e は、端子部 13 d に電氣的に接続されるとともに、封止材 13 b、13 c の外側に引き出されて、太陽光発電パネル 10 の外部にまで延伸されている。電気配線 13 e の端子部 13 d とは反対側の端部は、太陽光発電パネル 10 の外部に設けられた二次電池や負荷に接続されている。

#### 【0036】

加熱制御部 13 f は、加熱モジュール 13 上に配置されて光発電モジュール 15 の温度 T を測定するとともに、測定した温度 T に基づいて加熱モジュール 13 を制御する部分である。加熱制御部 13 f は、図示しない配線層等によって発熱層 13 a や電気配線 13 e と電氣的に接続されており、加熱モジュール 13 の電気回路に含まれている。加熱制御部 13 f の例としては、サーモスタットや温度センサを加熱モジュール 13 と光発電モジュール 15 の間に配置したものが挙げられる。

30

#### 【0037】

図 4 は、光発電モジュール 15 の構造例を示す図であり、図 4 (a) は平面図であり、図 4 (b) は側面図である。図 4 (a) に示すように、光発電モジュール 15 は、発電セル 15 a と、封止材 15 b、15 c と、端子部 15 d と、電気配線 15 e を備えている。端子部 15 d には電気配線 15 e が接続されており、発電セル 15 a と端子部 15 d とは図示しない配線層で電氣的に接続されている。図 4 (a) では、端子部 15 d を光発電モジュール 15 の中央に配置した例を示しているが、端子部 15 d を縁部近傍に配置するとしてもよい。

40

#### 【0038】

図 5 は、太陽光発電パネル 10 に含まれる電気回路の一例を示す図であり、図 5 (a) は光発電モジュール 15 を含む回路図であり、図 5 (b) は加熱モジュール 13 を含む回路図である。光発電モジュール 15 では、発電セル 15 a は逆流防止ダイオード 15 f および外部に設けられた二次電池 B に接続されている。加熱モジュール 13 では、発熱層 13 a は端子部 13 d を介して外部に接続されており、端子部 13 d と発熱層 13 a の間に

50

は加熱制御部 13f としてサーモスタットが接続されている。加熱モジュール 13 の端子部 13d は、電気配線 13e によって外部回路に接続されており、外部から電流が供給される。加熱モジュール 13 に電流を供給する電源としては、光発電モジュール 15 によって発電した電力を貯蔵する二次電池 B を用いることが好ましい。二次電池 B の材料や構造は限定されないが、例えばリチウムイオン電池や全固体電池等を用いることができる。

#### 【0039】

図 5 (b) では加熱モジュール 13 としてサーモスタットを用いた例を示したが、温度センサとマイクロコンピュータを用いて、予め設定した温度範囲で加熱モジュール 13 に供給される電流値を制御するとしてもよい。また、加熱モジュール 13 への電流制御として、単純なオン/オフの切り替えではなく、電流値の PWM (Pulse Width Modulation) 制御で間欠的に電流を供給するとしてもよい。また、回路中に電流の通電と遮断を切り替えるスイッチを接続しておき、積雪の可能性が低い場合には加熱モジュール 13 による発熱を強制的にオフにする構成としてもよい。

10

#### 【0040】

本実施形態の太陽光発電パネル 10 では、表面保護層 18 に入射した光は微粒子 18b で一部が散乱されながら母材樹脂 18a、透光性支持部材 17、接着剤層 16 を透過して光発電モジュール 15 に入射する。光発電モジュール 15 では、入射した光を電気エネルギーに変換して、電気配線 15e を介して外部に電力を供給する。太陽光発電パネル 10 の外部には、公知の二次電池 B が設けられており太陽光発電パネル 10 で発電された電力は二次電池 B に貯蔵される。二次電池 B は、出力部に外部回路等を接続され、外部回路に対して電力を供給して駆動することができる。

20

#### 【0041】

また、二次電池 B の出力部に加熱モジュール 13 を接続することで、光発電モジュール 15 で発電した電力を一時的に二次電池 B に貯蔵しておき、二次電池 B に蓄えられた電力を消費して加熱モジュール 13 を駆動することができる。図 5 (b) に示した例では、加熱制御部 13f としてサーモスタットを用いており、予め定めた閾値温度で発熱層 13a への電流供給がオン/オフ制御される。一例としては、光発電モジュール 15 の温度 T が 20 未満でオン制御して発熱層 13a に電流を供給して加熱を行い、30 以上ではオフ制御して発熱層 13a への電流を停止する。

#### 【0042】

加熱制御部 13f による電流制御によって、光発電モジュール 15 の温度を 20 ~ 30 の範囲に保つことで、外気温が氷点下まで下がった環境においても、表面保護層 18 の表面温度を 5 ~ 10 程度に保つことができる。したがって、表面保護層 18 上に降雪があっても表面保護層 18 の温度によって融雪でき、太陽光発電パネル 10 上への着雪や積雪、凍結を防止することができる。これにより、太陽光発電パネル 10 への光入射が継続されるため、光発電モジュール 15 による発電および二次電池 B の充電が継続される。

30

#### 【0043】

また、加熱制御部 13f による加熱モジュール 13 の駆動制御で光発電モジュール 15 の温度が 20 ~ 30 の範囲に保たれていることで、発電セル 15a の温度も 20 ~ 30 の範囲に保たれ、加熱のしすぎによる温度上昇を抑制できる。これにより、発電セル 15a の温度変化に伴う発電効率低下を抑制して、光発電モジュール 15 での発電を安定化することができる。また、外気温の上昇や発電時の発熱、太陽光照射等によって光発電モジュール 15 の温度が上昇した場合には、加熱モジュール 13 への電流供給が停止されるため、二次電池 B に貯蔵された電力消費を抑制することができる。

40

#### 【0044】

また、加熱モジュール 13 の光発電モジュール 15 とは反対側には、断熱材層 11 が配置されているため、加熱モジュール 13 や光発電モジュール 15 で生じた熱が太陽光発電パネル 10 の裏面側から放熱することを抑制することができる。これにより、光発電モジュール 15 と表面保護層 18 の温度制御によって加熱モジュール 13 で消費されるエネルギー

50

ギーを抑制して、二次電池 B に貯蔵された電力消費を抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

また、二次電池 B を太陽光発電パネル 1 0 の近傍に配置することで、二次電池 B を独立電源として用いることも可能である。これにより、商用の電線が敷設されていない領域や遠隔地、定期メンテナンスが困難な地域等においても太陽光発電と電力の供給を継続することが可能となる。また、二次電池 B を交換可能としておくことで、二次電池 B の充電が完了した場合には未充電の二次電池 B と入れ替えて貯蔵可能な電力総量を増加させることもできる。また、別地域で商用電源等を用いて別途充電した二次電池 B に入れ替えて、加熱モジュール 1 3 による融雪機能を継続させることもできる。ここで、二次電池 B の配置位置は、太陽光発電パネル 1 0 の近傍における地中に埋設するとしてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

上述したように、本実施形態の太陽光発電パネル 1 0 では、光入射面に照射された光を電力に変換する光発電モジュール 1 5 と、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する加熱モジュール 1 3 を備え、加熱モジュール 1 3 は光発電モジュール 1 5 の光入射面とは反対側に配置されている。これにより、太陽光発電パネル 1 0 の表面温度が氷点下にならないように加熱モジュール 1 3 で加熱を行い、表面に付着した雪を溶かすことができるため、冬季の積雪時にも発電を継続することが可能となる。

【 0 0 4 7 】

( 第 2 実施形態 )

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。第 1 実施形態と重複する内容は説明を省略する。第 1 実施形態では、加熱制御部 1 3 f としてサーモスタットを用いたが、本実施形態では、温度センサとマイクロコンピュータを組み合わせることで加熱制御部 1 3 f を構成した例について説明する。マイクロコンピュータは、予め記録媒体に記録されたプログラムによって動作し、温度センサが取得した温度 T の情報に基づいて、加熱モジュール 1 3 および光発電モジュール 1 5 の駆動を制御する。

20

【 0 0 4 8 】

図 6 は、太陽光発電パネル 1 0 の制御方法の一例を示すフローチャートである。はじめにステップ S 1 では、加熱制御部 1 3 f は温度センサを用いて光発電モジュール 1 5 の温度 T を測定して、マイクロコンピュータに温度情報を伝達する。次にステップ S 2 では、マイクロコンピュータはプログラムにしたがって温度 T に基づいて加熱モジュール 1 3 の加熱方針を決定する。

30

【 0 0 4 9 】

次にステップ S 3 では、前のステップ S 2 で決定された加熱方針に従って、加熱モジュール 1 3 の駆動が制御される。一例としては、光発電モジュール 1 5 の温度 T が 2 0 未満でオン制御して発熱層 1 3 a に電流を供給して加熱を行い、3 0 以上ではオフ制御して発熱層 1 3 a への電流を停止する。他の例としては、光発電モジュール 1 5 の温度 T が 2 5 となるように発熱層 1 3 a への電流供給をフィードバック制御する。次に、ステップ S 4 では、光発電モジュール 1 5 で発電した電力を二次電池 B に充電する動作を決定して充電制御を行う。その後、再びステップ S 1 に戻り同様の制御を繰り返す。

40

【 0 0 5 0 】

本実施形態の太陽光発電パネル 1 0 でも、太陽光発電パネル 1 0 の表面温度が氷点下にならないように加熱モジュール 1 3 で加熱を行い、表面に付着した雪を溶かすことができるため、冬季の積雪時にも発電を継続することが可能となる。加熱制御部 1 3 f として温度センサとマイクロコンピュータの組み合わせを用いることで、より詳細に光発電モジュール 1 5 と表面保護層 1 8 の温度調整をすることができ、効率的な融雪と二次電池 B の電力消費抑制を図ることが可能となる。

【 0 0 5 1 】

( 第 3 実施形態 )

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。第 1 実施形態と重複する内容は説明を省略する。第 1 実施形態では、断熱材層 1 1 と加熱モジュール 1 3 を接着剤層 1 2 で固定

50

した例を示したが、断熱材層 11 と加熱モジュール 13 との間の接着剤層 12 を省略して、断熱材層 11 を太陽光発電パネル 10 と別体としてもよい。

【0052】

断熱材層 11 は、比較的柔らかい材料や構造を有しているため、その上に配置された加熱モジュール 13、光発電モジュール 15、透光性支持部材 17 および表面保護層 18 の荷重が加わることで劣化が進みやすく、断熱効果が低下する傾向にある。特に、太陽光発電パネル 10 を道路や歩道に配置して、車両や歩行者が通行する場合には機械的な負荷がかかりやすく、劣化が進行しやすい。したがって、断熱材層 11 を太陽光発電パネル 10 とは別体とすることで、劣化した断熱材層 11 のみを交換することができ、加熱モジュール 13 からの放熱防止効果を維持することができる。ここで、本実施形態のように断熱材層 11 を太陽光発電パネル 10 とは別体として、断熱材層 11 上に加熱モジュール 13 を載置するだけでも、断熱材層 11 による断熱の効果は十分に得られる。

10

【0053】

(第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第1実施形態と重複する内容は説明を省略する。図7は、太陽光発電パネル 10 およびそれを用いた融雪装置の利用例を模式的に示す図であり、図7(a)は車両が走行する路面上に配置した例を示し、図7(b)は歩行者が通行する歩道面上に配置した例を示し、図7(c)は建造物の屋根に配置した例を示している。図7では、間隔を空けて複数の太陽光発電パネル 10 を配置した例を示しているが、複数の太陽光発電パネル 10 を隣接させて配置するとしてもよい。

20

【0054】

本発明の太陽光発電パネル 10 およびそれを用いた融雪装置では、図7(a)に示したように車道 20 上に太陽光発電パネル 10 を配置し、太陽光発電パネル 10 上を車両 30 が走行することも可能である。また、図7(b)に示したように歩道 40 上に太陽光発電パネル 10 を配置し、太陽光発電パネル 10 上を歩行者 50 が通行することも可能である。

【0055】

上述したように加熱モジュール 13 と光発電モジュール 15 として可撓性を有する構造を用いることで、太陽光発電パネル 10 上を車両 30 や歩行者 50 が通行しても、光発電モジュール 15 が破損せず発電を継続することができる。また、表面保護層 18 には微粒子 18b が混入されており、微粒子 18b の少なくとも一部は母材樹脂 18a の表面に露出されているため、適切な摩擦係数を確保してスリップを防止することができる。

30

【0056】

また、加熱モジュール 13 で光発電モジュール 15 を加熱することで、太陽光発電パネル 10 は融雪装置としても機能するため、太陽光発電パネル 10 を配置した領域への積雪を防止して発電を継続することができる。また、二次電池 B への充電と二次電池 B からの電力供給による発熱を利用することで、独立電源により融雪装置を継続使用することもでき、遠隔地や山間部、橋梁上、駅のホームなど、除雪作業に要する労力を低減するとともに、積雪や着氷を防止して通行の安全性を高めることもできる。

【0057】

また、図7(c)に示したように、建造物の屋根 60 上に太陽光発電パネル 10 を配置することも可能である。この場合にも、加熱モジュール 13 を用いて太陽光発電パネル 10 上への積雪を防止して発電を継続することができる。これにより、屋根の雪下ろし作業を行わずとも発電を継続することができ、雪下ろし作業を軽減することもできる。また、豪雪地帯のように冬季の太陽光発電が困難な地域においても、本発明の太陽光発電パネル 10 では発電を継続することが可能である。

40

【0058】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

50

【符号の説明】

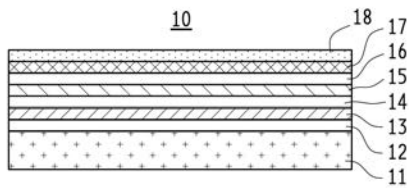
【0059】

- 10 ... 太陽光発電パネル
- 11 ... 断熱材層
- 12, 14, 16 ... 接着剤層
- 13 ... 加熱モジュール
- 13a ... 発熱層
- 13b, 13c, 15b, 15c ... 封止材
- 13d, 15d ... 端子部
- 13e, 15e ... 電気配線
- 13f ... 加熱制御部
- 15 ... 光発電モジュール
- 15a ... 発電セル
- 15f ... 逆流防止ダイオード
- 17 ... 透光性支持部材
- 18 ... 表面保護層
- 18a ... 母材樹脂
- 18b ... 微粒子
- 20 ... 車道
- 30 ... 車両
- 40 ... 歩道
- 50 ... 歩行者
- 60 ... 屋根

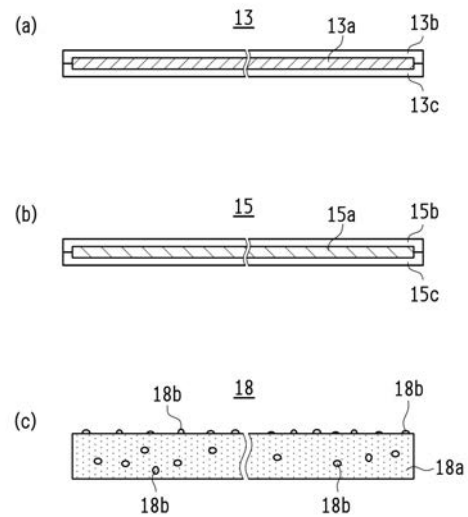
10

20

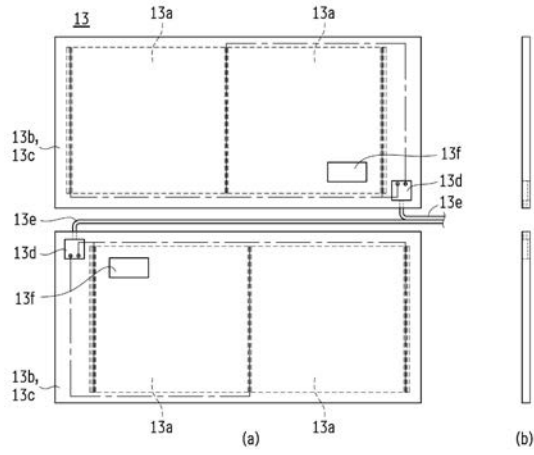
【図1】



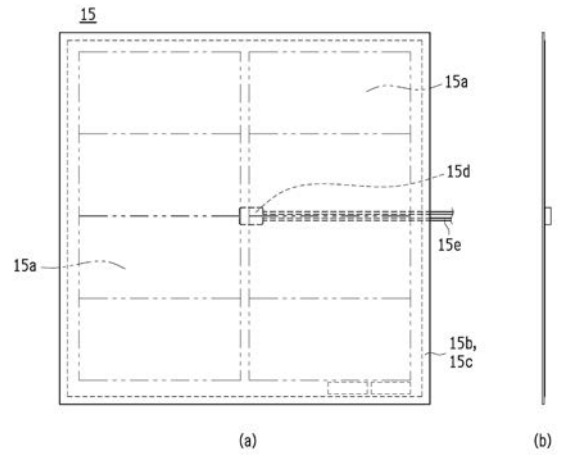
【図2】



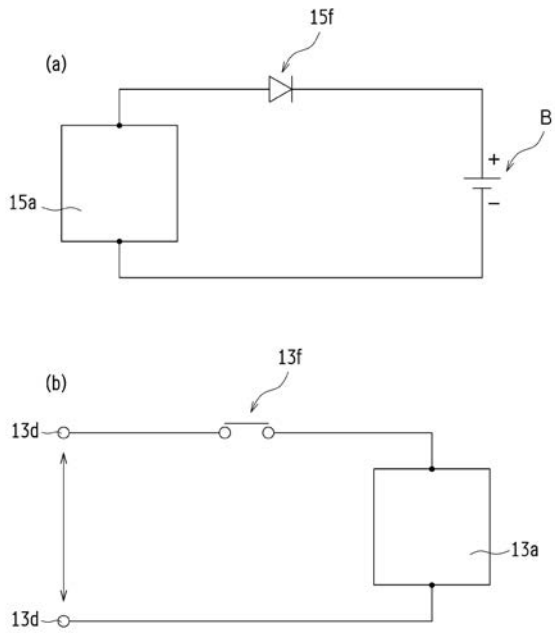
【 図 3 】



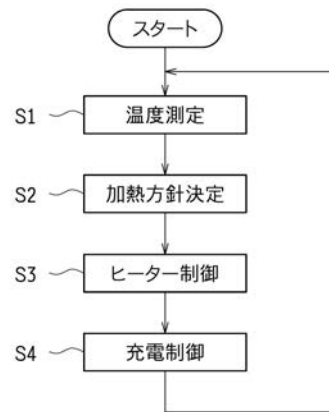
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

