

(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
2018年11月1日(01.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/198593 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 7/185 (2006.01) *B64D 27/24* (2006.01)
B64B 1/14 (2006.01) *B64D 47/00* (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01) *H04W 16/26* (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/010666
- (22) 国際出願日: 2018年3月17日(17.03.2018)
- (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 2017-085640 2017年4月24日(24.04.2017) JP
- (71) 出願人: ソフトバンク株式会社(SOFTBANK CORP.) [JP/JP]; 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田近 明彦(TAJIKA Akihiko); 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 田中 伸一(TANAKA Shinichi); 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 石原 弘(ISHIHARA Hiroshi); 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 千葉 武伸(CHIBA Takeshi); 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 黒田 壽, 外 (KURODA Hisashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-7-3 リーフスクエア新横浜ビル7階 黒田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

(54) Title: SOLAR PLANE ENERGY HARVEST MANAGEMENT

(54) 発明の名称: ソーラープレーン・エナジーハーベスト・マネジメント

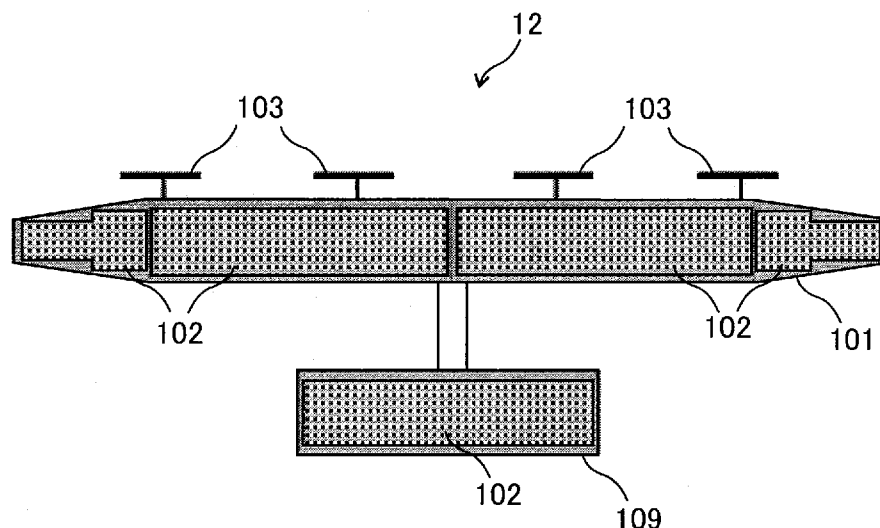


FIG. 9B

(57) Abstract: The present invention achieves, stably for a long period of time regardless of areas, a three-dimensional network with which, in fifth-generation mobile communication, for example: propagation delay of wireless communication between terminal devices including devices for IoT is low; simultaneous connection among a large number of terminals over a wide range is possible; high-speed communication is possible; and a system capacity per unit area is large. A wireless relay station for relaying wireless communication with a terminal device is provided to a floating body that is controlled so as to be located in a floating airspace at an altitude of not more than 100 km, by either autonomous control or



(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, JO, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

control from the exterior, so as to form a three-dimensional cell in a predetermined cell formation target airspace over land or sea. The floating body is provided with wings to which solar photovoltaic panels are provided, and a propeller that can be driven to rotate by a rotational drive source. The wings include a main wing section for mainly producing buoyancy, and an auxiliary wing section to which the solar photovoltaic panels are provided apart from the main wing section so as to supplement the solar power generation at the main wing section.

(57) 要約: 第5世代移動通信等においてIoT向けデバイスを含む端末装置との間の無線通信の伝搬遅延が低く、広範囲の多数の端末と同時接続でき、高速通信可能で、単位面積あたりのシステム容量の大きい3次元化したネットワークをエリアにかかわらず長期間にわたって安定的に実現する。端末装置との無線通信を中継する無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられる。浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備える。前記翼は、浮力を主に生じさせる主翼部と、主翼部での太陽光発電を補助するように主翼部とは別に太陽光発電パネルが設けられた補助翼部とを含む。

明 細 書

発明の名称：

ソーラープレーン・エナジーハーベスト・マネジメント

技術分野

[0001] 本発明は、第5世代通信等の3次元化ネットワークにおける無線中継装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、移動通信システムの通信規格である3GPPのLTE (Long Term Evolution) -Advanced (非特許文献1参照) を発展させたLTE-Advanced Proと呼ばれる通信規格が知られている (非特許文献2参照)。このLTE-Advanced Proでは、近年のIoT (Internet of Things) 向けデバイスへの通信を提供するための仕様が策定された。更に、IoT向けデバイス等の多数の端末装置 (「UE (ユーザ装置)」、「移動局」、「通信端末」ともいう。) への同時接続や低遅延化などに対応する第5世代の移動通信が検討されている (例えば、非特許文献3参照)。

先行技術文献

非特許文献

- [0003] 非特許文献1：3GPP TS 36.300 V10.12.0 (2014-12) .
非特許文献2：3GPP TS 36.300 V13.5.0 (2016-09) .
非特許文献3：G. Romano, 「3GPP RAN progress on “5G”」, 3GPP, 2016.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記第5世代移動通信等においてIoT向けデバイスを含む端末装置との

間の無線通信の伝搬遅延が低く、広範囲の多数の端末と同時接続でき、高速通信可能で、単位面積あたりのシステム容量の大きい3次元化したネットワークをエリアにかかわらず長期間にわたって安定的に実現したいという課題がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様に係る無線中継装置は、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備え、前記翼は、浮力を主に生じさせる主翼部と、前記主翼部での太陽光発電を補助するように前記主翼部とは別に太陽光発電パネルが設けられた補助翼部とを有する。

[0006] 本発明の他の態様に係る無線中継装置は、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備え、前記太陽光発電パネルの受光面は、面に垂直な方向が互いに異なる複数の受光面部分を有する。

前記無線中継装置において、前記太陽光発電パネルの受光面は、面に垂直な方向が互いに異なる複数の平面状の受光面部分が連続的に繰り返し配置するように形成されていてもよいし、波状に連続的に変化した面形状を有してもよい。

[0007] 本発明の更に他の態様に係る無線中継装置は、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、前記無線中継局は、地面

又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備え、前記翼の前記太陽光発電パネルが設けられた面が太陽の方向に向くように傾けて所定の巡回飛行経路を飛行するように制御する飛行制御手段を更に備える。

前記無線中継装置において、前記無線中継局は、前記端末装置と無線通信するためのビームを地面又は海面に向けて形成し、前記浮揚体の傾きに基づいて前記ビームの方向及び発散角の少なくとも一つを調整するビーム調整手段を更に備えてもよい。

[0008] 本発明の更に他の態様に係る無線中継装置は、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーとを備え、前記回転駆動源に電力を供給していないときに、前記プロペラから伝達された回転によって発電して前記バッテリーを充電する回生エネルギー供給手段を更に備える。

また、本発明の更に他の態様に係る無線中継装置は、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーと、発電用風車と、前記発電用風車から伝達された回転によって発電して前記バッテリーを充電する発電機と、を備える。

前記無線中継装置において、前記太陽光発電パネルが太陽光を受光している時間帯に、前記太陽光発電パネルで発電した電力を前記回転駆動源と前記バッテリーとに供給して前記無線中継装置を上昇させ、前記太陽光発電パネルが太陽光を受光していない時間帯に、前記無線中継装置の自重による下降時に前記プロペラ若しくは前記発電用風車の回転又は気流による前記プロペラ若しくは前記発電用風車の回転が伝達された前記回転駆動源又は前記発電機によって発電された電力を前記バッテリーに供給してもよい。

[0009] 本発明の更に他の態様に係る無線中継装置は、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーとを備え、当該無線中継装置の発熱部の発熱で生じた温度差によって発電し、発電した電力を前記バッテリーに供給する温度差発電手段を更に備える。

前記無線中継装置において、前記発熱部は、前記無線中継局、前記太陽光発電パネル、前記バッテリーの充電を調整する充電調整部、前記回転駆動源、又は、前記無線中継局若しくは前記回転駆動源に供給する電力を調整する電力供給調整部であってもよい。

[0010] 本発明の更に他の態様に係る通信システムは、前記いずれかの無線中継装置と、前記無線中継装置を遠隔的に制御する遠隔制御装置とを備える。

[0011] また、本発明の更に他の態様に係る通信システムは、端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置と、前記無線中継装置を遠隔的に制御する遠隔制御装置とを備える。前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設け

られた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーとを備える。前記無線中継装置は、前記翼の前記太陽光発電パネルが設けられた面が太陽の方向に向くように傾けて所定の巡回飛行経路を飛行するように制御する飛行制御手段と、前記回転駆動源に電力を供給していないときに、前記プロペラから伝達された回転によって発電して前記バッテリーを充電する回生エネルギー供給手段と、当該無線中継装置の発熱部の発熱で生じた温度差によって発電し、発電した電力を前記バッテリーに供給する温度差発電手段と、を更に備える。前記遠隔制御装置は、前記太陽光発電パネルで受光する光量、前記無線中継装置の高度、前記温度差、前記無線中継装置の周辺の気流、前記バッテリーの残量及び前記無線中継装置の消費電力量の少なくとも一つに基づいて、前記太陽光発電パネルと前記飛行制御手段と前記回生エネルギー供給手段と前記温度差発電手段とを遠隔的に制御する。

前記通信システムにおいて、前記浮揚体は、発電用風車と、前記発電用風車から伝達された回転によって発電する発電機と、前記発電機で発電された電力を前記バッテリーに供給して充電するエネルギー供給手段と、を更に備えてもよい。

- [0012] 前記無線中継装置及び前記通信システムにおいて、前記セル形成目標空域の高度は10[km]以下であってもよい。また、前記無線中継装置は、高度が11[km]以上及び50[km]以下の成層圏に位置してもよいし、前記無線中継局は移動体通信網の基地局又はリピータであってもよい。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、無線通信の伝搬遅延が低い第5世代移動通信等の3次元化ネットワークを長期間にわたって安定的に実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は本発明の一実施形態に係る3次元化ネットワークを実現する通信システムの全体構成の一例を示す概略構成図である。

[図2]図2は実施形態の通信システムに用いられるHAPSの一例を示す斜視図である。

[図3]図3は実施形態の通信システムに用いられるH A P Sの他の例を示す側面図である。

[図4]図4は実施形態のH A P Sの無線中継局の一構成例を示すブロック図である。

[図5]図5は実施形態のH A P Sの無線中継局の他の構成例を示すブロック図である。

[図6]図6は実施形態のH A P Sの無線中継局の更に他の構成例を示すブロック図である。

[図7]図7は実施形態のH A P Sに対する遠隔エネルギービーム給電の様子の一例を示す説明図である。

[図8]図8は実施形態のH A P Sの遠隔エネルギービーム受電部の一構成例を示すブロック図である。

[図9A]図9 Aは実施形態のソーラープレーンタイプのH A P Sの更に他の構成例を示す上面図である。

[図9B]図9 Bは実施形態のソーラープレーンタイプのH A P Sの更に他の構成例を示す上面図である。

[図10A]図10 Aは実施形態のソーラープレーンタイプのH A P Sの更に他の構成例における主翼部を示す部分斜視図である。

[図10B]図10 Bは太陽の南中高度が低い場合の同H A P Sの主翼部の部分断面図である。

[図10C]図10 Cは太陽の南中高度が高い場合の同H A P Sの主翼部の部分断面図である。

[図11A]図11 Aは実施形態のソーラープレーンタイプのH A P Sの巡回飛行ルートの一例を示す説明図である。

[図11B]図11 Bは図11 Aの巡回飛行ルート中のF1地点におけるH A P Sのバンクの様子を示す説明図である。

[図12A]図12 Aは実施形態のソーラープレーンタイプのH A P Sの巡回飛行ルートの他の例を示す説明図である。

[図12B]図12Bは図12A中のF2地点におけるHAPSのバンクの様子を示す説明図である。

[図13A]図13Aは実施形態のHAPSのバンクしていないとき及びバンクしているときのHAPSの中心軸とビームとの関係の一例を示す説明図である。

[図13B]図13Bは実施形態のHAPSのバンクしていないとき及びバンクしているときのHAPSの中心軸とビームとの関係の一例を示す説明図である。

[図14]図14は実施形態のHAPSで形成するマルチビームの一例を示す説明図である。

[図15A]図15Aは実施形態のソーラープレーンタイプのHAPSの日中における上昇飛行の一例を示す説明図である。

[図15B]図15Bは同HAPSの夜間における下降飛行の一例を示す説明図である。

[図16A]図16Aは実施形態の発電用風車を備えたHAPSの更に他の構成例を示す上面図である。

[図16B]図16Bは実施形態の発電用風車を備えたHAPSの更に他の構成例を示す上面図である。

[図17]図17は実施形態のHAPSにおける温度差発電（排熱発電）系の構成例を示す説明図である。

[図18]図18は複数種類の発電方法による給電に対応可能なHAPSにおける給電制御系の一構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る通信システムの全体構成の一例を示す概略構成図である。本実施形態に係る通信システムは、多数の端末装置（「移動局」、「移動機」又は「ユーザ装置（UE）」ともいう。）への同時接続や低遅延化などに対応する第5世代移動通信の3次元化ネットワークの実

現に適する。なお、本明細書に開示する通信システム、無線中継局、基地局、リピータ及び端末装置に適用可能な移動通信の標準規格は、第5世代の移動通信の標準規格、及び、第5世代以降の次々世代の移動通信の標準規格を含む。

[0016] 図1に示すように、通信システムは、複数の無線中継装置としての高高度プラットフォーム局(HAPS)(「高高度疑似衛星」ともいう。)10, 20を備え、所定高度のセル形成目標空域40に、図中ハッチング領域で示すような3次元セル(3次元エリア)41, 42を形成する。HAPS10, 20は、自律制御又は外部から制御により地面又は海面から100[km]以下の高高度の浮揚空域(以下、単に「空域」ともいう。)50に浮遊して位置するように制御される浮揚体(例えば、ソーラープレーン、飛行船)に無線中継局が搭載されたものである。

[0017] HAPS10, 20の位置する空域50は、例えば、高度が11[km]以上及び50[km]以下の成層圏の空域である。HAPS10, 20の位置する空域50は、気象条件が比較的安定している高度が15[km]以上及び25[km]以下の範囲の空域であってもよく、特に高度がほぼ20[km]の空域であってもよい。図中のHrs1及びHrsuはそれぞれ、地面(GL)を基準にしたHAPS10, 20の位置する空域50の下端及び上端の相対的な高度を示している。

[0018] セル形成目標空域40は、本実施形態の通信システムにおける一又は複数のHAPSで3次元セルを形成する目標の空域である。セル形成目標空域40は、HAPS10, 20が位置する空域50と従来のマクロセル基地局等の基地局90がカバーする地面近傍のセル形成領域との間に位置する、所定高度範囲(例えば、50[m]以上1000[m]以下の高度範囲)の空域である。図中のHc1及びHcuはそれぞれ、地面(GL)を基準にしたセル形成目標空域40の下端及び上端の相対的な高度を示している。

[0019] なお、本実施形態の3次元セルが形成されるセル形成目標空域40は、海、川又は湖の上空であってもよい。

- [0020] H A P S 1 0 , 2 0 の無線中継局はそれぞれ、移動局である端末装置と無線通信するためのビーム 1 0 0 , 2 0 0 を地面に向けて形成する。端末装置は、遠隔操縦可能な小型のヘリコプターであるドローン 6 0 に組み込まれた通信端末モジュールでもよいし、飛行機 6 5 の中でユーザが使用するユーザ端末装置であってもよい。セル形成目標空域 4 0 においてビーム 1 0 0 , 2 0 0 が通過する領域が 3 次元セル 4 1 , 4 2 である。セル形成目標空域 4 0 において互いに隣り合う複数のビーム 1 0 0 , 2 0 0 は部分的に重なってもよい。
- [0021] H A P S 1 0 , 2 0 の無線中継局はそれぞれ、地上又は海上に設置された中継局であるフィーダ局 7 0 を介して、移動通信網 8 0 のコアネットワークに接続されている。
- [0022] H A P S 1 0 , 2 0 はそれぞれ、内部に組み込まれたコンピュータ等で構成された制御部が制御プログラムを実行することにより、自身の浮揚移動（飛行）や無線中継局での処理を自律制御してもよい。例えば、H A P S 1 0 , 2 0 はそれぞれ、自身の現在位置情報（例えば G P S 位置情報）、予め記憶した位置制御情報（例えば、飛行スケジュール情報）、周辺に位置する他の H A P S の位置情報などを取得し、それらの情報に基づいて浮揚移動（飛行）や無線中継局での処理を自律制御してもよい。
- [0023] また、H A P S 1 0 , 2 0 それぞれの浮揚移動（飛行）や無線中継局での処理は、移動通信網 8 0 の通信センター等に設けられた通信オペレータの遠隔制御装置 8 5 によって制御できるようにしてもよい。この場合、H A P S 1 0 , 2 0 は、遠隔制御装置 8 5 からの制御情報を受信できるように制御用通信端末装置（例えば、移動通信モジュール）が組み込まれ、遠隔制御装置 8 5 から識別できるように端末識別情報（例えば、I P アドレス、電話番号など）が割り当てられるようにしてもよい。制御用通信端末装置の識別には通信インターフェースの M A C アドレスを用いてもよい。また、H A P S 1 0 , 2 0 はそれぞれ、自身又は周辺の H A P S の浮揚移動（飛行）や無線中継局での処理に関する情報や各種センサなどで取得した観測データなどの情

報を、遠隔制御装置 85 等の所定の送信先に送信するようにしてもよい。

[0024] セル形成目標空域 40 では、HAPS 10, 20 のビーム 100, 200 が通過していない領域（3次元セル 41, 42 が形成されない領域）が発生するおそれがある。この領域を補完するため、図 1 の構成例のように、地上側又は海上側から上方に向かって放射状のビーム 300 を形成して 3次元セル 43 を形成して ATG (Air To Ground) 接続を行う基地局（以下「ATG局」という。）30 を備えてもよい。

[0025] また、ATG局を用いずに、HAPS 10, 20 の位置やビーム 100, 200 の発散角（ビーム幅）等を調整することにより、HAPS 10, 20 の無線中継局が、セル形成目標空域 40 に 3次元セルがくまなく形成されるように、セル形成目標空域 40 の上端面の全体をカバーするビーム 100, 200 を形成してもよい。

[0026] なお、上記 HAPS 10, 20 で形成する 3次元セルは、地上又は海上に位置する端末装置との間でも通信できるよう地面又は海面に達するように形成してもよい。

[0027] 図 2 は、実施形態の通信システムに用いられる HAPS 10 の一例を示す斜視図である。図 2 の HAPS 10 はソーラープレーンタイプの HAPS である。上面に太陽光発電機能を有する太陽光発電部としての太陽光発電パネル（以下「ソーラーパネル」という。）102 が設けられ長手方向の両端部側が上方に沿った主翼部 101 と、主翼部 101 の短手方向の一端縁部にバス動力系の推進装置としての複数のモータ駆動のプロペラ 103 とを備える。主翼部 101 の下面の長手方向の 2箇所には、板状の連結部 104 を介して、ミッション機器が収容される複数の機器収容部としてのポッド 105 が連結されている。各ポッド 105 の内部には、ミッション機器としての無線中継局 110 と、バッテリー 106 とが収容されている。また、各ポッド 105 の下面側には離発着時に使用される車輪 107 が設けられている。ソーラーパネル 102 で発電された電力はバッテリー 106 に蓄電され、バッテリー 106 から供給される電力により、プロペラ 103 のモータが回転駆動

され、無線中継局 110 による無線中継処理が実行される。

[0028] ソーラープレーンタイプの HAPS 10 は、例えば旋回飛行を行ったり 8 の字飛行を行ったりすることにより揚力で浮揚し、所定の高度で水平方向の所定の範囲に滞在するように浮揚することができる。なお、ソーラープレーンタイプの HAPS 10 は、プロペラ 103 が回転駆動されていないときは、グライダーのように飛ぶこともできる。例えば、昼間などのソーラーパネル 102 の発電によってバッテリー 106 の電力が余っているときに高い位置に上昇し、夜間などのソーラーパネル 102 で発電できないときにバッテリー 106 からモータへの給電を停止してグライダーのように飛ぶことができる。

[0029] 図 3 は、実施形態の通信システムに用いられる HAPS 20 の他の例を示す斜視図である。図 2 の HAPS 20 は、無人飛行船タイプの HAPS であり、ペイロードが大きいため大容量のバッテリーを搭載することができる。HAPS 20 は、浮力で浮揚するためのヘリウムガス等の気体が充填された飛行船本体 201 と、バス動力系の推進装置としてのモータ駆動のプロペラ 202 と、ミッション機器が収容される機器収容部 203 とを備える。機器収容部 203 の内部には、無線中継局 210 とバッテリー 204 とが収容されている。バッテリー 204 から供給される電力により、プロペラ 202 のモータが回転駆動され、無線中継局 210 による無線中継処理が実行される。

[0030] なお、飛行船本体 201 の上面に、太陽光発電機能を有するソーラーパネルを設け、ソーラーパネルで発電された電力をバッテリー 204 に蓄電するようにしてもよい。

[0031] 図 4 は、実施形態の HAPS 10, 20 の無線中継局 110, 210 の一構成例を示すブロック図である。図 4 の無線中継局 110, 210 はリピータータイプの無線中継局の例である。無線中継局 110, 210 はそれぞれ、3Dセル（3次元セル）形成アンテナ部 111 と送受信部 112 とフィード用アンテナ部 113 と送受信部 114 とリピーター部 115 と監視制御部

１１６と電源部１１７とを備える。

[0032] ３Ｄセル形成アンテナ部１１１は、セル形成目標空域４０に向けて放射状のビーム１００，２００を形成するアンテナを有し、端末装置と通信可能な３次元セル４１，４２を形成する。送受信部１１２は、送受共用器（ＤＵＰ：ＤＵＰｌｅｘｅｒ）や増幅器などを有し、３Ｄセル形成アンテナ部１１１を介して、３次元セル４１，４２に在圏する端末装置に無線信号を送信したり端末装置から無線信号を受信したりする。

[0033] フィード用アンテナ部１１３は、地上又は海上のフィーダ局７０と無線通信するための指向性アンテナを有する。送受信部１１４は、送受共用器（ＤＵＰ：ＤＵＰｌｅｘｅｒ）や増幅器などを有し、３Ｄセル形成アンテナ部１１１を介して、フィーダ局７０に無線信号を送信したりフィーダ局７０から無線信号を受信したりする。

[0034] リピーター部１１５は、端末装置との間で送受信される送受信部１１２の信号と、フィーダ局７０との間で送受信される送受信部１１４の信号とを中継する。リピーター部１１５は、周波数変換機能を有してもよい。

[0035] 監視制御部１１６は、例えばＣＰＵ及びメモリ等で構成され、予め組み込まれたプログラムを実行することにより、ＨＡＰＳ１０，２０内の各部の動作処理状況を監視したり各部を制御したりする。電源部１１７は、バッテリー１０６，２０４から出力された電力をＨＡＰＳ１０，２０内の各部に供給する。電源部１１７は、太陽光発電パネル等で発電した電力や外部から給電された電力をバッテリー１０６，２０４に蓄電させる機能を有してもよい。

[0036] 図５は、実施形態のＨＡＰＳ１０，２０の無線中継局１１０，２１０の他の構成例を示すブロック図である。図５の無線中継局１１０，２１０は基地局タイプの無線中継局の例である。なお、図５において、図４と同様な構成要素については同じ符号を付し、説明を省略する。図５の無線中継局１１０，２１０はそれぞれ、モデム部１１８を更に備え、リピーター部１１５の代わりに基地局処理部１１９を備える。

[0037] モデム部１１８は、例えば、フィーダ局７０からフィード用アンテナ部１

13及び送受信部114を介して受信した受信信号に対して復調処理及び復号処理を実行し、基地局処理部119側に出力するデータ信号を生成する。

また、モデム部118は、基地局処理部119側から受けたデータ信号に対して符号化処理及び変調処理を実行し、フィード用アンテナ部113及び送受信部114を介してフィード局70に送信する送信信号を生成する。

[0038] 基地局処理部119は、例えば、LTE/LTE-Advancedの標準規格に準拠した方式に基づいてベースバンド処理を行うe-NodeBとしての機能を有する。基地局処理部119は、第5世代又は第5世代以降の次々世代等の将来の移動通信の標準規格に準拠する方式で処理するものであってもよい。

[0039] 基地局処理部119は、例えば、3次元セル41, 42に在圏する端末装置から3Dセル形成アンテナ部111及び送受信部112を介して受信した受信信号に対して復調処理及び復号処理を実行し、モデム部118側に出力するデータ信号を生成する。また、基地局処理部119は、モデム部118側から受けたデータ信号に対して符号化処理及び変調処理を実行し、3Dセル形成アンテナ部111及び送受信部112を介して3次元セル41, 42の端末装置に送信する送信信号を生成する。

[0040] 図6は、実施形態のHAPS10, 20の無線中継局110, 210の更に他の構成例を示すブロック図である。図6の無線中継局110, 210はエッジコンピューティング機能を有する高機能の基地局タイプの無線中継局の例である。なお、図6において、図4及び図5と同様な構成要素については同じ符号を付し、説明を省略する。図6の無線中継局110, 210はそれぞれ、図5の構成要素に加えてエッジコンピューティング部120を更に備える。

[0041] エッジコンピューティング部120は、例えば小型のコンピュータで構成され、予め組み込まれたプログラムを実行することにより、HAPS10, 20の無線中継局110, 210における無線中継などに関する各種の情報処理を実行することができる。

[0042] 例えば、エッジコンピューティング部 120 は、3次元セル 41, 42 に在圏する端末装置から受信したデータ信号に基づいて、そのデータ信号の送信先を判定し、その判定結果に基づいて通信の中継先を切り換える処理を実行する。より具体的には、基地局処理部 119 から出力されたデータ信号の送信先が自身の3次元セル 41, 42 に在圏する端末装置の場合は、そのデータ信号をモデム部 118 に渡さずに、基地局処理部 119 に戻して自身の3次元セル 41, 42 に在圏する送信先の端末装置に送信するようにする。一方、基地局処理部 119 から出力されたデータ信号の送信先が自身の3次元セル 41, 42 以外の他のセルに在圏する端末装置の場合は、そのデータ信号をモデム部 118 に渡してフィーダ局 70 に送信し、移動通信網 80 を介して送信先の他のセルに在圏する送信先の端末装置に送信するようにする。

[0043] エッジコンピューティング部 120 は、3次元セル 41, 42 に在圏する多数の端末装置から受信した情報を分析する処理を実行してもよい。この分析結果は3次元セル 41, 42 に在圏する多数の端末装置に送信したり移動通信網 80 のサーバなどに送信したりしてもよい。

[0044] 無線中継局 110、210 を介した端末装置との無線通信の上りリンク及び下りリンクの複信方式は、特定の方式に限定されず、例えば、時分割複信 (Time Division Duplex: TDD) 方式でもよいし、周波数分割複信 (Frequency Division Duplex: FDD) 方式でもよい。また、無線中継局 110、210 を介した端末装置との無線通信のアクセス方式は、特定の方式に限定されず、例えば、FDMA (Frequency Division Multiple Access) 方式、TDMA (Time Division Multiple Access) 方式、CDMA (Code Division Multiple Access) 方式、又は、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) であってもよい。また、上記無線通信には、ダイバーシティ・コーディン

グ、送信ビームフォーミング、空間分割多重化（SDM：Spatial Division Multiplexing）等の機能を有し、送受信両方で複数のアンテナを同時に利用することにより、単位周波数当たりの伝送容量を増やすことができるMIMO（多入力多出力：Multi-Input and Multi-Output）技術を用いてもよい。また、上記MIMO技術は、1つの基地局が1つの端末装置と同一時刻・同一周波数で複数の信号を送信するSU-MIMO（Single-User MIMO）技術でもよいし、1つの基地局が複数の異なる通信端末装置に同一時刻・同一周波数で信号を送信又は複数の異なる基地局が1つの端末装置に同一時刻・同一周波数で信号を送信するMU-MIMO（Multi-User MIMO）技術であってもよい。

[0045] 図7は、高緯度対応可能なHAPS（ソーラープレーンタイプ）11に対する遠隔エネルギービーム給電の様子の一例を示す説明図である。図7中のHAPS10において、図2と共通する構成要素については同じ符号を付し、説明を省略する。図7において、高緯度対応HAPS11は、主翼部101の長手方向の両端部側それぞれに受電用ポッド108を備えている。受電用ポッド108の内部には、遠隔エネルギービーム受電部としてのマイクロ波受電部130とバッテリー106とが収容されている。マイクロ波受電部130は、地上又は海上の給電装置としてのマイクロ波給電局75又は空中の給電装置としての給電用飛行船25から送信された高出力の給電用マイクロ波ビーム750又は250を受けて電力に変換して出力する。マイクロ波受電部130から出力された電力は、バッテリー106に蓄電される。

[0046] 給電用飛行船25は、例えば、気流にまかせてドリフトし、静止中のHAPSに順次、給電用マイクロ波ビームを送信して給電する。

[0047] 図8は、高緯度対応可能なHAPS11のマイクロ波受電部130の一構成例を示すブロック図である。図8において、マイクロ波受電部130は、レクテナ部131とレクテナ制御部132と出力装置133とパイロット信号送信アンテナ部134とビーム方向制御部135とを備える。レクテナ部

１３１は、地上又は海上のマイクロ波給電局７５又は給電用飛行船２５から送信された高出力の給電用マイクロ波ビーム７５０又は２５０を受けて整流する。レクテナ制御部１３２は、レクテナ部１３１による給電用マイクロ波ビームの受電処理及び整流処理を制御する。出力装置１３３は、レクテナ部１３１から出力される整流後の電力をバッテリー１０６に出力する。パイロット信号送信アンテナ部１３４は、給電用マイクロ波ビーム７５０又は２５０の受電に先立って、給電用マイクロ波ビームを案内するレーザビーム等からなるパイロット信号のビームを、マイクロ波給電局７５又は給電用飛行船２５に向けて送信する。ビーム方向制御部１３５は、パイロット信号のビームの方向を制御する。

[0048] なお、図７及び図８の遠隔エネルギービーム給電では、エネルギービームとしてマイクロ波ビームを用いた場合について説明したが、レーザビームなどの他のエネルギービームを用いてもよい。

[0049] 次に、高緯度の地域での使用に適するように太陽光発電機能を高めることができるソーラープレーンタイプのHAPSについて説明する。

[0050] 図９Ａ及び図９Ｂはそれぞれ、実施形態に係るソーラープレーンタイプのHAPS１２の更に他の構成例を示す上面図である。なお、図９Ａ及び図９ＢのHAPS１２において、図２と共通する構成要素については同じ符号を付し、説明を省略する。図９Ａ及び図９ＢのHAPS１２は、そのHAPS１２の飛行により浮力を主に生じさせる主翼部１０１とは別に、ソーラーパネル１０２が設けられた補助翼部１０９を備える。補助翼部１０９は、図９Ａのように主翼部１０１に接するように設けてもよいし、図９Ｂのように主翼部１０１から話して設けてもよい。この補助翼部１０９のソーラーパネル１０２により、主翼部１０１での太陽光発電を補助し、HAPS１２の太陽光発電機能を高めることができるため、高緯度の地域での使用に適する。

[0051] なお、補助翼部１０９は、主翼部１０１と一体的に形成される翼全体の飛行時の空気抵抗を低下させる形状であってもよい。また、補助翼部１０９は折り畳み可能に構成してもよく、地上から所定の浮揚空域の高度まで上昇す

るときには補助翼部 109 を折り畳むことにより上昇時間を短くしてもよい。その後、所定の浮揚空域の高度まで上昇したときに、折り畳んでいた補助翼部 109 を展開することにより、補助翼部 109 のソーラーパネル 102 による発電を開始することができる。

[0052] 図 10A は実施形態のソーラープレーンタイプの HAPS の更に他の構成例における主翼部 101 を示す部分斜視図であり、図 10B 及び図 10C は同 HAPS の主翼部 101 の部分断面図である。なお、図 10A～図 10C において、図 2 と共通する構成要素については説明を省略する。図中の A 方向は主翼部 101 の長手方向である。

[0053] 図 10A～図 10C の HAPS のソーラーパネル 102 は、主翼部 101 の上面部に形成されたパネル収容部 101a 内に設けられている。パネル収容部 101a の上面には、光を透過しつつソーラーパネル 102 を保護する透明板 101b が設けられている。ソーラーパネル 102 の受光面は、面に垂直な方向が互いに異なる複数の平面状の受光面部分 102a, 102b が A 方向に連続的に繰り返し配置するよう、断面が蛇腹形状（鋸歯形状）に形成されている。なお、ソーラーパネル 102 の受光面は、波状に連続的に変化した面形状を有してもよい。

[0054] また、図示の例では、ソーラーパネル 102 は、太陽 900 の南中高度 α [°] に応じて主翼部 101 の長手方向（A 方向）に伸縮制御可能に構成されている。例えば、図 10B に示すように南中高度 α [°] が小さく、主翼部 101 の上面に対して比較的低い角度から太陽光 901 が入射する場合は、ソーラーパネル 102 を矢印 A の長手方向に縮めるように制御する。これにより、受光面部分 102a に対する太陽光 901 の入射角（受光面部分 102a に垂直な方向と太陽光 901 の入射方向とがなす角度）を小さくし、ソーラーパネル 102 の単位面積当たりの受光量の低下を抑制することができる。

[0055] 一方、図 10C に示すように南中高度 α [°] が大きく、主翼部 101 の上面に対して比較的高い角度から太陽光 901 が入射する場合は、ソーラー

パネル１０２を矢印Ａの長手方向に伸ばすように制御する。これにより、受光面部分１０２ａに対する太陽光９０１の入射角を小さくし、ソーラーパネル１０２の単位面積当たりの受光量の低下を抑制することができる。このようにソーラーパネル１０２を伸縮制御することにより、主翼部１０１の上面に対する太陽９００の南中高度が変化する場合でもソーラーパネル１０２の単位面積当たりの受光量の低下を抑制することができる。

[0056] なお、本実施形態のソーラープレーンタイプのＨＡＰＳでは、主翼部１０１の両端部が上方に反っている。そのため、ソーラーパネル１０２の単位面積当たりの受光量の低下をより確実に抑制するように、ソーラーパネル１０２の矢印Ａの長手方向における伸縮の程度を、主翼部１０１の長手方向における中心からの距離に応じて変化させてもよい。より具体的には、例えば、主翼部１０１の長手方向における中心からの距離によらずに受光面部分１０２ａに対する太陽光９０１の入射角が一定になるように、ソーラーパネル１０２の矢印Ａの長手方向における伸縮の程度を変化させてもよい。

[0057] 図１１Ａは実施形態のソーラープレーンタイプのＨＡＰＳ１０の巡回飛行ルート９１０の一例を示す説明図であり、図１１Ｂは図１１Ａの巡回飛行ルート９１０中のＦ１地点におけるＨＡＰＳ１０のバンク（傾き）の様子を示す説明図である。なお、図１１Ａ及び図１１ＢにおいてはＨＡＰＳ１０の巡回飛行ルートについて示しているが、前述の他のＨＡＰＳ１１，１２についても同様な巡回飛行ルートで飛行してもよい。

[0058] 図１１Ａにおいて、ＨＡＰＳ１０は、円形状の巡回飛行ルート９１０ではなく、主翼部１０１の上面のソーラーパネル１０２に対する太陽光９０１の入射角が小さくなる飛行経路ができるだけ長くなるように設定した変形長円形状の巡回飛行ルート９１１を飛行している。例えば、図１１Ａの巡回飛行ルート９１０中のＦ１地点では、ＨＡＰＳ１０は、図１１Ｂに示すようにバンクした状態で飛行することにより、主翼部１０１の上面のソーラーパネル１０２が太陽９００の方向を向くようにしている。

[0059] 図１２Ａは実施形態のソーラープレーンタイプのＨＡＰＳ１０の巡回飛行

ルート 910 の他の例を示す説明図であり、図 12B は図 12A の巡回飛行ルート 910 中の F2 地点における HAPS10 のバンク（傾き）の様子を示す説明図である。なお、図 12A 及び図 12B においても HAPS10 の巡回飛行ルートについて示しているが、前述の他の HAPS11, 12 についても同様な巡回飛行ルートで飛行してもよい。

[0060] 図 12A において、HAPS10 は、通常の 8 の字形状の巡回飛行ルート 915 ではなく、主翼部 101 の上面のソーラーパネル 102 に対する太陽光 901 の入射角が小さくなる飛行経路ができるだけ長くなるように設定した変形 8 の字形状の巡回飛行ルート 916 を飛行している。例えば、図 12A の巡回飛行ルート 916 中の F2 地点では、HAPS10 は、図 12B に示すようにバンクした状態で飛行することにより、主翼部 101 の上面のソーラーパネル 102 が太陽 900 の方向を向くようにしている。

[0061] なお、HAPS10 が図 11A、図 11B、図 12A 及び図 12B の巡回飛行ルート 911, 916 を飛行する場合、HAPS10 は、前述のセル形成目標空域 40（図 1 参照）の上端面のほぼ同じエリアにほぼ同じサイズの 3 次元セルのスポットが位置するように、HAPS10 のバンク（傾き）に基づいてビームの方向及び発散角（ビーム幅）を調整してもよい。

[0062] 例えば、図 13A に示すように HAPS10 が水平方向 H に対して傾いていないときは、HAPS10 は中心軸 C に沿った方向にビーム 100 を形成し、図 13B に示すように HAPS10 が水平方向 H に対して角度 θ だけ傾いているときは、HAPS10 は中心軸 C から上記角度 θ と同じ角度 θ' だけ傾いた方向にビーム 100 の方向を調整する。

[0063] また、HAPS10 が図 11B、図 12A 及び図 12B の巡回飛行ルート 911, 916 を飛行するときに高度が変化する場合、その高度の変化に基づいて、前述のセル形成目標空域 40（図 1 参照）の上端面の 3 次元セルのスポットサイズが所定サイズに維持されるようにビーム 100 の発散角（ビーム幅）を調整してもよい。

[0064] なお、HAPS10 がセル形成目標空域 40 に向けて形成するビームは、

図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すようなシングルビーム 1 0 0 でもよいし、前述のセル形成目標空域 4 0（図 1 参照）の上端面の所定の位置に、3次元セルを構成する複数スポットを形成する図 1 4 に示すようなマルチビーム 1 0 0 a ～ 1 0 0 g であってもよい。

[0065] また、本実施形態の H A P S 1 0 ～ 1 2 は、プロペラ 1 0 3 の回転駆動源であるモータに電力を供給していないときに、気流等によって回転するプロペラ 1 0 3 から伝達された回転によって発電してバッテリー 1 0 6 を充電する回生エネルギー供給手段を備えてもよい。この回生エネルギー供給手段は、例えばプロペラ 1 0 3 を駆動するモータを兼用することができる。

[0066] 図 1 5 A は実施形態のソーラープレーンタイプの H A P S 1 0 の日中における上昇飛行の一例を示す説明図であり、図 1 5 B は H A P S 1 0 の夜間における下降飛行の一例を示す説明図である。なお、図 1 5 A 及び図 1 5 B においては H A P S 1 0 の上昇飛行及び下降飛行について示しているが、前述の他の H A P S 1 1, 1 2 についても同様な上昇飛行及び下降飛行を行ってもよい。

[0067] 図 1 5 A に示すように、H A P S 1 0 のソーラーパネル 1 0 2 が太陽光を受光している日中の時間帯には、ソーラーパネル 1 0 2 で発電した電力をプロペラ 1 0 3 のモータとバッテリー 1 0 6 とに供給して H A P S 1 0 を螺旋状に上昇させる。一方、図 1 5 B に示すように、H A P S 1 0 のソーラーパネル 1 0 2 が太陽光を受光していない時間帯には、H A P S 1 0 で位置エネルギーを利用したグライダーモードで螺旋状に下降する。この H A P S 1 0 の自重による螺旋状の下降時にプロペラ 1 0 3 の回転又は周囲を流れる気流によるプロペラ 1 0 3 の回転が伝達されたモータによって発電された電力がバッテリー 1 0 6 に供給され、バッテリー 1 0 6 が充電される。このように夜間にプロペラのモータからの回生エネルギーによってバッテリー 1 0 6 を充電することができるため、バッテリー 1 0 6 の容量を減らしたり、バッテリー 1 0 6 の搭載量を減らしたりすることができる。

[0068] また、本実施形態の H A P S は、上記モータへの無給電時におけるプロペ

ラ 103 の回転を利用した回生エネルギーによるバッテリー 106 の充電に加えて、又は、その回生エネルギーによるバッテリー 106 の充電に代えて、駆動用のプロペラ 103 とは別に設けた発電用風車で発電した電力（電気エネルギー）でバッテリー 106 を充電するように構成してもよい。

[0069] 図 16A 及び図 16B はそれぞれ実施形態の発電用風車 125 を備えた HAPS 13 の更に他の構成例を示す上面図である。なお、図 16A 及び図 16B の HAPS 13 において、図 2、図 9A 及び図 9B と共通する構成要素については同じ符号を付し、説明を省略する。図 16A の HAPS 13 は、主翼部 101 の上面の進行方向前部分に、発電用風車 125 と、発電用風車 125 から伝達された回転によって発電してバッテリー 106 を充電する発電機 126 とを更に備えている。また、図 16B の HAPS 13 は、主翼部 101 の長手方向両端の側面に、発電用風車 125 と、発電用風車 125 から伝達された回転によって発電してバッテリー 106 を充電する発電機 126 とを更に備えている。

[0070] 発電用風車 125 は、気流の方向（風向き）と回転軸とがほぼ平行になった状態で使用される水平軸風車であってもよいし、気流の方向（風向き）と回転軸とが交差した状態（ほぼ垂直になった状態）で使用される垂直軸風車であってもよい。水平軸風車は、2 又は 3 の翼を有するプロペラ型風車、4 以上の翼を有する多翼型風車、セイルウィング型風車又はオランダ型風車であってもよい。また、垂直型風車は、クロスフロー型風車、風車円筒を縦半分に切断して円周方向にずらして配置したサボニウス型風車、風車飛行機の羽根と同じ断面を持つ垂直翼形のジャイロミル型風車、風車飛行機の羽根と同じ断面を持つ翼形を弓形に曲げて垂直軸（回転軸）に取り付けたダリウス型風車、又は、ジャイロミル型とサボニウス型の両方の機能を合わせ持ち揚力と抗力を使って上下二段のブレードが双方向に回転するトルネード型風車であってもよい。

[0071] 発電用風車 125 を用いた発電及びバッテリー 106 の充電は、プロペラ 103 の回転駆動時及び非駆動時のいずれにおいても行うことができる。例

例えば、図 15 A の H A P S 上昇時及び図 15 B の H A P S 下降時のいずれにおいても発電用風車 125 によって発電した電力でバッテリー 106 を充電できる。特に、H A P S のソーラーパネルが太陽光を受光していない夜の時間帯に、発電用風車 125 によって発電した電力でバッテリー 106 を充電できるので、バッテリー 106 の容量を減らしたり、バッテリー 106 の搭載量を減らしたりすることができる。

[0072] また、本実施形態の H A P S 10～13 は、H A P S 10～13 の発熱部の発熱で生じた温度差によって発電し、発電した電力をバッテリー 106 に供給する温度差発電手段を備えてもよい。

[0073] 図 17 は、実施形態の H A P S 10 における温度差発電（排熱発電）系の構成例を示す説明図である。なお、図 17 では、H A P S 10 について示しているが、前述の他の H A P S 11, 12, 13 についても同様な温度差発電（排熱発電）系を備えてもよい。

[0074] 図 17 において、充電調整装置（レギュレータ）145 は、ソーラーパネル 102 から出力される電力、電圧又は電流を調整してバッテリー 106 へ供給するときに発熱する。また、無線中継局 110 はバッテリー 106 から電力が供給されて動作するときに発熱する。これらの発熱部である充電調整装置 145 及び無線中継局 110 の表面と、その周辺の低温部分との間に生じた温度差をゼーベック効果により電力に変換する温度差発電手段としての熱電素子（例えば、スピitzerbeck 素子、ゼーベック素子（「ペルチェ素子」とも呼ばれる））150 を、充電調整装置 145 及び無線中継局 110 それぞれの表面に設けている。熱電素子 150 は、例えば、P 型半導体と N 型半導体とを導体でサンドイッチした構造を有するものであってもよい。熱電素子 150 から出力される電力は、充電調整装置 145 を介してバッテリー 106 に供給され、バッテリー 106 の充電に用いられる。なお、前記低温部分は、H A P S の移動中に外気で空冷される H A P S の外気に接している部分であってもよい。

[0075] なお、熱電素子を設ける発熱源は、充電調整装置 145 及び無線中継局 1

10の表面のほか、プロペラを回転駆動するモータ等の回転駆動源、発電用風車125に連結された発電機126、又は、無線中継局110若しくはモータに供給する電力を調整する電力供給調整部であってもよい。また、熱電素子150を設ける発熱源は、日中の太陽光を受けて高温になるソーラーパネル102であってもよい。また、発熱源に設ける温度差発電手段としては、熱電素子150のほか、スターリングエンジン発電装置などの他の温度差発電手段を用いてもよい。スターリングエンジン発電装置は、例えば、温度差によりディスプレイサ及びパワーピストンが動いて発電するディスプレイサ型の低温度差スターリングエンジン、又は、温度差により2つのピストンが所定の位相差で動いて発電する2ピストン型の低温度差スターリングエンジンを用いたものであってもよい。また、熱電素子150やスターリングエンジン発電装置などの温度差発電手段熱と、前記高温部及び前記低温部分の少なくとも一方との間における熱伝導経路には、ヒートパイプを用いてもよい。

[0076] 図18は、複数種類の発電方法（発電系）による給電に対応可能なHAPSにおける給電制御系（エネルギー・マネジメント・システム）140の一構成例を示すブロック図である。図18において、HAPSの給電制御系140は、バス動力系電源141とミッション系電源142と電力供給調整装置143と制御部144と充電調整装置145と制御用通信端末装置（例えば、移動通信モジュール）146とを備える。バス動力系電源141は、モータ141a駆動のプロペラ103等のバス動力系に電力を供給し、ミッション系電源142は無線中継局110等の通信設備（ミッション系）に電力を供給する。電力供給調整装置143は、バッテリー106から出力される電力について、バス動力系電源141及びミッション系電源142それぞれへ供給する電力を調整する。充電調整装置145は、複数種類の発電方法（発電系）であるソーラーパネル（太陽光発電パネル）102、熱電素子150、回生エネルギーを供給するモータ141aそれぞれからの充電経路を切り替えたり、複数種類の発電方法（発電系）の組み合わせを変更したり、

各充電経路の電力を調整したりする。なお、複数種類の発電方法（発電系）には、発電用風車 125 に連結された発電機 126 による発電を含めてもよいし、マイクロ波受電部 130 を含めてもよい。

[0077] 制御部 144 は、バッテリー 106 からの電力の出力と、電力供給調整装置 143 による電力供給の調整と、バス動力系電源 141 及びミッション系電源 142 それぞれからの電力の出力と、充電調整装置 145 による複数種類の発電方法（発電系）の組み合わせ、切り替え及び充電電力調整と、を制御する。これらの制御部 144 による制御は、制御部 144 に予め組み込まれている制御プログラムによって自律的に行ってもよいし、地上等に設けられた通信センターにある通信オペレータの遠隔制御装置 85 から送信されてくる制御情報に基づいて行ってもよい。

[0078] 図 18 の給電制御系（エネルギー・マネジメント・システム）140 における制御は、次のように状況に応じたアルゴリズムにより効率的なエネルギーマネジメントを行うように実行する。例えば、バッテリー 106 に蓄電された電力を、制御部 144 からの指示により、電力供給調整装置 143 にて、バス動力系へ供給する電力とミッション系へ供給する電力のバランスを状況に応じて調整変更する。また、HAPS で形成する 3 次元セル内にアクティブユーザ数（端末装置の数）が少ない場合は、ミッション系からバス動力系への給電量を融通して高緯度対応 HAPS の高度を上げ（前述の図 15 A 参照）、位置エネルギーとして蓄えるように制御してもよい。また、ミッション系が電力を必要とする場合には、バス動力系への供給量を減らし、HAPS の飛行モードを、位置エネルギーを利用したグライダーモード（前述の図 15 B 参照）に移行するように制御してもよい。

[0079] また、制御部 144 は、自律制御により、又は、遠隔制御装置 85 からの制御情報に基づく制御により、外部環境（例えば、太陽光の光量、気流、周辺の HAPS の数、接続中の端末装置の数）、高度、バッテリー残量、無線中継局 110 等の消費電力、時間帯などに応じて、複数種類の発電方法（発電系）の組み合わせ、切り替え及び充電電力調整、折り畳み可能なソーラー

パネル（例えば図１０Ａ及び図１０Ｂ参照）の伸縮などを制御してもよい。

[0080] 以上、本実施形態によれば、従来の地上の基地局９０とは異なり、地面又は海面の所定高度範囲（例えば、５０[m]以上１０００[m]以下の高度範囲）のセル形成目標空域４０に広域の３次元セル４１，４２を形成し、その３次元セル４１，４２に在圏する複数の端末装置と移動通信網８０との通信を中継することができる。しかも、上記３次元セル４１，４２を形成するＨＡＰＳ１０，２０は、人工衛星よりも低い高度（例えば成層圏の高度）に位置するので、３次元セル４１，４２に在圏する端末装置と移動通信網８０との間の無線通信における伝搬遅延が、人工衛星を介した衛星通信の場合よりも小さい。このように３次元セル４１，４２を形成できるとともに無線通信の伝搬遅延が低いので、無線通信の伝搬遅延が低い第５世代移動通信の３次元化ネットワークを実現することができる。

[0081] 特に、本実施形態によれば、蛇腹状や波状のソーラーパネル１０２を用いたりＨＡＰＳの飛行ルート制御を行ったりすることでソーラーパネル１０２による太陽光発電機能を高めたり、ＨＡＰＳの無給電下降中の回生エネルギーでバッテリー１０６を充電したり、温度差発電（排熱発電）系を設けたりすることにより、高緯度地域や夜間においても、無線通信の伝搬遅延が低い第５世代移動通信の３次元化ネットワークを長期間にわたって安定的に実現することができる。

[0082] なお、本明細書で説明された処理工程並びに無線中継装置の無線中継局、フィーダ局、遠隔制御装置、端末装置（ユーザ装置、移動局、通信端末）及び基地局における基地局装置の構成要素は、様々な手段によって実装することができる。例えば、これらの工程及び構成要素は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又は、それらの組み合わせで実装されてもよい。

[0083] ハードウェア実装については、実体（例えば、無線中継局、フィーダ局、基地局装置、無線中継局装置、端末装置（ユーザ装置、移動局、通信端末）、遠隔制御装置、ハードディスクドライブ装置、又は、光ディスクドライブ装置）において上記工程及び構成要素を実現するために用いられる処理ユニ

ット等の手段は、1つ又は複数の、特定用途向けIC（ASIC）、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、デジタル信号処理装置（DSPD）、プログラマブル・ロジック・デバイス（PLD）、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、電子デバイス、本明細書で説明された機能を実行するようにデザインされた他の電子ユニット、コンピュータ、又は、それらの組み合わせの中に実装されてもよい。

[0084] また、ファームウェア及び／又はソフトウェア実装については、上記構成要素を実現するために用いられる処理ユニット等の手段は、本明細書で説明された機能を実行するプログラム（例えば、プロシージャ、関数、モジュール、インストラクション、などのコード）で実装されてもよい。一般に、ファームウェア及び／又はソフトウェアのコードを明確に具体化する任意のコンピュータ／プロセッサ読み取り可能な媒体が、本明細書で説明された上記工程及び構成要素を実現するために用いられる処理ユニット等の手段の実装に利用されてもよい。例えば、ファームウェア及び／又はソフトウェアコードは、例えば制御装置において、メモリに記憶され、コンピュータやプロセッサにより実行されてもよい。そのメモリは、コンピュータやプロセッサの内部に実装されてもよいし、又は、プロセッサの外部に実装されてもよい。また、ファームウェア及び／又はソフトウェアコードは、例えば、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）、不揮発性ランダムアクセスメモリ（NVRAM）、プログラマブルリードオンリーメモリ（PROM）、電氣的消去可能PROM（EEPROM）、FLASHメモリ、フロッピー（登録商標）ディスク、コンパクトディスク（CD）、デジタルバーサタイルディスク（DVD）、磁気又は光データ記憶装置、などのような、コンピュータやプロセッサで読み取り可能な媒体に記憶されてもよい。そのコードは、1又は複数のコンピュータやプロセッサにより実行されてもよく、また、コンピュータやプロセッサに、本明細書で説明された機能性のある態様を実行させてもよい。

[0085] また、本明細書で開示された実施形態の説明は、当業者が本開示を製造又は使用するのを可能にするために提供される。本開示に対するさまざまな修正は当業者には容易に明白になり、本明細書で定義される一般的原理は、本開示の趣旨又は範囲から逸脱することなく、他のバリエーションに適用可能である。それゆえ、本開示は、本明細書で説明される例及びデザインに限定されるものではなく、本明細書で開示された原理及び新規な特徴に合致する最も広い範囲に認められるべきである。

符号の説明

- [0086] 10, 11, 12, 13 HAPS (ソーラープレーンタイプ)
20 HAPS (飛行船タイプ)
25 給電用飛行船
30 ATG局
40 セル形成目標空域
41, 42, 43 3次元セル
50 HAPSが位置する空域
60 ドローン
65 飛行機
70 フィーダ局
75 マイクロ波給電局
80 移動通信網
85 遠隔制御装置
100, 200, 300 ビーム
101 主翼部
102 ソーラーパネル (太陽光発電パネル)
103 プロペラ
104 連結部
105 ポッド
106 バッテリー

- 1 0 7 車輪
- 1 0 8 受電用ポッド
- 1 0 9 補助翼部
- 1 1 0, 2 1 0 無線中継局
- 1 1 1 3次元(3D)セル形成アンテナ部
- 1 1 2 送受信部
- 1 1 3 フィード用アンテナ部
- 1 1 4 送受信部
- 1 1 5 リピーター部
- 1 1 6 監視制御部
- 1 1 7 電源部
- 1 1 8 モデム部
- 1 1 9 基地局処理部
- 1 2 0 エッジコンピューティング部
- 1 2 5 発電用風車
- 1 2 6 発電機
- 1 3 0 遠隔エネルギービーム受電部
- 1 3 1 レクテナ部
- 1 3 2 レクテナ制御部
- 1 3 3 出力装置
- 1 3 4 パイロット信号送信アンテナ部
- 1 3 5 ビーム方向制御部
- 1 4 0 給電制御系
- 1 4 1 バス動力系電源
- 1 4 2 ミッション系電源
- 1 4 3 電力供給調整装置
- 1 4 4 制御部
- 1 4 5 充電調整装置(レギュレータ)

- 1 4 6 制御用通信端末装置
- 9 0 0 太陽
- 9 0 1 太陽光
- 9 1 0 円形状の巡回飛行ルート
- 9 1 1 変形長円形状の巡回飛行ルート
- 9 1 2 8の字形状の巡回飛行ルート
- 9 1 3 変形8の字形状の巡回飛行ルート

請求の範囲

[請求項1] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備え、

前記翼は、前記浮揚体の飛行により浮力を主に生じさせる主翼と、前記主翼での太陽光発電を補助するように前記主翼とは別に太陽光発電パネルが設けられた補助翼とを含むことを特徴とする無線中継装置。

[請求項2] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備え、

前記太陽光発電パネルの受光面は、面に垂直な方向が互いに異なる複数の受光面部分を有することを特徴とする無線中継装置。

[請求項3] 請求項2の無線中継装置において、

前記太陽光発電パネルの受光面は、面に垂直な方向が互いに異なる複数の平面状の受光面部分が連続的に繰り返し配置するように形成されていることを特徴とする無線中継装置。

[請求項4] 請求項2の無線中継装置において、

前記太陽光発電パネルの受光面は、波状に連続的に変化した面形状を有することを特徴とする無線中継装置。

[請求項5] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラとを備え、

前記翼の前記太陽光発電パネルが設けられた面が太陽の方向に向くように前記浮揚体を傾けて所定の巡回飛行経路を飛行するように制御する飛行制御手段を更に備えることを特徴とする無線中継装置。

[請求項6] 請求項5の無線中継装置において、

前記無線中継局は、前記端末装置と無線通信するためのビームを地面又は海面に向けて形成し、

前記浮揚体の傾きに基づいて前記ビームの方向及び発散角の少なくとも一つを調整するビーム調整手段を更に備えることを特徴とする無線中継装置。

[請求項7] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーとを備え、

前記回転駆動源に電力を供給していないときに、前記プロペラから

伝達された回転によって発電して前記バッテリーを充電する回生エネルギー供給手段を更に備えることを特徴とする無線中継装置。

[請求項8] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源によって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーと、発電用風車と、前記発電用風車から伝達された回転によって発電して前記バッテリーに充電する発電機と、を備えることを特徴とする無線中継装置。

[請求項9] 請求項7又は8の無線中継装置において、

前記太陽光発電パネルが太陽光を受光している時間帯に、前記太陽光発電パネルで発電した電力を前記回転駆動源と前記バッテリーとに供給して前記無線中継装置を上昇させ、

前記太陽光発電パネルが太陽光を受光していない時間帯に、前記無線中継装置の自重による下降時に前記プロペラ若しくは前記発電用風車の回転又は気流による前記プロペラ若しくは前記発電用風車の回転が伝達された前記回転駆動源又は前記発電機によって発電された電力を前記バッテリーに供給することを特徴とする無線中継装置。

[請求項10] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置であって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源に

よって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーとを備え、

当該無線中継局の発熱部の発熱で生じた温度差によって発電し、発電した電力を前記バッテリーに供給する温度差発電手段を更に備えたことを特徴とする無線中継装置。

[請求項11] 請求項10の無線中継装置において、

前記発熱部は、前記無線中継局、前記太陽光発電パネル、前記バッテリーの充電を調整する充電調整部、前記回転駆動源、又は、前記無線中継局若しくは前記回転駆動源に供給する電力を調整する電力供給調整部であることを特徴とする無線中継装置。

[請求項12] 請求項1乃至11のいずれかの無線中継装置において、

前記セル形成目標空域の高度は10[km]以下であることを特徴とする無線中継装置。

[請求項13] 請求項1乃至12のいずれかの無線中継装置において、

高度が11[km]以上及び50[km]以下の成層圏に位置することを特徴とする無線中継装置。

[請求項14] 請求項1乃至13のいずれかの無線中継装置において、

前記無線中継局は、移動体通信網の基地局又はリピータであることを特徴とする無線中継装置。

[請求項15] 請求項1乃至14のいずれかの無線中継装置と、前記無線中継装置を遠隔的に制御する遠隔制御装置とを備えた通信システム。

[請求項16] 端末装置との無線通信を中継する無線中継局を備えた無線中継装置と、前記無線中継装置を遠隔的に制御する遠隔制御装置とを備えた通信システムであって、

前記無線中継局は、地面又は海面との間の所定のセル形成目標空域に3次元セルを形成するように、自律制御又は外部からの制御により高度が100[km]以下の浮揚空域に位置するように制御される浮揚体に設けられ、

前記浮揚体は、太陽光発電パネルが設けられた翼と、回転駆動源に

よって回転駆動可能なプロペラと、バッテリーとを備え、

前記無線中継装置は、

前記翼の前記太陽光発電パネルが設けられた面が太陽の方向に向くように前記浮揚体を傾けて所定の巡回飛行経路を飛行するように制御する飛行制御手段と、

前記回転駆動源に電力を供給していないときに、前記プロペラから伝達された回転によって発電して前記バッテリーを充電する回生エネルギー供給手段と、

当該無線中継装置の発熱部の発熱で生じた温度差によって発電し、発電した電力を前記バッテリーに供給する温度差発電手段と、を更に備え、

前記遠隔制御装置は、前記太陽光発電パネルで受光する光量、前記無線中継装置の高度、前記温度差、前記無線中継装置の周辺の気流、前記バッテリーの残量及び前記無線中継装置の消費電力量の少なくとも一つに基づいて、前記太陽光発電パネルと前記飛行制御手段と前記回生エネルギー供給手段と前記温度差発電手段とを遠隔的に制御することを特徴とする通信システム。

[請求項17]

請求項16の通信システムにおいて、

前記浮揚体は、発電用風車と、前記発電用風車から伝達された回転によって発電して前記バッテリーを充電する発電機と、を更に備えることを特徴とする通信システム。

[図2]

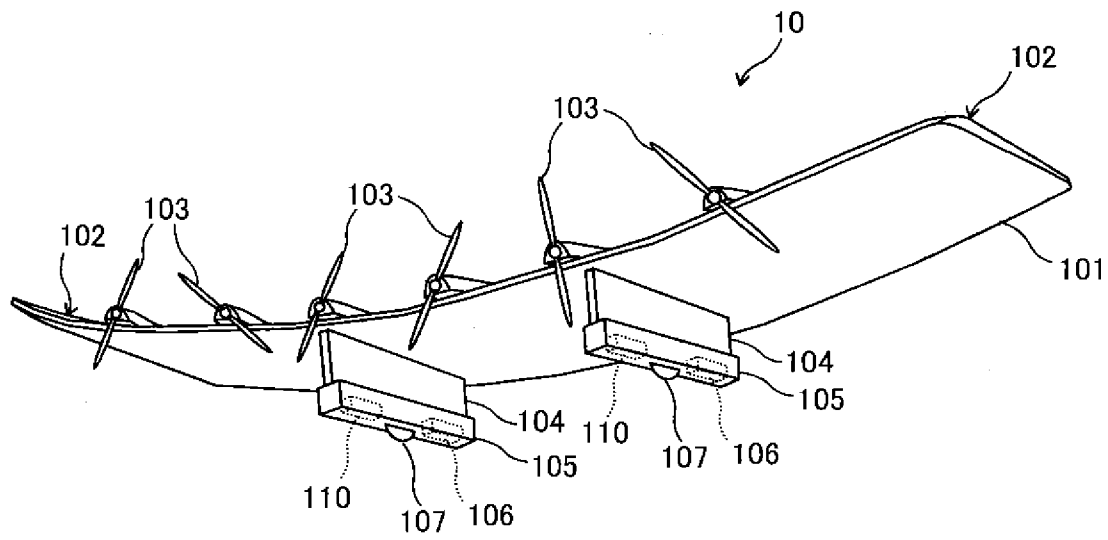


FIG. 2

[図3]

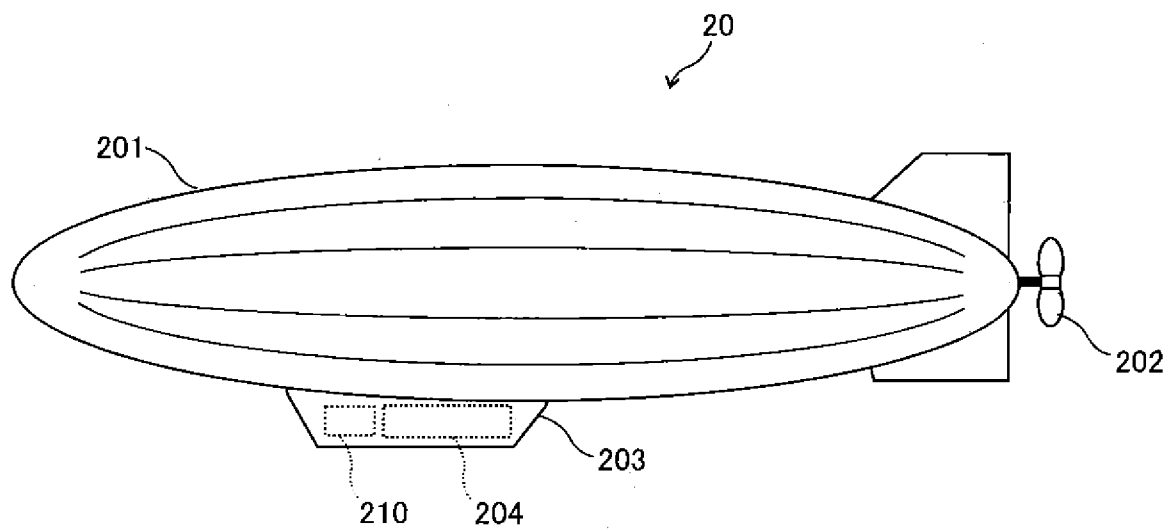


FIG. 3

[図4]

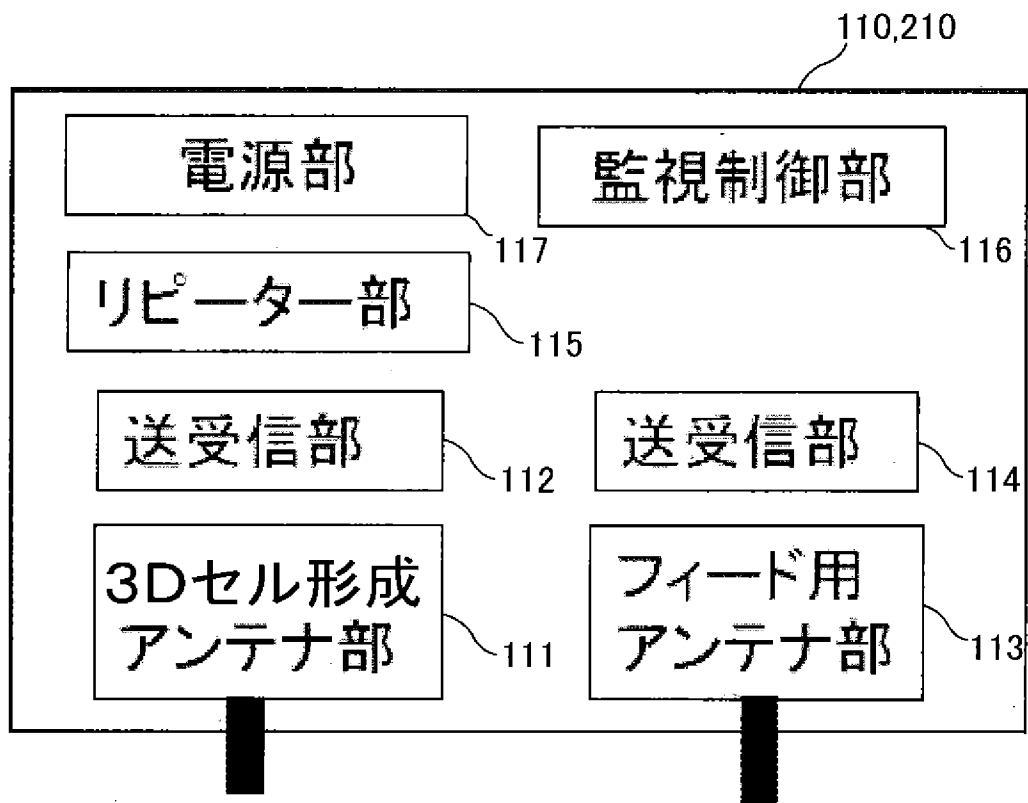


FIG. 4

[図5]

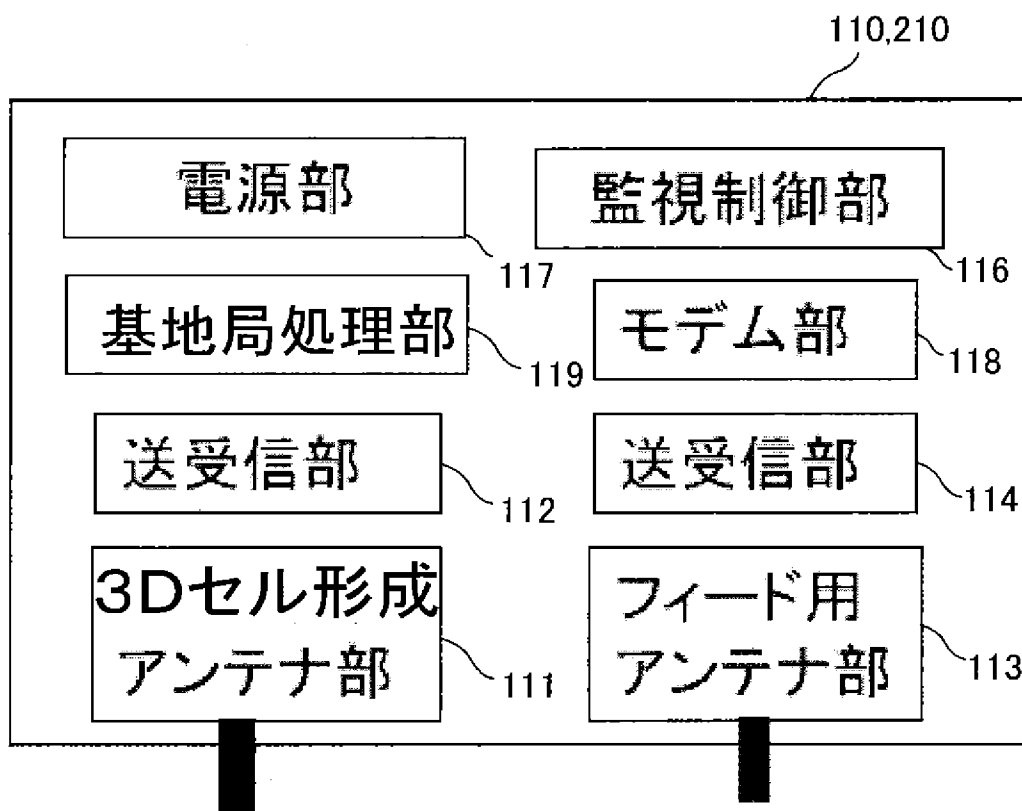


FIG. 5

[図6]

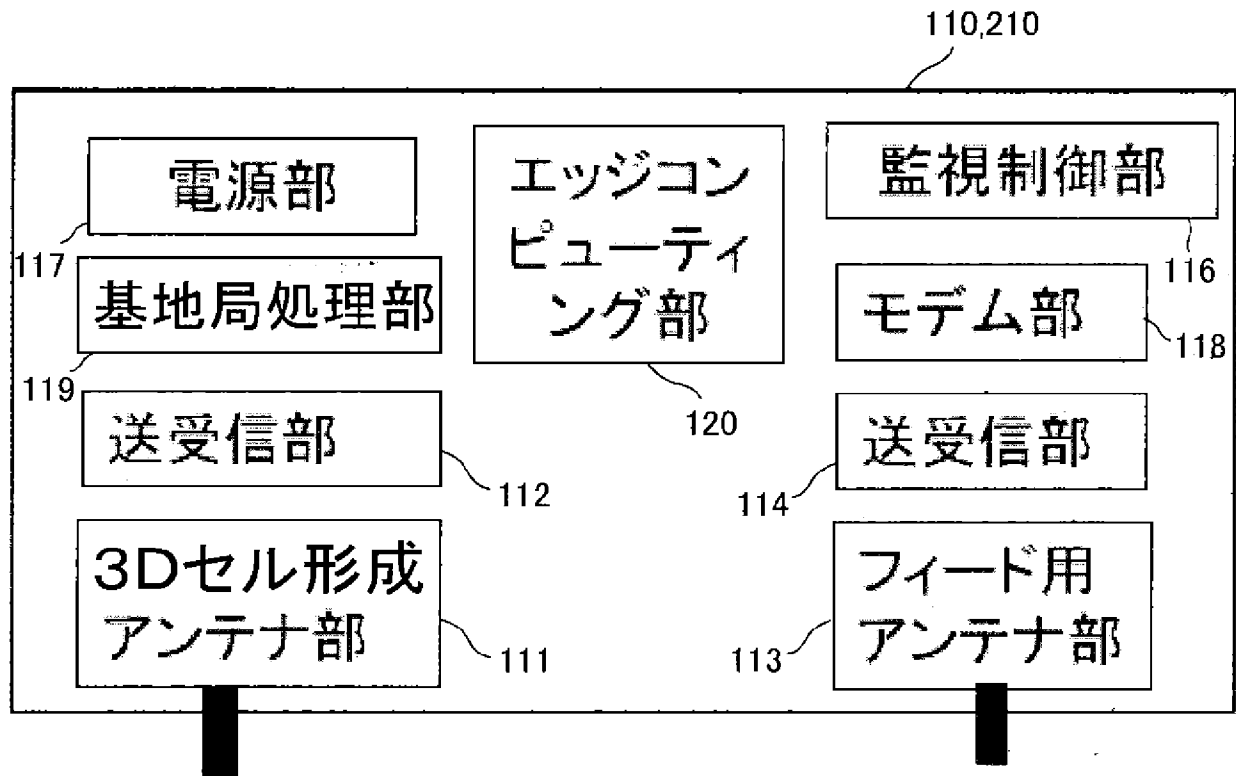


FIG. 6

[図7]

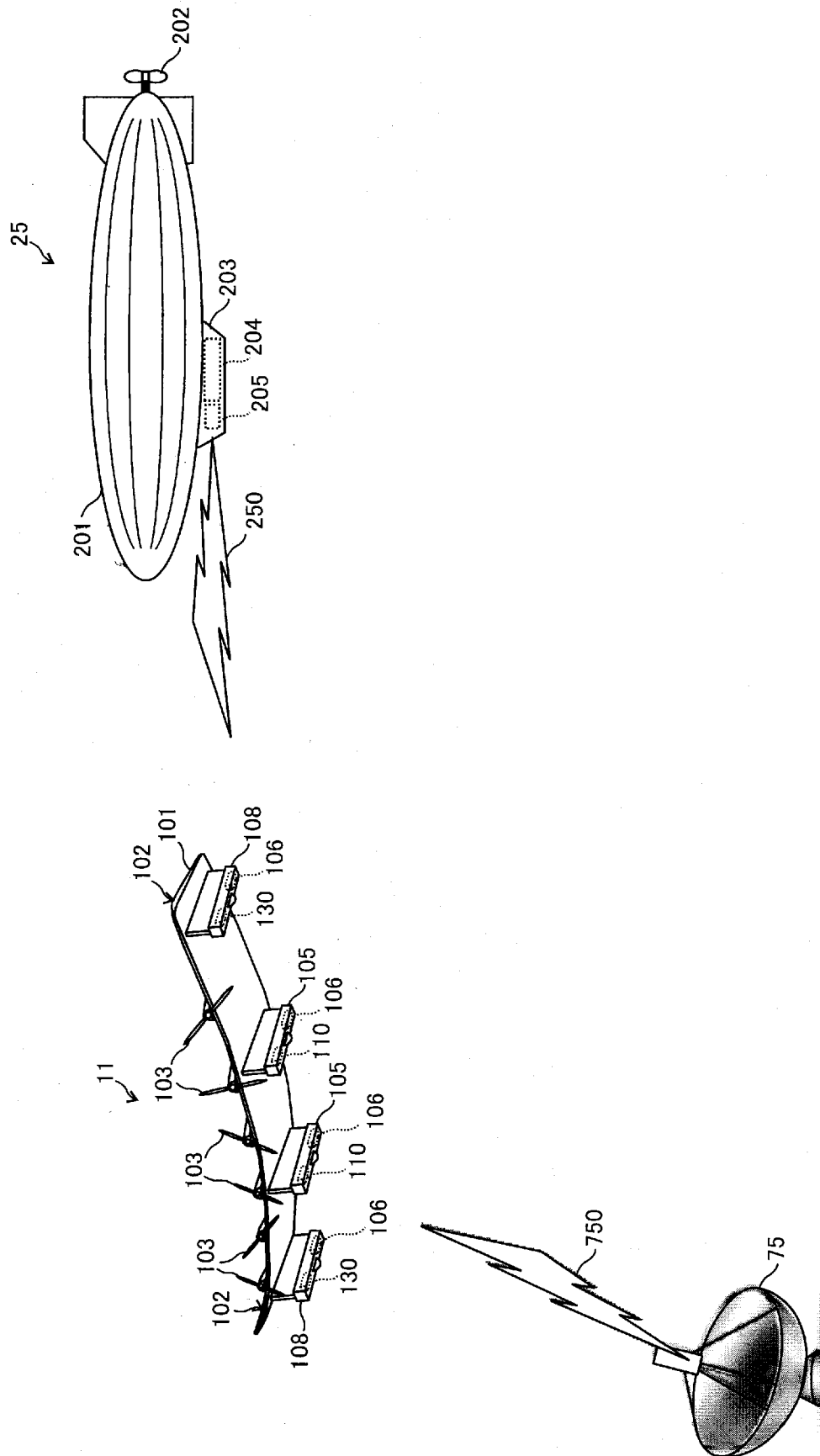


FIG. 7

[図8]

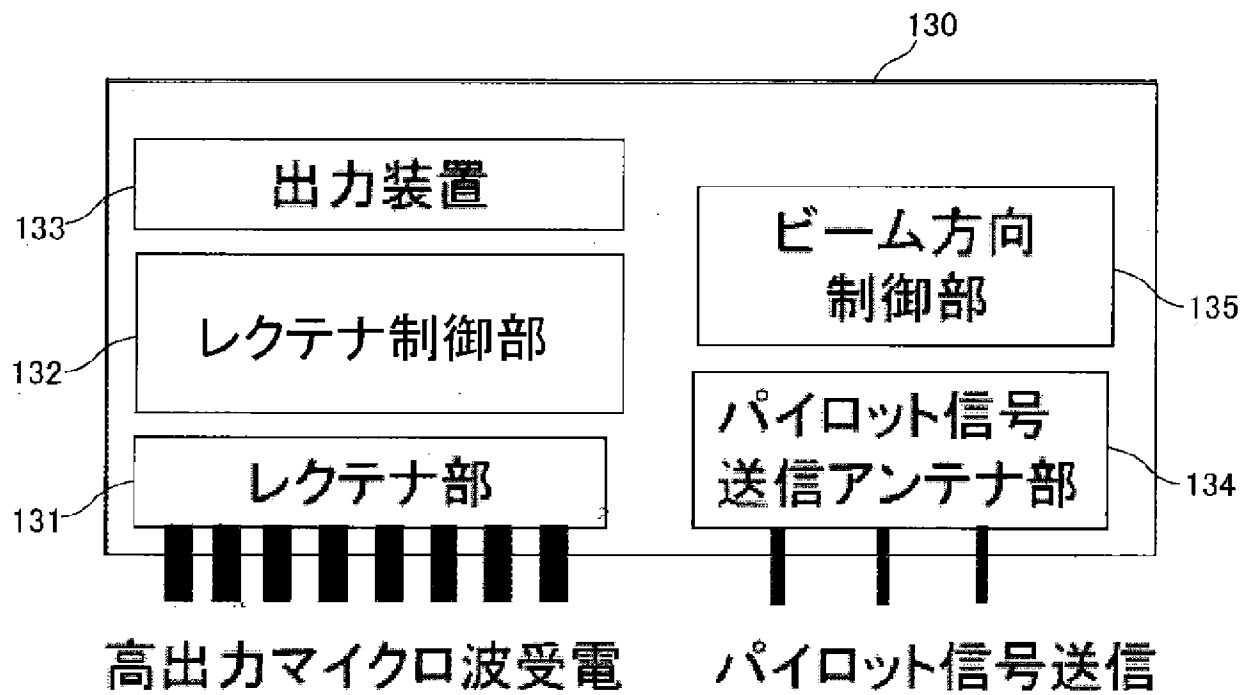


FIG. 8

[図9A]

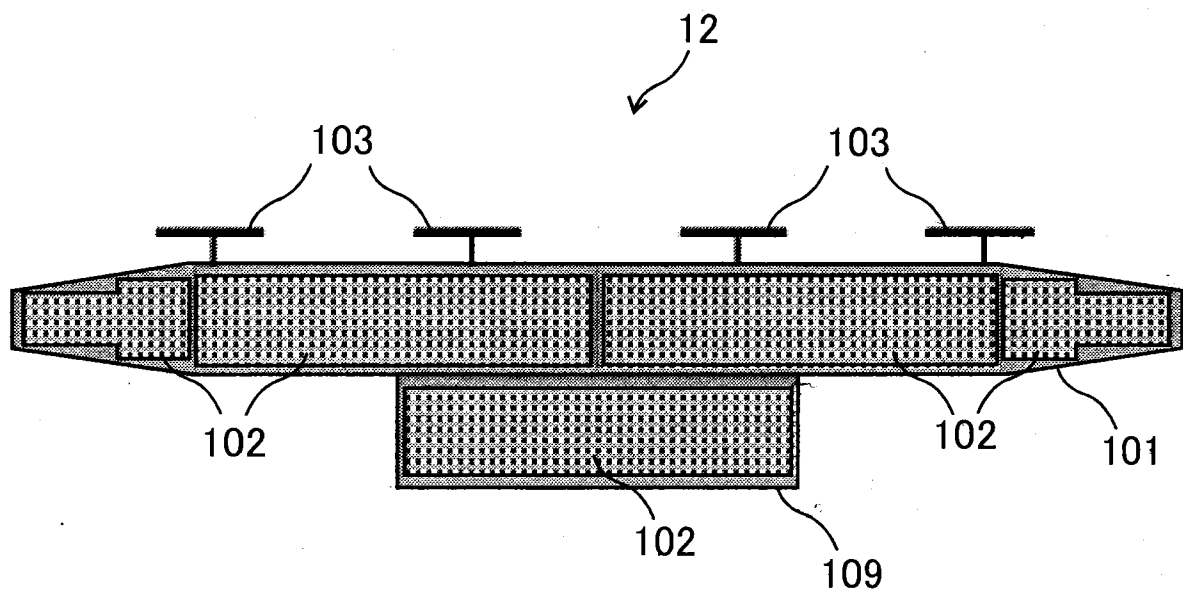


FIG. 9A

[図9B]

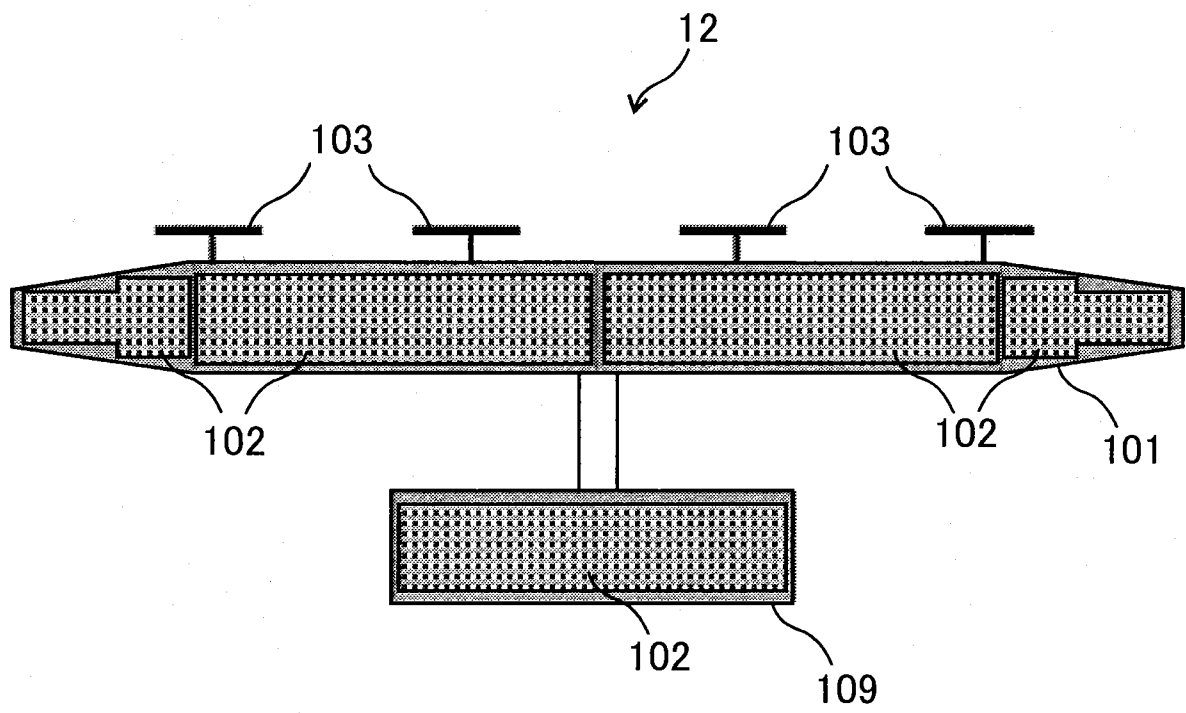


FIG. 9B

[図10A]

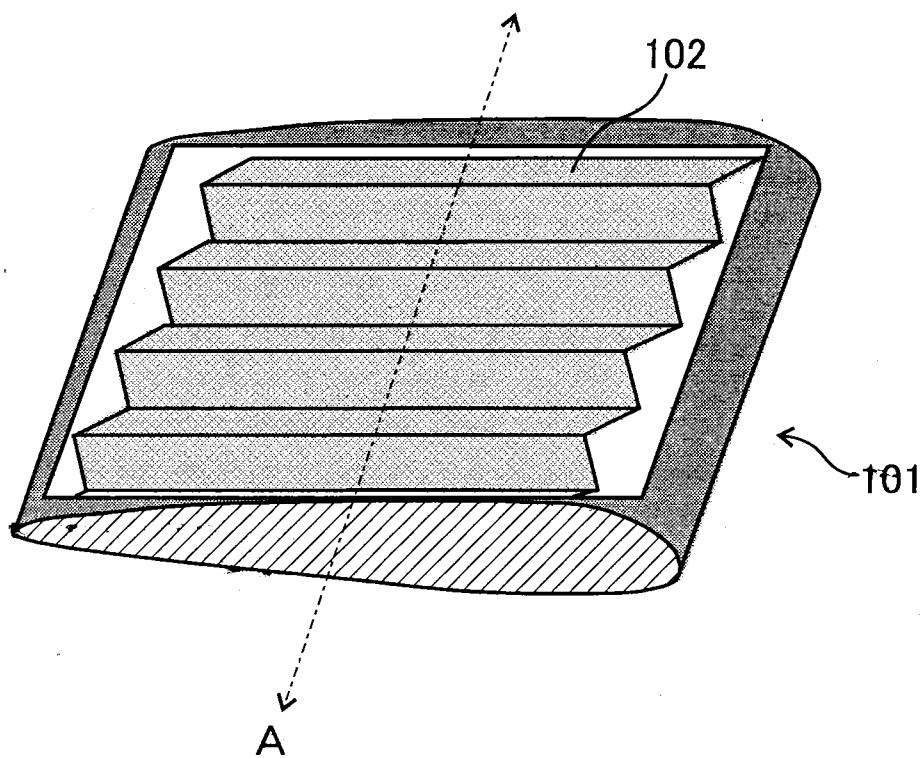


FIG. 10A

[図10B]

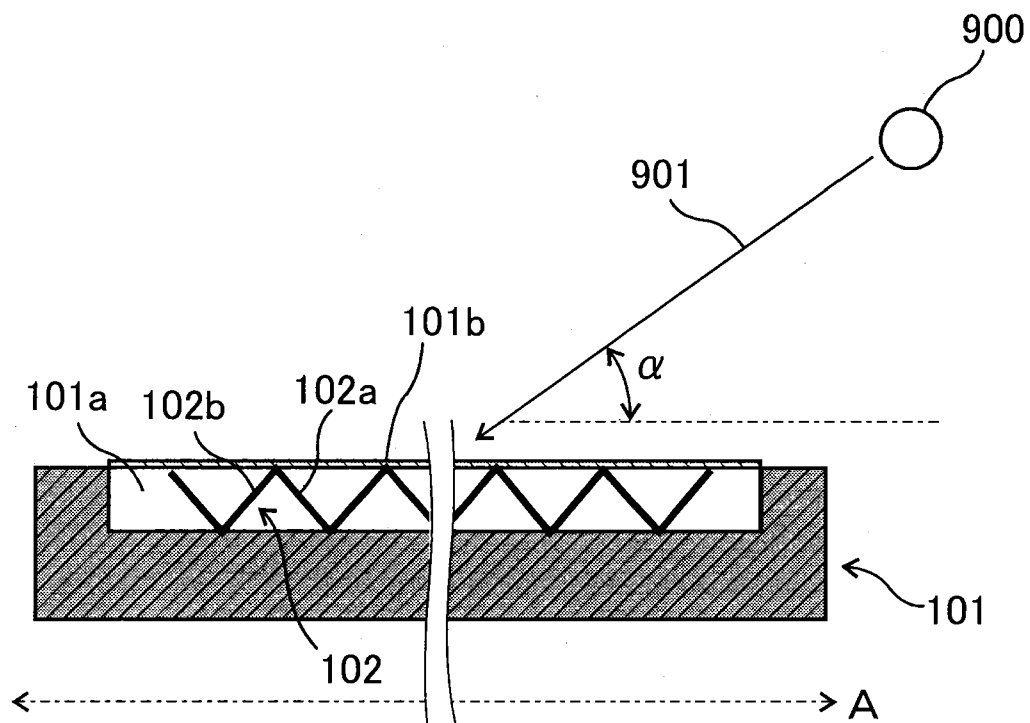


FIG. 10B

[図10C]

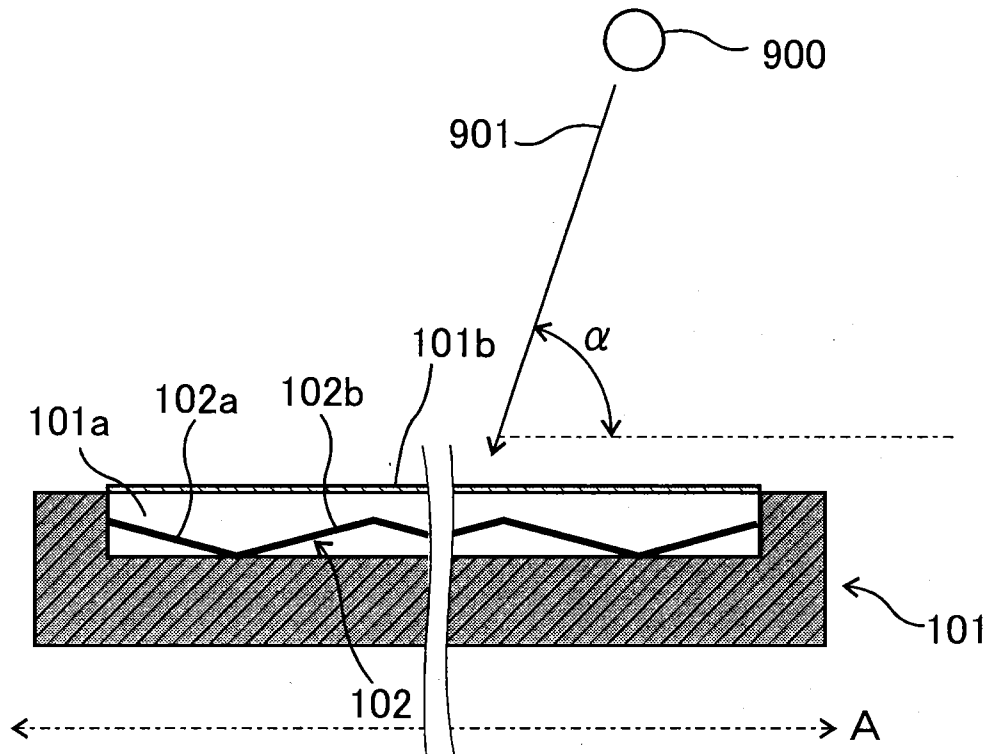


FIG. 10C

[図11A]

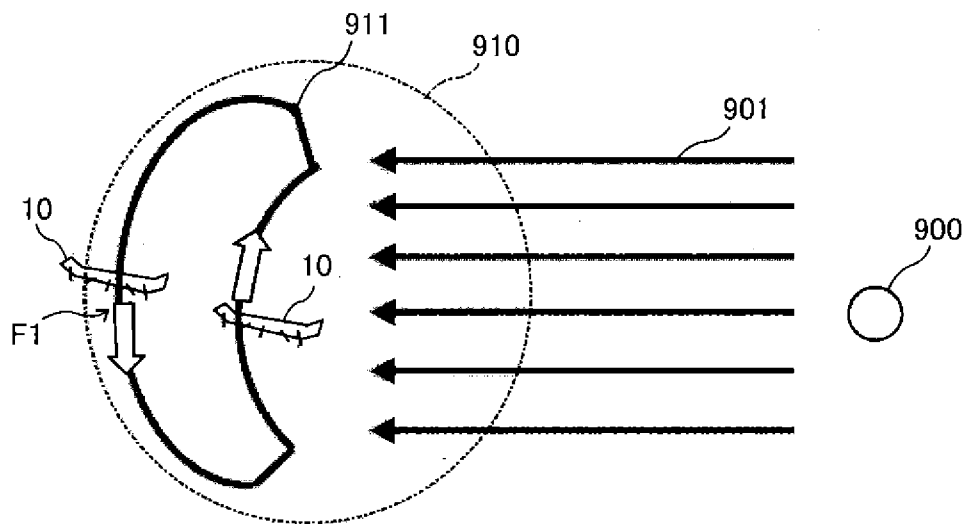


FIG. 11A

[図11B]

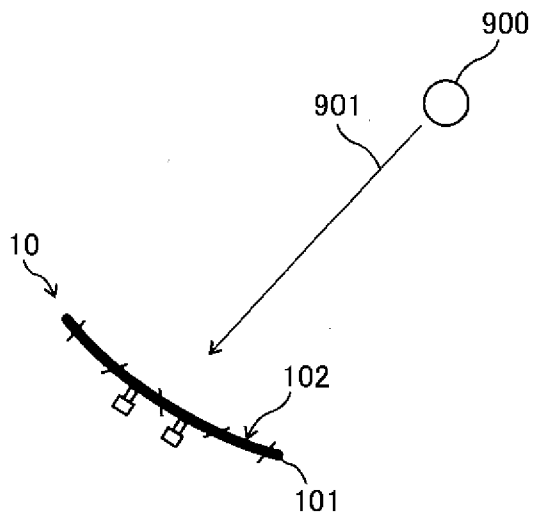


FIG. 11B

[図12A]

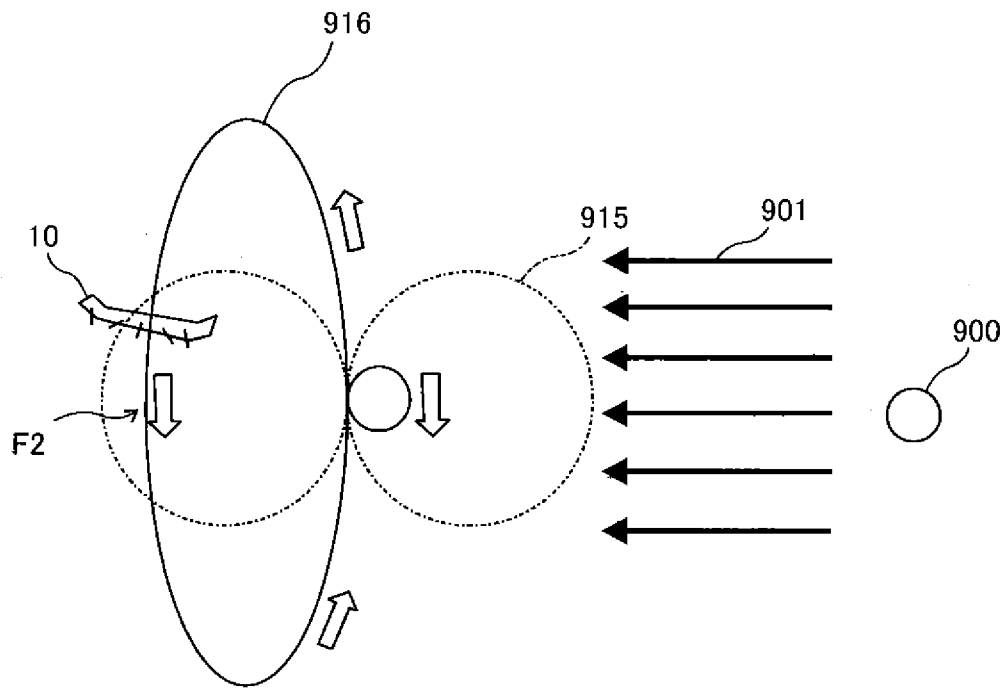


FIG. 12A

[図12B]

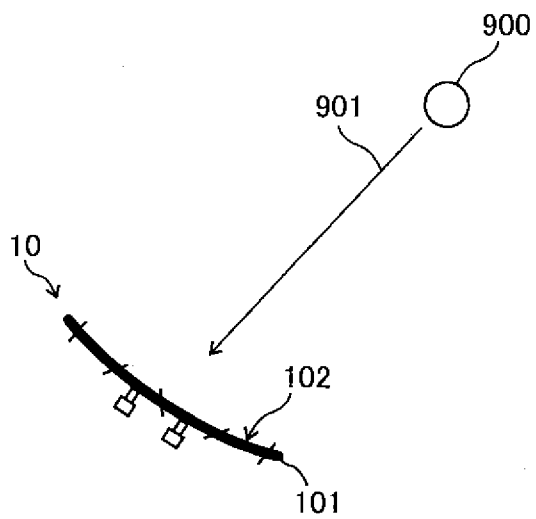


FIG. 12B

[図13A]

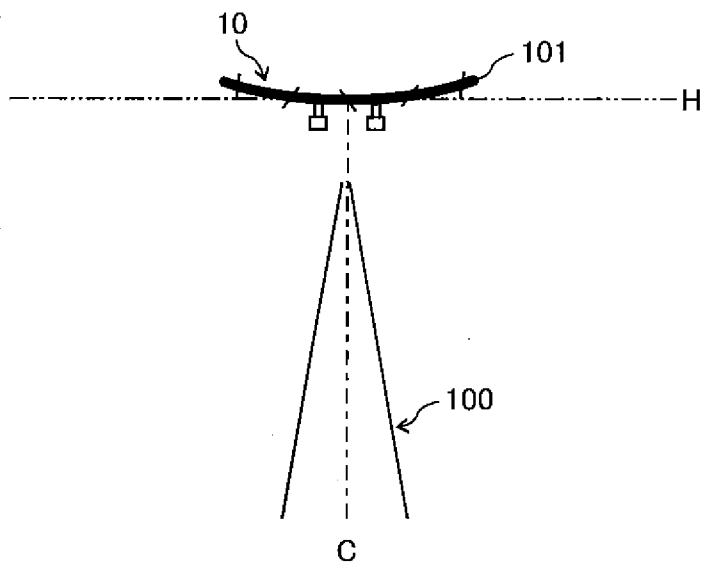


FIG. 13A

[図13B]

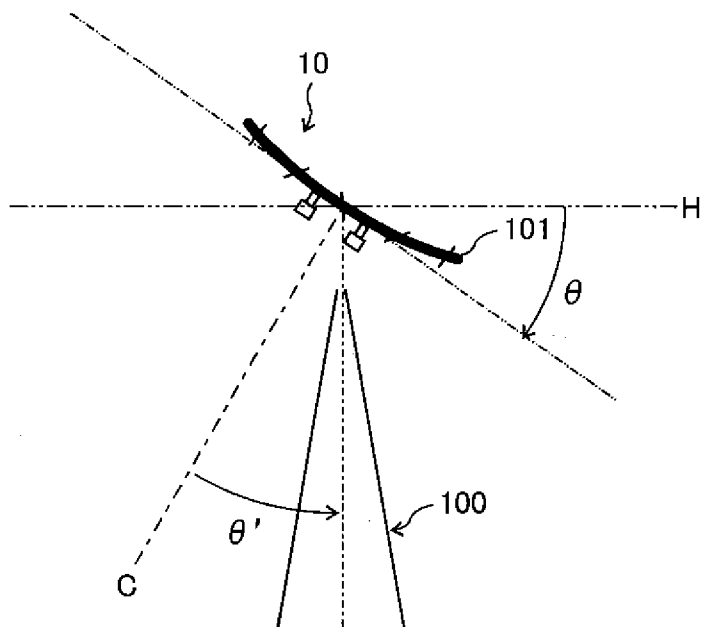


FIG. 13B

[図14]

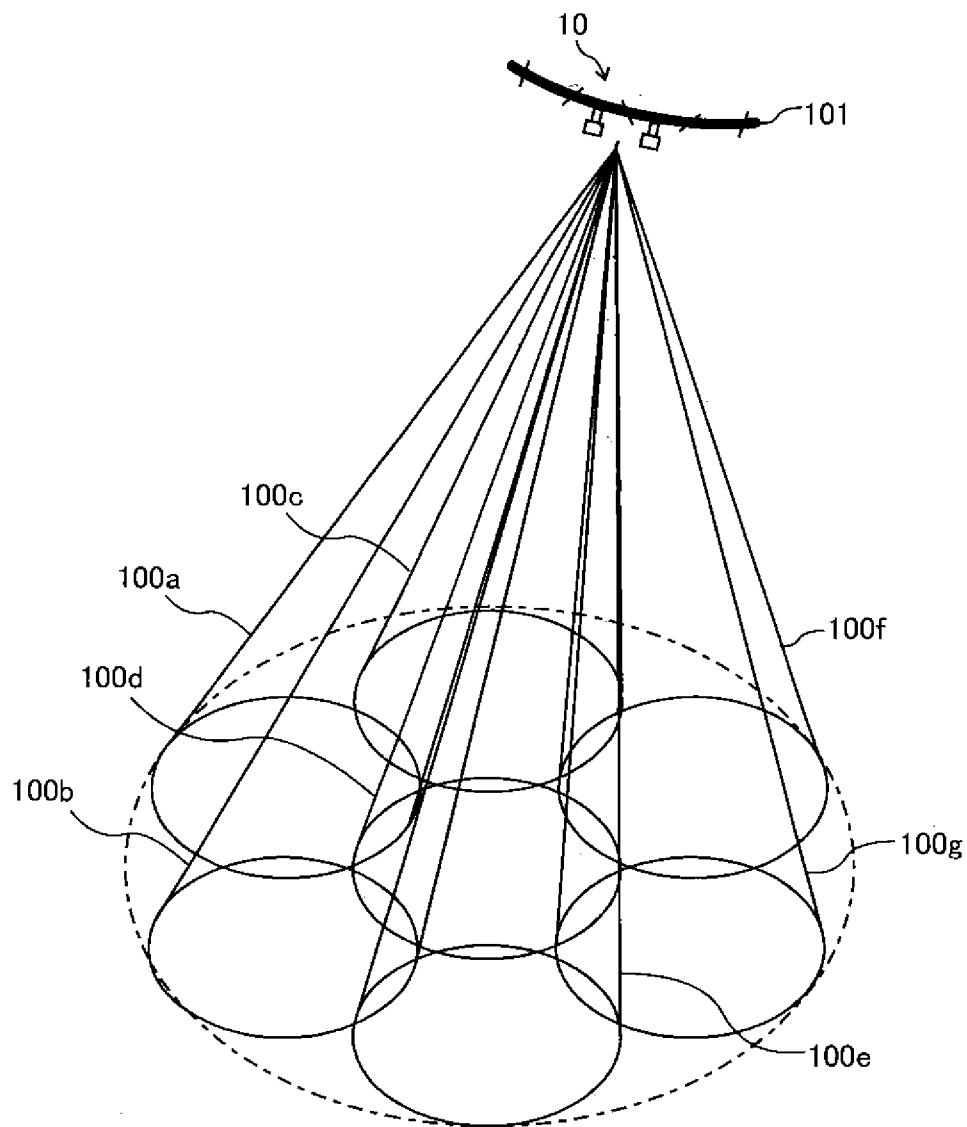


FIG. 14

[図15A]

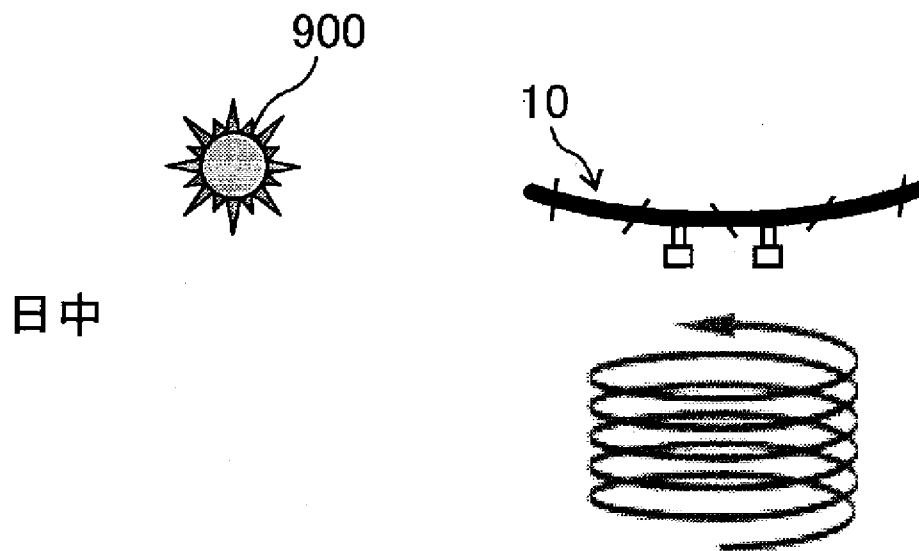


FIG. 15A

[図15B]

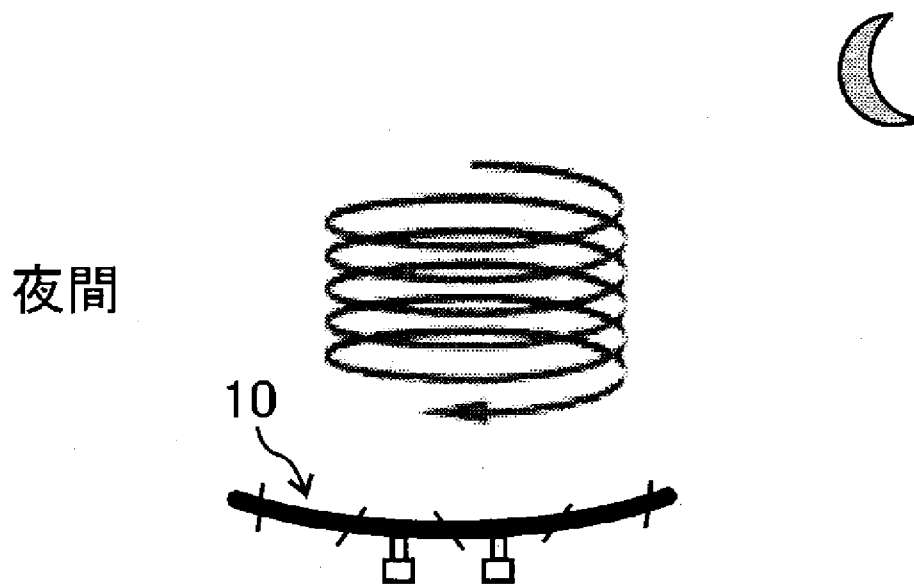


FIG. 15B

[図16A]

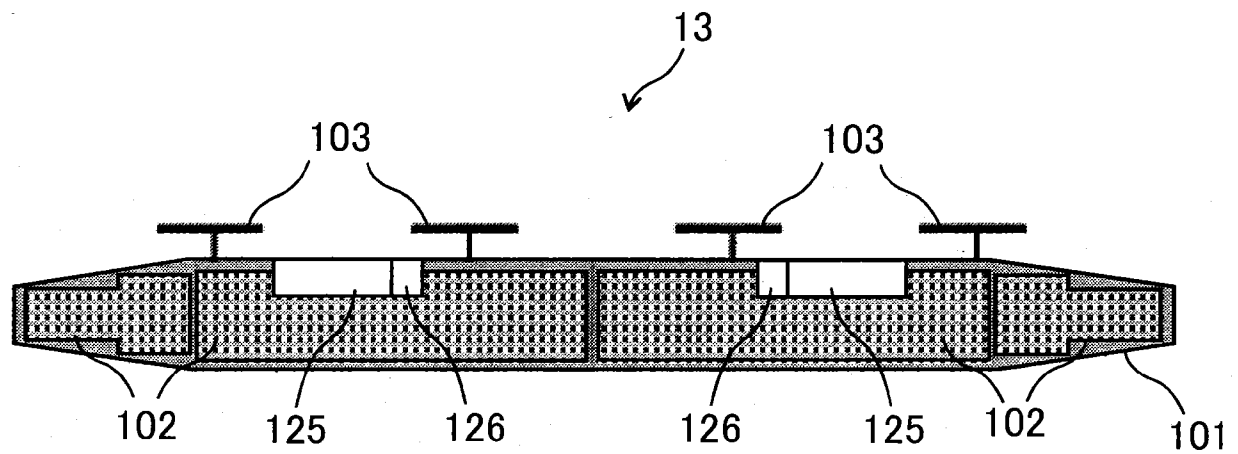


FIG. 16A

[図16B]

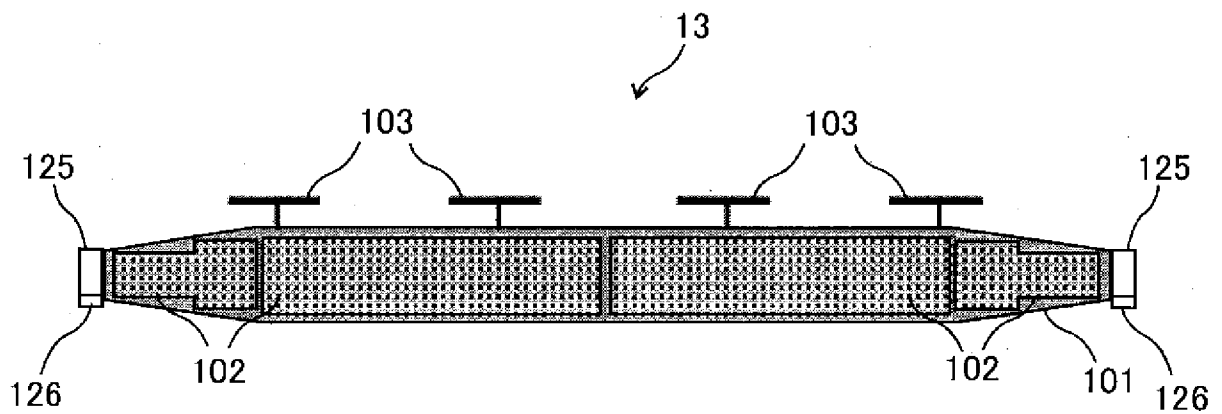


FIG. 16B

[図17]

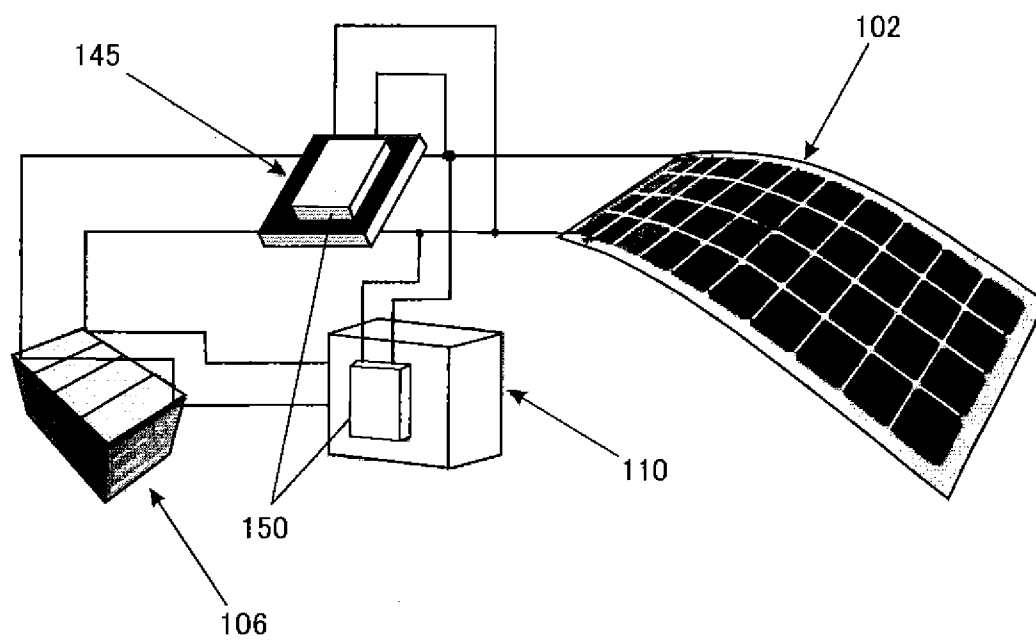


FIG. 17

[図18]

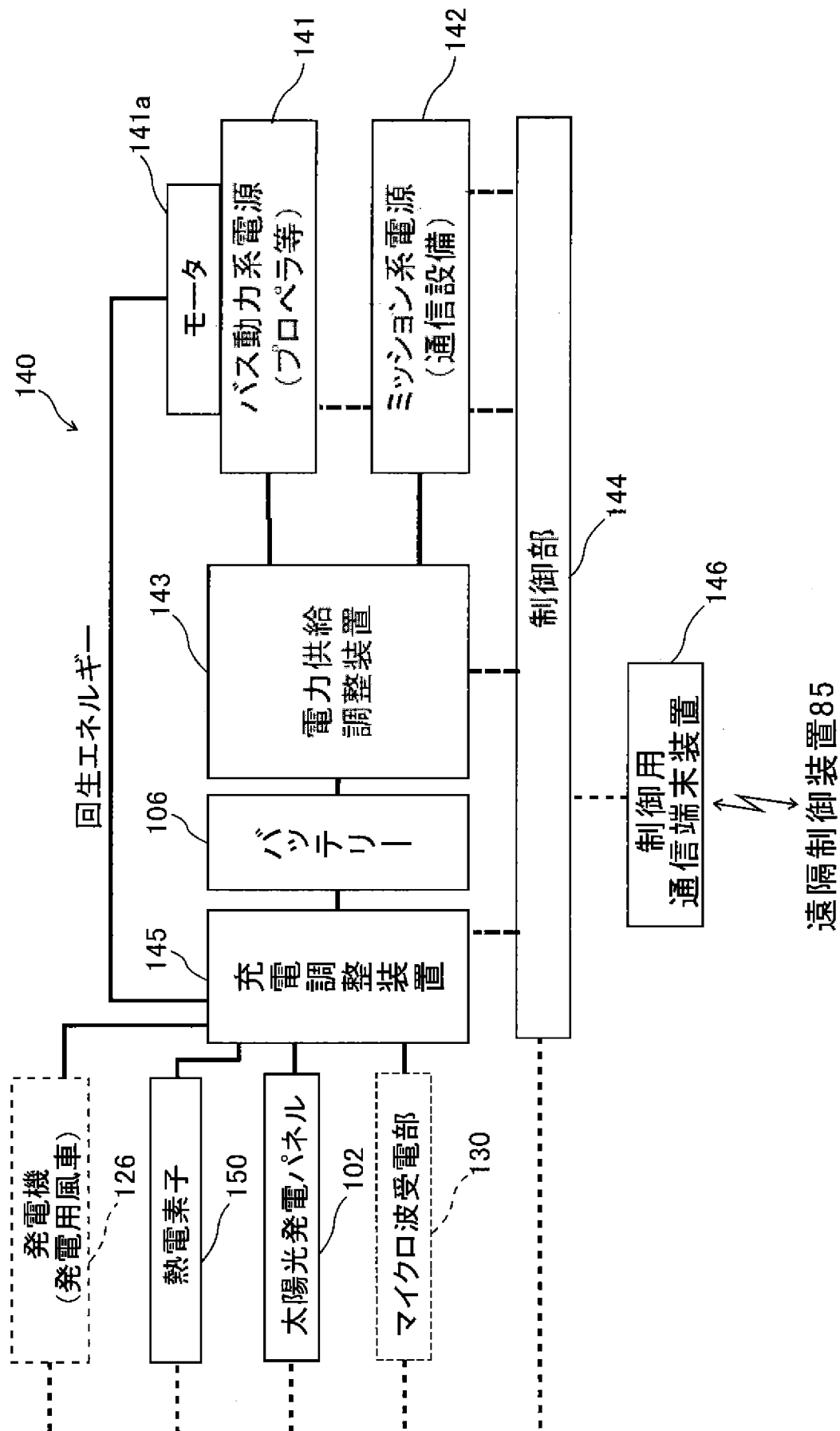


FIG. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04B7/185 (2006.01) i, B64B1/14 (2006.01) i, B64C39/02 (2006.01) i, B64D27/24 (2006.01) i, B64D47/00 (2006.01) i, H04W16/26 (2009.01) 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)

Int.Cl. H04B7/185, B64B1/14, B64C39/02, B64D27/24, B64D47/00, H04W16/26

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 A	US 2016/0050011 A1 (SUNLIGHT PHOTONICS INC.) 18 February 2016, paragraphs [0068]-[0070], [0073], [0078], [0079], [0094], [0098], [0099], [0118], [0122], [0129], fig. 1, 5, 14, 17, 18 & WO 2016/028767 A1	1, 5-6, 12-15 2-4, 7-8 9-11, 16-17
Y	US 2014/0224298 A1 (GRIMSLEY, J. L.) 14 August 2014, paragraphs [0009], [0051], fig. 8 & US 2018/0013378 A1	2-4



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
08.06.2018

Date of mailing of the international search report
19.06.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010666

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-82018 A (NATIONAL AEROSPACE LABORATORY OF JAPAN) 31 March 2005, paragraphs [0001], [0025]-[0028], fig. 6 (Family: none)	7-8 9, 16-17
A	US 2004/0092258 A1 (HIBBS, B. D.) 13 May 2004, entire text, all drawings & WO 2004/004157 A2	1-17
A	JP 6-329092 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 29 November 1994, paragraph [0002], fig. 7 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04B7/185(2006.01)i, B64B1/14(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i, B64D27/24(2006.01)i, B64D47/00(2006.01)i, H04W16/26(2009.01)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. H04B7/185, B64B1/14, B64C39/02, B64D27/24, B64D47/00, H04W16/26

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	US 2016/0050011 A1 (SUNLIGHT PHOTONICS INC.) 2016.02.18, 段落[0068]-[0070], [0073], [0078]-[0079], [0094],	1, 5-6, 12-15
Y	[0098]-[0099], [0118], [0122], [0129], 図 1, 5, 14, 17-18	2-4, 7-8
A	& WO 2016/028767 A1	9-11, 16-17
Y	US 2014/0224298 A1 (GRIMSLEY, James L.) 2014.08.14, 段落[0009], [0051], 図 8 & US 2018/0013378 A1	2-4

☑ 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

08.06.2018

国際調査報告の発送日

19.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

後澤 瑞征

5 K

4540

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

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 A	JP 2005-82018 A (独立行政法人航空宇宙技術研究所) 2005.03.31, 段落[0001], [0025]-[0028], 図 6 (ファミリーなし)	7-8 9, 16-17
A	US 2004/0092258 A1 (HIBBS, Bart D.) 2004.05.13, 全文, 全図 & WO 2004/004157 A2	1-17
A	JP 6-329092 A (三菱重工業株式会社) 1994.11.29, 段落[0002], 図 7 (ファミリーなし)	1-17