

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4478031号
(P4478031)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.

B64G 1/44 (2006.01)
H01L 31/052 (2006.01)

F 1

B 6 4 G 1/44
H O 1 L 31/04Z
G

請求項の数 32 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-555811 (P2004-555811)
 (86) (22) 出願日 平成15年11月26日 (2003.11.26)
 (65) 公表番号 特表2006-507974 (P2006-507974A)
 (43) 公表日 平成18年3月9日 (2006.3.9)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2003/038006
 (87) 國際公開番号 WO2004/049538
 (87) 國際公開日 平成16年6月10日 (2004.6.10)
 審査請求日 平成18年11月21日 (2006.11.21)
 (31) 優先権主張番号 60/428,928
 (32) 優先日 平成14年11月26日 (2002.11.26)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505193841
 ソラレン コーポレイション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 902
 60, マンハッタン ビーチ, モント
 レ コート 32
 (74) 代理人 100096024
 弁理士 柏原 三枝子
 (74) 代理人 100125520
 弁理士 高橋 剛一
 (74) 代理人 100155310
 弁理士 柴田 雅仁
 (74) 代理人 100156339
 弁理士 米村 道子
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】宇宙発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

宇宙発電システムであって、該宇宙発電システムが、以下：

宇宙空間にある複数の発電システム要素であって、該複数の発電システム要素が、宇宙空間にある1つの発電システム要素から太陽光線を受容し、宇宙空間にある別の発電システム要素に該太陽光線を伝送する、宇宙空間にある少なくとも1つの中間発電システム要素を備える、複数の発電システム要素と、

分散制御システムであって、該宇宙空間にあるそれぞれの発電システム要素が、該分散制御システムの制御システム構成要素を備える、分散制御システムと、を含み、

該複数の発電システム要素のうちの1つ以上の該要素は、自由に漂っている該1つ以上の発電システム要素が別の発電システム要素に結合又は係留されないように、宇宙空間に自由に漂っており、また該複数の発電システム要素は、太陽光線を捕集し、該捕集された太陽光線から電気エネルギーを発生させ、さらに該電気エネルギーを所定場所へ伝送するための形態に変換することができるように配置されており、

該分散制御システムは、隣接する発電システム要素の制御システム構成要素間の連絡に基づいて、1つ以上の該自由に漂っている発電システム要素の配列を維持する、宇宙発電システム。

【請求項 2】

前記複数の要素は、鏡を含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

10

前記鏡は、該鏡上の光子圧力を低減させる光学コーティングを含む、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記所定場所は、惑星を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記複数の要素は、

主鏡と、

第 1 の中間鏡であって、該主鏡は、太陽光線を該中間鏡の方へ反射する、第 1 の中間鏡と、

発電モジュールであって、該第 1 の中間鏡は、太陽光線を該発電モジュールの方へ向け 10
、該発電モジュールは、電気エネルギーを発生させる、発電モジュールと、

エミッタと、

反射鏡と、

を含み、

該エミッタは、該発生された電気エネルギーを伝送可能な形態に変換し、該変換されたエネルギーは、該反射鏡に供給され、該反射鏡は、該変換されたエネルギーを該所定場所にある受信装置へ伝送するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記システムは、第 2 の中間鏡をさらに含み、前記主鏡は、太陽光線を前記第 1 の中間鏡の方へ反射し、また該第 1 の中間鏡は、該太陽光線を該第 2 の中間鏡の方へ反射し、さらに該第 2 の中間鏡は、太陽光線を前記発電モジュールの方へ反射する、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記中間鏡は、前記主鏡の前記配向を追尾し、このため、該中間鏡および主鏡は、相互にかつ前記太陽に位置合わせされたままの状態になる、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記発電モジュールが光起電モジュールを含み、該光起電モジュールの太陽電池は、前記エミッタと同じ場所に配置されている、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記変換されたエネルギーは、無線周波数エネルギーまたは光エネルギーを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記制御システムは、宇宙空間において自由に漂っている前記複数の要素すべての前記配列を維持する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記制御システムのすべてが、宇宙空間に置かれている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記制御システムの特定の構成要素が、地球上に置かれている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記制御システムは、関連する発電システム要素を移動させるための変位要素を含み、該変位要素を前記分散制御システムによって選択的に作動させることにより、宇宙空間にある発電システム要素の配列を調整する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記制御システムは、複数のセンサーを含み、2つの要素のセンサーのデータを比較して該2つの要素が適切に配列されているか否かを判断する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記要素は、太陽風によって該要素の前記配列が調整されるように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

前記発電システム要素は、静電気力によって該発電システム要素の前記配列が調整されるように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記複数の要素は、直接放射型アレイアンテナまたは位相アレイアンテナを含み、該アンテナは、前記電気エネルギーを前記所定場所へ伝送する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記発電システム要素のうちのすべての要素は、宇宙空間にある、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 19】

一種以上の発電システム要素が、選択された波長の入射太陽光を反射する、請求項 1 に記載のシステム。 10

【請求項 20】

前記制御システムが、宇宙空間において自由に漂っている複数の発電システム要素の光学的な配列を維持する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 21】

宇宙発電システムであって、以下：

宇宙空間にある複数の発電システム要素であって、該複数の要素は、

主鏡と、

中間鏡であって、該主鏡は、太陽光線を該中間鏡の方へ向ける、中間鏡と、

発電モジュールであって、該中間鏡は、太陽光線を該発電モジュールの方へ向け、該発電モジュールは、直流電気を発電する、発電モジュールと、 20

エミッタであって、該エミッタは、該直流電気を RF または光エネルギーに変換する、エミッタと、

反射鏡であって、該エミッタは、該 RF または光エネルギーを該反射鏡の方へ向け、さらに該反射鏡は、該 RF または光エネルギーを所定場所にある受信装置の方へ向ける、反射鏡と、

を含む発電システム要素、および

分散制御システムであって、

複数のセンサーと、

複数の変位部材と、

を含む分散制御システム

を含み、

該複数の発電システム要素のうちの 1 つ以上の要素は、自由に漂っている該 1 つ以上の発電システム要素が別の発電システム要素に結合又は係留されないように、宇宙空間において自由に漂っており、宇宙空間にある各それぞれの発電システム要素は、センサーおよび変位要素を含み、該制御システムは、センサーデータに呼応して変位部材を選択的に作動させることによって宇宙空間にある該自由に漂っている 1 つ以上の発電システム要素の配列を維持している、宇宙発電システム。

【請求項 22】

前記発電システム要素のうちのすべての要素が、宇宙空間にある、請求項 21 に記載のシステム。 40

【請求項 23】

前記制御システムが、宇宙空間において自由に漂っている複数の発電システム要素の光学的な配列を維持する、請求項 21 に記載のシステム。

【請求項 24】

宇宙空間で発電し、該発電された電力を所定場所へ伝送するように発電システム要素を配列する方法であって、該方法は、

複数の発電システム要素および分散制御システムを宇宙空間に打ち上げ、自由に漂っている該 1 つ以上の発電システム要素が別の発電システム要素に結合又は係留されないように、該複数の発電システム要素のうちの 1 つ以上の発電システム要素を宇宙空間に自由に

漂わせる工程であって、該分散制御システムが、各発電システム要素が制御システム要素を有するように、宇宙空間にある該複数の発電システム要素上に構成要素を備える工程と、

宇宙空間に該複数の発電システム要素を位置付ける工程であって、該複数の発電システム要素が、宇宙空間にある1つの発電システム要素から太陽光線を受容し、宇宙空間にある別の発電システム要素に該太陽光線を伝送する、宇宙空間にある少なくとも1つの中間発電システム要素を備える、工程と、

隣接する発電システム要素の制御システム構成要素間の連絡に基づいて、該分散制御システムを使って該自由に漂っている発電システム要素の配列を維持し、これにより、

太陽光線を捕集し、

10

該捕集された太陽光線から電気エネルギーを発生させ、さらに

該電気エネルギーを該所定場所へ伝送するための適切な形態に変換することができるよう¹⁰に該発電システム要素を構成する工程と、
を含む、方法。

【請求項25】

前記発電システム要素のうちのすべての要素は、宇宙空間にある、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記制御システムが、宇宙空間において自由に漂っている複数の発電システム要素の光学的な配列を維持する、請求項24に記載の方法。²⁰

【請求項27】

宇宙空間における前記発電システム要素の大多数が自由に漂っている、請求項1に記載のシステム。

【請求項28】

宇宙空間における前記発電システム要素の大多数が自由に漂っている、請求項21に記載のシステム。

【請求項29】

宇宙空間における前記発電システム要素の大多数が自由に漂っている、請求項24に記載の方法。

【請求項30】

30

前記少なくとも1つの中間発電システム要素が、前記少なくとも1つの中間発電システム要素が別の発電システム要素に結合又は係留されないように、宇宙空間において自由に漂っている、請求項1に記載のシステム。

【請求項31】

前記中間鏡が、前記中間鏡が別の発電システム要素に結合又は係留されないように、宇宙空間において自由に漂っている、請求項21に記載のシステム。

【請求項32】

前記少なくとも1つの中間発電システム要素が、前記少なくとも1つの中間発電システム要素が別の発電システム要素に結合又は係留されないように、宇宙空間において自由に漂っている、請求項24に記載の方法。⁴⁰

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、合衆国法典第35編119条に基づき2002年11月26日に出願した米国仮特許出願第60/428,928号の優先権を主張するものであり、上記仮特許出願の開示は、その全体に言及することによって本明細書の一部となる。

【0002】

発明の分野

本発明は、発電システムに関し、さらに詳しくは、配列が可能な自由に漂っている構成

50

要素を有する宇宙発電システムに関する。

【背景技術】

【0003】

先行技術の記載

宇宙発電システムは、太陽の放射電力または太陽フラックスを使用してエネルギーを発生させる。太陽の太陽定数またはフラックスは、地球軌道上で約 1.4 kW/m^2 である。たとえば、地球静止軌道すなわち G E O (地球から 22,400 マイルすなわち 36,000 km) 上では、太陽発電衛星システムは、ほとんど連続的に太陽光線に浸されている。

【0004】

10

宇宙発電システム上の太陽電池、太陽光変換装置、および原子力装置は、直流 (D C) 電気を発電し、直流電気は、伝送周波数、たとえば、無線周波数、極超短波周波数、およびレーザー周波数に変換される。たとえば、無線周波数 (R F) および極超短波の場合、発電された電気は、変換装置、たとえば、マグネットロンを通して電力に変換され、アンテナによって集束される。集束されたエネルギーは、受信装置に向けられ、受信アンテナ (「レクテナ」) は、電力ビームを直流電気に変換する。直流電気は、交流 (A C) 電気に変換され、交流電気は、電力グリッドへ伝送され、需要家に分配される。

【0005】

20

この結果、太陽定数の何パーセントかは、使用可能な電気に変換される。たとえば、変換効率 40 パーセントを有する 1 平方メートルの太陽電池アレイは、約 560 ワットの電力を作り出すことができる。百万平方メートルすなわち 1 平方キロメートルの 40 パーセント効率太陽電池アレイは、約 560 メガワット (MW) の電力を発生させることができる。

【0006】

太陽エネルギーを利用するという構想は、最初 1960 年代に開発された。1970 年代および 1980 年代においては、NASA および米国エネルギー省が人工衛星システム研究を行ったが、これらのシステムは、効率が低く費用がかかるため、有効性がないものとされた。1990 年代においては、NASA は、さらなる研究を行い、さまざまな軌道上に新構想を開発した。その新システムは、初期の研究に対しては進歩が見られたが、現行の構想は、まだ経済的に実行可能ではない。

30

【0007】

典型的な宇宙発電システムは、エネルギー変換および無線式伝送サブシステムに対する発電サブシステムを備えている。光電池を使っている周知のシステムは、一般に大型太陽電池アレイを利用して、太陽エネルギーを電気に変換している。一般的には、接続構造体を使用して、システム構成要素の相対位置を正確に維持している。

【0008】

40

したがって、従来の宇宙発電システムを改善することが可能である。とりわけ、発電システム構成要素の間の接続構造体は、システムの重量を軽くするために、低減または排除することができる。従来のシステムにおいては、接続構造体がシステム重量の大部分を構成しているとおもわれる。たとえば、いくつかの周知のシステムには、数キロメートルの長さと数百万メートルトンの重さがある接続構造体を備えた宇宙送信アンテナが利用されている。接続構造体の重量が過大なため、結果として打ち上げ費用が増大することになる。さらに、過大な重量によって、システム構成要素にひずみが生じ、システムの配列、動作、および性能が大きな影響を受ける可能性がある。したがって、電気的および機械的構成要素の重量は、採算がとれる実現可能な最大サイズのシステムを決める制限事項となる可能性がある。さらに、システム構成要素の配置、配向、および効率を改善することが可能であり、特に接続要素を用いて接続されていないシステム構成要素を改善することが可能である。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

発明の要旨

1つの好ましい実施形態においては、宇宙発電システムは、複数の宇宙発電システム要素および制御システムを含む。1つ以上の発電システム要素は、宇宙空間に自由に漂っている。制御システムは、自由に漂っている要素の配列を維持している。複数の要素は、太陽光線を捕集することができるように配置されており、捕集された太陽光線から電気エネルギーが作り出され、さらにその電気エネルギーは、所定場所に伝送することができる形態に変換される。

【0010】

別の好ましい実施形態においては、宇宙発電システムは、複数の宇宙発電システム要素および制御システムを含む。複数の発電システム要素のうちの1つ以上の要素は、宇宙空間に自由に漂っている。発電システム要素は、主鏡、中間鏡、発電モジュール、エミッタ、および反射鏡を含む。主鏡は、太陽光線を中間鏡に向ける。中間鏡は、太陽光線を発電モジュールに向ける。発電モジュールは、直流電気を発電する。エミッタは、直流電気をRFまたは光エネルギーに変換し、反射鏡は、RFまたは光エネルギーを所定場所にある受信装置へ伝送する。制御システムは、複数のセンサーおよび複数の変位要素を含む。宇宙空間にある各要素は、センサーおよび変位要素を含み、制御システムは、センサーデータに呼応して変位要素を選択的に作動させることによって、宇宙空間にある自由に漂っている要素の配列を維持する。

【0011】

さらなる好ましい実施形態は、宇宙空間で発電し、その発電された電力を所定場所へ伝送することができるよう発電システム要素を配列する方法に向けられている。その好ましい実施形態は、複数の要素および制御システムを宇宙空間に打ち上げ、複数の要素のうちの1つ以上の要素を宇宙空間に自由に漂わせる工程と、宇宙空間にそれらの要素を位置付ける工程と、制御システムを使って自由に漂っている要素の配列を維持し、これにより、太陽光線を捕集し、捕集された太陽光線から電気エネルギーを発生させ、さらに電気エネルギーを所定場所へ適切に伝送することができる形態に変換することができるよう発電システム要素を構成する工程と、を含む。

【0012】

システムおよび方法の好ましい実施形態においては、発電システム要素は、さまざまな鏡および鏡構成、たとえば、折りたたみ鏡、球形鏡、膨張式管または膜で支持された鏡、光子圧を低減させることができる光学コーティングまたは鏡形状を維持することができる光学コーティングが施された鏡を備えることができる。発電システム要素は、主鏡、第1の中間鏡、発電モジュール、エミッタ、および反射鏡を備えることができる。第1の中間鏡は、太陽光線を発電モジュールに向ける。発電モジュールは、電気エネルギーを発生させる。エミッタは、発生された電気エネルギーを伝送可能な形態に変換し、それを反射鏡へ送り、反射鏡は、その変換されたエネルギーを所定場所にある受信装置へ伝送する。また、システムおよび方法の好ましい実施形態の場合、集光装置を用いて中間鏡からの太陽光線を発電モジュール上に集束させることができる。

【0013】

システムおよび方法の好ましい実施形態では、さまざまな発電モジュール、たとえば、光起電式および熱電式の発電モジュールを利用することができる。光起電モジュールの場合、太陽電池をエミッタと同一場所に配置することができる。変換されたエネルギーすなわち伝送されるエネルギーは、無線周波数または光エネルギーであってもよい。

【0014】

システムおよび方法の好ましい実施形態における制御システムでは、1つ以上のシステム要素の配列は、それら要素の位置、配向を調整することによって調整することができる。システムは、複数のセンサー、たとえば、アレイセンサーまたは距離センサーを含む。2つの要素のセンサーからのデータを比較し、2つの要素が適切に配列されて許容可能な距離に置かれているかどうかを、たとえば、レーダー、ライダー、干渉縞、太陽風、静電

10

20

30

40

50

気力を使って判断する。また、要素の配列をも調整する。制御システムは、変位要素、たとえば、スラスターを備え、システム構成要素の配列を調整することができる。また、システムおよび方法の好ましい実施形態においては、さまざまな多数の要素、たとえば、大部分の要素またはすべての要素は、宇宙空間に自由に漂っている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

発明を実施するための最良の形態

配列が可能な1つ以上の自由に漂っているまたは自由に飛んでいるシステム構成要素をともなう宇宙発電システムの好ましい実施形態を今から説明する。好ましい実施形態は、システム構成要素の間の接続構造体を実質的に低減または排除する一方、自由に漂っているシステム構成要素の配列および位置決めに対して備えられた制御システムを使って配列することが可能な構成要素を含む。10

【0016】

図1Aを説明すれば、宇宙発電システム「S」の1つの好ましい実施形態は、発電および伝送の構成要素を含む。システムの1つの好ましい実施形態は、軸3の周りを回る主鏡すなわち光捕集鏡2、中間鏡4および5、集光装置6を備えたパネル11、太陽電池7を備えた光起電モジュールまたは発電モジュール8、伝送フィーダまたはエミッタ9、および、たとえば、反射板すなわち出力鏡10および1つ以上の他の必要とされる鏡を含むことができる伝送サブシステムを含む。制御システム13は、発電システム構成要素の形状、位置、配向、および配列を調整する。20

【0017】

本明細書は、一般に、説明の便宜上、システム構成要素の配列の調整について説明するが、この配列は、システム構成要素の配列に影響を与える可能性のある形状、位置、配向、および他の調整を含むことができる。システム要素を配置することにより、太陽光線を捕集し、捕集された太陽光線から電気エネルギーを発生させ、その電気エネルギーを所定場所15にある受信装置14へ伝送することができる形態に変換することができるようになる。

【0018】

さらに詳細に述べれば、太陽光線1が主鏡2に当るように、システム構成要素を位置付ける。たとえば、主鏡2は、ほぼ球形鏡であってもよい。主鏡2は、たとえば、約1km～約2kmの直径を有するさまざまなサイズであってもよい。主鏡（および後述の他の鏡）は、構造体によって支持されてもよい。たとえば、図2A～Bを説明すれば、膨張式ことができる管または円環体（一般に24）で鏡2を支持することができる。管24は、化学薬品またはガス空気タンクまたは他の膨張システムを使用して膨張させることができる。30

【0019】

図2および3を説明すれば、主鏡2の1つの好ましい実施形態は、基材20、たとえば、1つ以上の薄膜すなわち光学コーティング22で覆われた樹脂基材を含む。光学コーティングは、太陽電池7が最も適切に使用することができる太陽光線1の部分（たとえば、特定の波長）を選択して反射する。選択して反射することによって、鏡2上で光子力も低減される。技術分野の当業者には明らかなように、さまざまな鏡構成および反射率および太陽電池の要求事項に対してさまざまな適切な基材とコーティングの組み合わせを利用することができる。40

【0020】

再び図1Aを説明すれば、太陽光線1は、主鏡2によって、第1の中間鏡4、たとえば、平らな折りたたみ鏡の方へ反射される。鏡4は、主鏡2の配向を追尾し、これにより、2つの鏡2および4は、配列された状態のままになる。第1の折りたたみ鏡4は、入射太陽光線1を第2の中間鏡5、たとえば、折りたたみ鏡上へ反射する。第2の折りたたみ鏡5は、第1の鏡4と同様であってもよいし、または他の適切な設計が施されてもよい。

【0021】

50

20

30

40

50

たとえば、図 4 A ~ D を説明すれば、宇宙発電システム内の鏡は、樹脂基材 4 0 とコーティング 4 2 、たとえば、主鏡 2 上のコーティング 2 2 と同じコーティングを含む平らな鏡であってもよい。たとえば、鏡 2 、 4 、および 5 上に同じコーティングを施すと、太陽電池 7 上の熱負荷が低減する。コーティング 4 2 は、また折りたたみ鏡上の太陽光線の光子圧も低減させる。コーティングの機械的残留応力は、太陽光線の光子圧を抑制するのに必要な値に設定することができ、さらに光学的に平らな表面を維持することもできる。図 4 は、鏡は、また膨らまして使用することができる支持体 4 4 も含むことができることを示している。

【 0 0 2 2 】

再び図 1 A を説明すれば、鏡 4 は、軸 3 の周りを回転し、鏡 5 は、集光装置 6 を追尾している。適切な操作によって、第 1 の折りたたみ鏡 4 は、入射太陽光線 1 を第 2 の折りたたみ鏡 5 の上に反射する。第 2 の鏡 5 は、1 つ以上の集光装置 6 、たとえば、非結像集光装置へ光を反射する。集光装置 6 は、第 2 の折りたたみ鏡 5 から受信した太陽光線 1 の反射ビーム内にある空間的むらを拡大し平滑化する。集光装置 6 の出力は、R F または光の発電モジュール 8 の太陽電池 7 の方へ向けられる。集光装置を使うことにより、太陽電池ウエハー全体を利用することができ、より効率的にエネルギーを生産することができるようになる。

【 0 0 2 3 】

集光装置 6 のさまざまな焦点距離を使うことによって、太陽電池 7 または他の変換装置上に太陽光線の正確な增幅を得ることができる。たとえば、太陽は、一般に、1 天文単位（太陽から地球までの距離）において約 0 . 5 度の角度で内在している。したがって、たとえば、焦点の大きさは、システムの焦点距離の 0 . 0 0 8 7 3 倍となる可能性がある。

【 0 0 2 4 】

技術分野の当業者には明らかなように、さまざまな発電モジュールをさまざまな好ましい実施形態およびシステムに対して利用することができる。たとえば、図に示すとおり、発電モジュールは、太陽電池を利用した光電式発電モジュールである。他の発電モジュールは、タービン、熱機関、および原子力の供給源を含む。さらに別の発電モジュールは、熱電モジュールである。熱電モジュールは、温度傾斜、たとえば、暖かい前面および冷たい裏面を利用して、2 つの表面の境目に電気を発生させる。説明と図の便宜上、これらに限定されるものではないが、本明細書においては、太陽電池 7 を備えた光電式発電モジュールについて説明する。

【 0 0 2 5 】

1 つの好ましい実施形態においては、太陽電池 7 は、発電モジュール 8 の入力電極付近に搭載されている。したがって、太陽電池 7 から発電モジュール 8 への電気ケーブルは不要である。これらの連結器を排除することにより、システムの質量が低減される。さらに、接続ケーブル内の抵抗加熱 ($I^2 R$) による電力損失を低減または排除することにより、システム内の電力損失が低減される。この配置により、特に構成要素の連結器に関する他の構成要素、たとえば、絶縁体も不要になる。これらの構成要素を排除することにより、発電モジュールの重量、太陽電池の性能向上、および太陽電池のコストダウンも緩和される。

【 0 0 2 6 】

太陽電池 7 の間隔をあけた配置によっても、熱を熱板 1 1 へ伝え、宇宙空間へ放熱することができる。さらに集光装置 6 は、各 R F または光の発電モジュール 8 に対する専用の太陽電池 7 を備えている。このように、集光装置には、入射太陽光線 1 を効率よく使用するための配慮がなされている。この配置は、また太陽電池がエネルギー変換装置と同じ場所に配置されているので、有利でもあり、したがって、これらの構成要素の間にある連結器の長さを低減することまたは連結器を排除することができる。これらの構成要素を同じ場所に配置することは、接続構造体を使用している一般的な周知のシステムにおいては、実行不可能である。なぜなら、R F または光電部分は、地球上にある需要家の変電所に向けられた状態のままで、同時に集光装置は、太陽を追尾しなければならないからである。

10

20

30

40

50

【0027】

折りたたみ鏡5をともなう集光装置6によって、太陽電池7は、宇宙空間の直視からさえぎられるので、太陽電池7は保護される。さらに詳しくは、太陽電池は、発電モジュール上に搭載され、集光装置は、太陽電池の上方に取り付けられているので、入射太陽光線上に集中している小さい立体角を除いて、太陽電池は、宇宙空間の直視からさえぎられている。第2の折りたたみ鏡は、この最終方向で遮蔽体として機能し、これにより、太陽電池は、全方向においてさえぎられることになり、太陽電池保護スリップ(たとえば、ガラス)および他の保護覆いは、不要となる。その結果として、発電システムの重量は、これらの構成要素を排除することによってさらに低減される。

【0028】

太陽電池7によって発電されたDC電力は、RFまたは光の発電モジュール8によって伝送可能な形態、たとえば、RFまたは光電力に変換される。RFまたは光電力は、RF送り装置または光エミッター9によってRF反射板、出力鏡10(一般に反射板10)、または直接所定場所へ放射される。たとえば、RF送り装置または光エミッター9を直接放射型アレイまたは位相アレイアンテナ19(図1E)内に配置することができる、反射板10を不要にすることができます。太陽電池7、発電モジュール8、およびRF送り装置または光エミッター9からの排熱は、熱板11によって宇宙空間に放射される。

【0029】

反射板10は、コーティングまたは入射表面が電力を地球または他の所定場所またはステーションの方へ反射し、太陽光線を伝送するように構成されている。太陽光線1を伝送することにより、反射板10上の光子圧は、低減またはほとんど排除される。反射板10は、主鏡2と同じ大きさであってもよいので、光子圧が減少すれば、反射板10の静止位置保持に必要とされる燃料に著しい減少をもたらすことになる。しかしながら、主鏡2の場合と同様に、電力を反射し、太陽光線1を伝送するコーティングの機械的残留ひずみを設定すれば、残留光子圧を使用して反射表面の形状を正確に維持することができる。この処理によって、反射板10の重量を、たとえば、最高約66パーセント以上低減させることができる。一方、光学鏡10は、コーティングが望ましい光波長を反射し、好ましくない太陽輻射を伝送するように構成されている。

【0030】

反射板すなわち鏡10によって反射されたRFまたは光電力12は、一般に、集束され、地球上または他の任意の場所15に設置された地上アンテナまたは光捕集器14に向かわれる回折限界ビームであってもよい。アンテナまたは光捕集器にある組になったRF/光センサーは、ビーム波形の形状および視程を測定する。フィードバック回路17は、受信ビームの様相を計算し、制御信号を制御システムに返送し、1つ以上の構成要素の配列を調整し、たとえば、構成要素の形状、位置、または配向を調整する。

【0031】

たとえば、エミッタ9と反射板10が適正に配列されていない場合、これらの構成要素の1つまたは両方を調整し、これにより、反射板10から反射されたビーム12を受信アンテナ14の方へ向けることができる。さらなる例としては、エミッタ9の形状を調整することができる。

【0032】

近接制御システム13または独立した制御システムは、さまざまな発電システム構成要素、たとえば、主鏡すなわち伝送鏡、中間鏡、たとえば、折りたたみ鏡、反射板、副反射板、およびアンテナ送り装置の配列の調整に使用される。制御システムは、また伝送された電磁波の波先の形状を維持することもできる。制御システムが実行できる他の機能には、活発な鏡制御、位相共役、および活発なアンテナ制御が含まれる。

【0033】

1つの好ましい実施形態においては、制御システム13は、センサーシステムおよび変位システムを含み、センサーデータに呼応して1つ以上のシステム構成要素の配列を調整することができる。技術分野の当業者には明らかなように、宇宙発電システムは、さまざ

10

20

30

40

50

まな数の自由に漂っているシステム要素を有することができる。たとえば、1つ以上の要素、ほとんどの要素、またはすべての要素は、宇宙空間で自由に漂っていてもよい。制御システムは、自由に漂っている要素および自由に漂っていない（たとえば、他の要素につながれている）要素の配列を調整することができる。しかしながら、本明細書では、説明の便宜上、これらに限定されるものではないが、自由に漂っている発電システム要素を配列する制御システムについて説明する。たとえば、制御システム要素またはレーダーセンサーおよびライダーセンサーといったセンサーからのデータによって、複数の構成要素の配列を示すことができる。変位システムは、1つ以上のスラスター要素を含むことができるので、センサーデータに呼応してスラスター要素を作動または作動停止させることができる。

10

【0034】

図1Aを説明すれば、1つの好ましい実施形態において、近接制御システムは、宇宙空間に配置され、一般に、各発電システム構成要素2、4、5、8、および10上に、制御ユニットまたはセンサー2a、b（普通2a）、4a、b（普通4a）、5a、b（普通5a）、8a、b（普通8a）、10a、b（普通10a）、およびスラスター2d、e（普通2d）、4d、e（普通4d）、5d、e（普通5d）、8d、e（普通8d）、および10d、e（普通10d）を含む。図1Aに示す好ましい実施形態は、近接制御システム構成要素のさまざまな数と位置付けを利用しているさまざまな近接制御構成の単なる図である。

【0035】

たとえば、図1B～Dを説明すれば、別の好ましい実施形態において、主鏡2は、4つのセンサーを含み、中間鏡4および5は、8つのセンサーを含む。図1Cおよび1Dは、1つの可能なセンサー配置を示す断面図である。例示の好ましい実施形態においては、主鏡2上の4つの近接制御システムセンサー2aおよび対応する鏡4上の4つのセンサー4aは、相互に直視または通信することができるよう配置されている。同様に、鏡4上のその他の4つの近接制御システムセンサー4aおよび対応する鏡5上の4つのセンサー5aは、相互に通信することができるよう配置されている。鏡5上のその他の4つのユニット5aおよび発電モジュール8上の4つのユニット8aは、相互に通信することができるよう配置されている。そのうえ、エミッタ9上の4つのユニット9aおよび反射板10上の4つのユニット10aは、相互に通信することができるよう配置されている。

20

【0036】

この構成の場合は、3つのセンサユニットを利用すると同時にグループ内の第4のユニットをバックアップユニットとして機能させることができる。第4のユニットは、また他のユニットの異常動作を解消するためにも使用することができる。さらに、1つのセンサユニットしか利用しない場合は、他の3つのユニットを第1ユニットの交差検査に使用することができる。

【0037】

したがって、例示の好ましい実施形態においては、制御システムは、隣接の要素、すなわち、太陽光線または他の信号を反射または受信することによって相互に通信している要素、のセンサー間の通信に基づいて調整を行う。たとえば、主鏡2、折りたたみ鏡4および5、光起電モジュール8、および反射板10は、すべてセンサーを含むことができる。鏡2および4上のセンサーは、相互に通信し、鏡4および5上のセンサーは、相互に通信し、鏡5上のセンサーおよび光起電モジュール8は、相互に通信し、さらに光起電モジュール8上のセンサーおよび反射板10は、相互に通信する。制御回路は、前述の対になつた構成要素の配列に基づいてシステム構成要素を調整するように構成されている。システム構成要素の他の数および組み合わせの配列に基づいて調整することもできる。

30

【0038】

したがって、たとえば、鏡2と4の間のセンサーデータに呼応して、鏡4上のスラスターを作動（または作動停止）させ、鏡2に対して鏡4を再配列することができる。同様に、鏡2上のスラスターも作動（作動停止）することができる。1つのシステム構成要素を

40

50

再配列した後、1つ以上の他のシステム構成要素も再位置付けすることができるので、システム全体の配列を適切に維持することができる。地球または他の惑星、本体またはステーション上の監視システムもまたシステム構成要素の配列を監視し変更することができる。

【0039】

1つの好ましい実施形態においては、近接制御システム13には、補完的かつ二重化位置計測装置、たとえば、立体カメラ、変調レーザーダイオード、およびレーザーが使用されている。たとえば、レーザーで光コヒーレントビームの閉ループを形成すれば、システム構成要素の相対的な位置および配向の変化によって、各ループ検出器において干渉縞に変化を発生させることができる。システム内の相対的な動きもまた光線のドップラー偏移をもたらすので、動きの方向を割り出すことが可能になる。これらの変化および偏移を使えば、発電システム構成要素の相対位置を、たとえば、1ミリメートル未満の精度で維持することが可能になる。10

【0040】

別の好ましい実施形態においては、多重のリトロリフレクターおよび光学的標的を2つの集光装置の周縁に置き、能動制御および受動制御に使用している。レーザー発信装置/受信装置および光センサーを発電モジュール上に設置し、第1の折りたたみ鏡によって、これらの構造体の位置および配向を監視することができる。光センサーによって、立体画像を使用して精密な配向および近接範囲を測定することができる。

【0041】

レーザー光線、たとえば、変調連続発振(CW)レーザー光線をリトロリフレクターから反射することができる。反射された光線の位相を発信された光線の位相と比較することができます。パルスレーザー光線をリトロリフレクターから反射することができ、その飛行時間を測定することによって、個別の範囲を算出することができる。また、組になった高度なコヒーレントCWレーザー光線をリトロリフレクターから反射することもでき、干渉計を使用して、発信された光線と比較することができる。20

【0042】

1つの干渉縞の変化は、レーザー輝線の4分の1波長の帯域内にある変化に相当する可能性がある。ホモダイン検波法を使えば、光線のドップラー偏移によって、帯域変化の速度に比例するうなり周波数を発生させることができる。レーザー光は、極超短波なので、毎秒1ミリメートルの速度を測定することができる。したがって、近接制御システムによって、位置および径方向速度を同時に測定することができる。さらに、電荷結合素子(CCD)カメラまたはステレオカメラを使用すれば、隣接システム構成要素の立体知覚を使う空間と角度の測定値および範囲を得ることができます。また、これらの装置を使用すれば、システム要素をそれらの初期の(近似の)位置に移動させることもできる。30

【0043】

別の好ましい実施形態においては、近接制御システム13は、第1に太陽風を使い、第2にイオンスラスターおよび静電気力を使って、発電システム要素の位置および配向を正確に維持する。反射板および折りたたみ鏡は、それらの周縁上にパドル状の構造体を備えることができる。パドルのハンドル部分は、径方向(鏡に対して)を向いているため、パドルを入射太陽光線に対して回転させることができる。パドルを適切に回転させることによって、トルクおよび力を反射板および折りたたみ鏡に伝えることができる。パドルによって排除されない残差は、イオンエンジンにより処理することができる。その上、そう遠くに離れていない自由に漂っている要素に対しては、着脱可能な擬似つなぎ綱によって、制限を設け、および/または斥力を働かせて、必要に応じて位置を維持することができる。したがって、本発明の好ましい実施形態は、システム構成要素の配列に対する接続構造体を排除または低減する一方、擬似つなぎ綱もまた、他の構成、用途、および支持に活用することができる。別の好ましい実施形態においては、近接制御システム13は、たとえば、地球または他の天体の周回軌道を使用し、これにより、最も重いシステム要素によって消費される静止位置保持燃料を最小にすることができる。他の要素(たとえば、光また40

は R F システムの折りたたみ鏡) は、集束、配列、視程などを維持することができるよう に配置されている。後者の要素は、比較的軽いので、システム全体で必要とされる静止位置保持燃料が低減される。この構成にもまた、発電モジュールに対する反射板の位置付けに優れた自由度が備わっている。いくつかの構成要素は、十分接近しているので、ケーブルでそれらをつなぐことができ、静電気斥力を使ってケーブルをピンと張った状態に保つことができる。

【 0 0 4 4 】

その上、必要な場合、構成要素は、距離センサーまたは測距センサーを備えることができる。たとえば、図 1 は、システム構成要素間の距離を検出する距離センサー 2 c 、 4 c 、 5 c 、 8 c 、 10 c を示している。さまざまな形式および数の距離センサーを必要に応じて利用することができる。構成要素が許容範囲または軌道を外れた場合、1 つ以上のスラスターを作動させ、その構成要素を許容範囲内に再配置することができる。10

【 0 0 4 5 】

たとえば、変調レーザーダイオード距離計を使用すれば、送信範囲信号と受信範囲信号の変調位相を比較することによって、隣接するシステム構成要素との範囲を連続的に提供することができる。さらなる例としては、パルスレーザー距離計によれば、送信信号と受信信号の飛行時間を測定することによって、隣接するシステム構成要素との範囲を連続的に提供することができる。

【 0 0 4 6 】

図 5 ~ 1 7 は、自由に漂っている要素を有する発電システムの別の好ましい実施形態と、太陽光線を捕集し、処理し、電力を作り出す方法と、を示している。図 1 に示した制御システムセンサーおよびスラスターは、図 5 ~ 1 7 には示していないが、前述の構成要素は、また別の好ましい実施形態にも使用することができる。さらに、図 5 ~ 1 7 に示すシステムまたは構成要素の概要は、図 1 に示したシステムと同じか類似である。したがって、別の好ましい実施形態における R F または光エネルギーに関する詳細については、すべてを繰り返すことはしない。図 1 に例示の構成要素と同じか類似の別の好ましい実施形態の構成要素については、類似の参照番号で表示する。20

【 0 0 4 7 】

図 5 について説明すれば、1 つの好ましい実施形態において、宇宙発電システムは、放物線および双曲線形状レンズ、たとえば、カサグレン光学システム、膨張式鏡、および膜支持要素を含むレンズシステムを含む。さらに詳しく述べれば、このシステムは、主鏡 2 、鏡 5 0 、膜 5 0 a ~ d 、たとえば、透明な膜、第 1 の中間鏡 4 、集光装置 6 、太陽電池 7 、 R F または光の発電モジュール 8 、 R F 伝送送り装置または光エミッター 9 、および熱板 11 (図 1 にあるとおり) を含むモジュール、第 2 の中間鏡 5 2 、および反射板 10 を含む。30

【 0 0 4 8 】

鏡 5 0 は、楕円体形状鏡であってもよく、4 つの膜 5 0 a ~ d によって支持される。鏡 2 および 1 0 は、2 つの膜 5 0 a ~ b によって支持される。膜を使用すれば、適切なガス圧を使って鏡 2 、 1 0 、および 5 0 の形状を適切に維持することができる。鏡はまた、膨張式管または環 (一般に 2 4) によって支持される。膨張式環は、打ち上げ以前は小さく折りたたまれてあり、いったん軌道に乗ればガスまたは化学空気タンクによって膨張させることができる。40

【 0 0 4 9 】

太陽光線 1 は、鏡 2 によって焦点 5 3 の方へ反射され、そこから太陽光線は、発散し鏡 5 0 上に当る。鏡 5 0 は、画像を折りたたみ鏡 4 の方へ集束光線を介して中継する。鏡 4 は、光起電モジュール 8 の太陽電池アレイ表面 7 上に向けてその光線をよりばやけた拡大された焦点 (たとえば、直径 0 . 3 4 k m) に集束させる。

【 0 0 5 0 】

たとえば、1 つの好ましい実施形態においては、太陽光線集光装置 6 の放物面は、直径約 2 . 2 5 k m 、焦点距離 4 . 1 2 5 k m 、および F 数 1 . 8 であってもよい。同様に、50

マイクロウェーブの伝送に使用される放物面は、2.25 kmの直径、5.975 kmの焦点距離、および2.6のF数であってもよい。これら両方の特定の事例においては、主鏡太陽光集光装置の第1の焦点53における太陽の焦点サイズは、約36メートルとなるであろう。

【0051】

太陽電池7が発電するDC電力は、RFまたは光の発電モジュール8によってRFまたは光電力に変換される。発生されたエネルギー ビームは、より大きくぼやけたサイズにされて、アレイ表面の大きさに合致するように仕向けられ、ほぼ均等な照射を提供する。

【0052】

光起電モジュール8から発するエネルギーは、折りたたみ鏡52に向かわれる。鏡5が太陽光線を反射するように構成されているのに対して、鏡52は、RFまたは光エネルギーを反射するように構成されていることを除けば、折りたたみ鏡52は、折りたたみ鏡4または5と同じである。折りたたみ鏡52は、エネルギーを、たとえば、放物線形状を有する反射鏡10に向ける。そのエネルギーは、拡散する光線を介して鏡10の放物面に到達し、さらに出力ビーム12が所定場所、たとえば、地球または宇宙ステーションの方へ反射する。図5に示すとおり、このシステム内の鏡10によって反射されるビーム12は、本質的には平行ビームまたは回折限界ビームである。

10

【0053】

図6は、図5に示したシステムと同じ光学システムを利用しているさらなる別の好ましい実施形態を示す。図6の好ましい実施形態においては、鏡は、2つの膜によって支持されているのに対して、鏡50は、図1に示すとおり、4つの膜によって支持されている。

20

【0054】

図7について説明すれば、宇宙発電システムの別の好ましい実施形態は、光学システム、たとえば、クーデ式光学システム、膨張式鏡、および4つの膜副要素を含む。構成要素は、太陽光線が届き、光起電モジュール8の太陽電池アレイ上に平行化されて収まるように構成されている。さらに、鏡10は、その光線を図5および6に示すシステムに匹敵する地球上の「地点」またはより焦点が合った点の方へ反射する。

【0055】

図8は、さらなる別の好ましい実施形態を示している。図8の好ましい実施形態は、図8に示すシステムが2つの膜50a、bを利用して各鏡を支持していることを除いて、図7に示す構成と同じ構成を利用している。

30

【0056】

図5～8に示す好ましい実施形態は、他の好ましい実施形態が、たとえば、さまざまな膜システムおよび光学的構成要素を使用していることを除いて、図1Aに示す好ましい実施形態と類似の方式で動いている。

【0057】

前述の宇宙発電の集光、変換、および伝送のシステムには、集光および伝送の要素および変換モジュールが共通の回転軸を有しているという点で、連係と調和がはかられている。この配置によれば、各システムの送信要素と受信要素との間で、さまざまな「水平」角度を利用することが可能になるので、さまざまな季節の軌道状況を通じて1つの要素を太陽に向けかつ1つの要素を地球上に向けることができるようになる。さらに、一方の要素の光軸面が他方の要素の光軸の周りをさらに回転することによって、発信装置の「垂直」軸を地球上にあるさまざまな場所に正確に向けることができると同時に、光捕集器を太陽に向けて保持することができる。

40

【0058】

図9～10は、発電サブシステムの好ましい実施形態を示している。無線伝送サブシステム構成要素は、図9および10に示されていないが、前述のサブシステムならびに図12および13に示すサブシステムを含むさまざまな伝送サブシステムを利用することができます。

【0059】

50

図9および10の発電サブシステムの好ましい実施形態は、膨張式鏡、膜、および多重集光装置を含む。特に、この好ましい実施形態は、反射鏡2と、対になった鏡50と、中間鏡4と、集光装置6、太陽電池7、RFまたは光の発電モジュール8、RF伝送送り装置または光エミッター8、および熱板11(図1に例示のとおり)を備えた対になったモジュールと、を含む。図9に示す好ましい実施形態内の鏡50は、両方とも4つの支持膜50a～dで支持されているのに対して、図10に示す好ましい実施形態内の鏡50は、2つの支持膜50a、bで支持されている。両方の好ましい実施形態においては、鏡2は、2つの支持膜50a、bを含み、一方の鏡50は、他方の鏡50より大きい、また、一方のモジュール(6, 7, 8, 9, 11)は、第2のモジュールより大きい。太陽電池によって発電されたDC電気およびエミッタ8による出力は、前述のとおり処理される。

10

【0060】

図11について説明すれば、別の好ましい実施形態においては、集光装置なしで発電サブシステムを構成することができる。したがって、光起電モジュール8、エミッタ9、反射板10、およびパネル構成要素とともに一体化し、電力ケーブル110および電気スリップリング112または他の適切な連結器によって太陽電池7に接続することができる。太陽光線が太陽電池の上に入射すると、太陽電池によって発電されたDC電気は、ケーブル110を介してモジュール(8, 9, 10, 11)に供給される。モジュールは、DC電気をRFまたは光電力に変換し、さらにエミッタ9は、RFまたは光電力出力を位相アレイアンテナ19に供給する。

【0061】

20

図12および13は、発電サブシステムによって作り出されたRFまたは光エネルギーを伝送する無線伝送サブシステムの好ましい実施形態を示している。前述の発電サブシステムを含むさまざまな発電サブシステムを利用することができます。

【0062】

図12について説明すれば、伝送サブシステムの1つの好ましい実施形態は、出力ビーム12の方向と直交する鏡4および集光装置システムを利用している。鏡4から反射された太陽光線は、2つの膜50aおよび50bによって支持された膨張式鏡50の方へ向けられる。鏡50は、集光装置6、太陽電池7、光起電モジュール8、エミッタ9、およびパネル11を備えたモジュールの方へ入射光線を反射する。太陽電池は、DC電気を発電し、DC電気は、エミッタ9によってRFまたは光電力に変換される。エミッタ9の出力は、反射板10、たとえば、膨張式鏡の方へ向けられ、この鏡もまた膜で支持されており、さらに出力ビーム12を反射する。

30

【0063】

図13に例示の好ましい実施形態は、RFに対して構成され、RF鏡要素130を利用していている。さらに詳しくは、要素130上に入射するRFは、集光装置6、太陽電池7、発電モジュール8、エミッタ9、およびパネル11を備えたモジュールの方へ反射される。太陽電池7によって発電されたDC電気は、発電モジュール8によってRFエネルギーに変換される。エミッタ9は、RFエネルギーを鏡10へ出力し、鏡10は、出力ビーム12を反射する。

【0064】

40

図14～17は、宇宙発電システム構成のさらなる好ましい実施形態を示している。たとえば、図14は、第2の中間鏡を利用して太陽光線1を間接的に集光装置6の方へ反射するのではなく、単一鏡4が太陽光線を主鏡2から集光装置および太陽電池7へ直接反射するように配置された構成を示している。エミッタ9の出力は、反射板10へ供給され、反射板10は、出力ビーム12を反射する。

【0065】

図15は、構成要素6、7、8、9、および11を備えたモジュールを第1と第2の鏡4と52との間に置いたことを除けば、図1に示す構成に類似の構成を示している。したがって、エミッタ9によるRFまたは光ビーム出力は、第2の鏡52によって反射され、鏡52は、そのビームを反射板10の方へ反射し、反射板10は、出力ビーム12を発生

50

させる。

【0066】

図16は、発電および無線のサブシステムそれが2つの中間鏡、たとえば、折りたたみ鏡を含む構成を示している。さらに詳しくは、発電サブシステムは、主鏡2、および中間鏡4および5、たとえば、折りたたみ鏡を含む。太陽光線は、第2の鏡5から、DC電気を発電する太陽電池7を備えたモジュールの方へ反射される。エミッタは、DC電気をRFまたは光ビームに変換し、光ビームは、鏡52へ出力され、鏡52は、そのビームを鏡160の方へ反射する。鏡160は、そのビームを鏡10の方へ反射し、鏡10は、出力ビーム12を反射する。

【0067】

図17は、発電および無線サブシステムそれが3つの中間鏡すなわち折りたたみ鏡を含む構成を示している。さらに詳しくは、発電サブシステムは、中間鏡4、5、および170と、中間鏡52、172、および174と、を含む伝送サブシステムを含む。入射太陽光線1は、鏡2から、鏡4へ、鏡5へ、鏡170へ、太陽電池7へと反射される。太陽電池は、DC電気を発電し、エミッタ9は、そのDC電気をRFまたは光ビームに変換し、光ビームは、鏡52へ出力され、鏡52は、そのビームを鏡172へ、鏡174へ、さらに鏡10へと反射し、鏡10は、出力ビーム12を発生させる。

【0068】

宇宙発電システム、発電サブシステム、および伝送サブシステムのさまざまな様相および好ましい実施形態を説明してきたが、技術分野の当業者には明らかなように、記載し図示した好ましい実施形態は、周知のシステムにまさって有利である。

【0069】

たとえば、システム構成要素間の接続構造体が排除され、それによってシステムの重量が著しく低減されている。さらに、自由に漂っているシステム要素は、剛性の接続構造体要素を使用することなく、配列されている。もっと正確に言えば、これらの要素は、近接制御システムを使って自由に飛行し、位置決めされ、配向されている。

【0070】

その上、宇宙発電システムは、さまざまな発電所のサイズ、構成、および位置に適用することができる。たとえば、宇宙発電システムは、地球静止軌道（または対象となるあらゆる天体の回りに必要とするあらゆる他の軌道）上に位置する1GW発電所に適用することができます。

【0071】

それに加えて、例示の好ましい実施形態の要素は、相互に独立している（たとえば、近接制御システムの制御下で自由飛行している物体である）ので、主要な構造体（太陽光線捕集器およびRFまたは光の伝送システム）については、システムで必要とされる静止位置保持燃料を最小にするように選択した軌道上に配置することができる。より小さい折りたたみ鏡については、他の軌道上を飛行されることにより、システム全体の配列および集束を維持することができる。

【0072】

その上、要素は、近接制御システムの制御下で自由飛行しているので、要素が故障した場合は、所定位置から外し、代替要素を所定位置に移動させることができる。この自由度によって、軌道上のモジュール交換および費用のかさむ中断時間が必要になった場合、単純化ができる。故障したシステム要素もまた近傍の待機軌道上に置くことができ、これにより、将来、他の任務のために修理または使用が実施可能になった場合、それらを即座に利用できることになる。

【0073】

宇宙発電システムによって、宇宙空間に大規模な構造体を構築することも容易になり、とりわけ地球静止軌道上に発電所を構築することが実現可能になると同時に、通常重い接続構造体に依存している先行システムの欠点を克服することができる。大量の位置保持燃料または構造体を使用することなく、システム要素の位置決め、配向、および形状を正確

10

20

30

40

50

に実施することができる。

【0074】

システムは、コーティング2aによって反射を設定することができるので、主鏡2上の光子圧を低減させることができるというさらなる利点を備えている。さらに詳しくは、コーティング内の機械的残留ひずみを設定すれば、太陽光線の光子圧を抑制し、光学的に平坦な表面を維持することができる。反射を設定することにより、主鏡上の太陽光線の光子圧を、たとえば、ほとんど50パーセントまで低減させることができる。太陽電池7上の熱負荷をさらに低減させるためには、第1の折りたたみ鏡4が主鏡2と同じコーティングを有してもよい。

【0075】

さらに、大型口径の光学装置を使用すれば、大型太陽電池アレイまたは多数の小型光捕集器の「ファーム」は、不要になる。それどころか、大型反射板によれば、はるかに小さな太陽電池アレイ上に太陽光線を捕集し集束させることができると可能になる。

【0076】

技術分野の当業者には明らかなように、さまざまなサイズ、材質、形状、および形態の光学要素を他のシステム構成に対して使用することが可能である。さらに、技術分野の当業者には明らかなように、好ましい実施形態は、RF、赤外線、および光周波数を含むさまざまな周波数を使用することが可能である。

【0077】

システム構成要素は、また、さまざまな方法で組み合わせることも可能である。たとえば、構成要素を離ればなれに間隔をおいて配置し、それぞれの軌道上を飛行させることができる。そのとき、構成要素が向かっている方向を他のシステム構成要素との配列に対して調整することができる。

【0078】

その上、好ましい実施形態は、別の場所および環境で利用することが可能である。たとえば、地球、月、他の惑星、宇宙ステーション、宇宙船、および人工衛星を含む、これらに限定されるものではないが、さまざまな宇宙および地球上の場所に電力を供給することができる。同様に、近接制御システムは、さまざまな場所、たとえば、地球、月、他の惑星、宇宙ステーション、宇宙船、および人工衛星から発電システム構成要素の位置を制御することができる。好ましい実施形態は、また、さまざまな数の鏡、膜、集光装置、および他の構成要素を用いて構成することができる。さらに、システムのさまざまな数の発電要素は、自由に漂っていてもよい。たとえば、特定の構成または用途にもよるが、小数の、大多数の、またはすべての発電システム構成要素は、自由に漂っていてもよく、または連結器なしであってもよい。

【0079】

何らかの実体のない変更、改変、および置換を、添付の特許請求の範囲に列挙したとおり、本発明の範囲を逸脱することなく、記載した好ましい実施形態に対して実行することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0080】

これから図面について説明する。類似の参照番号は、本明細書全体を通して対応する部品を意味している。

【図1-1】図1Aは、自由に漂っている構成要素を備える宇宙発電システムの好ましい実施形態を示し、図1B～Dは、発電システム構成要素の位置決めおよび配列を制御するシステムの好ましい実施形態を図示している。さらに、図1Eは、位相アレイアンテナを備えた別の好ましい実施形態を示している。

【図1-2】図1Aは、自由に漂っている構成要素を備える宇宙発電システムの好ましい実施形態を示し、図1B～Dは、発電システム構成要素の位置決めおよび配列を制御するシステムの好ましい実施形態を図示している。さらに、図1Eは、位相アレイアンテナを備えた別の好ましい実施形態を示している。

10

20

30

40

50

【図1-3】図1Aは、自由に漂っている構成要素を備える宇宙発電システムの好ましい実施形態を示し、図1B～Dは、発電システム構成要素の位置決めおよび配列を制御するシステムの好ましい実施形態を図示している。さらに、図1Eは、位相アレイアンテナを備えた別の好ましい実施形態を示している。

【図2】図2A～Bは、光捕集器すなわち主鏡の平面図および断面図を示す。

【図3】図3は、システムの鏡上に施されたコーティングの断面図である。

【図4】図4A～Dは、膨張式構造体によって支持された鏡のさまざまな図を示す。

【図5】図5は、膨張式鏡および膜要素を使った好ましい実施形態の図である。

【図6】図6は、膨張式鏡および膜要素を使った好ましい実施形態の図である。

【図7】図7は、膨張式鏡および膜要素を使った好ましい実施形態の図である。

【図8】図8は、膨張式鏡および膜要素を使ったさらなる好ましい実施形態の図である。

【図9】図9は、光電式発電モジュールおよび太陽光線集光装置を備えた発電サブシステムの好ましい実施形態の図である。

【図10】図10は、光電式発電モジュールおよび多重太陽光線集光装置を備えた好ましい実施形態の図である。

【図11】図11は、太陽電池と光起電モジュール構成要素とを接続する電力ケーブルを備えた発電サブシステムの好ましい実施形態の図である。

【図12】図12は、無線伝送システムの好ましい実施形態の図である。

【図13】図13は、無線伝送システムの別の好ましい実施形態の図である。

【図14】図14は、鏡と、反射鏡に直接出力を供給する発電モジュールと、を備えた宇宙発電システムの好ましい実施形態の図である。

【図15】図15は、中間鏡の間に配置された発電モジュールを有する宇宙発電システムの好ましい実施形態を示す。

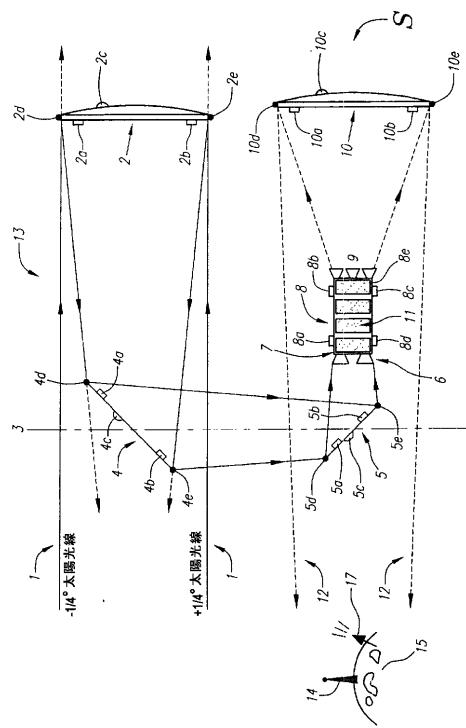
【図16】図16は、発電サブシステムおよび伝送サブシステムのそれぞれ内に2つの中間鏡を有する宇宙発電システムの好ましい実施形態の図である。

【図17】図17は、発電サブシステムと伝送サブシステムのそれぞれ内に3つの中間鏡を有する宇宙発電システムの好ましい実施形態の図である。

10

20

【図 1 - 1】



【図3】

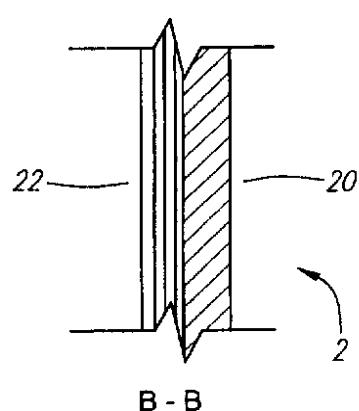


FIG. 3

【図4】

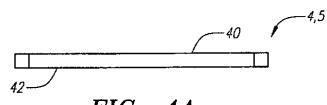


FIG. 4A

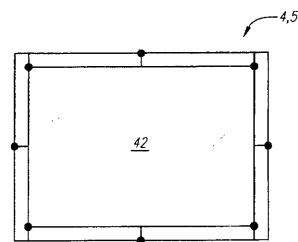


FIG. 4B

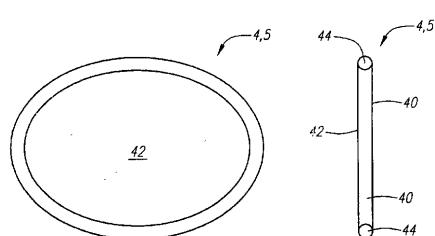


FIG. 4C

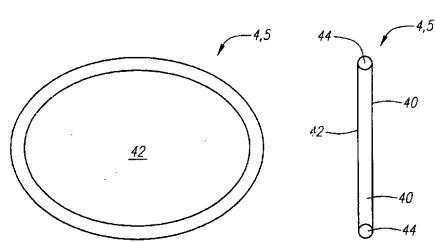


FIG. 4D

【図5】

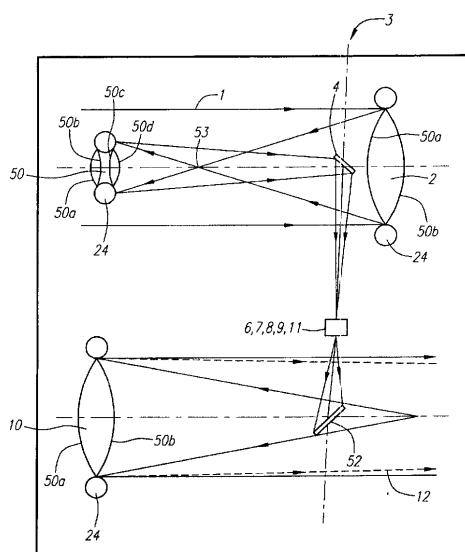


FIG. 5

【図6】

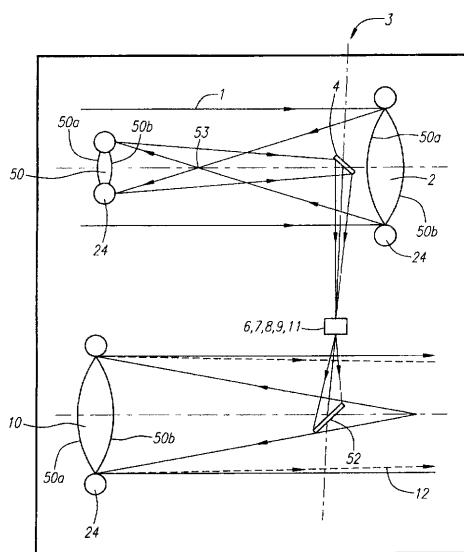


FIG. 6

【図 7】

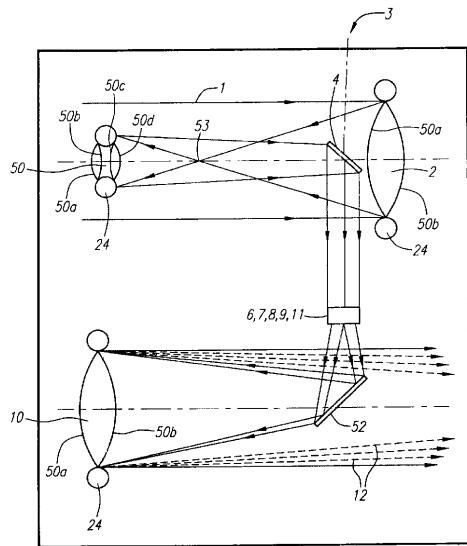


FIG. 7

【図 8】

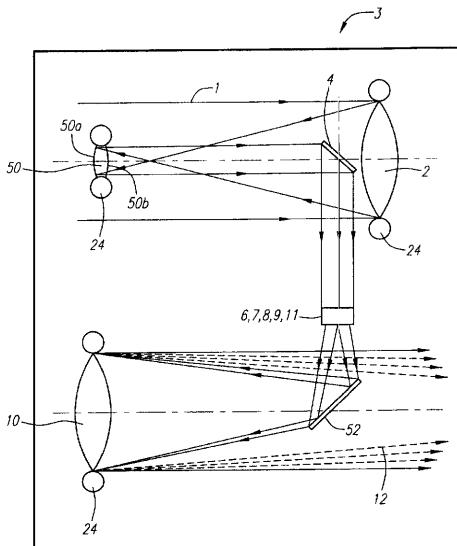


FIG. 8

【図 9】

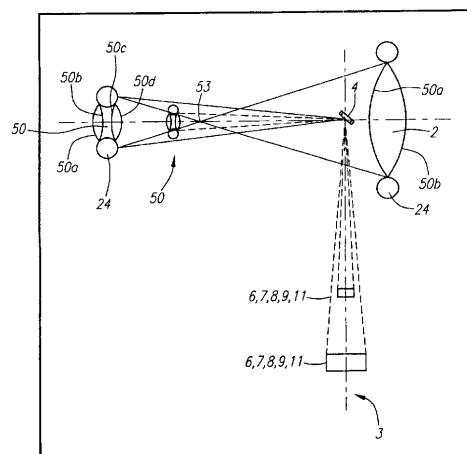


FIG. 9

【図 10】

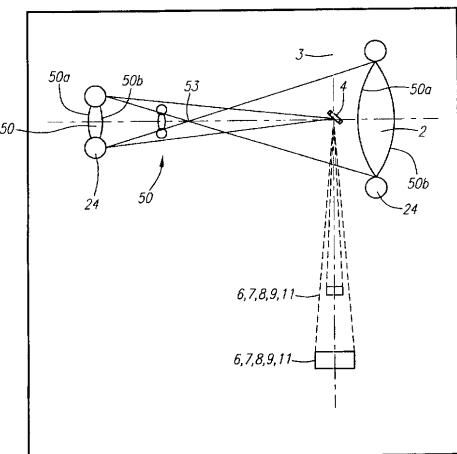


FIG. 10

【図 1 1】

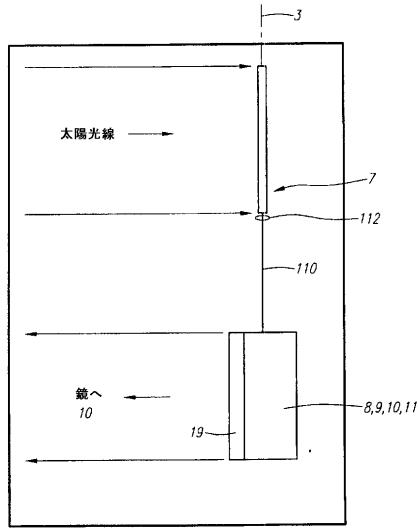


FIG. 11

【図 1 2】

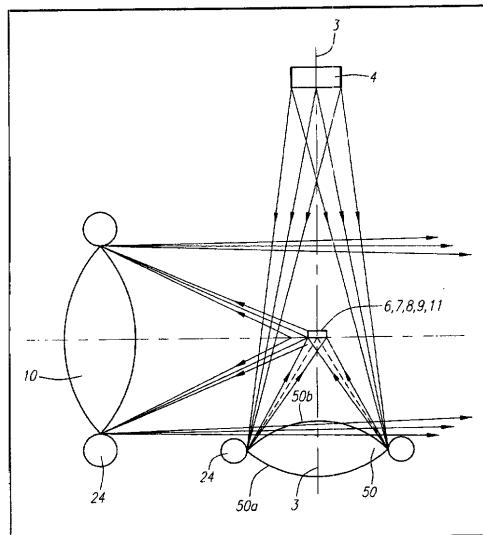


FIG. 12

【図 1 3】

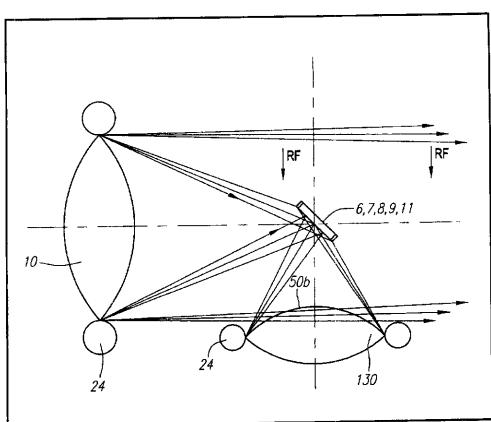


FIG. 13

【図 1 4】

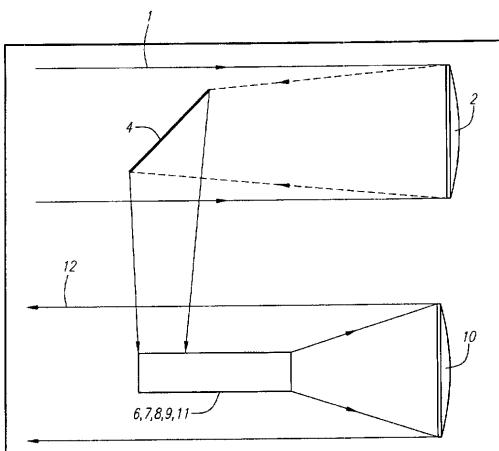


FIG. 14

【図15】

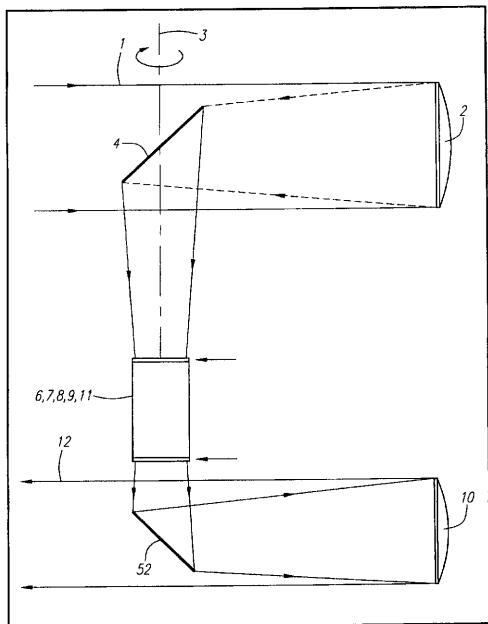


FIG. 15

【図16】

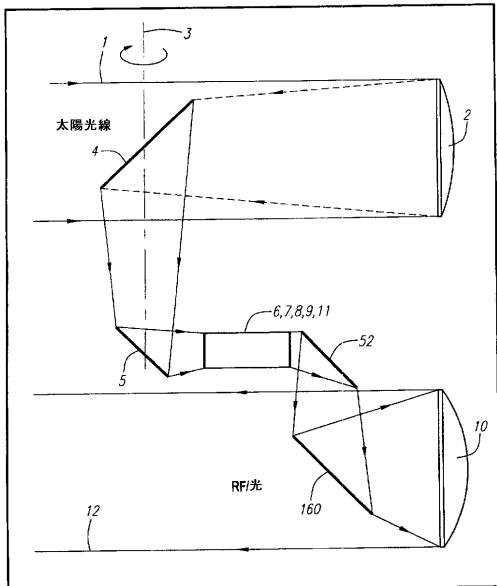


FIG. 16

【図17】

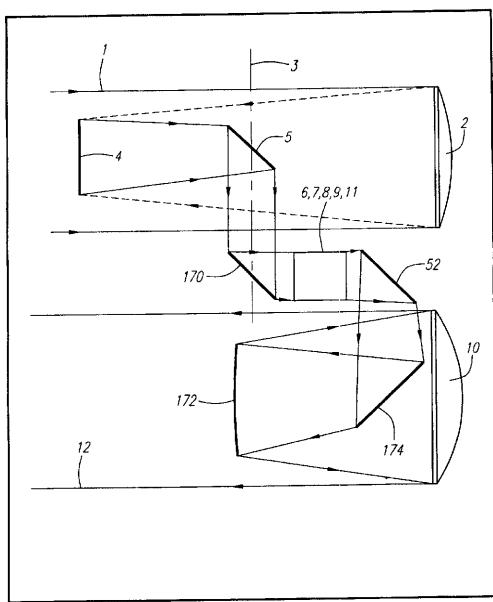


FIG. 17

フロントページの続き

(74)代理人 100062409

弁理士 安村 高明

(74)代理人 100113413

弁理士 森下 夏樹

(72)発明者 ロジャーズ, ジェイムズ イー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 90254, ヘルモサ ビーチ, ピア アベニュー 7
03, エスティーイー ビー-814

(72)発明者 スピアナック, ギャリー ティー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 90266, マンハッタン ビーチ, モンテレー コート
32

審査官 岩谷 一臣

(56)参考文献 特開2001-309581(JP, A)

特開2002-095190(JP, A)

米国特許第04371135(US, A)

特開昭57-164900(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64G 1/44

H01L31/052