(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 9 月 14 日(14.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/154431 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 50/30 (2016.01) *H02J 50/40* (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003841

(22) 国際出願日: 2017 年 2 月 2 日(02.02.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-043735 2016 年 3 月 7 日(07.03.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社豊田中央研究所 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) [JP/JP]; 〒4801192 愛知県長久手市横道４１番地の１ Aichi (JP).

(72) 発明者: 村田 香苗 (MURATA Kanae); 〒4801192 愛知県長久手市横道４１番地の１ 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 尾▲崎▼ 貴志 (OZAKI Takashi); 〒4801192 愛知県長久手市横道４１番地の１ 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 快友国際特許事務所 (KAI-U PATENT LAW FIRM); 〒4516009 愛知県名古屋市西区牛島町６番１号 名古屋ルーセントタワー９階 Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

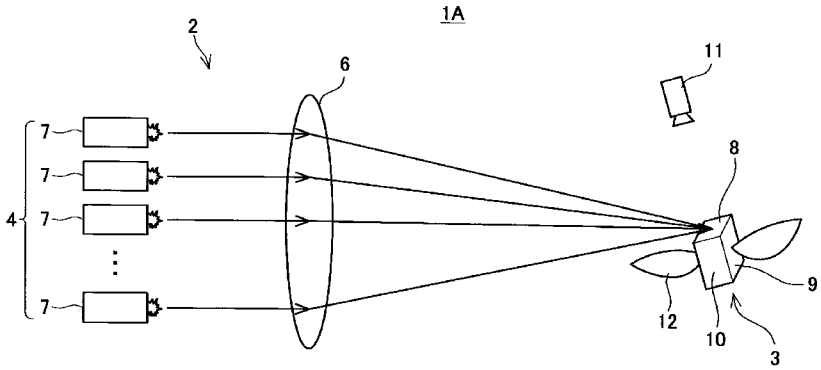
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

(54) **Title**: ENERGY TRANSMITTING DEVICE, ENERGY RECEIVING DEVICE, ENERGY TRANSMITTING AND RECEIVING DEVICE, AND WIRELESS POWER SUPPLY SYSTEM INCLUDING SAME

(54) 発明の名称 : エネルギー送信装置、エネルギー受信装置、エネルギー送受信装置及びこれらを有するワイヤレス給電システム



(57) **Abstract**: An energy transmitting device according to the present invention is provided with: a laser radiating device configured to radiate a plurality of laser beams having different optical axes; and a radiation direction control device configured to control the radiation direction of each of the plurality of laser beams, and to cause the optical axes of the plurality of laser beams to intersect at a single point. An energy receiving device according to the present invention is provided with: a photoelectric conversion device configured to convert a laser beam incident on a receiving surface into electrical energy; a laser beam intensity measuring device configured to measure the light intensity of the laser beam incident on the receiving surface; and an adjusting device configured to adjust the relative positional relationship between the optical axis of the laser beam and the receiving surface of the photoelectric conversion device in order to increase the light intensity of the laser beam incident on the receiving surface.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/154431 A1

エネルギー送信装置は、光軸が異なる複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、複数のレーザ光の照射方向を制御し、複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されている照射方向制御装置と、を備える。エネルギー受信装置は、受信面に入射するレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、受信面に入射するレーザ光の光強度を測定するように構成されているレーザ光強度測定装置と、受信面に入射するレーザ光の光強度が増加するように、レーザ光の光軸と光電変換装置の受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている調整装置と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ：

エネルギー送信装置、エネルギー受信装置、エネルギー送受信装置及びこれらを有するワイヤレス給電システム

技術分野

[0001] 本明細書が開示する技術は、エネルギー送信装置、エネルギー受信装置、エネルギー送受信装置及びこれらを有するワイヤレス給電システムに関する。

背景技術

[0002] エネルギー密度が高く、指向性に優れたレーザ光は、様々な場面で必要とされており、例えばワイヤレス通信及びワイヤレス給電への利用が期待されている。特開２０１０－１６６６７５号公報には、レーザ光を電力に変換する受給手段を備える移動体に対して、電力源をレーザ光に変換する供給手段により、レーザ光を給電するシステムが開示されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] エネルギー密度が高いレーザ光は、眼に対して様々な悪影響を及ぼすことが知られている。特許文献１のシステムでは、個々の供給手段からのレーザ光のエネルギー密度を大きくしたい場合であっても、眼に対する危険を考慮しなければならず、結果として大きなエネルギーを供給することができない。本明細書は、眼に対する安全を確保しつつ、大きなエネルギーを輸送できるエネルギー送信装置、エネルギー受信装置、エネルギー送受信装置及びこれらを有するワイヤレス給電システムを開示する。

課題を解決するための手段

[0004] 本明細書は、エネルギー送信装置とエネルギー受信装置とを開示する。本明細書で開示するエネルギー送信装置とエネルギー受信装置は、それぞれ単独で用いられてもよいし、双方を同時に用いてエネルギー送受信装置として

もよい。

[0005] エネルギー送信装置は、複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、複数のレーザ光の照射方向を制御し、複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されている照射方向制御装置と、を備える。

[0006] 上記のエネルギー送信装置は、複数のレーザ光を照射方向制御装置によって一点で交差させる。複数のレーザ光が一点に集光されると、その点では、複数のレーザ光の全てのエネルギーが集中する。したがって、この点においてレーザ光を受信することで、大きなエネルギーを送信することができる。また、レーザ光を複数に分割して照射することができるため、各々のレーザ光が有するエネルギーを小さくすることができる。このため、眼に対する安全性を確保することができる。

[0007] エネルギー受信装置は、受信面に入射する複数のレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、受信面に入射する複数のレーザ光の光強度を測定するように構成されている光強度測定装置と、受信面に入射する複数のレーザ光の光強度が増加するように、複数のレーザ光の光軸と光電変換装置の受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている位置調整装置と、を備える。

[0008] 上記のエネルギー受信装置は、光強度測定装置が受信面に入射するレーザ光の光強度を測定する。位置調整装置は、この測定結果に基づいて光強度が増加するようにレーザ光の光軸と受信面の相対的な位置を調整する。したがって、レーザ光の光強度がより大きい位置でレーザ光を受信することができる。このため、効率良くエネルギーを受信することができる。

[0009] また、本明細書は、上記のエネルギー送信装置および／またはエネルギー受信装置を有するワイヤレス給電システムを開示する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施例１のワイヤレス給電システムの構成を模式的に示す図。

[図2]実施例１のエネルギー受信装置の受信面の拡大図。

[図3]実施例２のワイヤレス給電システムの構成を模式的に示す図。

[図4]実施例３のエネルギー送信装置の照射方向制御装置の構成を模式的に示す平面図。

[図5]図４のＶ－Ｖ線に沿った断面図。

[図6]実施例３のエネルギー送信装置の動作を示す図。

[図7]実施例３のエネルギー送信装置の変形例を示す図（図６に対応）。

[図8]実施例３のエネルギー送信装置の変形例を示す図（図６に対応）。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本明細書で開示する技術の特徴を整理する。なお、以下に記す事項は、各々単独で技術的な有用性を有している。

[0012] 本明細書に開示するエネルギー送信装置は、複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、複数のレーザ光の照射方向を制御するように構成されている照射方向制御装置と、を備えていてもよい。照射方向制御装置は、複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されていてもよい。また、照射方向制御装置は、複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されていてもよい。このような構成によると、複数のレーザ光が集光する距離を調節することができる。照射方向制御装置は、複数のレーザ光からエネルギーを受信する受信装置の位置に基づいて、複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されていてもよい。このような構成によると、受信装置に対して好適にレーザ光を照射することができる。複数のレーザ光の各々の波長は、１２００ｎｍ以上で１４００ｎｍ以下の範囲内にあってもよい。このような構成によると、眼に対する危険を低減することができる。レーザ照射装置は、複数のレーザ光源を有しており、複数のレーザ光源の各々から照射されるレーザ光が、複数のレーザ光の各々に対応していてもよいし、１つのレーザ光源から照射されるレーザ光を分岐させて複数のレーザ光を照射するように構成されていてもよい。

[0013] 本明細書が開示するエネルギー受信装置は、受信面に入射するレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、受信面に

入射するレーザ光の光強度を測定するように構成されている光強度測定装置と、受信面に入射するレーザ光の光強度が増加するように、レーザ光の光軸と光電変換装置の受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている位置調整装置と、を備えていてもよい。また、光強度測定装置は、光電変換装置の受信面に入射するレーザ光の受信面内の光強度の分布を測定するように構成されていてもよい。位置調整装置は、レーザ光の光強度の分布に基づいてレーザ光の光軸と光電変換装置の受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されていてもよい。位置調整装置は、レーザ光の光強度の分布に基づいてレーザ光の光強度のピーク位置を特定し、受信面の中心位置がピーク位置に近づくように、レーザ光の光軸と光電変換装置の受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されていてもよい。このような構成によると、レーザ光の有するエネルギーを効率良く受信することができる。また、光電変換装置は、複数のフォトダイオードにより構成されたフォトダイオードアレイを有していてもよい。このような構成によると、受信するレーザ光のエネルギーへの変換効率を向上させることができる。また、光電変換装置の受信面の現在位置を特定するように構成されている位置特定装置をさらに備えていてもよい。位置調整装置は、光電変換装置の受信面の現在位置に基づいてレーザ光の光軸と光電変換装置の受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されていてもよい。このような構成によると、安定してレーザ光を受信することができる。

[0014] 本明細書に開示するエネルギー送受信装置では、エネルギー送信装置のレーザ照射装置は、送信データに対応して複数のレーザ光を変調させるように構成されていてもよい。また、エネルギー受信装置の光電変換装置は、受信するレーザ光から送信データを復調するように構成されていてもよい。このような構成によると、データ通信を可能とすることができる。

実施例 1

[0015] 図面を参照して、実施例１のワイヤレス給電システム１Ａについて説明する。図１に示すように、ワイヤレス給電システム１Ａは、エネルギー送信装

置２（以下、送信装置２という。）と、エネルギー受信装置３（以下、受信装置３という。）を備えている。

[0016] 送信装置２は、レーザ照射装置４と、照射方向制御装置６とを備えている。レーザ照射装置４は、複数のレーザ光源７を有しており、相互に平行な複数のレーザ光を照射するように構成されている。複数のレーザ光源７の各々から照射されるレーザ光の波長は、例えば、１２００ｎｍ以上で１４００ｎｍ以下の範囲とされている。また、複数のレーザ光源７の各々から照射されるレーザ光の強度は、１６ｍＷ以下とされている。

[0017] 照射方向制御装置６は、複数のレーザ光源７の各々から照射されるレーザ光の照射方向を制御する。本実施例では、照射方向制御装置６には、可変焦点レンズが用いられる。照射方向制御装置６の可変焦点レンズは、複数のレーザ光源７の各々から照射されるレーザ光が透過する位置に配置されている。複数のレーザ光源７の各々から照射されるレーザ光は、照射方向制御装置６の可変焦点レンズに入光する。照射方向制御装置６の可変焦点レンズは、照射される各々のレーザ光を集光し、それらの光軸を後述する受信装置３の受信面８において一点で交差させるように構成されている。すなわち、可変焦点レンズは、入射した各々のレーザ光の焦点が受信装置３の受信面８と一致するように構成されている。可変焦点レンズは、レンズの位置を変化させることによって、焦点の位置を移動可能に構成されている。なお、可変焦点レンズの構成は、アクチュエータを用いて液－液界面に形成されるレンズの表面形状を可変とする構成を用いてもよい。

[0018] 受信装置３は、移動体であり、送信装置２から照射されるレーザ光を受信する。受信装置３は、光電変換装置９と、光強度測定装置１０と、位置特定装置１１と、位置調整装置１２とを備えている。

[0019] 光電変換装置９は、受信面８に入射するレーザ光を電気エネルギーに変換する。図２に示すように、本実施例では、光電変換装置９には、複数のフォトダイオードを平面上に配列した２次元フォトダイオードアレイが用いられる。複数のフォトダイオードの各々は、入射するレーザ光（光子）が電子を

励起し、生成されたキャリアが移動することによって電流を流すことができる。なお、光電変換装置９は、上記に限られず、例えば、太陽電池やフォトトランジスタ等であってもよい。

[0020] 光強度測定装置１０は、受信面８に入射するレーザ光の光強度をフォトダイオードごとに測定する。具体的には、光強度測定装置１０は、フォトダイオードごとに測定した光強度の分布を配列データとして取得し、その配列データに基づいて、レーザ光の光強度のピーク位置を特定する。

[0021] 位置特定装置１１は、光電変換装置９の受信面８の現在位置を特定する。位置特定装置１１には、撮像カメラが用いられており、光電変換装置９を外部から認識することによって、その受信面８の現在位置を特定する。位置特定装置１１は、受信面８の現在位置から受信面８の現在の中心位置を特定する。なお、位置特定装置１１は、上記に限られない。位置特定装置１１には、光電変換装置９自体に内蔵されるＧＰＳ（Global Positioning System）や、従来公知のレーザレーダ、慣性センサ等を撮像カメラに代えて又は併用して用いてもよい。この場合、位置特定装置１１は、位置調整装置１２による光電変換装置９の移動に基づいて、その受信面８の位置を特定することができる。

[0022] 位置調整装置１２は、受信面８に入射するレーザ光の光強度が増加するように、レーザ光の光軸と光電変換装置９の受信面８の相対的な位置関係を調整する。具体的には、位置調整装置１２は、光強度測定装置１０と通信可能に構成されており、光強度測定装置１０で特定されたレーザ光の光強度のピーク位置に関するデータを取得する。さらに、位置調整装置１２は、位置特定装置１１と通信可能に構成されており、位置特定装置１１で特定された光電変換装置９の受信面８の現在の中心位置に関するデータを取得する。位置調整装置１２は、レーザ光の光強度のピーク位置に関するデータと光電変換装置９の受信面８の現在の中心位置に関するデータに基づいて、受信面８の中心位置が光強度のピーク位置に近づくように、レーザ光の光軸と光電変換装置９の受信面８の相対的な位置関係を調整する。本実施例では、位置調整

装置１２は、光電変換装置９を飛行させる羽を有する。なお、位置調整装置１２は、プロペラ、地面を走行するタイヤや脚等を有していてもよい。

[0023] ワイヤレス給電システム１Ａは、送信装置２から照射されるレーザ光を受信装置３によって電力に変換することで、送信装置２から受信装置３にエネルギーをワイヤレスで給電することができる。上記の送信装置２は、複数のレーザ光源７から照射されるレーザ光を一点に集光することによって大きなエネルギーを送信する。したがって、各々のレーザ光源７が照射するレーザ光のエネルギーを小さくすることができる。このため、眼に対する安全性を確保することができる。また、レーザ光の波長はアイセーフ帯である１２００ｎｍ～１４００ｎｍの範囲にある。この波長範囲にあるレーザ光の眼への危険性は、網膜上に焦点を結ぶことによる網膜損傷が主であることが知られている。しかしながら、複数のレーザ光源７が照射するレーザ光は、網膜上で異なる位置に結像するため、眼に対する危険を低減することができる。また、上記の波長範囲は、安全基準において最も安全なクラス１に分類されるレーザ光の中で、最も大きなエネルギー（１６ｍＷ）を有するため、受信装置３に対して、大エネルギーを送信することができる。

[0024] 受信装置３は、光強度測定装置１０が受信面８に入射するレーザ光の光強度を測定する。位置調整装置１２は、この測定結果に基づいて光強度が増加するようにレーザ光の光軸と受信面８の相対的な位置関係を調整する。したがって、レーザ光の光強度がより大きい位置へ受信面８の中心位置を位置決めしてレーザ光を受信することができる。このため、効率良くエネルギーを受信することができる。また、フォトダイオードのバンドギャップは照射されるレーザ光の波長と一致するため、エネルギー変換効率を高くすることができる。

[0025] 上記例では、送信装置２から受信装置３にエネルギーをワイヤレスで給電する例を例示した。送信装置２のレーザ照射装置４はさらに、所望の送信データに対応して複数のレーザ光を変調させるように構成してもよい。例えば、レーザ照射装置４に光変調器を設けることによって、送信データを対応し

てレーザ光を変調し、変調されたレーザ光を送信することができる。また、受信装置３の光電変換装置９は、受信するレーザ光から送信データを復調するように構成してもよい。例えば、光電変換装置９によって、送信装置２からのレーザ光を電気信号へと復調させることで、レーザ光が有する送信データを受信することができる。送信データとしては、移動体である受信装置３の移動を指示する信号を含んでいてもよい。また、上記例では、光電変換装置９の受信面８の現在の中心位置に関するデータが、位置特定装置１１から位置調整装置１２に送信される例を例示した。この例に代えて、位置特定装置１１は、光電変換装置９の受信面８の現在の中心位置に関するデータを送信装置２に送信し、送信装置２がレーザ光を利用してそのデータを位置調整装置１２に送信してもよい。また、位置特定装置１１は、光電変換装置９の受信面８の現在の中心位置に関するデータを送信装置２に送信し、照射方向制御装置４がそのデータに基づいて複数のレーザ光の光軸を一点で交差させる位置や方向を変化させてもよいし、送信装置２自体がそのデータに基づいて複数のレーザ光の光軸を受信面８で交差させるように移動してもよい。

実施例 2

[0026] 次に、実施例２のワイヤレス給電システム１Ｂについて説明する。以下では、実施例１の構成と異なる点についてのみ説明し、実施例１と同一の構成についてはその詳細な説明を省略する。その他の実施例についても同様である。

[0027] 本実施例のワイヤレス給電システム１Ｂは、エネルギー送信装置のレーザ照射装置の構成が実施例１と異なっている。図３に示すように、レーザ照射装置４ａは、１つのレーザ光源７ａと、複数の光ファイバ７ｂと、複数のコリメートレンズ７ｃを有している。レーザ光源７ａから照射されるレーザ光は、複数の光ファイバ７ｂによって複数のレーザ光に分岐されている。複数の光ファイバそれぞれの先端には、コリメートレンズ７ｃが設けられており、相互に平行な複数のレーザ光がコリメートレンズ７ｃから照射方向制御装置６の可変焦点レンズに向けて照射される。分岐されたレーザ光のそれぞれ

の強度は、１６ｍW以下とされている。分岐されたレーザ光は、照射方向制御装置６の可変焦点レンズを介して、受信装置３の光電変換装置９の受信面８に集光される。

[0028] 実施例２のワイヤレス給電システム１Ｂにおいても、レーザ光源７ａから照射されるレーザ光が分岐されるため、実施例１のワイヤレス給電システム１Ａと同様の作用効果を奏することができる。

実施例 3

[0029] 次に、実施例３のワイヤレス給電システムについて説明する。本実施例のワイヤレス給電システムは、エネルギー送信装置の照射方向制御装置の構成が実施例１と異なっている。図４～６に示すように、照射方向制御装置６ａは、ソレノイドアクチュエータ１４と、複数のリフレクタ１５と、ばね１６とを備えている。

[0030] ソレノイドアクチュエータ１４は、ソレノイドコイル１４ａ内に可動鉄芯１４ｂを設置し、ソレノイドコイル１４ａに電流を流すことで電磁力を得る。この電磁力により、鉄芯１４ｂが上下方向に移動する。鉄芯１４ｂには、ばね１６の一端が接続されており、ばね１６の他端にはリフレクタ１５が接続されている。リフレクタ１５は、レーザ光を反射する。本実施例では、６枚のリフレクタ１５がソレノイドコイル１４ａを中心に円状に配置されている。リフレクタ１５は、例えば、鏡面研磨したＡｌ、Ａｕ、Ｐｔ等の金属や、Ｓｉウエハまたはこれに成膜した金属膜等を用いることができる。それぞれのリフレクタ１５の大きさ（面積）は、特に限定されるものではなく、照射される複数のレーザ光が入射できる大きさ以上であればよい。

[0031] 照射方向制御装置の動作について説明する。図５、６に示すように、照射方向制御装置６ａは、ソレノイドアクチュエータ１４を駆動することによって、複数のリフレクタ１５を傾斜させることができる。これによって、レーザ光の反射光の方向をレーザ光の入射方向に対して、ソレノイドコイル１４ａの中心方向に傾斜させることができる。また、各々のリフレクタ１５は、一様に傾斜するため、反射光を一点で交差させることができる。また、ソレ

ノイドコイル１４ａに流す電流を調整することで、リフレクタ１５の傾斜角度を調整することができるため、各々の反射光の焦点の位置を変化させることができる。

[0032] なお、図７に示すように、ばね１６の他端のそれぞれにレーザ光源７を取付けてレーザ光を照射することもできるし、図８に示すように、単一のレーザ光源７ａから照射されるレーザ光を複数の光ファイバ７ｂにより分岐させ、コリメートレンズ７ｃを介することで複数のレーザ光を照射することもできる。この場合、ソレノイドアクチュエータ１４により、レーザ光源７やコリメートレンズ７ｃ自体の方向を制御することで、照射方向を変化させる。なお、照射方向制御装置６ａは、ソレノイドアクチュエータに限られず、圧電アクチュエータやモータによりレーザ光の照射方向を制御してもよい。また、リフレクタに電磁石を設け、電磁力を加えることによりリフレクタの形状を可変とする構成を用いてもよい。電磁力によりリフレクタを撓ませることで、レーザ光の反射方向を制御することができる。上述したように、実施例３のワイヤレス給電システムにおいても、実施例１のワイヤレス給電システム１Ａと同様の作用効果を奏することができる。なお、本実施例の構成は、実施例２のワイヤレス給電システム１Ｂに用いてもよい。

[0033] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は、複数目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

請求の範囲

[請求項1] 複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、前記複数のレーザ光の照射方向を制御し、前記複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されている照射方向制御装置と、を備えるエネルギー送信装置と、

受信面に入射する前記複数のレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、前記受信面に入射する前記複数のレーザ光の光強度を測定するように構成されている光強度測定装置と、前記受信面に入射する前記複数のレーザ光の光強度が増加するように、前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている位置調整装置と、を備えるエネルギー受信装置と、

を備える、エネルギー送受信装置。

[請求項2] 前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項3] 前記照射方向制御装置は、前記エネルギー受信装置の位置に基づいて、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１または２に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項4] 前記複数のレーザ光の各々の波長は、１２００ｎｍ以上で１４００ｎｍ以下の範囲内にある、請求項１～３のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項5] 前記レーザ照射装置は、複数のレーザ光源を有しており、

前記複数のレーザ光源の各々から照射されるレーザ光が、前記複数のレーザ光の各々に対応する、請求項１～４のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項6] 前記レーザ照射装置は、１つのレーザ光源から照射されるレーザ光を分岐させて前記複数のレーザ光を照射するように構成されている、

請求項１～４のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項7] 前記光強度測定装置は、前記光電変換装置の前記受信面に入射する前記複数のレーザ光の前記受信面内の光強度の分布を測定するように構成されており、

前記位置調整装置は、前記複数のレーザ光の光強度の分布に基づいて前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項１～６のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項8] 前記位置調整装置は、前記複数のレーザ光の光強度の分布に基づいて前記複数のレーザ光の光強度のピーク位置を特定し、前記受信面の中心位置が前記ピーク位置に近づくように、前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項７に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項9] 前記光電変換装置は、複数のフォトダイオードにより構成されたフォトダイオードアレイを有する、請求項１～８のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項10] 前記光電変換装置の前記受信面の現在位置を特定するように構成されている位置特定装置を、さらに備えており、

前記位置調整装置は、前記光電変換装置の前記受信面の現在位置に基づいて前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項１～９のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項11] 前記エネルギー送信装置の前記レーザ照射装置は、送信データに対応して前記複数のレーザ光を変調させるように構成されており、

前記エネルギー受信装置の前記光電変換装置は、受信する前記複数のレーザ光から前記送信データを復調するように構成されている、請求項１～１０のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

[請求項12] 請求項１～１１のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置を有

するワイヤレス給電システム。

[請求項13] エネルギー送信装置であって、

複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、

前記複数のレーザ光の照射方向を制御するように構成されている照射方向制御装置と、

を備えており、

前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されている、エネルギー送信装置。

[請求項14] 前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１３に記載のエネルギー送信装置。

[請求項15] 前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光からエネルギーを受信する受信装置の位置に基づいて、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１３または１４に記載のエネルギー送信装置。

[請求項16] 前記複数のレーザ光の各々の波長は、１２００ｎｍ以上で１４００ｎｍ以下の範囲内にある、請求項１３～１５のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置。

[請求項17] 前記レーザ照射装置は、複数のレーザ光源を有しており、

前記複数のレーザ光源の各々から照射されるレーザ光が、前記複数のレーザ光の各々に対応する、請求項１３～１６のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置。

[請求項18] 前記レーザ照射装置は、１つのレーザ光源から照射されるレーザ光を分岐させて前記複数のレーザ光を照射するように構成されている、請求項１３～１６のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置。

[請求項19] 請求項１３～１８のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置を有するワイヤレス給電システム。

[請求項20] エネルギー受信装置であって、

受信面に入射するレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、

前記受信面に入射する前記レーザ光の光強度を測定するように構成されている光強度測定装置と、

前記受信面に入射する前記レーザ光の光強度が増加するように、前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている位置調整装置と、

を備える、エネルギー受信装置。

[請求項21] 前記光強度測定装置は、前記光電変換装置の前記受信面に入射する前記レーザ光の前記受信面内の光強度の分布を測定するように構成されており、

前記位置調整装置は、前記レーザ光の光強度の分布に基づいて前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項２０に記載のエネルギー受信装置。

[請求項22] 前記位置調整装置は、前記レーザ光の光強度の分布に基づいて前記レーザ光の光強度のピーク位置を特定し、前記受信面の中心位置が前記ピーク位置に近づくように、前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項２１に記載のエネルギー受信装置。

[請求項23] 前記光電変換装置は、複数のフォトダイオードにより構成されたフォトダイオードアレイを有する、請求項２０～２２のいずれか一項に記載のエネルギー受信装置。

[請求項24] 前記光電変換装置の前記受信面の現在位置を特定するように構成されている位置特定装置を、さらに備えており、

前記位置調整装置は、前記光電変換装置の前記受信面の現在位置に基づいて前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対

的な位置関係を調整するように構成されている、請求項２０～２３のいずれか一項に記載のエネルギー受信装置。

[請求項25] 請求項２０～２４のいずれか一項に記載のエネルギー受信装置を有するワイヤレス給電システム。

補正された請求の範囲
[2017年6月5日(05.06.2017)国際事務局受理]

［請求項１］（補正後）　複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、前記複数のレーザ光の照射方向を制御し、前記複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されている照射方向制御装置と、を備えるエネルギー送信装置と、

受信面に入射する前記複数のレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、前記受信面に入射する前記複数のレーザ光の光強度を測定するように構成されている光強度測定装置と、前記受信面に入射する前記複数のレーザ光の光強度が増加するように、前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている位置調整装置と、を備えるエネルギー受信装置と、

を備えており、

前記複数のレーザ光の各々の波長は、１２００ｎｍ以上で１４００ｎｍ以下の範囲内にあり、

前記複数のレーザ光の各々の強度は、１６ｍＷ以下である、

エネルギー送受信装置。

［請求項２］　前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項３］　前記照射方向制御装置は、前記エネルギー受信装置の位置に基づいて、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１または２に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項４］（削除）

［請求項５］（補正後）　前記レーザ照射装置は、複数のレーザ光源を有しており、　前記複数のレーザ光源の各々から照射されるレーザ光が、前記複数のレーザ光の各々に対応する、請求項１～３のいずれか一項に

記載のエネルギー送受信装置。

［請求項６］（補正後） 前記レーザ照射装置は、１つのレーザ光源から照射されるレーザ光を分岐させて前記複数のレーザ光を照射するように構成されている、請求項１～３または５のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項７］（補正後） 前記光強度測定装置は、前記光電変換装置の前記受信面に入射する前記複数のレーザ光の前記受信面内の光強度の分布を測定するように構成されており、

前記位置調整装置は、前記複数のレーザ光の光強度の分布に基づいて前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項１～３または５～６のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項８］ 前記位置調整装置は、前記複数のレーザ光の光強度の分布に基づいて前記複数のレーザ光の光強度のピーク位置を特定し、前記受信面の中心位置が前記ピーク位置に近づくように、前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項７に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項９］（補正後） 前記光電変換装置は、複数のフォトダイオードにより構成されたフォトダイオードアレイを有する、請求項１～３または５～８のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項１０］（補正後） 前記光電変換装置の前記受信面の現在位置を特定するように構成されている位置特定装置を、さらに備えており、

前記位置調整装置は、前記光電変換装置の前記受信面の現在位置に基づいて前記複数のレーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項１～３または５～９のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項１１］（補正後） 前記エネルギー送信装置の前記レーザ照射装置は、送

信データに対応して前記複数のレーザ光を変調させるように構成されており、

前記エネルギー受信装置の前記光電変換装置は、受信する前記複数のレーザ光から前記送信データを復調するように構成されている、請求項１～３または５～１０のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置。

［請求項１２］（補正後） 請求項１～３または５～１１のいずれか一項に記載のエネルギー送受信装置を有するワイヤレス給電システム。

［請求項１３］（補正後） エネルギー送信装置であって、

複数のレーザ光を照射するように構成されているレーザ照射装置と、

前記複数のレーザ光の照射方向を制御するように構成されている照射方向制御装置と、

を備えており、

前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光の光軸を一点で交差させるように構成されており、

前記複数のレーザ光の各々の波長は、１２００ｎｍ以上で１４００ｎｍ以下の範囲内にあり、

前記複数のレーザ光の各々の強度は、１６ｍＷ以下である、

エネルギー送信装置。

［請求項１４］ 前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１３に記載のエネルギー送信装置。

［請求項１５］ 前記照射方向制御装置は、前記複数のレーザ光からエネルギーを受信する受信装置の位置に基づいて、前記複数のレーザ光の光軸が交差する位置を移動可能に構成されている、請求項１３または１４に記載のエネルギー送信装置。

［請求項１６］（削除）

［請求項１７］（補正後）　前記レーザ照射装置は、複数のレーザ光源を有しており、

前記複数のレーザ光源の各々から照射されるレーザ光が、前記複数のレーザ光の各々に対応する、請求項１３～１５のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置。

［請求項１８］（補正後）　前記レーザ照射装置は、１つのレーザ光源から照射されるレーザ光を分岐させて前記複数のレーザ光を照射するように構成されている、請求項１３～１５または１６のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置。

［請求項１９］（補正後）　請求項１３～１５または１７～１８のいずれか一項に記載のエネルギー送信装置を有するワイヤレス給電システム。

［請求項２０］　エネルギー受信装置であって、

受信面に入射するレーザ光を電気エネルギーに変換するように構成されている光電変換装置と、

前記受信面に入射する前記レーザ光の光強度を測定するように構成されている光強度測定装置と、

前記受信面に入射する前記レーザ光の光強度が増加するように、前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている位置調整装置と、

を備える、エネルギー受信装置。

［請求項２１］　前記光強度測定装置は、前記光電変換装置の前記受信面に入射する前記レーザ光の前記受信面内の光強度の分布を測定するように構成されており、

前記位置調整装置は、前記レーザ光の光強度の分布に基づいて前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項２０に記載のエネルギー受

信装置。

［請求項２２］　前記位置調整装置は、前記レーザ光の光強度の分布に基づいて前記レーザ光の光強度のピーク位置を特定し、前記受信面の中心位置が前記ピーク位置に近づくように、前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項２１に記載のエネルギー受信装置。

［請求項２３］　前記光電変換装置は、複数のフォトダイオードにより構成されたフォトダイオードアレイを有する、請求項２０～２２のいずれか一項に記載のエネルギー受信装置。

［請求項２４］　前記光電変換装置の前記受信面の現在位置を特定するように構成されている位置特定装置を、さらに備えており、

前記位置調整装置は、前記光電変換装置の前記受信面の現在位置に基づいて前記レーザ光の光軸と前記光電変換装置の前記受信面の相対的な位置関係を調整するように構成されている、請求項２０～２３のいずれか一項に記載のエネルギー受信装置。

［請求項２５］　請求項２０～２４のいずれか一項に記載のエネルギー受信装置を有するワイヤレス給電システム。

条約第１９条（１）に基づく説明書

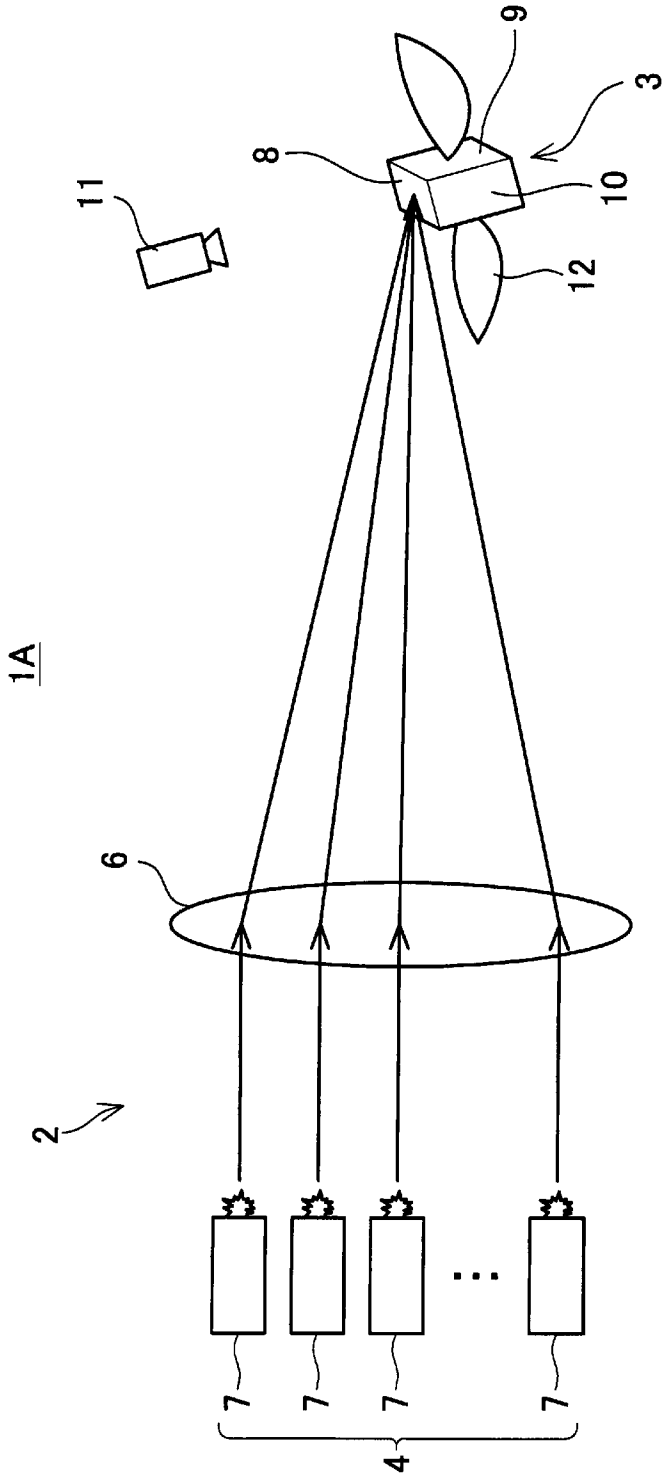
請求の範囲第１項は、複数のレーザ光の各々の波長が１２００ｎｍ以上１４００ｎｍ以下であること、および、複数のレーザ光の各々の強度が１６ｍＷ以下であることを明確にした。

上記波長範囲かつ上記強度範囲にあるレーザ光は、安全基準において最も安全なクラス１に分類される。また、上記波長範囲は、クラス１に分類されるレーザ光の中で、最も大きなエネルギー（１６ｍＷ）を有することができる波長範囲である。

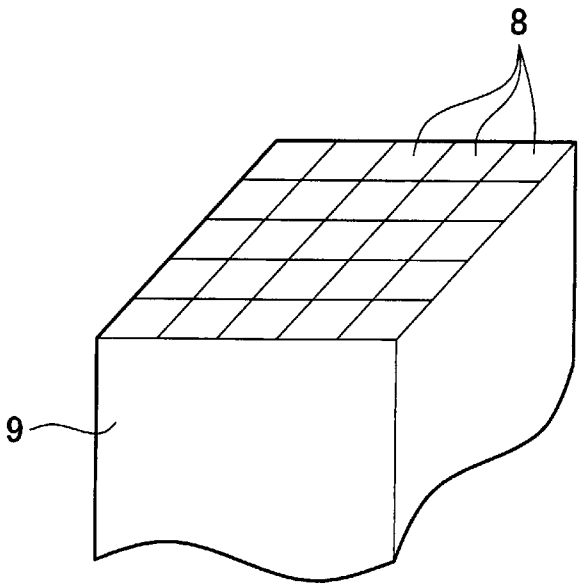
引用例には、複数のレーザ光を照射するレーザ照射装置（引用例１、２）と、レーザ光の目に対する危険性（引用例４）と、が記載されている。しかしながら、引用例４には、レーザ光の波長を１２００ｎｍ以上１４００ｎｍ以下とすることについては、開示されていない。また、レーザ光の強度については、いずれの引用例にも開示も示唆もされていない。すなわち、いずれの引用例にも、より大きなエネルギーを送受信したいという技術思想が存在しない。

本発明は、上記特徴（波長範囲および強度範囲）を有する複数のレーザ光を照射するレーザ照射装置を備えることによって、目に対する安全性を考慮しつつ、これらを集光することでより大きなエネルギーを送受信することができるという効果を得たものである。

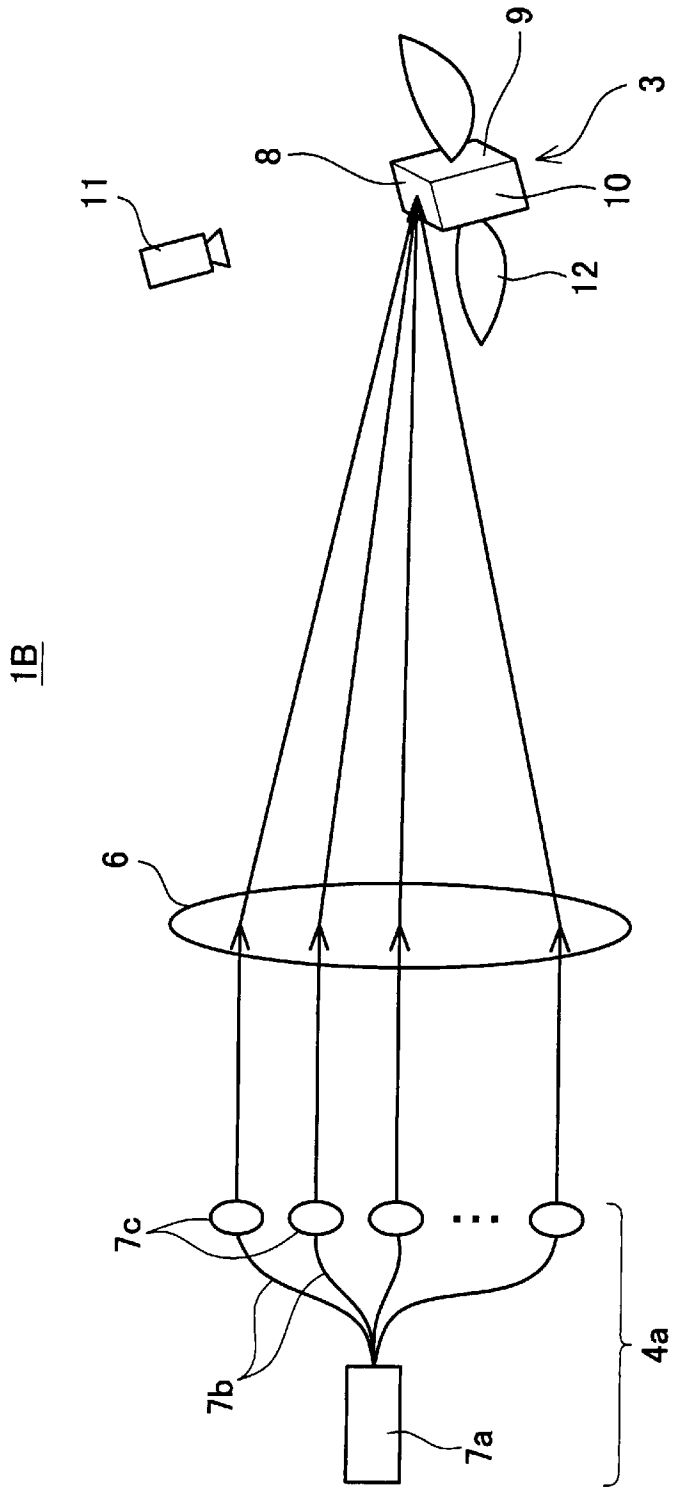
[図1]



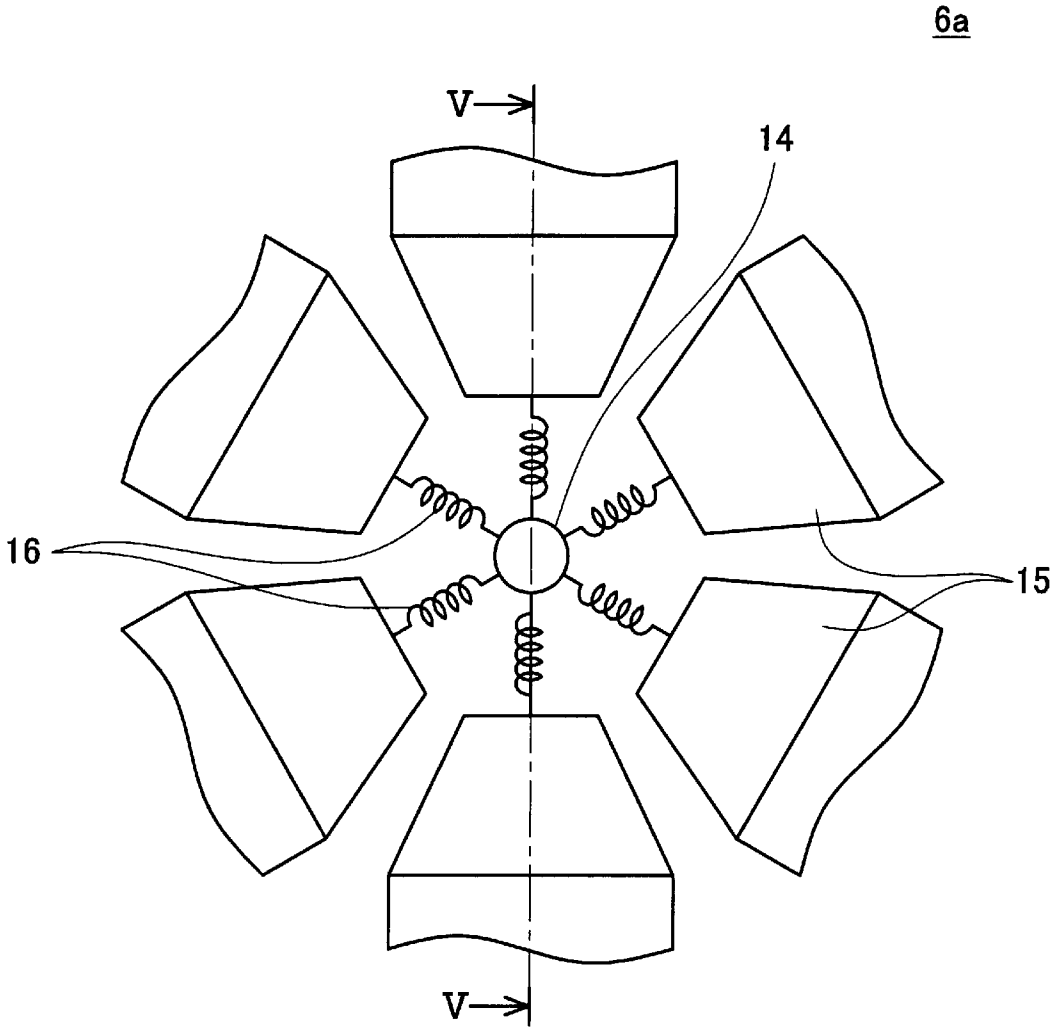
[図2]



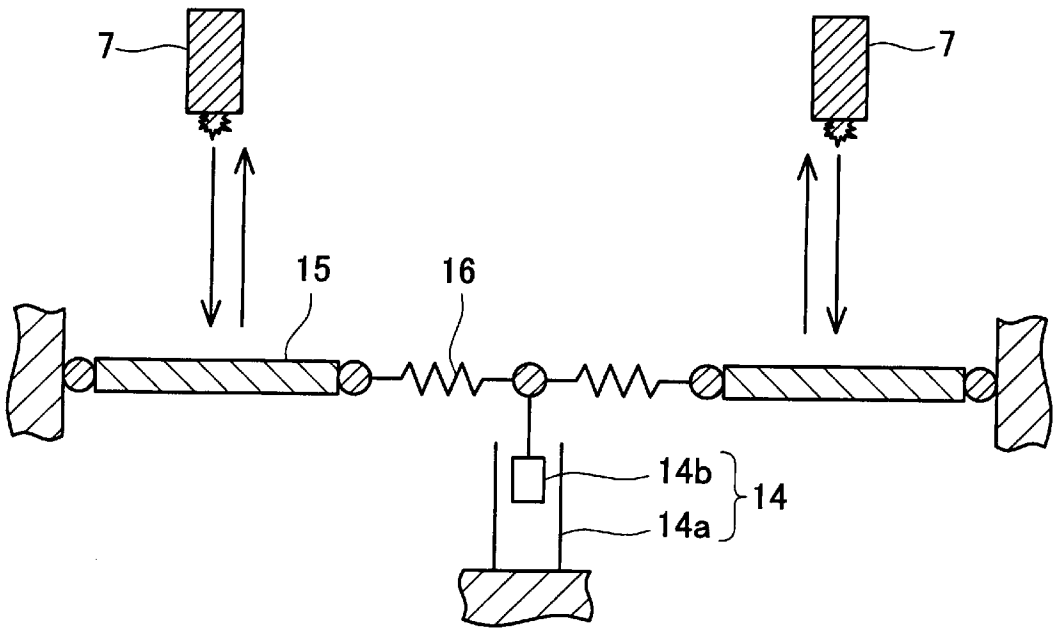
[図3]



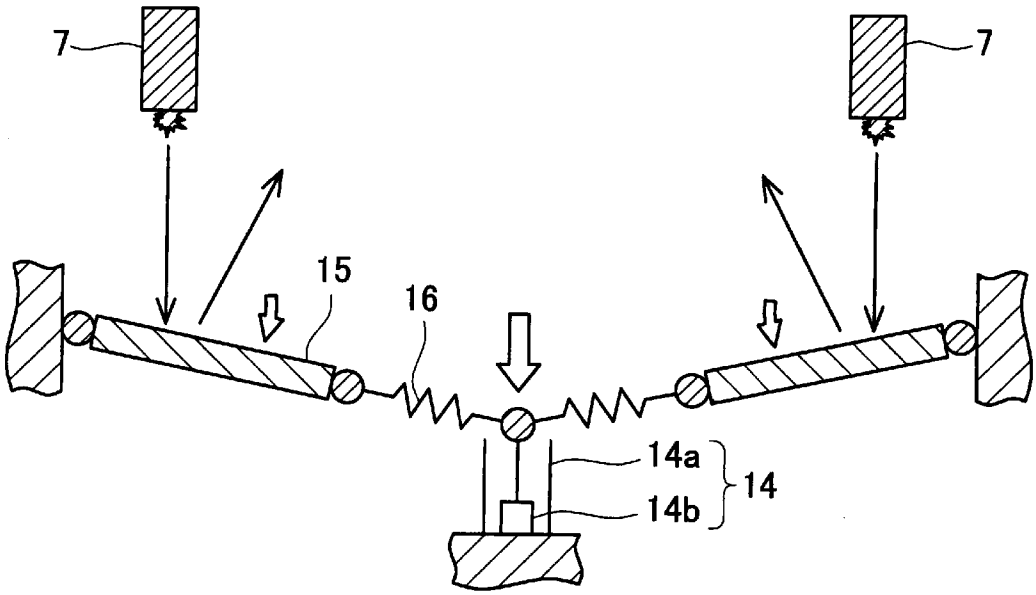
[図4]



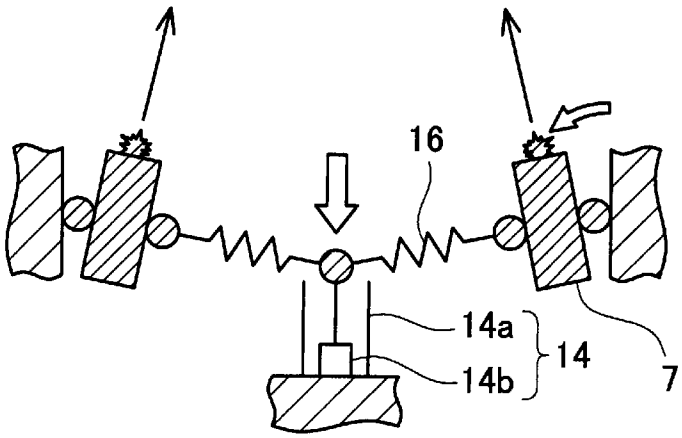
[図5]



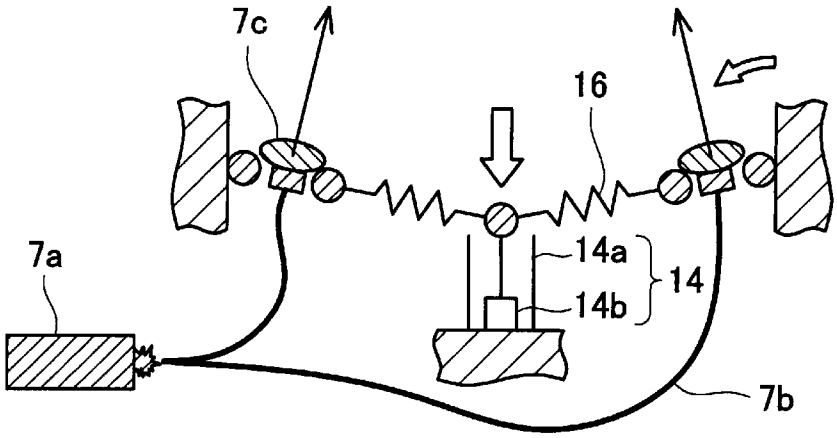
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/003841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J50/30(2016.01)i, *H02J50/40*(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02J50/30, H02J50/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 62-102771 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 13 May 1987 (13.05.1987), page 2, lower left column, line 15 to page 3, lower left column, line 18; fig. 1 to 2 (Family: none)	13-15,19 1-12,16-18
Y	JP 2014-500827 A (The Boeing Co.), 16 January 2014 (16.01.2014), paragraphs [0008] to [0040]; fig. 1 to 5 & US 2012/0150364 A1 paragraphs [0013] to [0045]; fig. 1 to 5 & WO 2012/078232 A1	1-12,17-18, 20-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 March 2017 (14.03.17)	28 March 2017 (28.03.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/003841

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-033228 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0028] to [0047]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-12,20-25
Y	JP 2010-510766 A (PowerBeam, Inc.), 02 April 2010 (02.04.2010), paragraph [0031]; fig. 2 to 3 & US 2010/0012819 A1 paragraph [0041]; fig. 2 to 3 & WO 2008/063678 A1	4-12,16-18
Y	JP 08-331061 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 13 December 1996 (13.12.1996), paragraphs [0016] to [0025]; fig. 2 to 6 & US 5796890 A column 8, line 66 to column 10, line 57; fig. 2 to 6 & DE 19621794 A1	9-12,23-25

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００３８４１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J50/30(2016.01)i, H02J50/40(2016.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J50/30, H02J50/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 62-102771 A（富士写真光機株式会社）1987.05.13, 第２頁左下欄第１５行－第３頁左下欄第１８行, 第１－２図（ファミリーなし）	13-15, 19 1-12, 16-18
Y	JP 2014-500827 A（ザ・ボーイング・カンパニー）2014.01.16, 段落［０００８］－［００４０］, 第１－５図 & US 2012/0150364 A1 段落［００１３］－［００４５］, 第１－５図 & WO 2012/078232 A1	1-12, 17-18, 20-25
Y	JP 2015-033228 A（三菱重工業株式会社）2015.02.16, 段落［００２８］－［００４７］, 第１－４図（ファミリーなし）	1-12, 20-25

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１４．０３．２０１７	２８．０３．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｔ　３４５８
赤穂　嘉紀
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2010-510766 A（パワービーム　インコーポレイテッド）2010.04.02，段落［００３１］，第２－３図 & US 2010/0012819 A1 段落［００４１］，第２－３図 & WO 2008/063678 A1	4-12，16-18
Y	JP 08-331061 A（富士電機株式会社）1996.12.13，段落［００１６］－［００２５］，第２－６図 & US 5796890 A 第８カラム第６６行－第１０カラム第５７行，第２－６図 & DE 19621794 A1	9-12，23-25