

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5686271号  
(P5686271)

(45) 発行日 平成27年3月18日(2015.3.18)

(24) 登録日 平成27年1月30日(2015.1.30)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>B08B</b> 1/04 (2006.01)	B08B 1/04
<b>A47L</b> 9/28 (2006.01)	A47L 9/28
<b>A47L</b> 11/38 (2006.01)	A47L 11/38
<b>E04G</b> 23/02 (2006.01)	E04G 23/02
<b>HO2S</b> 40/10 (2014.01)	HO2S 40/10

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-521763 (P2014-521763)
(86) (22) 出願日	平成25年12月25日 (2013.12.25)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/007564
(87) 国際公開番号	W02014/103293
(87) 国際公開日	平成26年7月3日 (2014.7.3)
審査請求日	平成26年5月2日 (2014.5.2)
(31) 優先権主張番号	特願2012-281078 (P2012-281078)
(32) 優先日	平成24年12月25日 (2012.12.25)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	304031900 株式会社未来機械 岡山県倉敷市中央二丁目20番23号
(74) 代理人	100134979 弁理士 中井 博
(74) 代理人	100167427 弁理士 岡本 茂樹
(72) 発明者	三宅 徹 香川県高松市林町2217番地44 株式会社未来機械内
(72) 発明者	松内 英人 香川県高松市林町2217番地44 株式会社未来機械内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】自走式掃除ロボット

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

屋外に設置された平面を有する構造物上を自走して、該構造物の平面を掃除するロボットであって、

自走のための移動手段が設けられたロボット本体と、

該ロボット本体の前方部および/または後方部に設けられた掃除部と、

前記移動手段の作動を制御する制御部と、を備えており、

該制御部は、

前記ロボット本体の姿勢を検出する姿勢制御部を備えており、

該姿勢制御部が、

前記ロボット本体の前方部または後方部の浮き上がりを検出する浮き上がり検出センサを備えており、

前記制御部は、

前記浮き上がり検出センサが前記ロボット本体の前方部または後方部の浮き上がりを検出すると、該浮き上がりが解消された後、浮き上がりを検出した箇所を前記掃除部が通過するように前記移動手段の作動を制御する

ことを特徴とする自走式掃除ロボット。

## 【請求項 2】

前記浮き上がり検出センサは、前記ロボット本体の傾きを検出する傾斜センサであることを特徴とする請求項1記載の自走式掃除ロボット。

**【請求項 3】**

前記掃除部が、モータによって回転するブラシを備えており、前記浮き上がり検出センサは、前記モータの作動状態を検出するモータ監視センサであることを特徴とする請求項1記載の自走式掃除ロボット。

**【請求項 4】**

平面を有し該平面の水平に対する傾斜角度が変化する屋外に設置された構造物上を自走して、該構造物の平面を掃除するロボットであって、  
自走のための移動手段が設けられたロボット本体と、  
該ロボット本体の前方部および/または後方部に設けられた掃除部と、  
前記移動手段の作動を制御する制御部と、を備えており、  
該制御部は、

前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さい状態では前記平面上を走行し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると前記平面上の走行を停止するように前記移動手段を作動させるものであり、

前記構造物が該自走式掃除ロボットを保持しておくベースを備えている場合において、  
前記制御部は、

前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると前記平面上から前記ベースに移動し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さくなると前記ベースから前記平面上に移動し該平面上を走行するように前記移動手段を作動させる  
ことを特徴とする自走式掃除ロボット。

**【請求項 5】**

平面を有し該平面の水平に対する傾斜角度が変化する屋外に設置された構造物上を自走して、該構造物の平面を掃除するロボットであって、

自走のための移動手段が設けられたロボット本体と、

該ロボット本体の前方部および/または後方部に設けられた掃除部と、

前記移動手段の作動を制御する制御部と、を備えており、

該制御部は、

前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さい状態では前記平面上を走行し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると前記平面上の走行を停止するように前記移動手段を作動させるものであり、

前記ロボット本体が、該ロボット本体を前記構造物に固定する固定手段を備えており、  
前記制御部は、

前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると前記平面上の走行を停止させて前記固定手段によって前記構造物に前記ロボット本体を固定し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さくなると前記固定手段による前記構造物に対する前記ロボット本体の固定を解放して該平面上を走行させる

ことを特徴とする自走式掃除ロボット。

**【請求項 6】**

前記構造物が、

複数枚の太陽電池モジュールまたはミラーを並べて形成された太陽電池アレイまたは集光ミラーである

ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の自走式掃除ロボット。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、自走式掃除ロボットに関する。さらに詳しくは、太陽光発電に使用する太陽電池アレイや太陽熱発電に使用する集光ミラーなどの表面を掃除するための自走式掃除ロボットに関する。

**【背景技術】****【0002】**

10

20

30

40

50

近年、再生可能エネルギーを利用した発電の要求が高まっており、とくに太陽光を利用した太陽光発電や太陽熱発電には大きな注目が集まっている。

例えば、太陽光発電設備には、一般住宅に設けられる3～4キロワット程度の発電容量の設備から、商業用の1メガワットを超える発電容量を有する大規模な発電設備まである。また、太陽熱発電設備においても、1メガワットを超える発電容量を有する大規模な設備が多く、火力発電や原子力発電の代替発電施設として期待されている。

#### 【0003】

一方、太陽光発電や太陽熱発電などの太陽光を利用した発電では、太陽からの日射光を受けて発電する。このため、太陽電池アレイ（つまり太陽電池モジュール）や集光ミラーの受光面が汚れると、汚れの程度に応じて、太陽光発電においては太陽電池モジュールの受光面を構成するカバーガラスの光透過率が低下することによって、発電される電力量が減少する。また、太陽熱発電においては、集光ミラーの反射率が低下することによって、発電される電力量が減少する。つまり、太陽光発電や太陽熱発電では、太陽電池モジュールや集光ミラーの受光面が汚れていると、発電性能が大幅に低下する。このため、太陽電池アレイ等の受光面の汚れを除去するために、太陽電池アレイ等を適宜掃除することが重要になる。

#### 【0004】

一般住宅に設けられている設備であれば、定期的に人が掃除することも可能である。一方、大規模な太陽光発電設備の場合、その表面積は非常に大きくなるため、人が掃除して太陽電池アレイ表面の汚れを除去することは実質的に困難である。例えば、1メガワットの太陽光発電設備の場合、1枚あたり100ワットの発電出力の太陽電池モジュールから構成されているとすると、太陽光発電設備全体では、太陽電池モジュールは1万枚に及ぶ。1枚の太陽電池モジュールの面積が1平方メートルの場合、掃除すべき面積は10000平方メートルに達する。そして、太陽光発電設備の場合、複数枚の太陽電池モジュールを1セットとする太陽電池アレイが複数設けられるのであるが、この太陽電池アレイの面積は、現場の種々の条件によって異なるが、概ね50平方メートルから1000平方メートルになる。したがって、大規模な太陽光発電設備では、自動または遠隔操作で太陽電池アレイ等を走行させることができる自走式掃除ロボットが必要となる。

#### 【0005】

ところで、自走式掃除ロボットとして、最近では、建物の床などを自動で掃除するものが種々開発されており（例えば特許文献1）、かかる自走式掃除ロボットを、太陽電池アレイ等を掃除するためのロボットとして採用することも考えられる。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0006】

【特許文献1】特開2004-166968号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

しかるに、太陽光発電設備等では、複数枚の太陽電池モジュール等を並べて太陽電池アレイ等が形成されているため、太陽電池モジュール等の間を移動しながら順次太陽電池モジュール等を掃除することが必要になる。しかし、設置する場所の凹凸や施工誤差などによって、隣接する太陽電池モジュール等の間で段差ができてしまう場合がある。

これまで開発されている自走式掃除ロボットは段差がほとんどない状態の床面などを掃除することを前提に設計されている。このため、かかる段差があると、その段差を移動する際に、自走式掃除ロボットの掃除部が太陽電池モジュール等から浮き上がってしまい、浮き上がっている期間は太陽電池モジュール等の表面を掃除できない。

また、段差だけでなく、太陽電池モジュール（集光ミラーも同様）間の隙間（数ミリ～数センチ程度）がある場合、隙間に車輪が嵌る位置にきたときに、ロボットの車体が傾き、ブラシと清掃面の距離が離れて正常に清掃できなくなることも生じる。

10

20

30

40

50

つまり、これまで開発されている自走式掃除ロボットに太陽電池アレイや太陽熱発電における集光ミラーを掃除させた場合には、太陽電池アレイや集光ミラーの全面を掃除することは難しく、掃除していない部分ができてしまい、発電性能の大幅な低下をまねく恐れがある。特に太陽電池モジュールは、その表面の一部のみが汚れていても、そのモジュール全体の出力に大きく影響するという特性がある。つまり汚れが付着している面積と発電出力が低下する量は非線形の関係となる。したがって、太陽電池モジュール表面の掃除では、掃除が不十分な領域をつくることなく、太陽電池の表面全体を一様に掃除することが重要である。例えば、汚れた1枚の太陽電池モジュールのうちの半分の面積のみを掃除した場合と、全体を掃除した場合とを比較する。この場合、半分の面積のみを掃除した場合は、掃除によって増加する発電出力（掃除によって回復する発電性能）が全体を掃除した場合に増加する発電出力の半分になるのではなく、それを大きく下回る発電出力の増加しか得られない。

#### 【0008】

一方、掃除できない部分が形成されることを見越して、自走式掃除ロボットに同じ場所を一度以上往復させて掃除させれば上記のような問題は解決されるものの、掃除作業の時間が長くなってしまい、作業効率が低下してしまい、掃除作業に要するコストも大幅に増大する。

#### 【0009】

本発明は上記事情に鑑み、段差が形成されていても平面を効率良く掃除することができる自走式掃除ロボットを提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

第1発明の自走式掃除ロボットは、屋外に設置された平面を有する構造物上を自走して、該構造物の平面を掃除するロボットであって、自走のための移動手段が設けられたロボット本体と、該ロボット本体の前方部および／または後方部に設けられた掃除部と、前記移動手段の作動を制御する制御部と、を備えており、該制御部は、前記ロボット本体の姿勢を検出する姿勢制御部を備えており、該姿勢制御部が、前記ロボット本体の前方部または後方部の浮き上がりを検出する浮き上がり検出センサを備えており、前記制御部は、前記浮き上がり検出センサが前記ロボット本体の前方部または後方部の浮き上がりを検出すると、該浮き上がりが解消された後、浮き上がりを検出した箇所を前記掃除部が通過するよう前記移動手段の作動を制御することを特徴とする。

第2発明の自走式掃除ロボットは、第1発明において、前記浮き上がり検出センサは、前記ロボット本体の傾きを検出する傾斜センサであることを特徴とする。

第3発明の自走式掃除ロボットは、第1発明において、前記掃除部が、モータによって回転するブラシを備えており、前記浮き上がり検出センサは、前記モータの作動状態を検出するモータ監視センサであることを特徴とする。

第4発明の自走式掃除ロボットは、平面を有し該平面の水平に対する傾斜角度が変化する屋外に設置された構造物上を自走して、該構造物の平面を掃除するロボットであって、自走のための移動手段が設けられたロボット本体と、該ロボット本体の前方部および／または後方部に設けられた掃除部と、前記移動手段の作動を制御する制御部と、を備えており、該制御部は、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さい状態では前記平面上を走行し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると検出すると前記平面上の走行を停止するように前記移動手段を作動させるものであり、前記構造物が該自走式掃除ロボットを保持しておくベースを備えている場合において、前記制御部は、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると検出すると、前記平面上から前記ベースに移動し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さくなると前記ベースから前記平面上に移動し該平面上を走行するように前記移動手段を作動させることを特徴とする。

第5発明の自走式掃除ロボットは、平面を有し該平面の水平に対する傾斜角度が変化する屋外に設置された構造物上を自走して、該構造物の平面を掃除するロボットであって、自

10

20

30

40

50

走のための移動手段が設けられたロボット本体と、該ロボット本体の前方部および/または後方部に設けられた掃除部と、前記移動手段の作動を制御する制御部と、を備えており、該制御部は、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さい状態では前記平面上を走行し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると検出すると前記平面上の走行を停止するように前記移動手段を作動させるものであり、前記ロボット本体が、該ロボット本体を前記構造物に固定する固定手段を備えており、前記制御部は、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になると検出すると、前記平面上の走行を停止させて前記固定手段によって前記構造物に前記ロボット本体を固定し、前記構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さくなると前記固定手段による前記構造物に対する前記ロボット本体の固定を解放して該平面上を走行させることを特徴とする。

10

第6発明の自走式掃除ロボットは、第1乃至第5発明のいずれかにおいて、前記構造物が、複数枚の太陽電池モジュールまたはミラーを並べて形成された太陽電池アレイまたは集光ミラーであることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

第1発明によれば、浮き上がりが解消された後に、浮き上がりの生じた箇所に掃除部を通過させて、浮き上がりにより掃除できない部分ができるのを防止することができる。しかも、浮き上がりが生じた場合にのみ、再度掃除部を浮き上がりの生じた箇所を通過させる。つまり、浮き上がりが生じた場合にのみ再掃除するので、常時浮き上がりが発生する可能性がある場所で常時再掃除する場合に比べて、掃除作業の時間を短くできる。したがって、作業効率を向上させることができ、掃除作業に要するコストを抑えることができる。

20

第2発明によれば、ロボット本体の傾きを検出するだけであるので、簡単な構成で浮き上がりの発生を検出することができる。

第3発明によれば、モータの負荷トルクを検出して浮き上がりを検出するので、浮き上がりを検出するための特別なセンサを設ける必要がないから、制御部の構成を簡単にすることができる。

第4発明によれば、構造物の傾斜角度が所定の角度以上の状態、つまり、清掃できない角度となるのを検出すると平面上の走行を停止するので、平面上からロボットが落下することを防ぐことができる。しかも、構造物の傾斜角度が所定の角度以上となる前にロボットがベースに保持される状態となるので、構造物の傾斜角度が大きくなってしまって、平面上からロボットが落下することを確実に防ぐことができる。また、構造物の傾斜角度が小さくなると、ベースから平面上にロボットが移動するので、平面の掃除を開始することができる。つまり、構造物の傾斜に応じて、平面の掃除とベースへの復帰を自動で切り替えて移動させることができるので、構造物の平面の掃除を自動化することも可能となる。

30

第5発明によれば、構造物の傾斜角度が所定の角度以上の状態、つまり、清掃できない角度となるのを検出すると平面上の走行を停止するので、平面上からロボットが落下することを防ぐことができる。しかも、構造物の傾斜角度が所定の角度以上となる前に、ロボットが吸着手段によって構造物に固定された状態となるので、構造物の傾斜角度が大きくなってしまって、平面上からロボットが落下することを確実に防ぐことができる。また、構造物の傾斜角度が小さくなると、固定手段による固定が解除されて、ロボットが平面上を走行できる状態となるので、平面の掃除を開始することができる。つまり、構造物の傾斜に応じて、平面の掃除と構造物への固定を自動で切り替えることができるので、構造物の平面の掃除を自動化することも可能となる。

40

第6発明によれば、複数枚の太陽電池モジュールやミラー間に段差や隙間があっても掃除が不十分な部分ができるのを防止することができるから、発電性能の低下を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】本実施形態の自走式掃除ロボット1の概略ブロック図である。

50

- 【図2】本実施形態の自走式掃除ロボット1の概略平面図である。
- 【図3】本実施形態の自走式掃除ロボット1の概略側面図である。
- 【図4】本実施形態の自走式掃除ロボット1の概略正面図である。
- 【図5】本実施形態の自走式掃除ロボット1が掃除する構造物SPの概略説明図である。
- 【図6】本実施形態の自走式掃除ロボット1による作業フロー図である。
- 【図7】本実施形態の自走式掃除ロボット1が、段差のほとんどない太陽電池モジュールA, B間を移動する場合の概略説明図である。
- 【図8】本実施形態の自走式掃除ロボット1が、段差のある太陽電池モジュールA, B間を移動する場合の概略説明図である。
- 【図9】本実施形態の自走式掃除ロボット1が太陽電池モジュールA, B間を移動する状態の概略説明図である。 10
- 【図10】本実施形態の自走式掃除ロボット1がロボットベースRBとソーラパネルSSとの間を移動して、ソーラパネルSSを掃除する場合の概略説明図である。
- 【図11】他の実施形態の自走式掃除ロボット1Bの概略説明図である。
- 【図12】他の実施形態の自走式掃除ロボット1Cの概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の自走式掃除ロボットは、屋外に設置されている構造物の平面状の部分を掃除するためのロボットであって、平面状の部分に段差などがあっても効率良く掃除作業を行うことができるようとしたことに特徴を有している。 20

【0014】

本発明の自走式掃除ロボットが掃除する対象となる構造物は、平面を有する構造物であって、この平面に沿って自走式掃除ロボットが移動できる構造物であればよく、とくに限定されない。例えば、大規模な太陽光発電設備の太陽電池アレイや、太陽熱発電施設における集光ミラー、太陽熱温水器などを挙げることができる。また、掃除する平面は、太陽電池アレイの表面（つまり、太陽電池モジュールの受光面）や集光ミラーの表面（つまり、ミラーの受光面）、太陽熱温水器の受光面等を挙げることができる。なお、本明細書において、平面とは、太陽電池アレイのような平らな面としての平面と、集光ミラーのように曲率半径が大きくほぼ平らに近い曲面も含む概念である。 30

【0015】

以下では、太陽電池アレイや、太陽熱発電施設における集光ミラー、太陽熱温水器を構造物SPという。また、掃除する対象となる構造部物SPの表面（つまり上記各受光面）を対象平面SFという。

【0016】

（自走式掃除ロボット1の説明）

図2に示すように、本実施形態の自走式掃除ロボット1は、構造部物SPの対象平面SF（図5参照）上を走行するための移動手段4を備えたロボット本体部2と、このロボット本体部2に設けられた一対の掃除部10, 10と、移動手段4や一対の掃除部10, 10の作動を制御する制御部30（図1参照）とを備えている。 40

【0017】

本実施形態の自走式掃除ロボット1では、制御部30がロボット本体部2の姿勢を検出する姿勢制御部35を備えている。この姿勢制御部35は、ロボット本体部2の浮き上がり、具体的には、一対の掃除部10, 10が太陽電池SPの対象平面SFから浮き上がっているか否かを検出することができるものである。

【0018】

本実施形態の自走式掃除ロボット1は、制御部30がロボット本体部2の浮き上がりを検出できるようにした点に特徴を有しているが、まず、自走式掃除ロボット1の概略を説明する。

【0019】

（ロボット本体部2） 50

図2および図3に示すように、ロボット本体部2は、掃除する対象である構造物SPの対象平面SFに沿って自走式掃除ロボット1を移動させるための移動手段4を備えている。

【0020】

この移動手段4は、一対の側方駆動輪4a, 4aと、一つの中間駆動輪4bと、を備えている。具体的には、一対の側方駆動輪4a, 4aと中間駆動輪4bとによって、平面視で三角形を形成するように配置されている(図2参照)。

このため、自走式掃除ロボット1を対象平面SF上に安定した状態で配置することができる。

【0021】

また、一対の側方駆動輪4a, 4aには、回転軸周りの回転しかできない一般的な車輪を採用しているが、中間駆動輪4bにはオムニホイール(全方向移動車輪)を採用している。しかも、移動手段4の全ての駆動輪4a, 4bはそれぞれ駆動モータ4mに接続されており、各駆動モータ4mが独立して各駆動輪4a, 4bを駆動させることができるようになっている。そして、全ての駆動モータ4mは、ロボット本体部2に設けられた制御部30によってその作動状態が制御されている。

このため、制御部30によって各駆動モータ4mの作動状態を制御すれば、自走式掃除ロボット1を直線的に移動させたり、旋回移動させたりすることができる。

【0022】

なお、ロボット本体部2において、一対の側方駆動輪4a, 4aが設けられていない側面が存在する方向(図2では上下方向)が、自走式掃除ロボット1の前後方向に相当する。以下では、自走式掃除ロボット1の前後方向において、一対の側方駆動輪4a, 4aに対して中間駆動輪4b側(図2では下側)を後方部といい、反対側(図2では上側)を前方部という。

【0023】

また、制御部30によって各駆動モータ4mの作動状態が制御され、自走式掃除ロボット1の移動が制御される。この自走式掃除ロボット1は、制御部30に移動経路を記憶させておきこの移動経路に沿って自動で対象平面SF上を移動するようにしてよい。また、制御部30に対して外部から信号を供給して自走式掃除ロボット1の移動を制御してもよい。例えば、リモコン等によって遠隔操作して自走式掃除ロボット1の移動を制御してもよい。

【0024】

さらに、駆動輪4は上記のごとき構成に限られず、自走式掃除ロボット1を直線的に移動させたり、旋回移動させたりすることができるよう構成されればよい。例えば、中間駆動輪4bであるオムニホイールを駆動輪とせず、一対の駆動輪4a, 4aだけを駆動輪としてもよい。また、オムニホイールに代えて、中間駆動輪4bに受動車輪(キャスター)を採用してもよい。この場合でも、一対の駆動輪4a, 4aの回転数を調整すれば、自走式掃除ロボット1の移動方向を自在に変更することができる。さらに、通常の車両と同様の構造としてもよい。つまり、車輪を4輪設けて、その前方(または後方)の2輪を操舵輪として他の車輪を駆動輪としたり、4輪駆動としたりしてもよい。

【0025】

(掃除部10)

図2～図4に示すように、一対の掃除部10, 10は、それぞれロボット本体部2の前方部および後方部に設けられている。

【0026】

図2および図3に示すように、各掃除部10は、フレーム11によってロボット本体部2に連結されている。この掃除部10は、ブラシ12を備えている。このブラシ12は、軸部12aと、この軸部12の外周面に設けられた一対の刷毛部12b, 12bと、を備えている(図3)。

【0027】

10

20

30

40

50

軸部 12 a は、その両端部が掃除部 10 のフレームに回転可能に支持されている。しかも、自走式掃除ロボット 1 を対象平面 SF 上に載せたときに、その軸方向が対象平面 SF とほぼ平行となるように設けられている。

【 0 0 2 8 】

一対の刷毛部 12 b , 12 b は、複数の刷毛を軸方向に沿って並べて形成されたものである。各刷毛部 12 b は、刷毛の位置が、軸部 12 a の軸方向に移動するに従って周方向に沿ってズレるように設けられている（図 2 および図 4 参照）。言い換えれば、各刷毛部 12 b は、軸部 12 a の側面に螺旋状に形成されている。しかも、一対の刷毛部 12 b , 12 b で二重螺旋を形成するように配設されている。つまり、軸部 12 a の軸方向と直交する断面において、一対の刷毛部 12 b , 12 b の各刷毛が互いに 180 度回転した位置となるように、一対の刷毛部 12 b , 12 b が形成されているのである（図 4 参照）。

【 0 0 2 9 】

また、図 4 に示すように、掃除部 10 は、ブラシ 12 の軸部 12 a を軸周りに回転させるブラシ駆動部 13 を備えている。具体的には、このブラシ駆動部 13 は、ブラシ駆動モータ 13 a を備えており、ブラシ駆動モータ 13 a の主軸がブラシ 12 の軸部 12 a の端部とベルトブーリ機構 13 b によって連結されている。そして、ブラシ駆動モータ 13 a は、制御部 30 によってその作動状態が制御されている。

このため、制御部 30 によってブラシ駆動モータ 13 a を作動させれば、その駆動力がベルトブーリ機構 13 b を介してブラシ 12 の軸部 12 a に伝達され、ブラシ 12 を回転させることができる。

【 0 0 3 0 】

なお、一対の刷毛部 12 b , 12 b を構成する刷毛の長さはとくに限定されない。自走式掃除ロボット 1 が対象平面 SF を走行している状態において、刷毛の先端部が対象平面 SF を掃いて掃除できる程度の長さに形成されればよい。例えば、対象平面 SF が複数の太陽電池が並んだ太陽電池モジュールの表面の場合には、太陽電池の端縁に形成されているフレーム上に一対の側方駆動輪 4 a , 4 a が載った状態でも、刷毛の先端部が対象平面 SF を掃いて掃除できる程度の長さに形成されればよい。具体的には、太陽電池モジュールの表面からフレームの上端までの距離が 1.5 mm であって、自走式掃除ロボット 1 を対象平面 SF 上に載せたときに、対象平面 SF から軸部 12 a の外周面までの距離が 37 mm であれば、刷毛の長さは 45 ~ 47 mm 程度が好ましい。

ただし、これは刷毛の剛性等、自走式掃除ロボット 1 の他のパラメータに応じて決定されるものであり、上述の寸法に限定されるものでないことはいうまでもない。例えば、刷毛の長さを上述の 47 mm よりも長くすれば、ロボット本体 2 の傾きによるブラシ 12 の浮きは生じにくくなるが、一方で、刷毛の長さを極端に長くすると、自走式掃除ロボット 1 が対象平面 SF 上を走行する際（側方駆動輪 4 a , 4 a および中間駆動輪 4 b が同一の平面に接触している状態）の掃除能力や自走式掃除ロボット 1 の走行性能が著しく低下する可能性がある。また、ブラシ駆動モータ 13 m および駆動輪 4 の各駆動モータ 4 m における負荷トルクが増大し、消費電力の増加を招くという問題が生じる。したがって、自走式掃除ロボット 1 が掃除する対象平面 SF やその環境等に合わせて、刷毛の長さは適宜適切な長さにすればよい。

また、各刷毛部 12 b の刷毛は螺旋状に配置しなくてもよい。例えば、刷毛を軸部 12 b の軸方向に沿って直線状に並ぶように配置してもよく、とくに限定されない。

【 0 0 3 1 】

さらに、上記例では、掃除部 10 が、ブラシ 12 によって対象平面 SF を清掃する場合を説明したが、掃除部 10 が対象平面 SF を清掃する方法はとくに限定されない。例えば、掃除部 10 に、ブラシ 12 に加えて散水装置（スプレー・ノズル等）とワイパー・ブレード（スクイジー）を設けたり、ブラシ 12 の代わりに散水装置（スプレー・ノズル等）とワイパー・ブレード（スクイジー）を設けたりしてもよい。また、ブラシ 12 に加えてバキュームクリーナー（吸引式掃除機）を設けてもよいし、ブラシ 12 を設けずにバキュームクリーナー（吸引式掃除機）だけを設けてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0032】

## (制御部30)

つぎに、制御部30について説明する。

図1に示すように、制御部30は、移動制御部31、ブラシ制御部32および姿勢制御部35を備えている。

## 【0033】

## (移動制御部31)

まず、移動制御部31は、移動手段4における一对の側方駆動輪4a, 4aおよび中間駆動輪4bを駆動する各駆動モータ4mの作動を制御および監視するものである。この移動制御部31は、3つの駆動モータ4mの作動を制御して、ロボット本体2の移動方向や移動速度、つまり、自走式掃除ロボット1の移動方向や移動速度を制御するものである。例えば、全ての駆動輪4による移動速度（具体的には、回転数（回転速度）×駆動輪の周長）が同じとなるように各駆動モータ4mを作動させた場合には自走式掃除ロボット1を直進移動させることができる。一方、一对の側方駆動輪4a, 4a間で移動速度の差が生じるよう各駆動モータ4mを作動させた場合には自走式掃除ロボット1を旋回するように移動させることができる。

## 【0034】

また、移動制御部31は、姿勢制御部35がロボット本体部2の浮き上がりを検出すると、浮き上がりが解消された後、浮き上がりを検出した箇所をいずれか一方の掃除部10が通過するように移動手段4の作動を制御する機能を有している。

例えば、図2に示すように、ロボット本体部2の前方部と後方部に一对の掃除部10, 10が設けられている場合には、浮き上がりを検出したのち浮き上がりが解消されると、ロボット本体部2が後退するように移動手段4の作動を制御する。すると、浮き上がりを検出した箇所に、後方部の掃除部10を再度通過させることができる。

また、ロボット本体部2の前方部だけに掃除部10が設けられている場合には、浮き上がりを検出したのち浮き上がりが解消されると、ロボット本体部2を180度方向転換してから前進するように移動手段4の作動を制御する。すると、浮き上がりを検出した箇所に、掃除部10を再度通過させることができる。

## 【0035】

## (ブラシ制御部32)

ブラシ制御部32は、ブラシ駆動モータ13aの作動を制御および監視するものである。

このブラシ制御部32の構成はとくに限定されないが、ブラシ駆動モータ13aに流れる電流値を検出する電流検出機能を有していることが好ましい。具体的には、後述するように、ブラシ制御部32は、ブラシ駆動モータ13aに供給する電流値に基づいて、ブラシ12の回転に対する摩擦力を検出する機能も有していることが好ましい。

ブラシ12の摩擦力を検出するためには、ブラシ駆動モータ13aに流れる電流値を検出する必要がある。なお、この電流値は、清掃面の汚れやブラシの特性などの影響により、ブラシの浮きが発生せずとも若干は変化していることが通常である。また、PWM制御によって、ブラシ駆動モータ13aの回転速度を制御する場合は、ブラシ駆動モータ13aに対して矩形波として電圧を印加しているために、電圧の変化に応じて電流も変化する。このように、ブラシ駆動モータ13aに流れる電流値は種々の要因によって変動しているので、かかる電流値からブラシの接触状態を把握するためには、ブラシ12の摩擦力の変動以外の要因に起因する電流値の変動を除去することが必要になる。かかる変動要因を除去する方法はとくに限定されないが、例えば、計測した電流値にフィルタ処理を行ってブラシの接触状態の変化を示す周波数以外の変動を除去したり、電流値を微分したりすることによって短時間に起こる大きな電流の変化のみを検出し、それによってブラシの接触状態の変化の発生を検出する方法等を採用することができる。

## 【0036】

## (姿勢制御部35)

10

20

30

40

50

姿勢制御部 35 は、ロボット本体部 2 の姿勢を検出するものである。具体的には、ロボット本体部 2 の浮き上がり、つまり、一対の掃除部 10, 10 のいずれか一方が対象平面 SF から浮き上がっているか否かを検出するものである。

【0037】

なお、一対の掃除部 10, 10 のいずれか一方が対象平面 SF から浮き上がっているとは、ブラシ 12 の刷毛部 12b の先端が対象平面 SF から完全に離れた場合だけなく、若干接触している状態も含む概念である。つまり、ブラシ 12 の刷毛部 12b の先端が対象平面 SF から完全に離れなくても、ある一定以上ブラシ 12 の刷毛部 12b のたわみ量（対象平面 SF に押し付けられてたわんだブラシ 12 の刷毛部 12b のたわみ量）が減った場合、清掃能力が低下する。このように、ブラシ 12 の刷毛部 12b が対象平面 SF に接触していても、ブラシ 12 による清掃能力が低下した状態は、本明細書における浮き上がりが生じた状態に含まれる。10

【0038】

姿勢制御部 35 は、一対の掃除部 10, 10 の浮き上がりを検出する浮き上がりセンサとして、ロボット本体部 2 の傾きを検出する傾斜センサ 36 を備えている。この傾斜センサ 36 は、ロボット本体部 2 の前後方向の傾きが水平に対してどの程度傾いているかを検出するセンサである。この傾斜センサ 36 は、姿勢制御部 35 の解析部 37 に電気的に接続されており、この解析部 37 によってロボット本体部 2 の浮き上がりが生じているか否かを検出するように構成されている。そして、この解析部 37 は、浮き上がりが生じると浮き上がり信号を移動制御部 31 に送信し、浮き上がりが解消すると復帰信号を移動制御部 31 に送信する機能を有している。20

【0039】

解析部 37 が浮き上がりの有無を判断する方法はとくに限定されないが、例えば、以下のような方法を採用することができる。

まず、自走式掃除ロボット 1 が対象平面 SF に載せられると、解析部 37 は、傾斜センサ 36 の検出したロボット本体部 2 の傾きを基準値として記憶する。そして、自走式掃除ロボット 1 が移動すると、傾斜センサ 36 の検出した傾きを基準値と比較して、基準値からのズレが所定の角度以上となれば、浮き上がりが生じたと判断する。

【0040】

例えば、対象平面 SF が、緯度 20 度程度の地域に設置された太陽光アレイの太陽電池モジュールの表面の場合には、基準値（つまり太陽光アレイの取り付け角度）は通常約 15 ~ 20 度程度である。この場合、基準値から約 1 度以上傾きが大きくなると、浮き上がりが生じたと判断することができる。基準値から約 1 度以上傾きが大きくなる状態とは、一対の側方駆動輪 4a, 4a が太陽電池の表面からフレーム部に移行する際ににおけるロボット本体部 2 の傾き程度である（図 9 (A) 参照）。30

【0041】

なお、解析部 37 が浮き上がりが生じたと判断するロボット本体部 2 の傾きを、以下では、浮き上がり角度という。

また、太陽光アレイの表面の角度は設置場所や緯度などによって異なるため、基準値が上記角度に限定されないのはいうまでもない。そして、浮き上がり角度も、自走式掃除ロボット 1 の大きさや形状、また、対象平面の状況などによって適宜設定できることは言うまでもない。40

【0042】

もちろん制御部 30 が記憶部 38 を備えており、自走式掃除ロボット 1 が掃除する対象平面 SF の傾きが予め把握できている場合などには、記憶部 38 に基準値を記憶させておき、その基準値を使用してもよい。

【0043】

（本実施形態の自走式掃除ロボット 1 の動作説明）

つぎに、本実施形態の自走式掃除ロボット 1 において、浮き上がりが発生した場合の動作を説明する。

10

20

30

40

50

以下では、対象平面 S F が長方形状の太陽電池が並んで配設された太陽電池アレイの表面であって、この太陽電池アレイの表面を自走式掃除ロボット 1 が太陽電池モジュールの長手方向に沿って移動する場合を説明する。しかも、本実施形態の自走式掃除ロボット 1 は、ロボット本体部 2 の前後に一対の掃除部 10, 10 を有しており、通常は両方の掃除部 10 によって太陽電池モジュールの受光面が掃除されることを前提に説明する。

【 0 0 4 4 】

図 7 に示すように、自走式掃除ロボット 1 が太陽電池モジュール A の長手方向に沿って移動すると、まず、ロボット本体部 2 の前方部に配置された掃除部 10 によって太陽電池モジュール A の受光面 S F (つまり対象平面 S F ) が掃除される。さらに、自走式掃除ロボット 1 が移動すると、前方部の掃除部 10 によって掃除された部分を、ロボット本体部 2 の後方部に配置された掃除部 10 が掃除する。つまり、太陽電池モジュール A の対象平面 S F は、掃除部 10 によって 2 回掃除される。

10

【 0 0 4 5 】

やがて、自走式掃除ロボット 1 が隣接する太陽電池モジュール A と太陽電池モジュール B の境界に到達すると、自走式掃除ロボット 1 は太陽電池モジュール A から太陽電池モジュール B に移動する。

図 9 ( A ) に示すように、太陽電池モジュール A の対象平面 S F と太陽電池モジュール B の対象平面 S F とがほぼ同一平面上に位置するようになっていれば、太陽電池モジュール A および太陽電池モジュール B のフレーム F を乗り越える際に、ロボット本体部 2 の傾き角度は浮き上がり角度よりも小さくなる。すると、解析部 37 は浮き上がりが生じていないと判断するので、自走式掃除ロボット 1 は、太陽電池モジュール B に移ってからそのまま長手方向に沿った移動を継続する (図 6 参照)。この場合、フレーム F を乗り越える際にも、ロボット本体部 2 の前方部の掃除部 10 による太陽電池モジュール A の対象平面 S F の掃除は継続されるので (図 9 ( A ) 丸囲み内参照)、太陽電池モジュール B の対象平面 S F のほぼ全面が掃除部 10 によって 2 回掃除される状態は維持される。

20

【 0 0 4 6 】

一方、図 9 ( B ) に示すように、太陽電池モジュール A と太陽電池モジュール B との間に段差が形成されている場合には、太陽電池モジュール A から太陽電池モジュール B に移動する際に、ロボット本体部 2 の傾き角度は浮き上がり角度よりも大きくなる。すると、解析部 37 は浮き上がりが生じていると判断し、浮き上がり信号を移動制御部 31 に送信する。そして、浮き上がりが解消するまで、つまり、傾き角度が浮き上がり角度よりも小さくなり復帰信号が送信されるまでの期間 (例えば、時間または移動距離) を移動制御部 31 が記憶する (図 6 参照)。この間、ロボット本体部 2 の前方部の掃除部 10 のブラシ 12 は太陽電池モジュール B の対象平面 S F に浮き上がった状態となるので (図 9 ( B ) 丸囲み内参照)。すると、復帰信号が移動制御部 31 に送信されるまでの間は、太陽電池モジュール B の対象平面 S F は、ロボット本体部 2 の前方部の掃除部 10 によって掃除されていない状態となる。この掃除されない部分を掃除不良部 N S A という (図 8 参照)。

30

【 0 0 4 7 】

やがて、ロボット本体部 2 の傾き角度が浮き上がり角度よりも小さくなり復帰信号が送信される。そして、ロボット本体部 2 の傾き角度が基準値になった後、掃除不良部 N S A を後方部の掃除部 10 が通過するまで移動すると自走式掃除ロボット 1 は一旦停止し、その後逆方向に移動する (図 6、図 8 参照)。つまり、掃除不良部 N S A は、一旦、自走式掃除ロボット 1 の後方部の掃除部 10 によって掃除された後、後方部の掃除部 10 によって再度掃除される。そして、後方部の掃除部 10 による掃除不良部 N S A の掃除が終了すると、自走式掃除ロボット 1 は一旦停止し、再び前方に移動を開始するので、太陽電池モジュール B は長手方向に沿ってその対象平面 S F の掃除が継続される。

40

【 0 0 4 8 】

以上のごとく、本実施形態の自走式掃除ロボット 1 によれば、浮き上がりが発生して掃除不良部 N S A ができると、浮き上がりが解消された後に、掃除部 10 によって掃除不良部 N S A が掃除されるので、浮き上がりが生じても、掃除不良部 N S A を他の部分と同等

50

程度に掃除することができる。

【0049】

しかも、浮き上がりが生じた場合、つまり、掃除不良部NSAができた場合にのみ再掃除するように自走式掃除ロボット1の移動が制御される。このため、浮き上がりが発生する可能性がある場所で常時再掃除させる場合に比べて、掃除作業の時間を短くできるから、作業効率を向上させることができ、掃除作業に要するコストを抑えることができる。

【0050】

なお、上記例では、掃除不良部NSAの領域を移動制御部31によって検出するようにした場合を説明した。しかし、掃除不良部NSAとなる可能性がある場所が事前に把握できている場合には、掃除不良部NSAを掃除する動作（再掃除動作）を予め記憶させておき、浮き上がり信号を移動制御部31が受信すると、再掃除動作をするようにしてよい。

10

【0051】

例えば、上述したようなフレームFを有する太陽電池モジュールの場合には、太陽電池モジュールAと太陽電池モジュールBとの間に形成された段差が5mm、ブラシ12の軸部12aから一対の側方駆動輪4a, 4aまでの距離（前後方向の距離）が205mm、中間駆動輪4bから一対の側方駆動輪4a, 4aまでの距離が93mm、ブラシ12の直径が110mmの場合であって、対象平面SFから軸部12aの外周面までの距離が37mmの条件において、フレームFから180~280mmの範囲が掃除不良部NSAとなる。この場合には、再掃除動作として、自走式掃除ロボット1の後端が掃除不良部NSAを通過するまで、つまり、自走式掃除ロボット1の後端がフレームFから280mm以上移動したのち、自走式掃除ロボット1が後進する動作を記憶させておく。すると、一の太陽電池から他の太陽電池に移動する際に自走式掃除ロボット1に浮き上がりが生じた場合に、掃除不良部NSAを掃除部10によって掃除させることができる。

20

【0052】

（他の浮き上がり検出センサ）

姿勢制御部35の浮き上がり検出センサは、上記のごとき傾斜センサ36に限らず、例えば、重力方向を検知できる加速度計や接触式距離計（ダイヤルゲージ等）、非接触式距離計（レーザ距離計、超音波距離計）等を使用することも可能である。

なお、距離計を使用する場合は、少なくとも2つの距離計を、ロボット本体2の前後方向（または一対の掃除部10, 10）にそれぞれ取り付けることにより、走行面（対象平面SF）を基準として、ロボット本体2の姿勢を検出し、浮き上がり検出センサとすることも可能である。

30

【0053】

また、上述したような浮き上がり検出センサを設けずに、ブラシ制御部32が浮き上がり検出センサの機能を有するようにしてもよい。つまり、ブラシ駆動モータ13aに供給する電流値に基づいて、ブラシ制御部32がロボット本体2の前側部や後側部の浮き上がりを判断してもよい。

【0054】

ロボット本体2の前側部や後側部が浮き上がれば、ブラシ12の刷毛部12bが対象平面SFからうける反力が小さくなる。また、ブラシ12の刷毛部12bは対象平面SFが完全に離れた場合には刷毛部12bが対象平面SFから受ける反力が零になる。すると、刷毛部12bと対象平面SFの間に作用する摩擦力が減少し、または零になるため、ブラシ駆動モータ13aに流れる電流値が少なくなる。したがって、電流値に基づいてロボット本体2の前側部や後側部の浮き上がりを判断することができる。

40

【0055】

そして、この場合には、浮き上がりを検出するための特別なセンサを設ける必要がないから、制御部30の構成を簡単にすることができるという利点も得られる。

【0056】

なお、ブラシ駆動モータ13aに流れる電流値には、1)対象平面SFの汚れやブラシ

50

12の特性などの影響により若干変化しており(一定ではない)、また、2)他の機器の作動に起因するノイズが重畠されている。このため、ブラシ駆動モータ13aに流れる電流値から反力を検出する場合において、ノイズの影響による浮き上がりの誤検出を防止する上では、電流値からノイズを除去することが必要となる。電流値からノイズの除去する方法はとくに限定されないが、例えば、計測した電流値にローパスフィルタ処理を行って高周波の変動を除去したり、電流値を時間に関して微分することによって短時間に起こる大きな電流の変化のみを検出したりする方法を採用することができる。

#### 【0057】

(他の実施形態)

また、太陽光発電の太陽電池モジュールや太陽熱発電の集光ミラーは、その発電効率を高く維持するために、その傾きが変化するものがある(図10参照)。かかる傾きが変化する太陽電池モジュールや集光ミラーの受光面を自走式掃除ロボット1が掃除する場合において、受光面の傾斜角度やその変化を制御部30が把握できる場合には、以下のような制御を実施することができる。

#### 【0058】

なお、太陽電池モジュールや集光ミラーの受光面の傾斜角度やその変化を制御部30が把握する方法はとくに限定されない。例えば、外部(例えば、太陽電池モジュールや集光ミラーの受光面の傾斜角度を制御する制御部など)から太陽電池モジュールや集光ミラーの受光面の傾斜角度に関する信号が制御部30に送信されることによって、傾斜角度やその変化を制御部30が把握するようにしてもよい。また、上記例のように、制御部30が姿勢制御部35を有し、かつ、姿勢制御部35が傾斜センサ36を有している場合には、傾斜センサ36が検出した傾きに基づいて、制御部30が傾斜角度やその変化を把握することも可能である。さらに、外部からの信号と傾斜センサ36の検出した傾きの両方の信号に基づいて、傾斜角度やその変化を制御部30が把握するようにしてもよい。

#### 【0059】

以下では、外部からの信号と傾斜センサ36の検出した傾きの両方の信号に基づいて、傾斜角度やその変化を制御部30が把握する場合を説明する。

なお、以下では、太陽光発電の太陽電池モジュールや太陽熱発電の集光ミラーを合わせて、ソーラパネルSSという。

#### 【0060】

まず、ソーラパネルSSは、日中の発電中には、太陽の動きにあわせて、受光面と日射が適切な角度(太陽光発電の太陽電池モジュールやトラフ式またはディッシュ式等の太陽熱発電における集光ミラーでは受光面と日射が略直角、タワー式等の太陽熱発電における集光ミラーでは日射を集熱タワーの集熱部に集められる角度等)になるように受光面の水平に対する角度(以下、ソーラパネルSSの傾斜角度という)が時々刻々と変化するように制御されている。このため、ソーラパネルSSの傾斜角度は、水平から垂直に至るまで様々な角度になる。なお、ソーラパネルSSは、一方向だけ(例えば、図10では水平に対して右端(または左端)が上昇する方向だけ)に傾く場合もあれば、両方向に傾く場合(図10では水平に対して右端も左端も上昇する場合)もある。

#### 【0061】

一方、自走式掃除ロボット1は、ソーラパネルSSの傾斜角度が走行しやすい角度(例えば、水平から15度程度までの角度)となっている状態で掃除を実施する。

#### 【0062】

したがって、自走式掃除ロボット1による掃除は、ソーラパネルSSの傾斜角度が走行しやすい角度となっている状態となったとき、または、ソーラパネルSSの傾斜角度を掃除のために走行しやすい角度に調整したときに、実施される。

#### 【0063】

しかし、ソーラパネルSSの傾斜角度は、自走式掃除ロボット1が受光面の全面を掃除するまで走行しやすい角度に維持されているとは限らない。また、ソーラパネルSSの傾斜角度を掃除のために走行しやすい角度に調整する場合でも、自走式掃除ロボット1が受

10

20

30

40

50

光面の全面を掃除するまで、ソーラパネルSSの傾斜角度が走行しやすい角度となっているわけではない。なぜなら、ソーラパネルSSの傾斜角度が走行しやすい角度となっている時間は、実質的に発電をできない状態となっているからであり、できるだけ走行しやすい角度となっている時間は短いほうが好ましいからである。

【0064】

このため、自走式掃除ロボット1による掃除のためにソーラパネルSSの傾斜角度を調整する場合、自走式掃除ロボット1が掃除をしている間でも、掃除時間が長くなると、ソーラパネルSSの傾斜角度は走行しやすい角度から発電に適した角度に変化する可能性がある。ソーラパネルSSの傾斜角度を掃除のために調整しない場合には、当然のごとく、自走式掃除ロボット1が掃除をしている間に、ソーラパネルSSの傾斜角度が走行しやすい角度から変化する可能性がある。

10

【0065】

そして、ソーラパネルSSの傾斜角度が大きくなれば、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上から落下してしまう可能性がある。

そこで、自走式掃除ロボット1の落下を防ぐ上では、ソーラパネルSSの傾斜角度に基づいて、以下のように自走式掃除ロボット1を作動することが好ましい。

20

【0066】

(ロボットベースRBを設けた場合)

ソーラパネルSSが、自走式掃除ロボット1を収容するロボットベースRBを備えている場合には、以下のように自走式掃除ロボット1の作動が制御される。

20

【0067】

まず、ロボットベースRBは、自走式掃除ロボット1が掃除を行わない場合において、自走式掃除ロボット1を収納しておくものである。

なお、ロボットベースRBは、その床面がソーラパネルSSの表面と面一となるように配置され、自走式掃除ロボット1がロボットベースRBとソーラパネルSSの表面との間をスムースに移動できるように形成されている。

30

【0068】

このようなロボットベースRBを設けている場合には、上述した解析部37が、傾斜センサ36の信号に基づいて、ソーラパネルSSの傾斜角度が予め自走式掃除ロボット1に記憶させておいた、清掃可能な角度（例えば、水平から15度程度まで、特許請求の範囲にいう「構造物の平面の傾斜角度が所定の角度より小さい状態」に相当する）であるか否かを判断して、傾いた状態から清掃可能な角度となった場合に復帰信号を移動制御部31に送信するようにしておく。なお、移動制御部31は、新たな信号（例えば後述する傾斜開始予告信号）を受信するまでの間、復帰信号を保持するようにしておく。

30

【0069】

一方、ソーラパネルSSの作動を制御する外部の制御部から、解析部37に対して、ソーラパネルSSの傾斜角度がソーラパネルSSを清掃できる角度から清掃できない状態（たとえば、角度15度以上）に変化すること（特許請求の範囲にいう「構造物の平面の傾斜角度が所定の角度以上の状態になること」に相当する）を通知する傾斜通知信号が送信されるようにしておく。そして、解析部37が、傾斜通知信号を検出すると、傾斜開始予告信号を移動制御部31に送信するようにしておく。なお、移動制御部31は、新たな信号（例えば上述した復帰信号）を受信するまでの間、傾斜開始予告信号を保持するようにしておく。

40

【0070】

そして、復帰信号を保持した状態で移動制御部31が清掃開始信号を受信すると、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上を所定のルートに沿って移動するように、移動制御部31が移動手段4を作動させるようにしておく。

【0071】

さらに、移動制御部31が傾斜開始予告信号を受信すると、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上からロボットベースRBに最短径路で戻るように、移動制御部31が移

50

動手段4を作動させるようにしておく。

【0072】

すると、ソーラパネルSSが傾いた状態から水平となると、ロボットベースRBから自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上に移動し所定のルート(図中矢印a)に沿って移動するので、所定のルートに沿ってソーラパネルSSの表面を自走式掃除ロボット1によって掃除することができる(図10(A)、(B)参照)。

【0073】

一方、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSSの表面を走行中にソーラパネルSSが傾斜を開始すると、自走式掃除ロボット1は最短径路(図中矢印b)でロボットベースRBまで戻る。すると、ソーラパネルSSが傾斜した際に、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上から落下することを防止することができる(図10(A)、(B)参照)。

10

【0074】

以上のごとき構成をしておけば、ソーラパネルSSの作動に応じて、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSSの表面の掃除とロボットベースRBへの復帰を自動で切り替えて移動するので、ソーラパネルSSの掃除を自動化することができる。

【0075】

なお、移動制御部31が、傾斜開始予告信号を受信するまでの移動経路を記憶しておく機能を有していれば、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSSの全面を掃除する前にロボットベースRBに戻った場合に、前回掃除をした位置から掃除を開始することができる、好ましい。

20

【0076】

また、ソーラパネルSSが、自走式掃除ロボット1が掃除のために走行しやすい角度に調整する場合、つまり、掃除のための期間を特別に設ける場合には、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上からロボットベースRBへの移動を完了すると、自走式掃除ロボット1は移動が完了したことを知らせる信号(清掃完了信号)を、ソーラパネルSSの作動を制御する外部の制御部に送信するようにしておくことが好ましい。この場合、清掃完了信号を受信してから、外部の制御部は、発電のためにソーラパネルSSの傾斜角度調整を始めるようとする。すると、ソーラパネルSSが傾斜角度調整を始めた際に、自走式掃除ロボット1がソーラパネルSS上から落下することを防ぐことができる。

【0077】

30

さらに、上記例では、ソーラパネルSSの現在の傾斜角度は傾斜センサ36の信号に基づいて解析部37が判断し、ソーラパネルSSの傾斜角度の変化は外部の制御部からの傾斜通知信号に基づいて把握する場合を説明した。しかし、ソーラパネルSSの現在の傾斜角度を外部の制御部からの信号に基づいて判断し、ソーラパネルSSの傾斜角度の変化は傾斜センサ36の信号に基づいて解析部37が把握するようにしてもよい。もちろん、現在の傾斜角度と傾斜角度の変化の両方を、傾斜センサ36の信号に基づいて解析部37が把握してもよいし、外部の制御部からの信号に基づいて判断してもよい。

【0078】

また、上述したような自走式掃除ロボット1による掃除は、任意の時期、時刻に、人が清掃を開始させるようにしてもよいし、一定期間ごとに自動的に掃除を開始終了するようにしてもよい。

40

【0079】

さらに、ソーラパネルSSの発電出力が低下した(つまりソーラパネルSS表面が汚れた)と判断される際に、自走式掃除ロボット1が掃除を開始するよう設定してもよい。

【0080】

ソーラパネルSSの発電出力が低下したことを検出する方法はとくに限定されないが、例えば、太陽光発電の場合には、以下のような方法で検出することができる。

【0081】

まず、使用している太陽電池モジュール固有の変換効率に日射計等によって検出された日射量を乗じて発電電力(1)を算出する。さらに、使用している太陽電池モジュール固

50

有の温度係数に太陽電池モジュールの表面温度を乗じて温度上昇によって減少する発電電力(2)を算出する。そこで、(1)-(2)の演算を行うことにより、太陽電池モジュールが汚れていないときに期待される発電電力が求められる。この計算で求められた発電電力と、そのときの実際の発電電力を比較し、実際の発電電力の方がある一定値以上低くなっている場合、それは太陽電池モジュールの表面が汚れていると判断して、その時に自走式掃除ロボット1による掃除を開始するようにすればよい。

#### 【0082】

(ロボットベースRBを設けない場合)

上記例では、自走式掃除ロボット1がロボットベースRBに保持される場合を説明したが、ロボットベースRBを設ける代わりに、自走式掃除ロボット1自体がソーラパネルSSの傾斜が大きくなってしまっても落下を防ぐ機能を有していてもよい。つまり、自走式掃除ロボット1が、自走式掃除ロボット1自体をソーラパネルSSに固定する固定手段を有してもよい。

10

#### 【0083】

この場合には、傾斜開始予告信号が移動制御部31に送信されると、自走式掃除ロボット1が走行を停止し、固定手段によって自走式掃除ロボット1をソーラパネルSSに固定するようになる。

一方、移動制御部31が復帰信号を受信すると、自走式掃除ロボット1をソーラパネルSSから解放し、復帰信号を保持した状態で移動制御部31が清掃開始信号を受信すると、自走式掃除ロボット1が掃除を開始するようになる。

20

すると、自走式掃除ロボット1の落下を防止しつつ、掃除の開始中止を迅速に切り替えることができる。

#### 【0084】

なお、固定手段が自走式掃除ロボット1の落下を防ぐ方法はとくに限定されない。例えば、吸盤等を用いてソーラパネルSSの表面に吸着固定する方法や、カギ型のフックなどのようにソーラパネルSSの端縁などに係合する部材によって固定する方法などを挙げることができる。

#### 【0085】

(自走式掃除ロボット1の配置)

自走式掃除ロボット1を、ソーラパネルSSやソーラパネルSSのロボットベースRBに配置したり交換したりする場合には、以下の方法が採用される。なお、以下に説明する方法は、自走式掃除ロボット1が掃除を実施する状態(つまり清掃可能な角度となった状態)において、対象平面SFが高くなる構造物SP(例えばソーラパネルSSのように対象平面SFが地上から2m以上程度となる構造物SP)であって、傾斜角度を大きくするとその一部の高さが低くなる構造物SPに自走式掃除ロボット1を配置する場合に適用される。

30

#### 【0086】

例えば、可動式のソーラパネルSSでは、支柱などの上端に傾斜角度を変えることができるようソーラパネルSSが配置される。このようなソーラパネルSSでは、支柱の高さは5m程度である場合が多く、清掃可能な角度では、その上面の高さも地上から5m程度となる。一方、ソーラパネルSSは、一辺が10m程度の正方形のものがあり、かかるソーラパネルSSでは、その背面中央部に支柱が連結される。このため、ソーラパネルSSの傾斜角度を大きくすると、その一端縁は地面近傍に位置される。以下の方法は、このような構造物SPに自走式掃除ロボット1を配置する場合に適用される。

40

#### 【0087】

まず、ソーラパネルSSなどの構造物SP(以下、ソーラパネルSSという)の対象平面SFが清掃可能な角度となっている場合には、その対象平面SFは地上より3m以上程度となっている。このため、人が対象平面SFなどに自走式掃除ロボット1を配置できない。このため、対象平面SFの高さを低くするために、対象平面SFの傾斜角度を大きくする。つまり、対象平面SFが鉛直に近い状態となるように、傾斜角度を大きくする。す

50

ると、対象平面 S F の一部は地面に近い位置に配置される。

【 0 0 8 8 】

すると、自走式掃除ロボット 1 が上述したような固定手段を有するものである場合には、自走式掃除ロボット 1 を対象平面 S F に接触させて固定手段を作動させる。すると、自走式掃除ロボット 1 は固定手段によって対象平面 S F に固定させることができる。したがって、自走式掃除ロボット 1 を対象平面 S F に配置でき、その状態から対象平面 S F を傾斜角度にすれば、自走式掃除ロボット 1 によって対象平面 S F を掃除させることができる。

【 0 0 8 9 】

また、ロボットベース R B を設ける場合には、対象平面 S F において傾斜角度を大きくしたときに地面に近い位置に配置される部分にロボットベース R B を設けておく。すると、対象平面 S F の傾斜角度を大きくしたときに、ロボットベース R B に自走式掃除ロボット 1 を配置できる。したがって、ロボットベース R B を対象平面 S F に配置した状態から対象平面 S F を傾斜角度にすれば、自走式掃除ロボット 1 によって対象平面 S F を掃除させることができる。

【 0 0 9 0 】

( ロボット本体部 2 の他の例 )

図 7 に示すように、上述した自走式掃除ロボット 1 は、複数の太陽電池モジュールからなる太陽電池アレイのように、複数の構造体をからなる構造物 S P において、各構造体の表面を順次掃除する場合に適している。

【 0 0 9 1 】

一方、複数の太陽電池モジュールからなる太陽電池アレイのように、構造物 S P を構成する複数の構造体の表面を同時に掃除することは、上述した自走式掃除ロボット 1 でも可能であるが、自走式掃除ロボット 1 を以下のような構造とすれば、より掃除が容易になる。

なお、以下の自走式掃除ロボット 1 B ~ 1 C が掃除する構造物 S P の構造はとくに限定されない。しかし、太陽電池モジュール等の構造体を複数格子状に並べて形成された太陽電池アレイ等の構造物 S P であって、上下方向よりも横方向に長くなるように形成された構造物 S P に適している。以下では、構造物 S P の上下方向（つまり長さが短い方向）を、構造物 S P の短軸方向という。

また、以下の自走式掃除ロボット 1 B ~ 1 C も、基本的な構造は、上述した自走式掃除ロボット 1 と実質的に同等であるので、以下では、自走式掃除ロボット 1 と異なる構成を有する部分についてのみ説明する。

【 0 0 9 2 】

( 自走式掃除ロボット 1 B )

図 1 1 に示すように、自走式掃除ロボット 1 B は、自走式掃除ロボット 1 に対して、その幅（つまり掃除部 1 0 におけるブラシ 1 2 の軸方向）を長くしたものである。具体的には、ブラシ 1 2 の軸方向の長さが、構造物 S P の短軸方向の長さ A L（以下単に構造物 S P の長さ A L という）よりも長くなるようにしたるものである。つまり、ブラシ 1 2 の軸方向の長さを、ブラシ 1 2 の刷毛部 1 2 b が、構造物 S P の複数の構造体全体と接触する程度の長さとしている。

かかる構造の自走式掃除ロボット 1 B の場合、自走式掃除ロボット 1 を対象平面 S F 上に載せて、ブラシ 1 2 の軸方向が構造物 S P の短軸方向と一致させる。この状態から移動機構 4 の駆動輪 4 a を作動させれば、自走式掃除ロボット 1 B を構造物 S P の幅方向（図 8 では左右方向）に移動させることができるので、複数の構造体を同時に掃除することができる。

【 0 0 9 3 】

( 自走式掃除ロボット 1 C )

図 1 2 に示す自走式掃除ロボット 1 C は、上述した自走式掃除ロボット 1 B にエッジローラ 4 e を設けたものであり、その他の構成は自走式掃除ロボット 1 B と実質的に同様の

10

20

30

40

50

構成を有するものである。

【0094】

エッジローラ4eは、自走式掃除ロボット1Cを構造物SP上に配置したときに、構造物SPの構造体の上端縁と接触する位置に設けられている。つまり、自走式掃除ロボット1Cは、エッジローラ4eによって構造物SPに引っ掛けた状態となっている。このため、自走式掃除ロボット1Cは、自走式掃除ロボット1Bに比べて、構造物SPの対象平面SF上に安定した状態で配置しておくことができる。言い換えれば、自走式掃除ロボット1Cは、自走式掃除ロボット1Bに比べて、構造物SPの対象平面SFから落ちることを防ぐことができる。

【0095】

10

しかも、エッジローラ4eは、その回転軸が対象平面SFと平行になるように設けられており、自走式掃除ロボット1Cが構造物SPの幅方向に移動した際に、構造物SPの構造体の上端縁上を転動できるようになっている。このため、エッジローラ4eを設けても、自走式掃除ロボット1Cは構造物SPの対象平面SF上をスムースに移動できる。

【産業上の利用可能性】

【0096】

本発明の自走式掃除ロボットは、大規模な太陽光発電設備の太陽電池アレイや、太陽熱発電設備の集光ミラー、太陽熱温水器における受光面などを掃除するロボットとして適している。

【符号の説明】

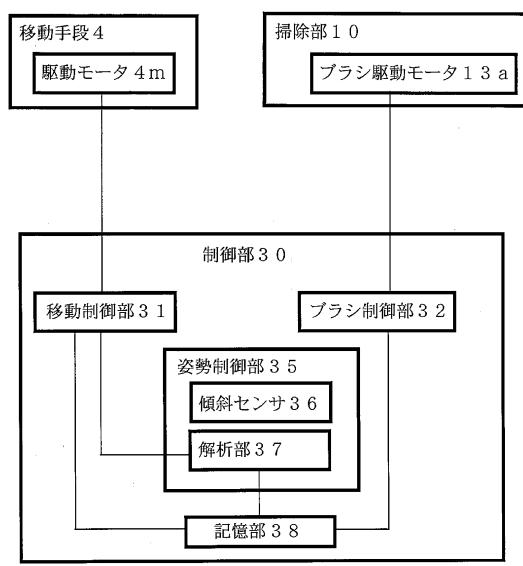
【0097】

1	自走式掃除ロボット
2	ロボット本体部
1 0	掃除部
1 2	ブラシ
1 2 a	軸部
1 2 b	刷毛部
3 0	制御部
3 1	移動制御部
3 2	ブラシ制御部
3 5	姿勢制御部
3 6	傾斜センサ
3 7	解析部
S F	対象平面

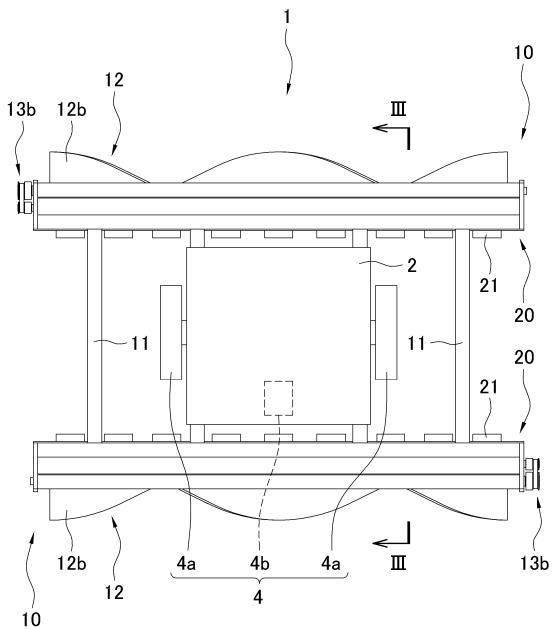
20

30

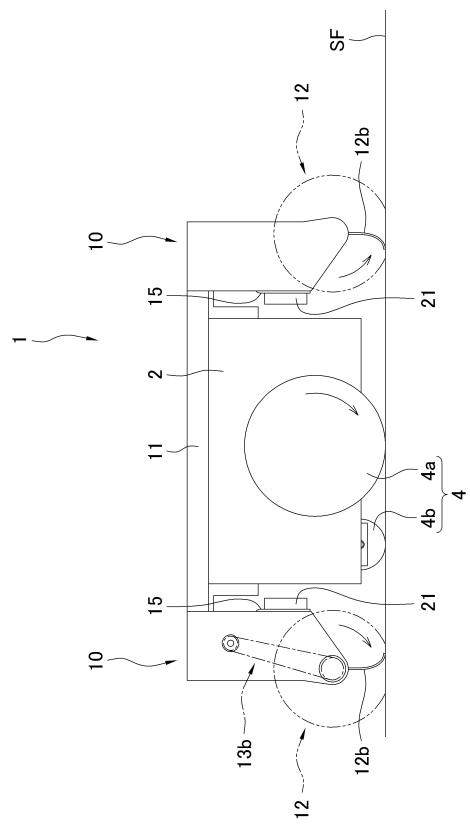
【図1】



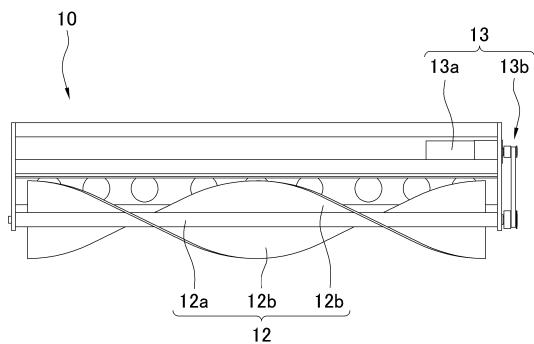
【図2】



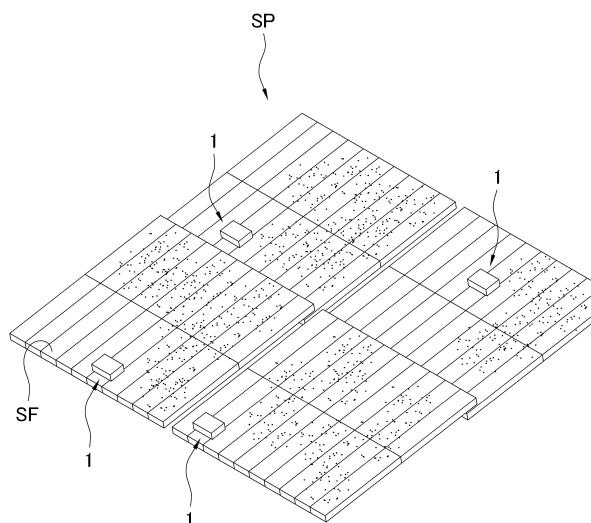
【図3】



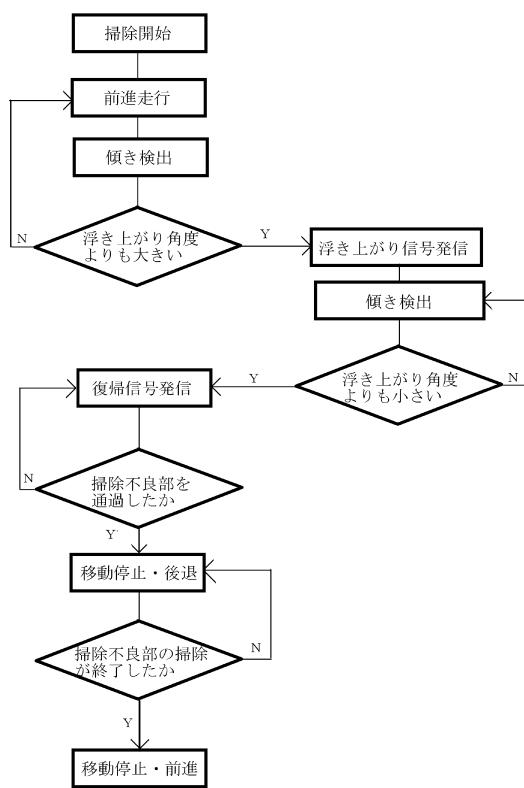
【図4】



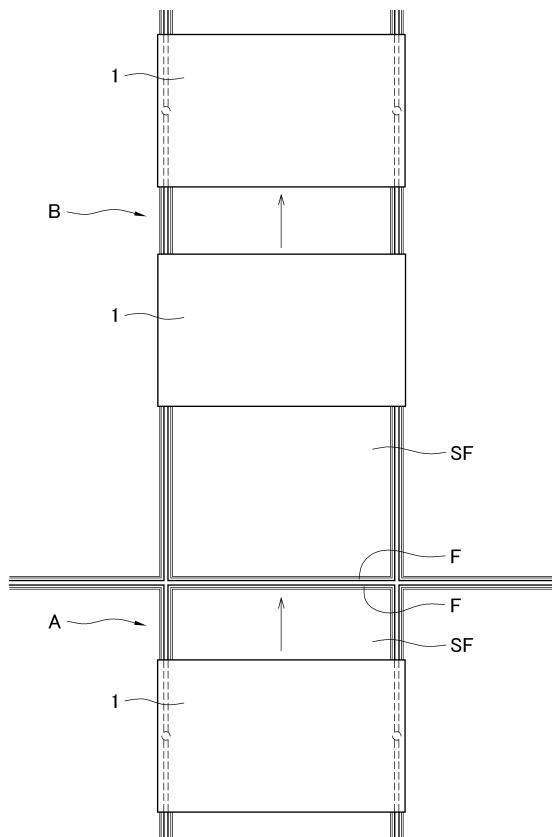
【図 5】



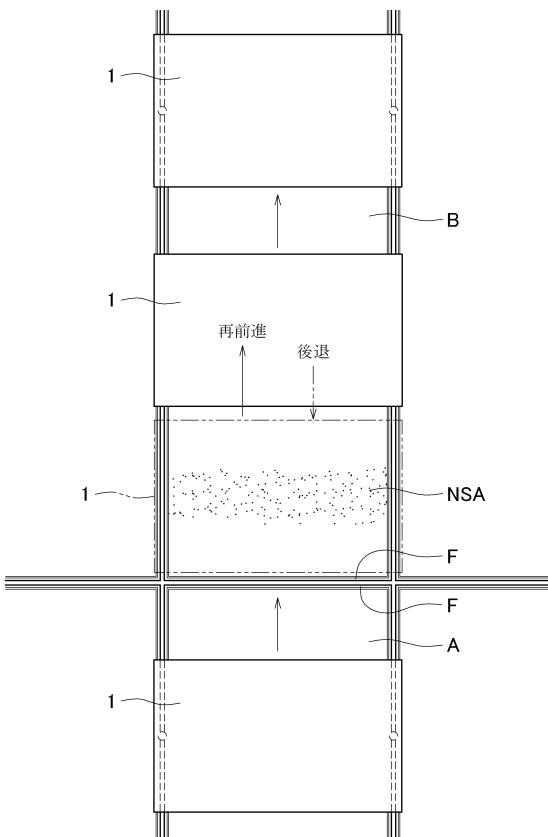
【図 6】



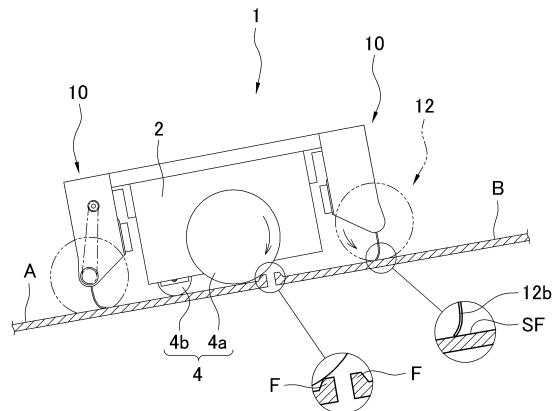
【図 7】



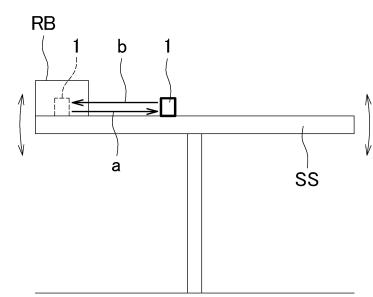
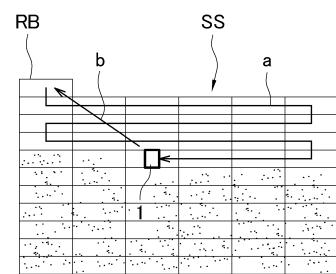
【図 8】



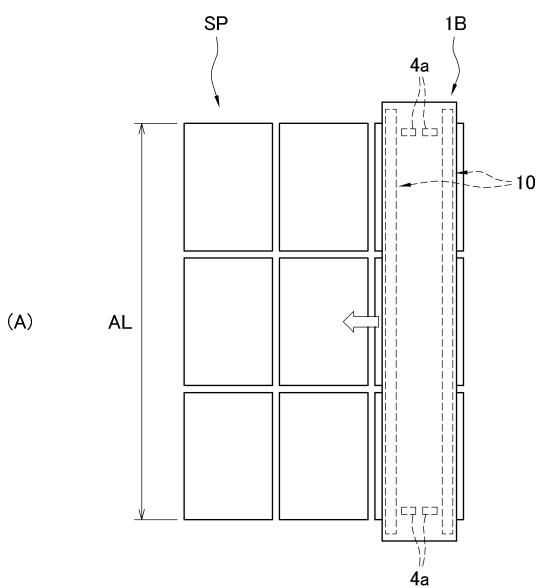
【図9】



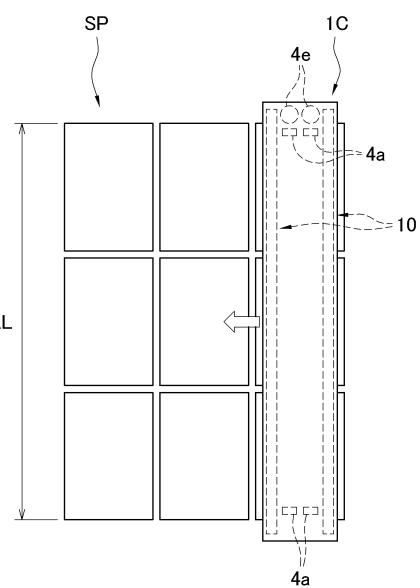
【図10】



### 【図11】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 森田 和郎  
香川県高松市林町2217番地44 株式会社未来機械内

審査官 山内 康明

(56)参考文献 特開2002-273351(JP,A)  
特開2009-50294(JP,A)  
特許第4808803(JP,B2)  
特開平10-202563(JP,A)  
特開2004-186632(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 08 B	1 / 0 4
A 47 L	9 / 2 8
A 47 L	1 1 / 3 8
E 04 G	2 3 / 0 2
H 02 S	4 0 / 1 0