

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7534415号  
(P7534415)

(45)発行日 令和6年8月14日(2024.8.14)

(24)登録日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 Q	13/08 (2006.01)	H 0 1 Q	13/08
G 0 7 F	17/10 (2006.01)	G 0 7 F	17/10
H 0 1 Q	1/36 (2006.01)	H 0 1 Q	1/36

請求項の数 13 (全35頁)

(21)出願番号	特願2022-540147(P2022-540147)	(73)特許権者	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(86)(22)出願日	令和3年7月13日(2021.7.13)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/026346	(72)発明者	平松 信樹 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/024750	(72)発明者	猫塚 光 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内
(87)国際公開日	令和4年2月3日(2022.2.3)	(72)発明者	松井 元 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内
審査請求日	令和5年1月11日(2023.1.11)	(72)発明者	立畠 健治
(31)優先権主張番号	特願2020-126196(P2020-126196)		
(32)優先日	令和2年7月27日(2020.7.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンテナ、無線通信モジュール、荷物受取装置及び荷物受取システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 周波数帯となる電磁波に対して人工磁気壁特性を示す第 1 のモードとなり、前記第 1 周波数帯よりも高い第 2 周波数帯となる前記電磁波に対して共振器として働く第 2 のモードとなって電磁波を放射するように構成されるアンテナ本体と、

前記アンテナ本体を支持し、載置面に対して直にまたは載置部材を介して載置されるように構成される筐体と、  
を備え、

前記アンテナ本体は、前記第 1 のモードでの電流方向が前記載置面に対して平行になるように、前記筐体に支持されており、

前記筐体は、導体である、  
アンテナ。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のアンテナにおいて、  
前記アンテナ本体は、前記第 1 のモードで電磁波を放射する際に励起される前記電流方向が前記載置面に沿うように、前記筐体に支持されている、アンテナ。

## 【請求項 3】

第 1 導体と、  
前記第 1 導体と第 1 方向において対向する第 2 導体と、  
前記第 1 導体および前記第 2 導体の間に位置し、前記第 1 方向に沿って広がる複数の第

### 3 導体と、

前記第 1 導体および前記第 2 導体に接続され、前記第 1 方向に沿って広がる第 4 導体と、  
前記第 3 導体に電磁氣的に接続される給電線と、を有したアンテナ本体と、  
前記アンテナ本体を支持し、載置面に対して載置されるように構成される筐体と、  
を備え、

前記アンテナ本体は、前記第 1 方向が前記載置面に対して平行になるように、前記筐体  
に支持されており、

前記筐体は、導体である、  
アンテナ。

#### 【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のアンテナにおいて、

前記筐体は、前記アンテナ本体が設置される底板と、前記底板から立設すると共に前記  
アンテナ本体の周囲に距離を空けて設けられる側壁と、を有し、電磁波が出入する面が開  
口となる金属製の収容ケースを備える、アンテナ。

#### 【請求項 5】

請求項 4 に記載のアンテナにおいて、

前記アンテナ本体と前記側壁との間の前記距離は、前記電磁波の波長を とすると、  
/ 8 以上である、アンテナ。

#### 【請求項 6】

請求項 5 に記載のアンテナにおいて、

前記アンテナ本体と前記側壁との間の前記距離は、 / 4 である、アンテナ。

#### 【請求項 7】

請求項 4 から 6 のいずれか 1 項に記載のアンテナにおいて、

前記収容ケースの前記開口を閉塞する樹脂製のカバーを、さらに備える、アンテナ。

#### 【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のアンテナと、

収容ケースの内部に収容され、前記アンテナ本体と電氣的に接続される R F モジュール  
と、を備える、無線通信モジュール。

#### 【請求項 9】

請求項 8 に記載の無線通信モジュールと、

前記無線通信モジュールが設けられると共に、荷物を収容する荷物受取ボックスと、  
前記無線通信モジュールと電氣的に接続され、前記荷物受取ボックスに収容される前記  
荷物を管理する制御部と、を備え、

前記筐体は、前記荷物受取ボックスである、荷物受取装置。

#### 【請求項 10】

請求項 9 に記載の荷物受取装置において、

前記無線通信モジュールは、前記アンテナの開口側の面が、前記荷物受取ボックスの正  
面となるように設けられる、荷物受取装置。

#### 【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の荷物受取装置と、

前記荷物受取装置が無線を介して送信する荷物情報を受信する通信装置と、を含む、荷  
物受取システム。

#### 【請求項 12】

請求項 11 に記載の荷物受取システムにおいて、

前記通信装置は、無線通信装置である、荷物受取システム。

#### 【請求項 13】

請求項 11 に記載の荷物受取システムにおいて、

前記通信装置から送信される情報を受信する無線通信装置を含む、荷物受取システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 1 】

本開示は、アンテナ、無線通信モジュール、荷物受取装置及び荷物受取システムに関する。

## 【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

アンテナとして、例えば、ダイポールアンテナが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 のダイポールアンテナは、磁性体の内部に、平行に配置された放射素子と反射素子とを有している。放射素子と反射素子とは、両端を折り曲げたダイポールエレメントからなる折返しダイポール構造となっている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 1 2 - 1 0 5 1 8 9 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 4 】

ダイポールアンテナは、金属上に設置すると、入力インピーダンスが低下したり、周波数帯域が狭帯域化したりすることで、アンテナ特性が低下する場合がある。

## 【 0 0 0 5 】

本開示は、アンテナ特性の低下を抑制して載置することができるアンテナ、無線通信モジュール、荷物受取装置及び荷物受取システムを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

態様の 1 つに係るアンテナは、第 1 周波数帯となる電磁波に対して人工磁気壁特性を示す第 1 のモードとなり、前記第 1 周波数帯よりも高い第 2 周波数帯となる前記電磁波に対して共振器として働く第 2 のモードとなって電磁波を放射するように構成されるアンテナ本体と、前記アンテナ本体を支持し、載置面に対して直にまたは載置部材を介して載置されるように構成される筐体と、を備える。前記アンテナ本体は、前記第 1 のモードでの電流方向が前記載置面に対して平行になるように、前記筐体に支持されている。

## 【 0 0 0 7 】

態様の 1 つに係るアンテナは、第 1 導体と、前記第 1 導体と第 1 方向において対向する第 2 導体と、前記第 1 導体および前記第 2 導体の間に位置し、前記第 1 方向に沿って広がる複数の第 3 導体と、前記第 1 導体および前記第 2 導体に接続され、前記第 1 方向に沿って広がる第 4 導体と、前記第 3 導体に電磁氣的に接続される給電線と、を有したアンテナ本体と、前記アンテナ本体を支持し、載置面に対して載置されるように構成される筐体と、を備え、前記アンテナ本体は、前記第 1 方向が前記載置面に対して平行になるように、前記筐体に支持されている。

## 【 0 0 0 8 】

態様の 1 つに係る無線通信モジュールは、上記のアンテナと、前記收容ケースの内部に收容され、前記アンテナ本体と電氣的に接続される R F モジュールと、を備える。

## 【 0 0 0 9 】

態様の 1 つに係る荷物受取装置は、上記の無線通信モジュールと、前記無線通信モジュールが設けられると共に、荷物を收容する荷物受取ボックスと、前記無線通信モジュールと電氣的に接続され、前記荷物受取ボックスに收容される前記荷物を管理する制御部と、を備え、前記筐体は、前記荷物受取ボックスである。

## 【 0 0 1 0 】

態様の 1 つに係る荷物受取システムは、上記の荷物受取装置と、前記荷物受取装置が無線を介して送信する荷物情報を受信する通信装置と、を含む。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

- 【図 1】図 1 は、実施形態に係る荷物受取装置の斜視図である。
- 【図 2】図 2 は、荷物受取装置の一部を示す正面図である。
- 【図 3】図 3 は、実施形態に係るアンテナの斜視図である。
- 【図 4】図 4 は、実施形態に係るアンテナを分解した斜視図である。
- 【図 5】図 5 は、実施形態に係るアンテナ本体の斜視図である。
- 【図 6】図 6 は、図 5 に示すアンテナ本体の一部を分解した斜視図である。
- 【図 7】図 7 は、図 5 に示すアンテナ本体の A - A 線に沿った断面図である。
- 【図 8】図 8 は、第 1 周波数帯の電磁波が放射される際の電流及び電界を模式的に示す平面図である。
- 【図 9】図 9 は、図 8 に示す状態の断面図である。 10
- 【図 10】図 10 は、第 2 周波数帯の電磁波が放射される際の電流及び電界を模式的に示す平面図である。
- 【図 11】図 11 は、図 10 に示す状態の断面図である。
- 【図 12】図 12 は、第 3 周波数帯の電磁波が放射される際の電流及び電界を模式的に示す平面図である。
- 【図 13】図 13 は、図 12 に示す状態の断面図である。
- 【図 14】図 14 は、アンテナの入力インピーダンスを示す図である。
- 【図 15】図 15 は、アンテナの周波数に対する反射特性の一例を示すグラフである。
- 【図 16】図 16 は、アンテナの周波数に対する反射特性の一例を示すグラフである。
- 【図 17】図 17 は、実施形態に係る荷物受取装置を備える荷物受取システムを示す図である。 20
- 【図 18 A】図 18 A は、実施形態に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す正面図である。
- 【図 18 B】図 18 B は、実施形態に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す上面図である。
- 【図 18 C】図 18 C は、実施形態に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す側面図である。
- 【図 19】図 19 は、実施形態に係るアンテナと載置面との関係の一例を示す模式図である。
- 【図 20】図 20 は、図 19 に示すアンテナの放射面における放射パターンの一例を示す図である。 30
- 【図 21 A】図 21 A は、参考例 ( 1 ) に係る荷物受取装置の一例を示す正面図である。
- 【図 21 B】図 21 B は、参考例 ( 1 ) に係る荷物受取装置の一例を示す上面図である。
- 【図 21 C】図 21 C は、参考例 ( 1 ) に係る荷物受取装置の一例を示す側面図である。
- 【図 22】図 22 は、図 21 に示す参考例 ( 1 ) に係るダイポールアンテナの放射パターンの一例を示す図である。
- 【図 23 A】図 23 A は、参考例 ( 2 ) に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す正面図である。
- 【図 23 B】図 23 B は、参考例 ( 2 ) に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す上面図である。 40
- 【図 23 C】図 23 C は、参考例 ( 2 ) に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す側面図である。
- 【図 24】図 24 は、図 23 に示す参考例 ( 2 ) のアンテナの放射面における放射パターンの一例を示す図である。
- 【図 25 A】図 25 A は、参考例 ( 3 ) に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す正面図である。
- 【図 25 B】図 25 B は、参考例 ( 3 ) に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す上面図である。
- 【図 25 C】図 25 C は、参考例 ( 3 ) に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の一例を示す側面図である。 50

【図 26】図 26 は、図 25 に示す参考例 (3) のアンテナの放射パターンの一例を示す図である。

【図 27】図 27 は、実施形態に係る荷物受取装置の載置の他の一例を示す正面図である。

【図 28】図 28 は、実施形態に係る荷物受取装置の載置の他の一例を示す正面図である。

【図 29】図 29 は、実施形態に係るアンテナ本体の他の一例を示す図である。

【図 30A】図 30A は、図 29 に示した L V I a - L V I a 線に沿った断面図である。

【図 30B】図 30B は、図 29 に示した L V I b - L V I b 線に沿った断面図である。

【図 31】図 31 は、実施形態に係る荷物受取装置におけるアンテナの配置の他の一例を示す正面図である。

【図 32】図 32 は、図 29 に示したアンテナ本体の他の一例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

本開示に係る実施形態を、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の説明において、同様の構成要素について同一の符号を付すことがある。さらに、重複する説明は省略することがある。また、本開示に係る実施形態を説明する上で密接に関連しない事項は、説明及び図示を省略することがある。なお、以下の実施形態により本開示が限定されるものではない。また、以下の実施形態には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。

【0013】

(実施形態)

20

図 1 は、実施形態に係る荷物受取装置の斜視図である。図 2 は、荷物受取装置の一部を示す正面図である。荷物受取装置 100 は、配送業者によって運ばれてきた荷物を受け入れて保管すると共に、受取人に対して保管していた荷物を受け渡すシステムとなっている。荷物としては、例えば、郵便物、宅配物等を含む。荷物受取装置 100 は、例えば、保管管理機能を有する宅配ボックスである。

【0014】

図 1 及び図 2 に示すように、荷物受取装置 100 は、荷物受取ボックス 110 と、無線通信モジュール 120 と、表示部 125 と、制御部 130 と、を備える。荷物受取ボックス 110 は、外形が方形となるように、導体等によって形成されている。荷物受取ボックス 110 は、荷物を保管する複数の保管庫を有する。荷物受取ボックス 110 の各保管庫には、荷物を預け入れるために配送業者が正面側からアクセスする。また、荷物受取ボックス 110 の各保管庫には、荷物を取り出すために受取人が例えば正面側からアクセスする。無線通信モジュール 120 は、外部と無線で双方向に通信可能なモジュールとなっている。表示部 125 は、荷物受取ボックス 110 の正面側に設けられている。表示部 125 は、例えば、液晶ディスプレイ等の表示デバイスである。

30

【0015】

制御部 130 は、荷物受取装置 100 の動作を統括的に制御して各種の機能を実現する。制御部 130 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等の集積回路を含んでいる。制御部 130 は、無線通信モジュール 120 に電氣的に接続されている。制御部 130 は、無線通信モジュール 120 を介して外部と無線通信する。具体的に、制御部 130 は、荷物受取ボックス 110 に保管されている荷物を管理するために制御する。制御部 130 は、無線通信モジュール 120 を介して外部と通信して、荷物を管理するための情報を授受する。制御部 130 は、荷物を管理するための情報を提供する画面を表示するために表示部 125 を制御する。

40

【0016】

次に、図 1 から図 4 を参照して、無線通信モジュール 120 について説明する。図 3 は、実施形態に係るアンテナの斜視図である。図 4 は、実施形態に係るアンテナを分解した斜視図である。無線通信モジュール 120 は、荷物受取ボックス 110 の正面に設けられている。無線通信モジュール 120 は、アンテナ 1 と、RF モジュール 12 と、を備える。また、アンテナ 1 は、アンテナ本体 10 と、収容ケース 13 と、カバー 14 とを備える

50

。RFモジュール12は、収容ケース13内に収容され、アンテナ本体10に電氣的に接続されている。

【0017】

図5から図13を参照して、アンテナ本体10について説明する。図5は、実施形態に係るアンテナ本体の斜視図である。図6は、図5に示すアンテナ本体の一部を分解した斜視図である。図7は、図5に示すアンテナ本体のA-A線に沿った断面図である。

【0018】

以下の説明では、XYZ座標系が採用される。以下、X軸正方向とX軸負方向とを特に区別しない場合、X軸正方向とX軸負方向は、まとめて「X方向」と記載される。Y軸正方向とY軸負方向とを特に区別しない場合、Y軸正方向とY軸負方向は、まとめて「Y方向」と記載される。Z軸正方向とZ軸負方向とを特に区別しない場合、Z軸正方向とZ軸負方向は、まとめて「Z方向」と記載される。

10

【0019】

図5及び図6に示すように、アンテナ本体10は、基体20と、第1接続導体群30と、第2接続導体群32と、第3接続導体群34と、第1導体40と、第2導体50と、給電線60とを含む。第1接続導体群30、第2接続導体群32、第3接続導体群34、第1導体40、第2導体50及び給電線60は、同じ導電性材料を含んでよいし、異なる導電性材料を含んでよい。

【0020】

本開示において「導電性材料」は、金属材料、金属材料の合金、金属ペーストの硬化物、及び、導電性高分子の何れかを組成として含み得る。金属材料は、銅、銀、パラジウム、金、白金、アルミニウム、クロム、ニッケル、カドミウム鉛、セレン、マンガン、錫、バナジウム、リチウム、コバルト、及び、チタン等を含む。合金は、複数の金属材料を含む。金属ペースト剤は、金属材料の粉末を有機溶剤、及び、バインダとともに混練したものを含む。バインダは、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、及び、ポリエーテルイミド樹脂を含む。導電性ポリマーは、ポリチオフェン系ポリマー、ポリアセチレン系ポリマー、ポリアニリン系ポリマー、及び、ポリピロール系ポリマー等を含む。

20

【0021】

アンテナ本体10は、外部から第1導体40が位置する面へ入射する所定周波数の電磁波に対して、人工磁気壁特性(Artificial Magnetic Conductor Character)を示し得る。

30

【0022】

本開示において「人工磁気壁特性」は、1つの共振周波数における入射波と反射波との位相差が0度となる面の特性を意味する。アンテナ本体10は、少なくとも1つの共振周波数のうちの少なくとも1つの近傍を動作周波数とし得る。人工磁気壁特性を有する面では、動作周波数帯において、入射波と反射波の位相差が-90度から+90度までの範囲より小さくなる。

【0023】

基体20は、第1導体40を支持するように構成されている。基体20の外観形状は、第1導体40の形状に応じた、略直方体状であってよい。基体20は、誘電体材料を含み得る。基体20の比誘電率は、アンテナ本体10の所望の共振周波数に応じて適宜調整されてよい。

40

【0024】

本開示において「誘電体材料」は、セラミック材料及び樹脂材料の何れかを組成として含み得る。セラミック材料は、酸化アルミニウム質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、ガラスセラミック焼結体、ガラス母材中に結晶成分を析出させた結晶化ガラス、及び、雲母若しくはチタン酸アルミニウム等の微結晶焼結体を含む。樹脂材料は、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、及び、液晶ポリマー等の未硬化物を硬化させたものを含む。

50

## 【 0 0 2 5 】

図 7 に示すように、基体 2 0 は、上部 2 1 と、側壁部 2 2 と、2 個の柱部 2 3 とを有する。ただし、基体 2 0 は、アンテナ本体 1 0 の大きさ等に応じて、1 個又は 3 個以上の柱部 2 3 を有してよい。基体 2 0 は、アンテナ本体 1 0 の大きさ等に応じて、柱部 2 3 を有さなくてよい。

## 【 0 0 2 6 】

上部 2 1 は、X Y 平面に沿って広がる。上部 2 1 は、第 1 導体 4 0 の形状に応じた、略長形状であってよい。ただし、上部 2 1 は、第 1 導体 4 0 の形状に応じた形状であれば、任意の形状であってよい。上部 2 1 は、X Y 平面に略平行な 2 つの面を含む。上部 2 1 に含まれる当該 2 つの面のうち、一方は、基体 2 0 の外側を向く。他方は、基体 2 0 の内側を向く。

10

## 【 0 0 2 7 】

側壁部 2 2 は、略長形状の上部 2 1 の外周部を囲む。側壁部 2 2 は、上部 2 1 の外周部に接続されている。側壁部 2 2 は、Z 方向に沿って、上部 2 1 の外周部から第 2 導体 5 0 に向けて延在する。上部 2 1 と側壁部 2 2 とによって囲まれる領域は、空洞である。ただし、上部 2 1 と側壁部 2 2 とによって囲まれる領域の少なくとも一部は、誘電体材料等で充填されていてよい。

## 【 0 0 2 8 】

柱部 2 3 は、上部 2 1 と側壁部 2 2 とによって囲まれる領域の中に位置する。柱部 2 3 は、第 1 導体 4 0 と第 2 導体 5 0 との間に位置する。柱部 2 3 は、第 1 導体 4 0 と第 2 導体 5 0 との間の間隔を保持するように構成されている。2 個の柱部 2 3 の各々は、互いに異なる位置で、第 1 導体 4 0 と第 2 導体 5 0 との間の間隔を保持するように構成されていてよい。Z 方向から見た柱部 2 3 の形状は、クロス状であってよい。

20

## 【 0 0 2 9 】

図 6 に示すように、第 1 接続導体群 3 0 は、複数の第 1 接続導体 3 1 を含む。図 6 に示す構成では、第 1 接続導体群 3 0 は、2 個の第 1 接続導体 3 1 を含む。ただし、第 1 接続導体群 3 0 は、例えば第 1 導体 4 0 の形状等に応じて、任意の数の第 1 接続導体 3 1 を含んでよい。

## 【 0 0 3 0 】

複数の第 1 接続導体 3 1 は、X 方向に並ぶ。第 1 接続導体群 3 0 が 3 個以上の第 1 接続導体 3 1 を含む場合、複数の第 1 接続導体 3 1 が X 方向に並ぶ間隔は、略等間隔であってよい。第 1 接続導体 3 1 は、Z 方向に沿ってよい。第 1 接続導体 3 1 は、柱状の導体であってよい。第 1 接続導体 3 1 は、第 1 接続導体 3 1 の一端が第 1 導体 4 0 に電氣的に接続され、第 1 接続導体 3 1 の他端が第 2 導体 5 0 に電氣的に接続されるように、構成されていてよい。

30

## 【 0 0 3 1 】

第 2 接続導体群 3 2 は、Y 方向において、第 1 接続導体群 3 0 と並ぶ。第 2 接続導体群 3 2 は、複数の第 2 接続導体 3 3 を含む。図 6 に示す構成では、第 2 接続導体群 3 2 は、2 個の第 2 接続導体 3 3 を含む。ただし、第 2 接続導体群 3 2 は、例えば第 1 導体 4 0 の形状等に応じて、任意の数の第 2 接続導体 3 3 を含んでよい。

40

## 【 0 0 3 2 】

複数の第 2 接続導体 3 3 は、X 方向に並ぶ。第 2 接続導体 3 3 が X 方向に並ぶ間隔は、第 1 接続導体 3 1 が X 方向に並ぶ間隔と略等しくてよい。第 2 接続導体 3 3 は、Z 方向に沿ってよい。第 2 接続導体 3 3 は、柱状の導体であってよい。第 2 接続導体 3 3 は、第 2 接続導体 3 3 の一端が第 1 導体 4 0 に電氣的に接続され、第 2 接続導体 3 3 の他端が第 2 導体 5 0 に電氣的に接続されるように、構成されていてよい。

## 【 0 0 3 3 】

第 3 接続導体群 3 4 は、Y 方向において、第 1 接続導体群 3 0 及び第 2 接続導体群 3 2 と並ぶ。第 3 接続導体群 3 4 は、複数の第 3 接続導体 3 5 を含む。図 6 に示す構成では、第 3 接続導体群 3 4 は、2 個の第 3 接続導体 3 5 を含む。ただし、第 3 接続導体群 3 4 は

50

、例えば第1導体40の形状等に応じて、任意の数の第3接続導体35を含んでよい。

【0034】

複数の第3接続導体35は、X方向に並ぶ。第3接続導体35がX方向に並ぶ間隔は、第1接続導体31がX方向に並ぶ間隔、及び、第2接続導体33がX方向に並ぶ間隔の少なくとも何れかと略等しくてよい。第3接続導体35は、Z方向に沿ってよい。第3接続導体35は、柱状の導体であってよい。第3接続導体35は、第3接続導体35の一端が第1導体40に電氣的に接続され、第3接続導体35の他端が第2導体50に電氣的に接続されるように、構成されていてよい。

【0035】

第1導体40は、共振器として機能するように構成されている。第1導体40は、XY平面に沿って広がる。第1導体40は、基体20の上部21に位置する。第1導体40は、上部21に含まれるXY平面に略平行な2つの面のうち、基体20の内側を向く面に位置してよい。第1導体40は、平板状の導体であってよい。第1導体40の形状は、略長方形形状であってよい。略長方形形状の第1導体40の短辺は、X方向に沿う。略長方形形状の第1導体40の長辺は、Y方向に沿う。

10

【0036】

第1導体40は、第3導体41-1と、第3導体41-2と、接続部43a, 43b, 43c, 43d, 43e, 43fとを含む。ただし、第1導体40は、接続部43a, 43b, 43c, 43d, 43e, 43fを含まなくてよい。以下、第3導体41-1と第3導体41-2とを特に区別しない場合、これらは、まとめて「第3導体41」と記載される。第3導体41及び接続部43a~43fは、同じ導電性材料を含んでよいし、異なる導電性材料を含んでよい。

20

【0037】

第3導体41は、略長方形形状であってよい。第3導体41は、4つの角部を含む。第3導体41は、X方向に沿う2つの辺と、Y方向に沿う2つの辺とを含む。第3導体41-1は、隙間42-1を有する。第3導体41-2は、隙間42-2を有する。以下、隙間42-1と隙間42-2とを特に区別しない場合、これらは、まとめて「隙間42」と記載される。隙間42は、第3導体41のY方向に沿う2つの辺のうち、一方の辺の中央部分から他方の辺の中央部分に向けて延在する。隙間42は、X方向に沿っている。X方向に沿う隙間42の中央付近の一部に、柱部23のZ軸正方向側の一部が位置してよい。隙間42の幅は、アンテナ本体10の所望の動作周波数に応じて、適宜調整されてよい。

30

【0038】

第3導体41-1と第3導体41-2とは、Y方向に並ぶ。第3導体41-1のY軸正方向側のX方向に沿う一辺と、第3導体41-2のY軸負方向側のX方向に沿う一辺とは、一体化されている。第3導体41-1の4つの角部のうちのY軸正方向側の2つの角部と、第3導体41-2の4つの角部のうちのY軸負方向側の2つの角部とは、一体化されている。

【0039】

接続部43a, 43bは、各々、第3導体41-1のY軸負方向側の2つの角部に位置する。接続部43a, 43bは、各々、第1接続導体31に電氣的に接続されるように構成されている。接続部43a, 43bの形状は、第1接続導体31に応じた、丸みを帯びた形状であってよい。第1導体40が接続部43a, 43bを含まない場合、第3導体41-1のY軸負方向側の2つの角部は、第1接続導体31に電氣的に直接接続されるように構成されてよい。

40

【0040】

接続部43cは、第1導体40の2つの長辺のうち、X軸正方向側の長辺の中央付近に位置する。接続部43cは、X軸正方向側において、一体化された第3導体41-1のY軸正方向側の角部及び第3導体41-2のY軸負方向側の角部に、位置する。接続部43cは、第2接続導体33に電氣的に接続されるように構成されている。接続部43cの形状は、第2接続導体33に応じた、丸みを帯びた形状であってよい。第1導体40が接

50

続部 4 3 c を含まない場合、一体化された第 3 導体 4 1 - 1 の Y 軸正方向側の角部及び第 3 導体 4 1 - 2 の Y 軸負方向側の角部は、第 2 接続導体 3 3 に電氣的に直接接続されるように構成されていてよい。

【 0 0 4 1 】

接続部 4 3 d は、第 1 導体 4 0 の 2 つの長辺のうちの、X 軸負方向側の長辺の中央付近に位置する。接続部 4 3 d は、X 軸負方向側において、一体化された第 3 導体 4 1 - 1 の Y 軸正方向側の角部及び第 3 導体 4 1 - 2 の Y 軸負方向側の角部に、位置する。接続部 4 3 d は、第 2 接続導体 3 3 に電氣的に接続されるように構成されている。接続部 4 3 d の形状は、第 2 接続導体 3 3 に応じた、丸みを帯びた形状であってよい。第 1 導体 4 0 が接続部 4 3 d を含まない場合、一体化された第 3 導体 4 1 - 1 の Y 軸正方向側の角部及び第 3 導体 4 1 - 2 の Y 軸負方向側の角部は、第 2 接続導体 3 3 に電氣的に直接接続されるように構成されていてよい。

10

【 0 0 4 2 】

接続部 4 3 e , 4 3 f は、各々、第 3 導体 4 1 - 2 の Y 軸正方向側の 2 つの角部に位置する。接続部 4 3 e , 4 3 f は、各々、第 3 接続導体 3 5 に電氣的に接続されるように構成されている。接続部 4 3 e , 4 3 f の形状は、第 3 接続導体 3 5 に応じた、丸みを帯びた形状であってよい。第 1 導体 4 0 が接続部 4 3 e , 4 3 f を含まない場合、第 3 導体 4 1 - 2 の Y 軸正方向側の 2 つの角部は、第 3 接続導体 3 5 に電氣的に直接接続されるように構成されていてよい。

【 0 0 4 3 】

第 1 導体 4 0 は、第 1 接続導体群 3 0 と、第 2 接続導体群 3 2 とを容量的に接続するように構成されている。例えば、第 3 導体 4 1 - 1 は、接続部 4 3 a , 4 3 b によって第 1 接続導体 3 1 に電氣的に接続され、接続部 4 3 c , 4 3 d によって第 2 接続導体 3 3 に電氣的に接続されるように構成されている。第 1 接続導体 3 1 と、第 2 接続導体 3 3 とは、第 3 導体 4 1 - 1 の隙間 4 2 - 1 を介して、容量的に接続され得る。

20

【 0 0 4 4 】

第 1 導体 4 0 は、第 2 接続導体群 3 2 と、第 3 接続導体群 3 4 とを容量的に接続するように構成されている。例えば、第 3 導体 4 1 - 2 は、接続部 4 3 c , 4 3 d によって第 2 接続導体 3 3 に電氣的に接続され、接続部 4 3 e , 4 3 f によって第 3 接続導体 3 5 に電氣的に接続されるように構成されている。第 2 接続導体 3 3 と、第 3 接続導体 3 5 とは、第 3 導体 4 1 - 2 の隙間 4 2 - 2 を介して、容量的に接続され得る。

30

【 0 0 4 5 】

第 1 導体 4 0 は、第 1 接続導体群 3 0 と、第 3 接続導体群 3 4 とを容量的に接続するように構成されている。例えば、第 3 導体 4 1 - 1 は、接続部 4 3 a , 4 3 b によって第 1 接続導体 3 1 に電氣的に接続されている。第 3 導体 4 1 - 2 は、接続部 4 3 e , 4 3 f によって第 3 接続導体 3 5 に電氣的に接続されるように構成されている。第 1 接続導体群 3 0 と、第 3 接続導体群 3 4 とは、第 3 導体 4 1 - 1 の隙間 4 2 - 1 及び第 3 導体 4 1 - 2 の隙間 4 2 - 2 を介して、容量的に接続され得る。

【 0 0 4 6 】

第 2 導体 5 0 は、アンテナ本体 1 0 において基準となる電位を提供するように構成されている。第 2 導体 5 0 は、アンテナ本体 1 0 を備える機器のグラウンドに電氣的に接続されるように構成されていてよい。第 2 導体 5 0 は、図 7 に示すように、基体 2 0 の Z 軸負方向側に位置する。第 2 導体 5 0 の Z 軸負方向側には、アンテナ本体 1 0 を備える機器の多様な部品が位置してよい。アンテナ本体 1 0 は、当該多様な部品が第 2 導体 5 0 の Z 軸負方向側に位置しても、上述の人工磁気壁特性を有することにより、動作周波数での放射効率を維持し得る。

40

【 0 0 4 7 】

第 2 導体 5 0 は、図 6 に示すように、X Y 平面に沿って広がる。第 2 導体 5 0 は、平板状の導体であってよい。第 2 導体 5 0 は、Z 方向において、第 1 導体 4 0 から離れている。第 2 導体 5 0 は、第 1 導体 4 0 に対向してよい。第 2 導体 5 0 は、第 1 導体 4 0 の形状

50

に応じた、略長方形状であってよい。ただし、第2導体50は、第1導体40の形状に応じた、任意の形状であってよい。略長方形状の第2導体50の短辺は、X方向に沿う。略長方形状の第2導体50の長辺は、Y方向に沿う。第2導体50は、給電線60の構造に応じて、開口部50Aを有してよい。

【0048】

第2導体50は、図7に示すように、第4導体51-1と、第4導体51-2を含む。以下、第4導体51-1と第4導体51-2とを特に区別しない場合、これらは、まとめて「第4導体51」と記載される。

【0049】

第4導体51は、略長方形状であってよい。略長方形状の第4導体51は、4つの角部を含む。第4導体51-1は、第3導体41-1に対向する。第4導体51-2は、第3導体41-2に対向する。第4導体51-1のY軸正方向側のX方向に沿う一辺と、第4導体51-2のY軸負方向側のX方向に沿う一辺とは、一体化されている。第4導体51-1の4つの角部のうちのY軸正方向側の2つの角部と、第4導体51-2の4つの角部のうちのY軸負方向側の2つの角部とは、一体化されている。

10

【0050】

第2導体50は、第1接続導体群30に電氣的に接続されるように構成されている。例えば、第4導体51-1の4つの角部のうち、Y軸負方向側の2つの角部は、各々、第1接続導体31に電氣的に接続されるように構成されている。

【0051】

第2導体50は、第2接続導体群32に電氣的に接続されるように構成されている。例えば、X軸正方向側及びX軸負方向側の各々において、一体化された第4導体51-1のY軸正方向側の角部及び第4導体51-2のY軸負方向側の角部は、第2接続導体33が電氣的に接続されるように構成されている。

20

【0052】

第2導体50は、第3接続導体群34に電氣的に接続されるように構成されている。例えば、第4導体51-2の4つの角部のうち、Y軸正方向側の2つの角部は、各々、第3接続導体35が電氣的に接続されるように構成されている。

【0053】

給電線60の一部は、Z方向に沿っている。給電線60は、柱状の導体であってよい。給電線60の一部は、上部21と側壁部22とによって囲まれる領域の中に位置し得る。

30

【0054】

給電線60は、第1導体40に電磁氣的に接続されるように構成されている。本開示において「電磁氣的な接続」は、電氣的な接続又は磁氣的な接続であってよい。例えば、給電線60の一端は、第1導体40に電氣的に接続されるように構成されてよい。給電線60の他端は、図6に示す第2導体50の開口部50Aから、外部に延在してよい。給電線60の他端は、外部の機器等に電氣的に接続されるように構成されてよい。

【0055】

給電線60は、第1導体40に電力を給電するように構成されている。給電線60は、第1導体40からの電力を外部の機器等に給電するように構成されている。

40

【0056】

図8は、第1周波数帯の電磁波が放射される際の電流L1、L2及び電界Eを模式的に示す平面図である。図8には、ある瞬間において、Z軸正方向側から見た電界Eの向きを示す。図8において、実線の電流L1、L2は、ある瞬間において、Z軸正方向側から見た第1導体40を流れる電流の向きを示す。破線の電流L1、L2は、ある瞬間において、Z軸正方向側から見た第2導体50を流れる電流の向きを示す。図9は、図8に示す状態の断面図である。

【0057】

給電線60から第1導体40に電力が適宜給電されることにより、電流L1及び電流L2が励起され得る。アンテナ本体10は、電流L1及び電流L2によって、第1周波数帯

50

の電磁波を放射するように構成されている。第 1 周波数帯は、アンテナ本体 10 の動作周波数帯の 1 つである。

【0058】

電流 L1 は、第 1 ループに沿って流れるループ電流となり得る。第 1 ループは、第 1 接続導体群 30 と、第 2 接続導体群 32 と、第 1 導体 40 と、第 2 導体 50 とを含み得る。例えば、第 1 ループは、第 1 接続導体 31 と、第 2 接続導体 33 と、第 3 導体 41 - 1 と、第 4 導体 51 - 1 とを含み得る。

【0059】

電流 L2 は、第 2 ループに沿って流れるループ電流となり得る。第 2 ループは、第 2 接続導体群 32 と、第 3 接続導体群 34 と、第 1 導体 40 と、第 2 導体 50 とを含み得る。例えば、第 2 ループは、第 2 接続導体 33 と、第 3 接続導体 35 と、第 3 導体 41 - 2 と、第 4 導体 51 - 2 とを含み得る。

10

【0060】

第 1 ループと第 2 ループとにおいて対応する部分を流れる電流 L1 の向きと電流 L2 の向きとは、同じ向きになり得る。例えば、第 1 ループに含まれる第 2 接続導体 33 と、第 2 ループに含まれる第 3 接続導体 35 とは、対応する部分である。ある瞬間では、図 9 に示すように、第 1 ループに含まれる第 2 接続導体 33 を流れる電流 L1 の向きと、第 2 ループに含まれる第 3 接続導体 35 を流れる電流 L2 の向きとは、同じ Z 軸負方向となり得る。また、第 1 ループに含まれる第 1 接続導体 31 と、第 2 ループに含まれる第 2 接続導体 33 とは、対応する部分である。ある瞬間では、第 1 ループに含まれる第 1 接続導体 31 を流れる電流 L1 の向きと、第 2 ループに含まれる第 2 接続導体 33 を流れる電流 L2 の向きは、同じ Z 軸正方向となり得る。

20

【0061】

第 1 ループと第 2 ループとにおいて対応する部分を流れる電流 L1 の向きと電流 L2 の向きとが同じ向きになることにより、第 1 ループの第 2 接続導体 33 を流れる電流 L1 の向きと、第 2 ループの第 2 接続導体 33 を流れる電流 L2 の向きとは、逆向きになり得る。例えば、ある瞬間では、第 1 ループに含まれる第 2 接続導体 33 を流れる電流 L1 の向きが Z 軸負方向となるとき、第 2 ループに含まれる第 2 接続導体 33 を流れる電流 L2 の向きは、Z 軸正方向となり得る。第 2 接続導体 33 を流れる電流 L1 の向きと電流 L2 の向きとが逆向きになることにより、図 8 に示すように、電流 L1 によって生じる第 2 接続導体群 32 付近の電界の向きと、電流 L2 によって生じる第 2 接続導体群 32 付近の電界の向きとは、逆向きになり得る。これら 2 つの電界の向きが逆向きになることにより、電流 L1 によって生じる第 2 接続導体群 32 付近の電界と、電流 L2 によって生じる第 2 接続導体群 32 付近の電界とは、巨視的に観て、相殺され得る。

30

【0062】

第 1 ループと第 2 ループとにおいて対応する部分を流れる電流 L1 の向きと電流 L2 の向きとが同じ向きになることにより、電流 L1 と電流 L2 は、1 つの巨視的なループ電流とみなし得る。この巨視的なループ電流は、第 1 接続導体群 30 と、第 3 接続導体群 34 と、第 1 導体 40 と、第 2 導体 50 とを含むループに沿って流れるとみなし得る。この巨視的なループ電流によって生じる第 1 接続導体群 30 付近の電界の向きと、この巨視的なループ電流によって生じる第 3 接続導体群 34 付近の電界の向きとは、逆向きになり得る。例えば、図 8 に示すように、第 1 接続導体群 30 付近の電界の向きが Z 軸正方向であるとき、第 3 接続導体群 34 付近の電界の向きは、Z 軸負方向となり得る。

40

【0063】

巨視的なループ電流によって、共振器としての第 1 導体 40 から観て、第 1 接続導体群 30 と第 3 接続導体群 34 とは、一对の電気壁 (Electric Conductor) として機能し得る。また、巨視的なループ電流によって、共振器としての第 1 導体 40 から観て、X 軸正方向側の YZ 平面と、X 軸負方向側の YZ 平面とは、一对の磁気壁として機能し得る。このような一对の電気壁と、一对の磁気壁とによって第 1 導体 40 が囲まれることにより、アンテナ本体 10 は、外部から第 1 導体 40 に入射する第 1 周波数帯の電磁波に対して、

50

人工磁気壁特性を示すモード（第 1 のモード）となる。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、第 2 周波数帯の電磁波が放射される際の電流  $L_3$ 、 $L_4$  及び電界  $E$  を模式的に示す平面図である。図 1 0 には、ある瞬間において、 $Z$  軸正方向側から観た電界  $E$  の向きを示す。図 1 0 において、実線の電流  $L_3$ 、 $L_4$  は、ある瞬間において、 $Z$  軸正方向側から観た第 1 導体 4 0 を流れる電流の向きを示す。破線の電流  $L_3$ 、 $L_4$  は、ある瞬間において、 $Z$  軸正方向側から観た第 2 導体 5 0 を流れる電流の向きを示す。図 1 1 は、図 1 0 に示す状態の断面図である。

【 0 0 6 5 】

給電線 6 0 から第 1 導体 4 0 に電力が適宜給電されることにより、第 2 周波数帯において電流  $L_3$  及び電流  $L_4$  が励起され得る。第 2 周波数帯は、アンテナ本体 1 0 の動作周波数帯の 1 つとなり得る。第 2 周波数帯に属する周波数は、第 1 周波数帯に属する周波数よりも、高い。

10

【 0 0 6 6 】

電流  $L_3$  は、ある瞬間では、第 3 導体 4 1 - 1 を、第 3 導体 4 1 - 1 の中心付近から第 3 導体 4 1 - 1 の 4 つの角部の各々に向けて流れ得る。電流  $L_3$  は、別の瞬間では、第 3 導体 4 1 - 1 を、第 3 導体 4 1 - 1 の 4 つの角部の各々から第 3 導体 4 1 - 1 の中心付近に向けて流れ得る。

【 0 0 6 7 】

電流  $L_3$  は、ある瞬間では、第 4 導体 5 1 - 1 を、第 4 導体 5 1 - 1 の 4 つの角部の各々から第 4 導体 5 1 - 1 の中心付近に向けて流れ得る。電流  $L_3$  は、別の瞬間では、第 4 導体 5 1 - 1 を、第 4 導体 5 1 - 1 の中心付近から第 4 導体 5 1 - 1 の 4 つの角部の各々に向けて流れ得る。

20

【 0 0 6 8 】

第 1 接続導体 3 1 を流れる電流  $L_3$  の向きと、第 2 接続導体 3 3 を流れる電流  $L_3$  の向きとは、同じ向きになり得る。例えば、ある瞬間では、図 1 1 に示すように、第 1 接続導体 3 1 を流れる電流  $L_3$  の向きが  $Z$  軸負方向であるとき、第 2 接続導体 3 3 を流れる電流  $L_3$  の向きは、 $Z$  軸負方向となり得る。別の瞬間では、第 1 接続導体 3 1 を流れる電流  $L_3$  の向きが  $Z$  軸正方向であるとき、第 2 接続導体 3 3 を流れる電流  $L_3$  の向きは、 $Z$  軸正方向となり得る。

30

【 0 0 6 9 】

第 3 導体 4 1 - 1 と、第 4 導体 5 1 - 1 と、第 1 接続導体 3 1 と、第 2 接続導体 3 3 とは、第 1 誘電体共振器を構成し得る。第 1 誘電体共振器は、電流  $L_3$  が励振されることにより、誘電体共振器の共振モードである  $TM$  (Transverse Magnetic) モード（第 2 のモード）で共振し得る。

【 0 0 7 0 】

電流  $L_4$  は、ある瞬間では、第 3 導体 4 1 - 2 を、第 3 導体 4 1 - 2 の中心付近から第 3 導体 4 1 - 2 の 4 つの角部の各々に向けて流れ得る。電流  $L_4$  は、別の瞬間では、第 3 導体 4 1 - 2 を、第 3 導体 4 1 - 2 の 4 つの角部の各々から第 3 導体 4 1 - 2 の中心付近に向けて流れ得る。

40

【 0 0 7 1 】

電流  $L_4$  は、ある瞬間では、第 4 導体 5 1 - 2 を、第 4 導体 5 1 - 2 の 4 つの角部の各々から第 4 導体 5 1 - 2 の中心付近に向けて流れ得る。電流  $L_4$  は、別の瞬間では、第 4 導体 5 1 - 2 を、第 4 導体 5 1 - 2 の中心付近から第 4 導体 5 1 - 2 の 4 つの角部の各々に向けて流れ得る。

【 0 0 7 2 】

第 2 接続導体 3 3 を流れる電流  $L_4$  の向きと、第 3 接続導体 3 5 を流れる電流  $L_4$  の向きとは、同じ向きになり得る。例えば、ある瞬間では、図 1 1 に示すように、第 2 接続導体 3 3 を流れる電流  $L_4$  の向きが  $Z$  軸負方向であるとき、第 3 接続導体 3 5 を流れる電流  $L_4$  の向きは、 $Z$  軸負方向となり得る。別の瞬間では、第 2 接続導体 3 3 を流れる電流  $L$

50

4の向きがZ軸正方向であるとき、第3接続導体35を流れる電流L4の向きは、Z軸正方向となり得る。

【0073】

第3導体41-2と、第4導体51-2と、第2接続導体33と、第3接続導体35とは、第2誘電体共振器を構成し得る。第2誘電体共振器は、電流L4が励振されることにより、誘電体共振器の共振モードであるTMモードで共振し得る。

【0074】

アンテナ本体10は、第1接続導体群30を流れる電流の向きと、第2接続導体群32を流れる電流の向きと、第3接続導体群34を流れる電流の向きとが、同じ向きになることにより、第2周波数帯の電磁波を放射するように構成されている。例えば、第1接続導体31及び第2接続導体33を流れる電流L3の向きと、第2接続導体33及び第3接続導体35を流れる電流L4の向きは、同じ向きになり得る。このような構成により、第2周波数帯では、電流L3により生じる第3導体41-1上の電界の向きと、電流L4により生じる第3導体41-2上の電界の向きとは、同じ向きになり得る。

10

【0075】

アンテナ本体10は、第2周波数帯において、誘電体共振器アンテナとして働くように構成されている。第2周波数帯において、第1誘電体共振器と第2誘電体共振器とは、互いに同相の誘電体共振器のTMモードで共振し得る。

【0076】

図12は、第3周波数帯の電磁波が放射される際の電流L5、L6及び電界Eを模式的に示す平面図である。図12には、ある瞬間において、Z軸正方向側から見た電界Eの向きを示す。図12において、実線の電流L5、L6は、ある瞬間において、Z軸正方向側から見た第1導体40を流れる電流の向きを示す。破線の電流L5、L6は、ある瞬間において、Z軸正方向側から見た第2導体50を流れる電流の向きを示す。図13は、図12に示す状態の断面図である。

20

【0077】

給電線60から第1導体40に電力が適宜給電されることにより、第3周波数帯において電流L5及び電流L6が励起され得る。第3周波数帯は、アンテナ本体10の動作周波数帯の1つである。第3周波数帯に属する周波数は、第1周波数帯に属する周波数よりも、高い。第3周波数帯は、アンテナ本体10の構成等に応じて、第2周波数帯よりも高くなり得る。

30

【0078】

電流L5は、図10に示す電流L3と類似に、第3導体41-1、第4導体51-1、第1接続導体31及び第2接続導体33を流れ得る。第1誘電体共振器は、電流L5が励振されることにより、誘電体共振器の共振モードであるTMモードで共振し得る。

【0079】

電流L6は、図10に示す電流L4と類似に、第3導体41-2、第4導体51-2、第2接続導体33及び第3接続導体35を流れ得る。ただし、第2接続導体33及び第3接続導体35を流れる電流L6の向きは、第1接続導体31及び第2接続導体33を流れる電流L5の向きとは、逆になる。第2誘電体共振器は、電流L6が励振されることにより、第1誘電体共振器とは逆相のTMモードで共振し得る。

40

【0080】

アンテナ本体10は、第1接続導体群30を流れる電流の向きと第3接続導体群34を流れる電流の向きとが、逆向きになることにより、第3周波数帯の電磁波を放射するように構成されている。例えば、第1接続導体31及び第2接続導体33を流れる電流L5の向きと、第2接続導体33及び第3接続導体35を流れる電流の向きは、逆向きになり得る。このような構成により、電流L5により生じる第3導体41-1上の電界の向きと、電流L6により生じる第3導体41-2上の電界の向きとは、逆向きになり得る。

【0081】

アンテナ本体10は、第3周波数帯において、誘電体共振器アンテナとして働くように

50

構成されている。第3周波数帯において、第1誘電体共振器と第2誘電体共振器とは、互いに逆相の誘電体共振器のTMモードで共振し得る。

#### 【0082】

次に、図3及び図4を参照して、收容ケース13について説明する。收容ケース13は、金属を用いて形成されている。金属としては鉄、またはステンレスであってもよく、特に限定されない。收容ケース13は、底板71と、側壁72と、フランジ73と、を有している。收容ケース13は、開口を有する箱形状に形成されている。收容ケース13の開口は、アンテナ本体10の第1導体40が位置する面側に形成されている。つまり、收容ケース13の開口は、電磁波が出入する側の面に形成されている。

#### 【0083】

底板71は、アンテナ本体10が設置される。底板71は、アンテナ本体10の形状に応じて、略長形状に形成されている。ただし、底板71は、アンテナ本体10の形状に応じた形状であれば、任意の形状であってもよい。

#### 【0084】

側壁72は、底板71から立設すると共に、アンテナ本体10の周囲に距離を空けて設けられる。側壁72は、略長形状の底板71に応じて、四方に設けられ、四方の側壁72は、枠状に配置されている。なお、側壁72は、少なくとも一つ設けられていけばよい。また、側壁72は、四方に枠状に設けられることに特に限定されず、アンテナ本体10の周囲を取り囲む円筒形状に形成されていてもよい。

#### 【0085】

フランジ73は、側壁72の開口側に設けられ、側壁72から外側に向かって設けられている。フランジ73は、平板形状に形成され、中央部に開口が設けられている。このフランジ73には、カバー14が取り付けられる。

#### 【0086】

この收容ケース13において、アンテナ本体10と側壁72との間のX方向及びY方向における距離Dは、アンテナ本体10において送受信する電磁波の波長を  $\lambda$  とすると、 $\lambda/8$  以上となっている。より好ましくは、アンテナ本体10と側壁72との間のX方向及びY方向における距離は、 $\lambda/4$  となっている。ここで、電磁波は、TMモードにおいて送受信する周波数帯となっており、例えば、2GHz帯となっている。2GHz帯における中心周波数の電磁波の波長  $\lambda$  は、例えば、略16cmとなっている。このため、アンテナ本体10と側壁72との間の距離である  $\lambda/4$  は、略40mmとなっている。

#### 【0087】

カバー14は、收容ケース13の開口を閉塞する。カバー14は、樹脂を含む材料が用いられ、平板状に形成されている。カバー14は、ねじ等の締結部材によりフランジ73に固定されている。

#### 【0088】

RFモジュール12は、收容ケース13の隅部に配置されている。RFモジュール12は、アンテナ本体10に給電する電力を制御するように構成され得る。RFモジュール12は、ベースバンド信号を変調して、アンテナ本体10に供給するように構成されている。RFモジュール12は、アンテナ本体10が受信した電気信号を、ベースバンド信号に変調するように構成され得る。

#### 【0089】

無線通信モジュール120は、收容ケース13の開口側の面が、荷物受取ボックス110の正面となるように設けられる。このため、無線通信モジュール120は、開放された空間側となる正面側において、電磁波の送受信を行うことができる。なお、無線通信モジュール120は、收容ケース13の開口側の面が、荷物受取ボックス110の天面となるように設けてもよい。

#### 【0090】

次に、図14を参照して、アンテナ1の入力インピーダンスについて説明する。図14は、アンテナの入力インピーダンスを示す図である。図14は、いわゆるスミスチャート

10

20

30

40

50

である。図 14 において、I1 が、收容ケース 13 に收容されていないアンテナ 1 の入力インピーダンスであり、I2 が、本開示の收容ケース 13 に收容されたアンテナ 1 の入力インピーダンスである。I2 は、I1 に比して入力インピーダンスの軌跡が小さいものとなっている。例えば、電磁波の周波数が 2.0 GHz である場合の I1 と I2 とを比較すると、入力インピーダンスは、I1 のほうが小さくなっている。なお、電磁波の周波数が 1.6 GHz である場合の I1 と I2 とを比較すると、入力インピーダンスは、ほぼ同等となっている。

#### 【0091】

次に、図 15 を参照して、アンテナ 1 の反射特性について説明する。図 15 は、アンテナの周波数に対する反射特性の一例を示すグラフである。図 15 は、その横軸が電磁波の周波数となっており、その縦軸が反射係数となっている。図 15 において、P1 が、收容ケース 13 に收容されていないアンテナ 1 の反射係数であり、P2 が、本開示の收容ケース 13 に收容されたアンテナ 1 の反射係数である。例えば、電磁波の減衰極となる周波数が 2.0 GHz である場合、反射係数が -5 (dB) よりも低くなる周波数帯域は、P1 において周波数帯域 F1 となり、P2 において周波数帯域 F2 となる。周波数帯域 F1 と周波数帯域 F2 とを比較すると、周波数帯域 F2 のほうが広帯域となっている。

10

#### 【0092】

次に、図 16 を参照して、アンテナ 1 の反射特性について説明する。図 16 は、アンテナの周波数に対する反射特性の一例を示すグラフである。図 16 は、その横軸が電磁波の周波数となっており、その縦軸が反射係数となっている。図 16 において、P3 が、本開示の收容ケース 13 に收容されたアンテナ 1 であって、カバー 14 で閉塞していないアンテナ 1 の反射係数であり、P4 が、本開示の收容ケース 13 に收容されたアンテナ 1 であって、カバー 14 で閉塞しているアンテナ 1 の反射係数である。例えば、電磁波の減衰極となる周波数が 2.0 GHz である場合、反射係数が -2 (dB) よりも低くなる周波数帯域は、P3 において周波数帯域 F3 となり、P4 において周波数帯域 F4 となる。周波数帯域 F3 と周波数帯域 F4 とを比較すると、周波数帯域 F4 のほうが広帯域となっている。

20

#### 【0093】

次に、図 17 を参照して、荷物受取システム 200 について説明する。図 17 は、実施形態に係る荷物受取装置を備える荷物受取システムを示す図である。実施形態に係る荷物受取システム 200 は、荷物受取装置 100 と、通信装置 220 とを含む。通信装置 220 は、無線通信モジュール 120 を介して荷物受取装置 100 から送信される情報を受信する。通信装置 220 は、荷物受取装置と直接的に無線通信してよく、もしくは無線基地局等を介して通信してよい。通信装置 220 は、無線通信機能を有さなくてよい。通信装置 220 は、例えば、サーバ等であってよい。通信装置 220 は、複数のサーバ等を連結したクラウド上に存在してよい。通信装置 220 は、例えば、当該システムを運営するサービス業者が管理する。

30

#### 【0094】

荷物受取システム 200 は、無線通信装置 240 を含む。無線通信装置 240 は、荷物受取装置 100 に関する情報を受信する。無線通信装置 240 は、荷物受取装置 100 に関する情報を提供しうる。無線通信装置 240 は、配送業者用の無線通信装置としうる。無線通信装置 240 は、荷物受取装置 100 が收容する荷物に関する情報を受信しうる。無線通信装置 240 は、荷物受取装置 100 が保管する荷物に関する情報を提供しうる。無線通信装置 240 は、受取人用の無線通信装置としうる。無線通信装置 240 は、1 または複数の配送業者用の無線通信装置、および、1 または複数の受取人用の無線通信装置を含む。無線通信装置 240 は、通信装置 220 であってよい。無線通信装置 240 は、荷物の受取人と直接的に無線通信してよい。

40

#### 【0095】

次に、実施形態に係る荷物受取装置 100 におけるアンテナ 1 の配置の一例について説明する。例えば、荷物受取ボックス 110 を、廊下、エントランス等の閉鎖空間に設ける

50

場合、アンテナ1は、廊下の延びる方向に電磁波を放射して、屋外や屋内のスポットと通信する必要がある。例えば、荷物受取ボックス110のアンテナ1は、近接する壁等で電磁波が反射することで干渉が生じる場合、干渉によって電磁波が不安定になる可能性がある。このため、実施形態に係る荷物受取装置100は、アンテナ1の放射特性を高めるように、アンテナ1を載置することが望まれている。

#### 【0096】

図18Aは、実施形態に係る荷物受取装置100におけるアンテナ1の配置の一例を示す正面図である。図18Bは、実施形態に係る荷物受取装置100におけるアンテナ1の配置の一例を示す上面図である。図18Cは、実施形態に係る荷物受取装置100におけるアンテナ1の配置の一例を示す側面図である。

10

#### 【0097】

図18Aから図18Cに示すように、荷物受取装置100は、荷物受取ボックス110と、無線通信モジュール120と、表示部125と、を備える。荷物受取ボックス110は、例えば、Y方向およびZ方向に平行な載置面400に対して載置されている。荷物受取ボックス110は、載置面400に直置きされている。載置面400は、例えば、アンテナ1が設けられた伝送空間におけるアンテナ1よりも下方の略平面状の物体を含む。載置面400は、例えば、室内の床、地面等を含む。載置面400は、例えば、荷物受取ボックス110を載置可能な平面、載置する場所の仮想平面、なだらかな斜面等を含む。荷物受取ボックス110は、導体である筐体の一例である。

#### 【0098】

荷物受取ボックス110は、例えば、配送業者、受取人等が正面111からアクセス可能なように、載置面400に載置されている。荷物受取ボックス110は、例えば、背面112が載置場所の壁501に隣接するように、載置面400に載置されている。荷物受取ボックス110は、例えば、上面113が載置場所の天井502と対向するように、載置面400に載置されている。なお、荷物受取ボックス110の上面113は、載置される環境によって異なるものであり、上面113が天井502と隣接するように載置されたり、上面113が天井502と離れて載置されたりすることができる。無線通信モジュール120は、上述のアンテナ1を備えている。

20

#### 【0099】

図19は、実施形態に係るアンテナ1と載置面400との関係の一例を示す模式図である。図19に示すように、アンテナ1のアンテナ本体10は、人工磁気壁特性を示すモード(第1のモード)での電流L1, L2の電流方向が、載置面400に対して平行になるように、荷物受取ボックス110(筐体)に支持されている。換言すると、アンテナ本体10は、第1のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向が載置面400に沿うように、荷物受取ボックス110に支持されている。アンテナ本体10は、第1のモードで、上述した第1ループと第2ループとが載置面400に対して平行に沿うように、荷物受取ボックス110に支持されている。電流方向が載置面400に対して平行になるとは、例えば、電流方向と載置面400とが平行になること、電流方向と載置面400とのなす角が45度よりも小さい角度で交わることを含む。すなわち、アンテナ1は、例えば、載置面400と電流方向とのなす角が45度よりも小さな角度で交わるように、荷物受取ボックス110(筐体)に支持されてよい。

30

40

#### 【0100】

本実施形態では、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の正面111に配置され場合について説明するが、これに限定されない。アンテナ1は、荷物受取ボックス110の側面等に配置してもよい。

#### 【0101】

図20は、図19に示すアンテナ1の放射面における放射パターンの一例を示す図である。図20に示す放射パターンは、アンテナ本体10のYZ平面における前面方向および背面方向の放射パターンを示している。前面方向は、アンテナ本体10から荷物受取ボックス110の正面111の前方へ向かう方向を含む。背面方向は、アンテナ本体10から

50

荷物受取ボックス 110 の背面 112 へ向かう方向を含む。

【0102】

図 20 に示すように、アンテナ 1 は、第 1 のモードでの電流 L1, L2 の電流方向が載置面 400 に平行である場合、前面方向の利得 (gain) が -0.4 (dB)、背面方向の利得が -7.4 (dB) の特性を得られる。すなわち、アンテナ 1 は、第 1 のモードでの電流 L1, L2 の電流方向が載置面 400 に平行である場合、前面方向の利得が背面方向の利得よりも高い利得であることを示している。その結果、アンテナ 1 は、荷物受取ボックス 110 の前方方向の平面において、従来の配置よりも高い利得を持った放射パターンとなり、周囲の基地局等に対して良好な通信が可能となる。また、アンテナ 1 は、荷物受取ボックス 110 の背面 112 への放射が抑えられるため、壁 501 からの反射波との干渉がなく、安定した通信を可能とすることができる。

10

【0103】

次に、実施形態に係るアンテナ 1 の配置と複数の他の配置例との電磁波パターンの比較例について、以下に説明する。

【0104】

図 21 から図 22 を参照して、ダイポールアンテナを荷物受取ボックス 110 に配置する場合について説明する。図 21 A は、参考例 (1) に係る荷物受取装置の一例を示す正面図である。図 21 B は、参考例 (1) に係る荷物受取装置の一例を示す上面図である。図 21 C は、参考例 (1) に係る荷物受取装置の一例を示す側面図である。

【0105】

図 21 A から図 21 C に示すように、荷物受取装置 600 は、荷物受取ボックス 110 と、無線通信モジュール 120 と、表示部 125 と、を備える。荷物受取ボックス 110 は、上述したように、載置面 400 に対して載置されている。

20

【0106】

荷物受取装置 600 は、上述のアンテナ 1 に替えて、ダイポールアンテナ 610 を備える。ダイポールアンテナ 610 は、例えば、放射パターンが等方的なアンテナとなっている。ダイポールアンテナ 610 は、荷物受取ボックス 110 の上面 113 から天井 502 に向かって突出するように、上面 113 に設けられている。ダイポールアンテナ 610 は、先端部が天井 502 の近傍に位置するように、荷物受取ボックス 110 の上面 113 に設けられている。ダイポールアンテナ 610 は、無線通信モジュール 120 に含まれている。ダイポールアンテナ 610 は、上述の制御部 130 に電氣的に接続されている。

30

【0107】

図 22 は、図 21 に示す参考例 (1) に係るダイポールアンテナ 610 の放射パターンの一例を示す図である。図 22 に示す放射パターンは、ダイポールアンテナ 610 の YZ 平面における前面方向および背面方向の放射パターンを示している。前面方向は、ダイポールアンテナ 610 から荷物受取ボックス 110 の正面 111 の前方へ向かう方向を含む。背面方向は、ダイポールアンテナ 610 から荷物受取ボックス 110 の背面 112 へ向かう方向を含む。

【0108】

図 22 に示すように、ダイポールアンテナ 610 は、電磁波を放射する場合、前面方向の利得が -2.3 (dB)、背面方向の利得が -1.5 (dB) の測定結果を得られた。すなわち、ダイポールアンテナ 610 は、壁 501 のある背面方向への利得が大きく、壁 501 からの反射波との干渉が悪影響を及ぼす可能性を示している。ダイポールアンテナ 610 は、図 20 に示した実施形態に係るアンテナ 1 の放射パターンと比較すると、前面方向の利得が低いことを示している。

40

【0109】

図 23 から図 24 を参照して、上述の実施形態に係るアンテナ 1 を配置する向きを変化させた場合を参考例 (2) として説明する。図 23 A は、参考例 (2) に係る荷物受取装置 100 におけるアンテナ 1 の配置の一例を示す正面図である。図 23 B は、参考例 (2) に係る荷物受取装置 100 におけるアンテナ 1 の配置の一例を示す上面図である。図 2

50

3 C は、参考例(2)に係る荷物受取装置100のアンテナ1の配置の一例を示す側面図である。

【0110】

図23Aから図23Cに示すように、荷物受取装置100は、荷物受取ボックス110と、無線通信モジュール120と、表示部125と、を備える。荷物受取ボックス110は、上述のように、Y軸方向およびZ軸方向に平行な載置面400に対して載置されている。無線通信モジュール120は、上述の実施形態に係るアンテナ1を備えている。

【0111】

アンテナ1のアンテナ本体10は、人工磁気壁特性を示すモード(第1のモード)での電流L1, L2の電流方向が、載置面400に対して交わるように、荷物受取ボックス110(筐体)に支持されている。換言すると、アンテナ本体10は、第1のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向がX軸方向に沿いかつ載置面400に対して垂直になるように、荷物受取ボックス110に支持されている。すなわち、アンテナ本体10は、実施形態とは異なり、第1のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向が載置面400に沿わないように、荷物受取ボックス110に支持されている。

10

【0112】

図24は、図23に示す参考例(2)のアンテナ1の放射面における放射パターンの一例を示す図である。図24に示す放射パターンは、アンテナ本体10のYZ平面における前面方向および背面方向の放射パターンを示している。前面方向は、アンテナ本体10から荷物受取ボックス110の正面111の前方へ向かう方向を含む。背面方向は、アンテナ本体10から荷物受取ボックス110の背面112へ向かう方向を含む。

20

【0113】

図24に示すように、参考例(2)に係るアンテナ1は、第1のモードでの電流L1, L2の電流方向が載置面400に垂直である場合、前面方向の利得が-2.0(dB)、背面方向の利得が-8.3(dB)の測定結果を得られた。すなわち、参考例(2)に係るアンテナ1は、第1のモードでの電流L1, L2の電流方向が載置面400に垂直である場合、図20に示した実施形態に係るアンテナ1の放射パターンと比較すると、前面方向の利得が低いことを示している。

【0114】

図25から図26を参照して、上述の実施形態に係るアンテナ1の荷物受取ボックス110に対する配置を変化させた場合を参考例(3)として説明する。図25Aは、参考例(3)に係る荷物受取装置100におけるアンテナ1の配置の一例を示す正面図である。図25Bは、参考例(3)に係る荷物受取装置100におけるアンテナ1の配置の一例を示す上面図である。図25Cは、参考例(3)に係る荷物受取装置100のアンテナ1の配置の一例を示す側面図である。

30

【0115】

図25Aから図25Cに示すように、荷物受取装置100は、荷物受取ボックス110と、無線通信モジュール120と、表示部125と、を備える。荷物受取ボックス110は、上述のように、Y軸方向およびZ軸方向に平行な載置面400に対して載置されている。無線通信モジュール120は、荷物受取ボックス110の上面113に配置されている。無線通信モジュール120は、上述のアンテナ1を備えている。

40

【0116】

アンテナ1のアンテナ本体10は、人工磁気壁特性を示すモード(第1のモード)での電流L1, L2の電流方向が、載置面400に対して平行になるように、荷物受取ボックス110(筐体)に支持されている。参考例(3)に係るアンテナ本体10は、第1のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向が、載置面400に平行になるように、荷物受取ボックス110に支持されている。すなわち、アンテナ本体10は、荷物受取ボックス110の前方方向ではなく、上方の天井502に向かって電磁波を放射するように、荷物受取ボックス110に支持されている。

【0117】

50

図26は、図25に示す参考例(3)のアンテナ1の放射パターンの一例を示す図である。図26に示す放射パターンは、荷物受取ボックス110の上面113に設けられたアンテナ本体10のYZ平面における前面方向および背面方向の放射パターンを示している。前面方向は、アンテナ本体10から荷物受取ボックス110の正面111の前方へ向かう方向を含む。背面方向は、アンテナ本体10から荷物受取ボックス110の背面112へ向かう方向を含む。

【0118】

図26に示すように、参考例(3)に係るアンテナ1は、第1のモードでの電流L1, L2の電流方向が載置面400に平行である場合、前面方向の利得が-5.3(dB)、背面方向の利得が-5.2(dB)の測定結果を得られた。すなわち、参考例(3)に係るアンテナ1は、第1のモードでの電流L1, L2の電流方向が載置面400に平行であっても、図20に示した実施形態に係るアンテナ1の放射パターンと比較すると、前面方向の利得が低いことを示している。

10

【0119】

以上のように、実施形態に係るアンテナ1は、第1のモードでの電流L1, L2の電流方向が載置面400に平行になるように、荷物受取ボックス110に支持させることで、荷物受取ボックス110の前面方向に対する電磁波の利得を向上させることができる。また、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の背面方向への電磁波の放射を抑制できるので、壁等からの反射波の干渉がなく、安定した通信が可能になる。その結果、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の前面方向に指向した放射パターンとなり、良好な通信を可能にすることができる。

20

【0120】

また、実施形態に係るアンテナ1では、アンテナ本体10が第1のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向が載置面400に沿うように、荷物受取ボックス110に支持させることができる。その結果、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の前面側に入出口等の開放部があるような環境であっても、通信に適した放射パターンの利得を得ることができる。

【0121】

また、実施形態に係るアンテナ1では、荷物受取ボックス110(筐体)が導体であるので、アンテナ本体10を荷物受取ボックス110の正面111に配置しても、前面方向に高い利得を持った放射パターンを得ることができる。その結果、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の外部の基地局等に対して良好な通信を可能とすることができる。

30

【0122】

また、実施形態に係るアンテナ1では、底板71と側壁72とを有する金属製の收容ケース13に、アンテナ本体10を收容することで、アンテナ本体10の入力インピーダンスを小さくすることができ、また、アンテナ本体10の広帯域化を図ることができる。

【0123】

また、実施形態に係るアンテナ1では、アンテナ本体10と側壁72との間の距離を $\lambda/8$ 以上、より好ましくは、 $\lambda/4$ とすることで、アンテナ本体10の入力インピーダンスを適切に小さくすることができ、また、アンテナ本体10の広帯域化を適切に図ることができる。

40

【0124】

また、実施形態に係るアンテナ1では、收容ケース13の開口を閉塞する樹脂製のカバー14を設けることで、アンテナ本体10をより広帯域化することができる。

【0125】

また、実施形態に係る無線通信モジュール120では、アンテナ効率の高いアンテナ1を用いて無線通信を行うことができる。

【0126】

また、実施形態に係る荷物受取装置100では、無線通信モジュール120を用いることで、外部と好適に無線通信することができる。

50

## 【 0 1 2 7 】

また、実施形態に係る荷物受取装置 1 0 0 では、無線通信モジュール 1 2 0 のアンテナ 1 の開口側の面を、荷物受取ボックス 1 1 0 の正面とすることができる。このため、開放された空間側において電磁波の送受信を行うことができるため、電波遮蔽物による通信障害の発生を抑制することができる。

## 【 0 1 2 8 】

また、実施形態に係る荷物受取システム 2 0 0 では、荷物受取装置 1 0 0 と通信装置 2 2 0、荷物受取装置 1 0 0 と無線通信装置 2 4 0 との間で、各種情報を送受信することができる。

## 【 0 1 2 9 】

上述の実施形態では、荷物受取装置 1 0 0 は、荷物受取ボックス 1 1 0 (筐体)を載置面 4 0 0 に対して直に載置するように構成した場合について説明したが、これに限定されない。例えば、荷物受取装置 1 0 0 は、荷物受取ボックス 1 1 0 (筐体)を載置面 4 0 0 に対し、載置部材を介して載置するように構成してもよい。

## 【 0 1 3 0 】

図 2 7 および図 2 8 は、実施形態に係る荷物受取装置 1 0 0 の載置の他の一例を示す正面図である。

## 【 0 1 3 1 】

図 2 7 に示す一例では、荷物受取装置 1 0 0 は、荷物受取ボックス 1 1 0 が載置面 4 0 0 に対して、台座 1 4 0 を介して載置されている。載置面 4 0 0 は、例えば、水平な床、地面等になっている。台座 1 4 0 は、載置部材の一例である。台座 1 4 0 は、例えば、土台、複数の脚部等を含む。台座 1 4 0 は、上面 1 4 1 が載置面 4 0 0 と平行になるように、載置面 4 0 0 に設けられている。荷物受取ボックス 1 1 0 は、例えば、下面 1 1 4 が載置面 4 0 0 と対向するように、台座 1 4 0 の上面 1 4 1 に設けられている。荷物受取ボックス 1 1 0 は、例えば、上面 1 1 3 が載置場所の天井 5 0 2 と対向するように、載置面 4 0 0 に載置されている。台座 1 4 0 は、荷物受取装置 1 0 0 の構成に含まれてもよい。

## 【 0 1 3 2 】

アンテナ 1 のアンテナ本体 1 0 は、人工磁気壁特性を示すモード (第 1 のモード) での電流 L 1 , L 2 の電流方向が、載置面 4 0 0 に対して平行になるように、荷物受取ボックス 1 1 0 (筐体)に支持されている。換言すると、アンテナ本体 1 0 は、第 1 のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向が載置面 4 0 0 に沿うように、台座 1 4 0 に設けられた荷物受取ボックス 1 1 0 に支持されている。アンテナ本体 1 0 は、第 1 のモードで、上述した第 1 ループと第 2 ループとが載置面 4 0 0 に対して平行に沿うように、荷物受取ボックス 1 1 0 に支持されている。

## 【 0 1 3 3 】

図 2 7 に示す一例では、アンテナ 1 は、第 1 のモードでの電流 L 1 , L 2 の電流方向が載置面 4 0 0 に平行になるように、荷物受取ボックス 1 1 0 に支持させることで、荷物受取ボックス 1 1 0 の前面方向に対する電磁波の利得を向上させることができる。その結果、アンテナ 1 は、上述の実施形態と同様に、荷物受取ボックス 1 1 0 の前面方向に指向した放射パターンとなり、良好な通信を可能にすることができる。

## 【 0 1 3 4 】

図 2 8 に示す一例では、荷物受取装置 1 0 0 は、荷物受取ボックス 1 1 0 が載置面 4 0 0 に対して、台座 1 5 0 を介して載置されている。載置面 4 0 0 は、例えば、許容範囲の傾斜面になっている。許容範囲の傾斜面は、例えば、水平面とのなす角が 4 5 度よりも小さな角度の床、地面等を含む。台座 1 5 0 は、載置部材の一例である。台座 1 5 0 は、例えば、土台、複数の脚部等を含む。台座 1 5 0 は、上面 1 5 1 が水平面に対して平行になるように、載置面 4 0 0 に設けられている。台座 1 5 0 の上面 1 5 1 は、載置面 4 0 0 とのなす角が許容範囲の角度となっている。荷物受取ボックス 1 1 0 は、例えば、下面 1 1 4 が載置面 4 0 0 と対向するように、台座 1 5 0 に設けられている。荷物受取ボックス 1 1 0 は、例えば、上面 1 1 3 が載置場所の天井 5 0 2 と対向するように、載置面 4 0 0 に

10

20

30

40

50

載置されている。

【0135】

アンテナ1のアンテナ本体10は、人工磁気壁特性を示すモード(第1のモード)での電流L1, L2の電流方向が、載置面400に対して実質的に平行になるように、荷物受取ボックス110(筐体)に支持されている。換言すると、アンテナ本体10は、第1のモードで電磁波を放射する際に励起される電流方向が載置面400に沿うように、台座150に設けられた荷物受取ボックス110に支持されている。アンテナ本体10は、第1のモードで、上述した第1ループと第2ループとが載置面400に対して平行に沿うように、荷物受取ボックス110に支持されている。

【0136】

図28に示す一例では、アンテナ1は、第1のモードでの電流L1, L2の電流方向が載置面400に実質的に平行になるように、荷物受取ボックス110に支持させることで、荷物受取ボックス110の前面方向に対する電磁波の利得を向上させることができる。その結果、アンテナ1は、上述の実施形態と同様に、荷物受取ボックス110の前面方向に指向した放射パターンとなり、良好な通信を可能にすることができる。

【0137】

上述した実施形態に係るアンテナ本体10は、他のアンテナ本体に置き換えることができる。図29は、アンテナ本体10の他の一例を示す図である。図30Aは、図29に示したLV Ia - LV Ia線に沿った断面図である。図30Bは、図29に示したLV Ib - LV Ib線に沿った断面図である。

【0138】

図29、図30A及び図30Bに示すように、アンテナ本体10-1は、第1導体55-31と、第2導体55-32と、第3導体55-40と、第4導体55-50と、を有する。アンテナ本体10-1は、図示しない給電線が第3導体55-40に電磁氣的に接続されている。第2導体55-32は、第1導体55-31と第1方向において対向する。第1方向は、例えば、図29におけるY軸方向である。第1導体55-31と第2導体55-32とは、第1方向とは交わる第2方向(X軸方向)に沿って設けられている。第1導体55-31及び第2導体55-32の各々は、少なくとも1つの第5導体層55-301と、複数の第5導体55-302とを含みうる。

【0139】

第5導体層55-301は、層状の導電体である。第5導体層55-301は、基板55-20の上に位置しうる。第5導体層55-301は、基板55-20の中に位置しうる。複数の第5導体層55-301は、Z軸方向において互いに離れている。複数の第5導体層55-301は、Z軸方向に並んでいる。複数の第5導体層55-301は、Z軸方向において一部が重なっている。第5導体層55-301は、複数の第5導体55-302を電氣的に接続するように構成されている。第5導体層55-301は、複数の第5導体55-302を接続する接続導体となる。第5導体層55-301は、第3導体55-40のいずれかの導体層と電氣的に接続しうる。実施形態において、第5導体層55-301は、第2導体層55-42と電氣的に接続するように構成されている。第5導体層55-301は、第2導体層55-42と一体化しうる。実施形態において、第5導体層55-301は、第4導体55-50と電氣的に接続しうる。第5導体層55-301は、第4導体55-50と一体化しうる。

【0140】

各第5導体55-302は、Z軸方向に広がっている。複数の第5導体55-302は、Y軸方向において互いに離れている。複数の第5導体55-302の少なくとも一部は、第4導体55-50に電氣的に接続されている。実施形態において、複数の第5導体55-302の一部は、第4導体55-50と第5導体層55-301とを電氣的に接続しうる。一実施形態において、複数の第5導体55-302は、第5導体層55-301を介して第4導体55-50に電氣的に接続しうる。複数の第5導体55-302の一部は、1つの第5導体層55-301と他の第5導体層55-301とを電氣的に接続しうる

10

20

30

40

50

。第5導体55-302は、ビア導体、およびスルーホール導体を採用しうる。

【0141】

第3導体55-40は、第1導体層55-41および第2導体層55-42を有する。第1導体層55-41は、4つの第1浮遊導体55-414を有する。アンテナ本体10-1において、第2導体層55-42は、6つの第2接続導体55-423と、3つの第2浮遊導体55-424とを有する。2つの第2接続導体55-423の各々は、2つの第1浮遊導体55-414と容量的に結合するように構成されている。1つの第2浮遊導体55-424は、4つの第1浮遊導体55-414と容量的に結合するように構成されている。2つの第2浮遊導体55-424は、2つの第1浮遊導体55-414と容量的に結合するように構成されている。第2導体層55-42は、XY方向において並ぶ複数の第2単位導体55-421を含みうる。第2単位導体55-421は、正方格子、斜交格子、長方格子、および六方格子で並びうる。

10

【0142】

アンテナ本体10-1は、Y軸方向において対向する2つの第1導体55-31と第2導体55-32との間に、共振器として機能する第3導体55-40を含む。2つの第1導体55-31と第2導体55-32は、第3導体55-40からXZ平面に広がる電気壁と観える。アンテナ本体10-1は、X軸方向の端が電氣的に解放されている。アンテナ本体10-1は、X軸方向の両端のZY平面が高インピーダンスとなる。アンテナ本体10-1のX軸方向の両端のZY平面は、第3導体55-40から磁気壁と観える。アンテナ本体10-1は、2つの電気壁および2つの高インピーダンス面（磁気壁）で囲まれることで、第3導体55-40の共振器がZ軸方向に人工磁気壁特性を有する。2つの電気壁および2つの高インピーダンス面で囲まれることで、第3導体55-40の共振器は、有限の数で人工磁気壁特性を有する。

20

【0143】

図31は、実施形態に係る荷物受取装置100におけるアンテナ1の配置の他の一例を示す正面図である。図31に示すように、荷物受取装置100は、荷物受取ボックス110と、無線通信モジュール120と、表示部125と、を備える。荷物受取ボックス110は、上述のように、Y軸方向およびZ軸方向に平行な載置面400に対して載置されている。無線通信モジュール120は、アンテナ1を備えている。

【0144】

アンテナ1は、第1導体55-31と、第1導体55-31と第1方向において対向する第2導体55-32と、第1導体55-31および第2導体55-32の間に位置し、第1方向（Y軸方向）に沿って広がる複数の第3導体55-40と、第1導体55-31および第2導体55-32に接続され、第1方向に沿って広がる第4導体55-50と、を有したアンテナ本体10-1と、アンテナ本体10-1を支持し、載置面400に対して載置されるように構成される荷物受取ボックス110（筐体）と、を備える。アンテナ本体10-1は、第1方向が載置面400に対して平行になるように、荷物受取ボックス110に支持されている。

30

【0145】

以上のように、実施形態に係るアンテナ1は、アンテナ本体10-1における第1方向が載置面400に対して平行になるように、荷物受取ボックス110に支持されることで、荷物受取ボックス110の前面方向に対する電磁波の利得を向上させることができる。また、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の背面方向への電磁波の放射を抑制できるので、壁等からの反射波の干渉がなく、安定した通信が可能になる。その結果、アンテナ1は、荷物受取ボックス110の前面方向に指向した放射パターンとなり、良好な通信を可能にすることができる。

40

【0146】

図32は、図29に示したアンテナ本体10-1の他の一例を示す図である。図32に示すアンテナ本体10-2は、基本構成が図29に示したアンテナ本体10-1と同一である。アンテナ本体10-2は、第1導体57-31と、第2導体57-32と、を有す

50

る。第1導体57-31及び第2導体57-32は、第5導体層55-301と複数の第5導体55-302とを有する。アンテナ本体10-2の第1導体層57-41は、上述した4つの第1浮遊導体55-414を有する。第2導体層57-42は、6つの第2接続導体55-423と、3つの第2浮遊導体55-424とを有する。アンテナ本体10-2は、第2導体層57-42の大きさがアンテナ本体10-1の第2導体層55-42の大きさと異なる。アンテナ本体10-2は、第2浮遊導体55-424のY軸方向に沿った長さが第2接続導体55-423のX軸方向に沿った長さより短くなっている。実施形態に係るアンテナ1は、アンテナ本体10-2を備える。アンテナ1は、アンテナ本体10-2における第1方向が載置面400に対して平行になるように、荷物受取ボックス110に支持される。

10

## 【0147】

添付の請求項に係る技術を完全かつ明瞭に開示するために特徴的な実施形態に関し記載してきた。しかし、添付の請求項は、上記実施形態に限定されるべきものでなく、本明細書に示した基礎的事項の範囲内で当該技術分野の当業者が創作しうるすべての変形例及び代替可能な構成を具現化するように構成されるべきである。

## 【符号の説明】

## 【0148】

- 1 アンテナ
- 10、10-1、10-2 アンテナ本体
- 12 RFモジュール
- 13 収容ケース
- 14 カバー
- 20 基体
- 21 上部
- 22 側壁部
- 23 柱部
- 30 第1接続導体群
- 31 第1接続導体
- 32 第2接続導体群
- 33 第2接続導体
- 34 第3接続導体群
- 35 第3接続導体
- 40 第1導体
- 41 第3導体
- 50 第2導体
- 51 第4導体
- 55-20 基体
- 55-31 第1導体
- 55-32 第2導体
- 55-40 第3導体
- 55-41 第1導体層
- 55-42 第2導体層
- 55-50 第4導体
- 55-301 第5導体層
- 55-302 第5導体
- 55-414 第1浮遊導体
- 55-421 第2単位導体
- 55-423 第2接続導体
- 55-424 第2浮遊導体
- 60 給電線

20

30

40

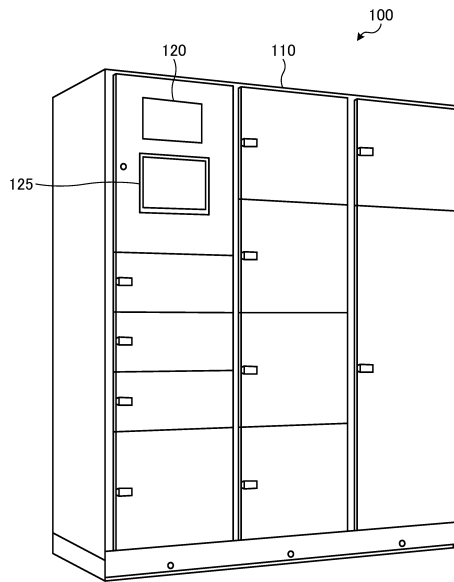
50

- 7 1 底板
- 7 2 側壁
- 7 3 フランジ
- 1 0 0 荷物受取装置
- 1 1 0 荷物受取ボックス (筐体)
- 1 1 1 正面
- 1 1 2 背面
- 1 1 3 上面
- 1 2 0 無線通信モジュール
- 1 2 5 表示部
- 1 3 0 制御部
- 1 4 0 台座 (載置部材)
- 1 5 0 台座 (載置部材)
- 2 0 0 荷物受取システム
- 2 2 0 通信装置
- 2 4 0 無線通信装置
- 4 0 0 載置面

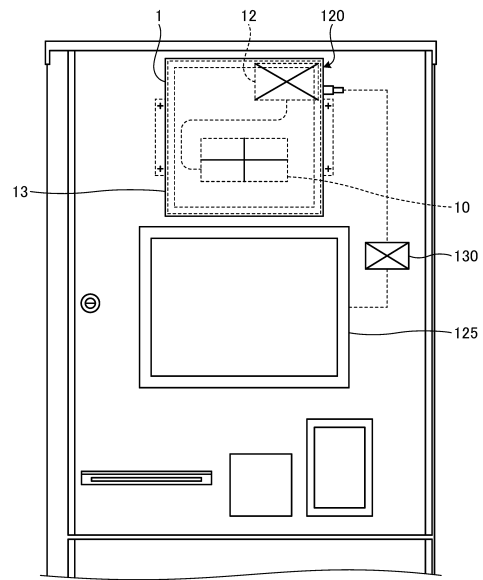
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



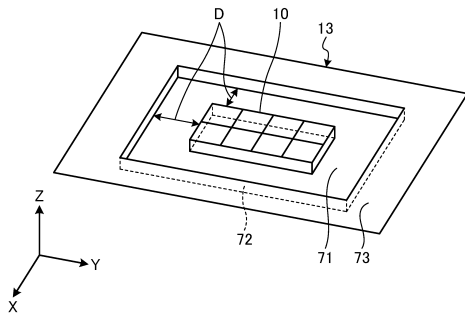
20

30

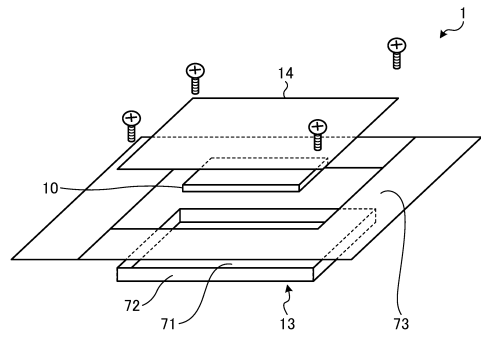
40

50

【 図 3 】



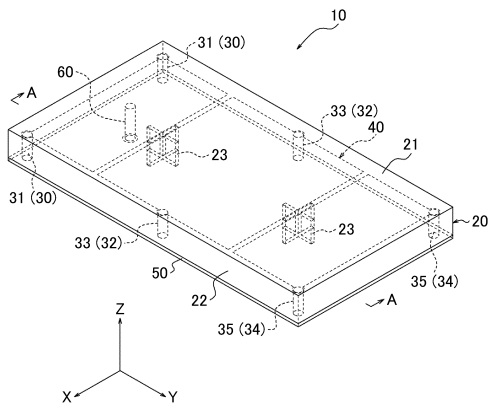
【 図 4 】



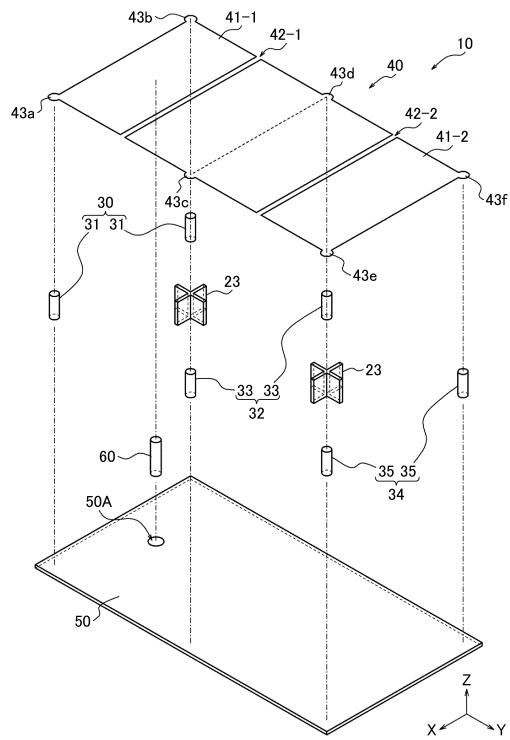
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

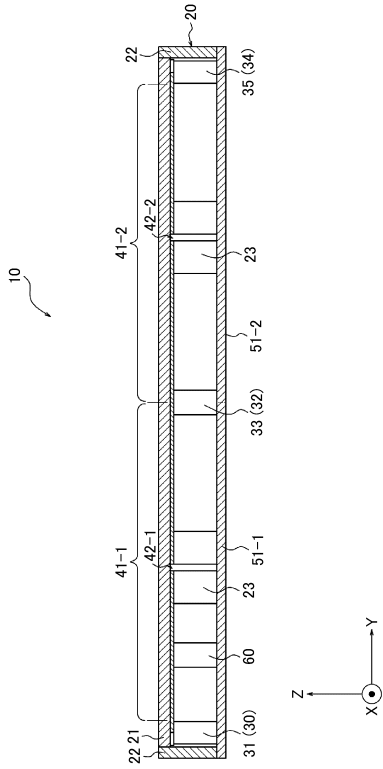


30

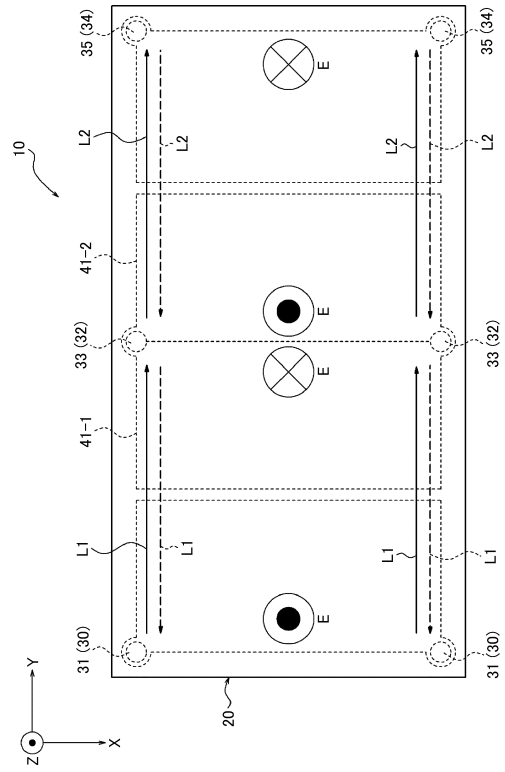
40

50

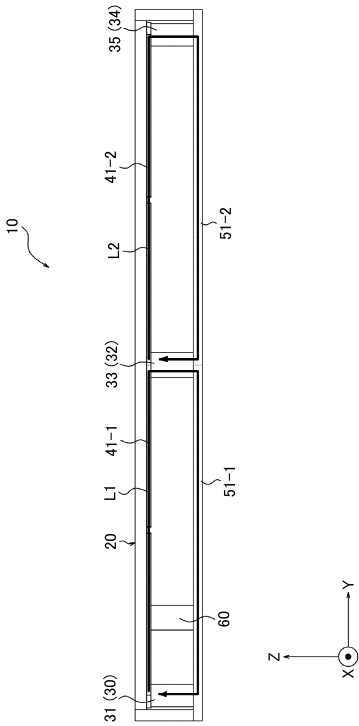
【 図 7 】



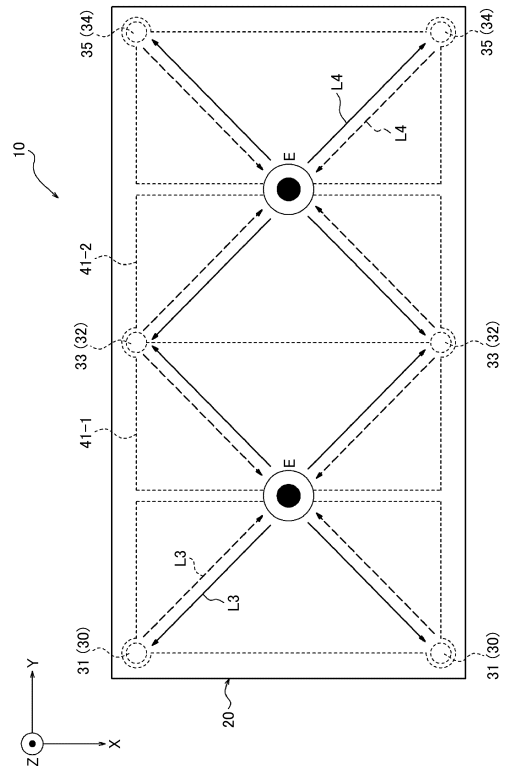
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



10

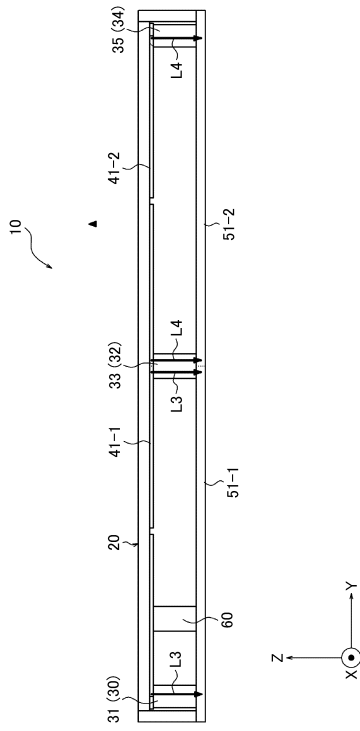
20

30

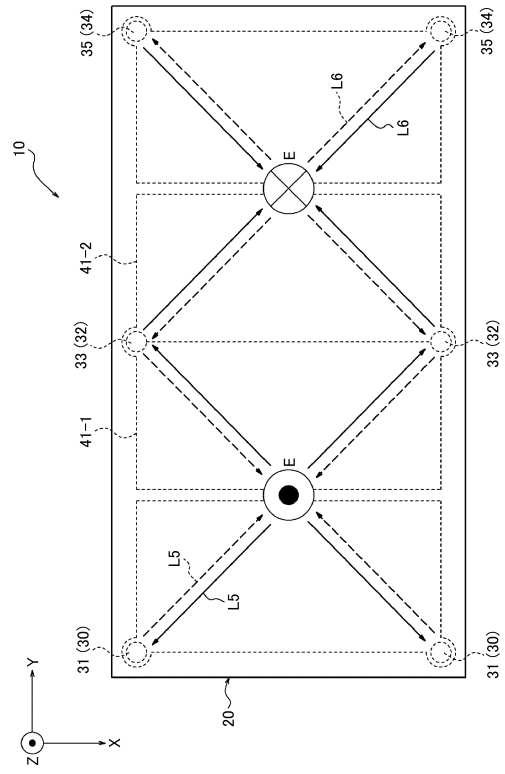
40

50

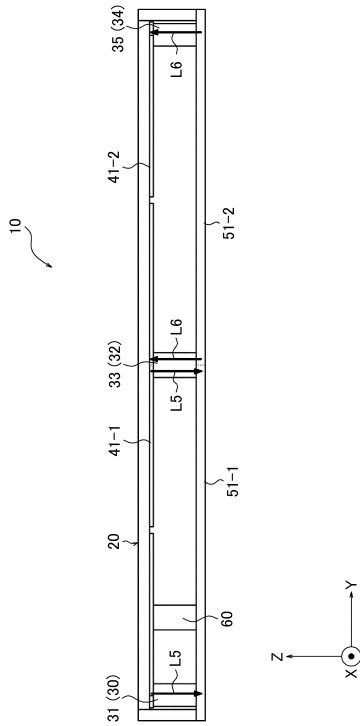
【図 1 1】



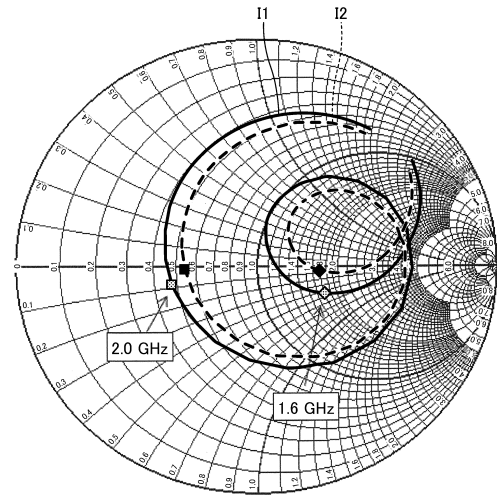
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

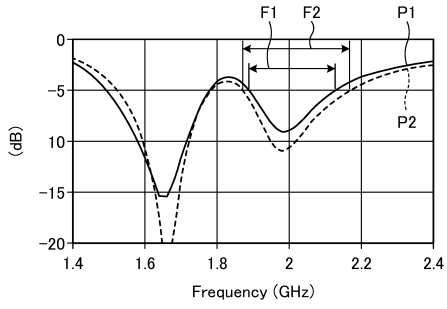
20

30

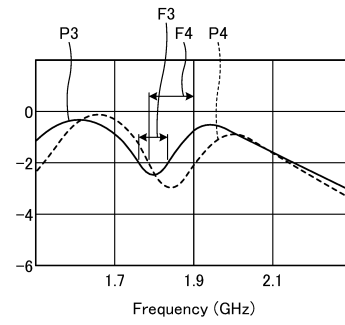
40

50

【図 15】

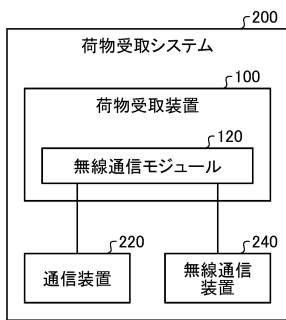


【図 16】

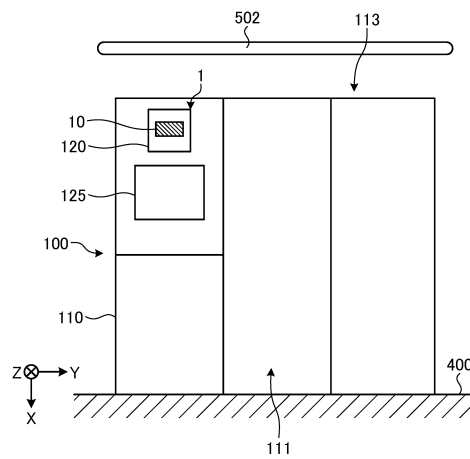


10

【図 17】



【図 18 A】



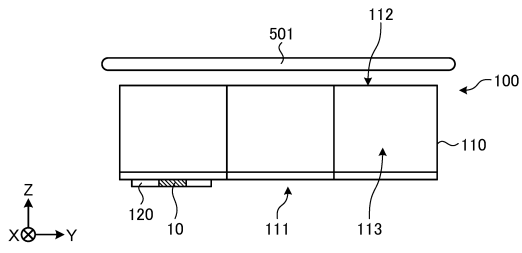
20

30

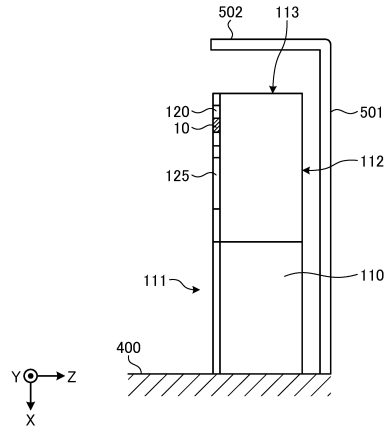
40

50

【図 18B】



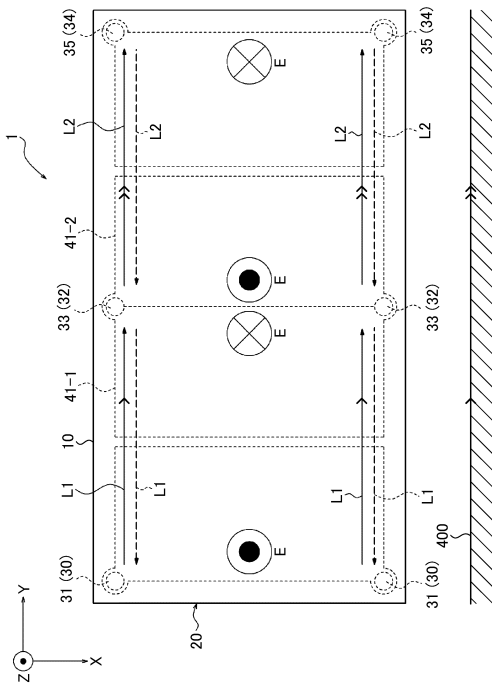
【図 18C】



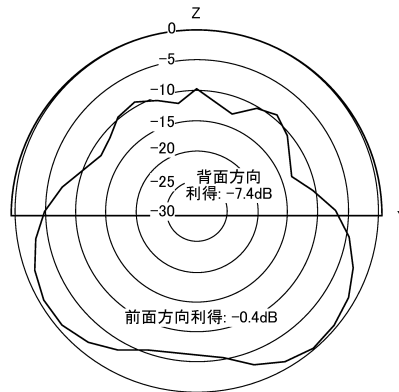
10

20

【図 19】



【図 20】

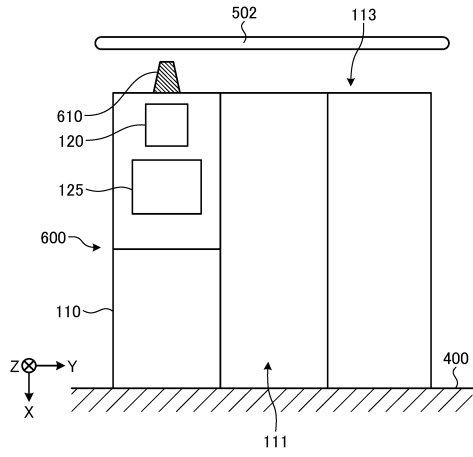


30

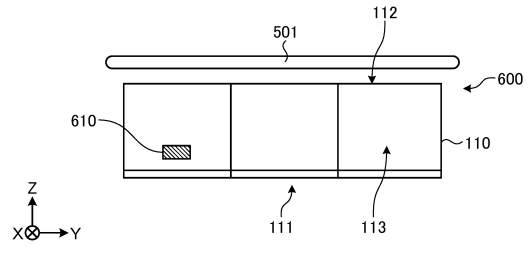
40

50

【 2 1 A 】

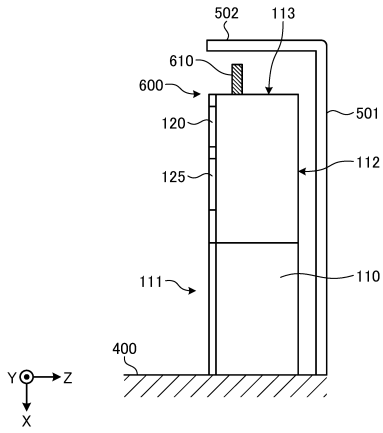


【 2 1 B 】

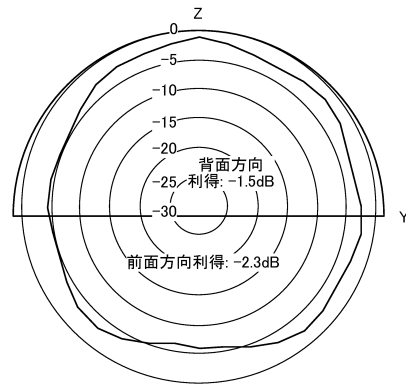


10

【 2 1 C 】



【 2 2 】



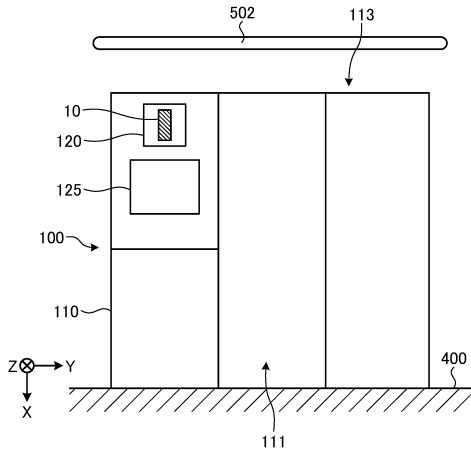
20

30

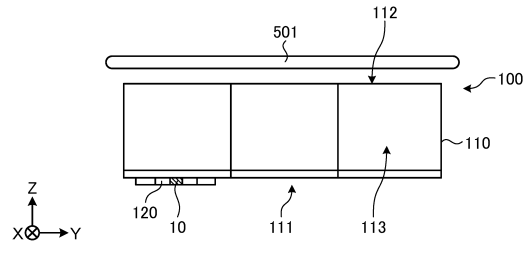
40

50

【 2 3 A 】

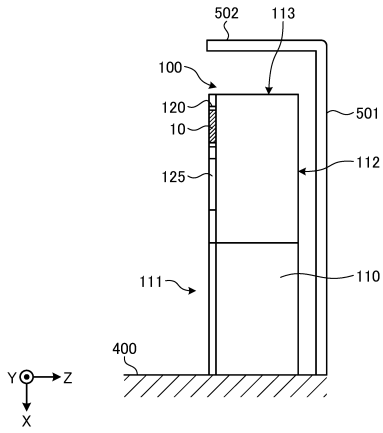


【 2 3 B 】

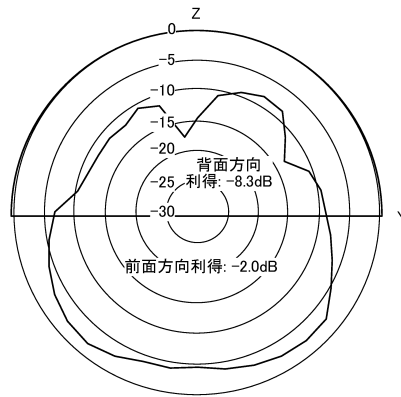


10

【 2 3 C 】



【 2 4 】



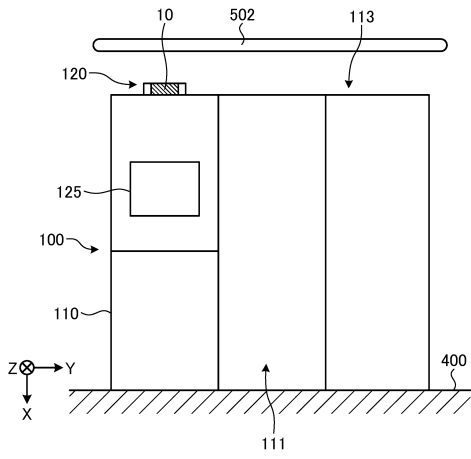
20

30

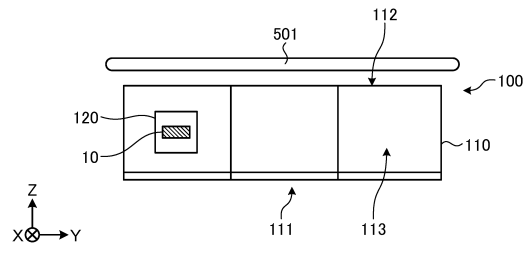
40

50

【 2 5 A 】

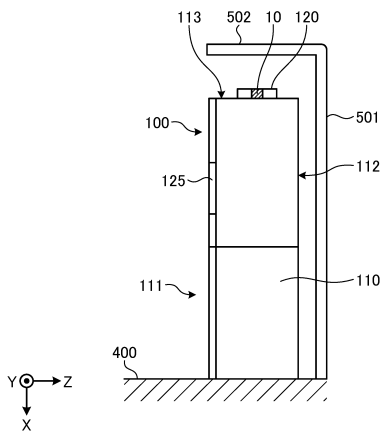


【 2 5 B 】

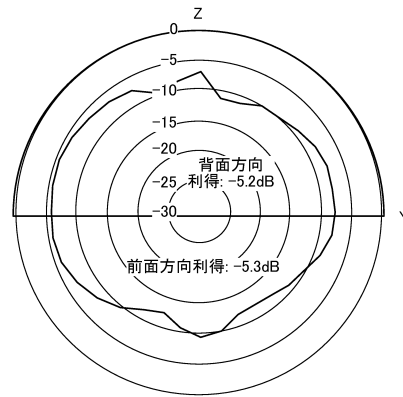


10

【 2 5 C 】



【 2 6 】



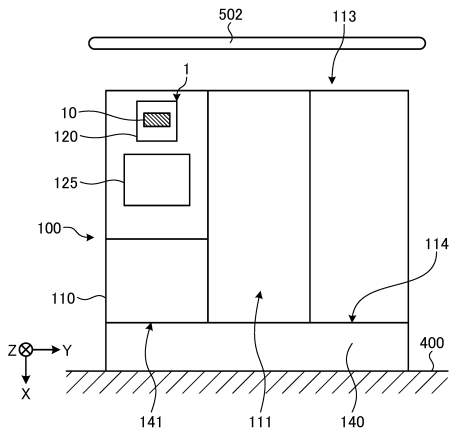
20

30

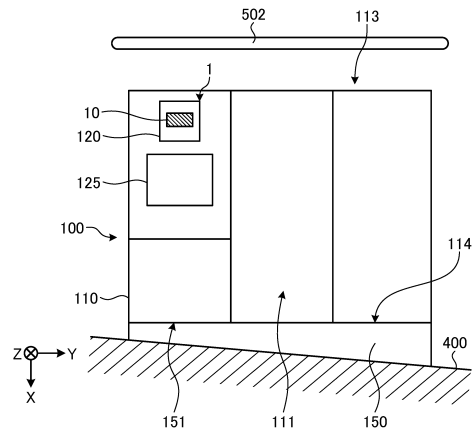
40

50

【 図 2 7 】



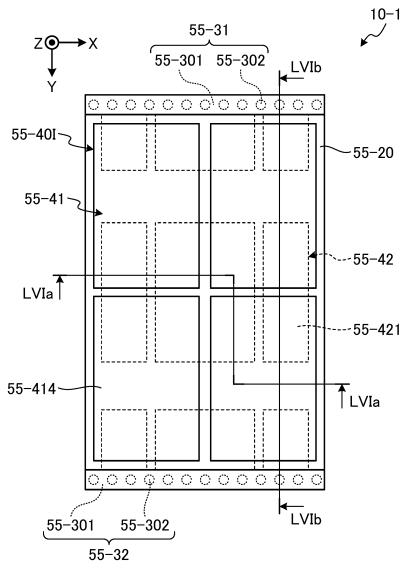
【 図 2 8 】



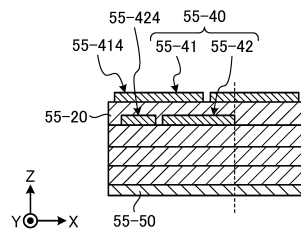
10

20

【 図 2 9 】



【 図 3 0 A 】

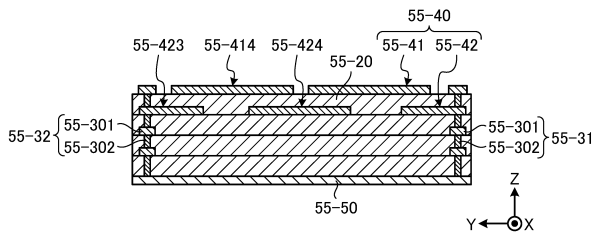


30

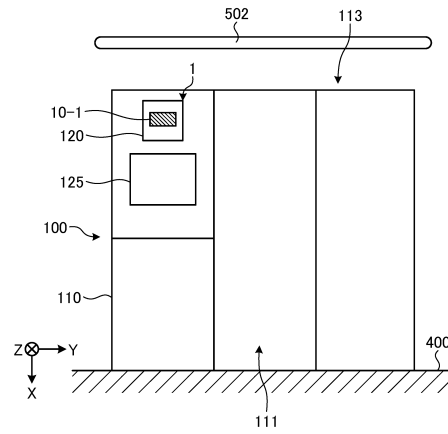
40

50

【 図 3 0 B 】



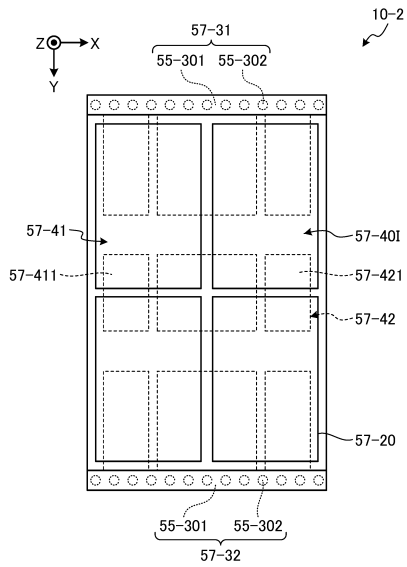
【 図 3 1 】



10

20

【 図 3 2 】



30

40

50

## フロントページの続き

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内

審査官 岸田 伸太郎

(56)参考文献 国際公開第2019/142678(WO, A1)

米国特許第10103445(US, B1)

特開2009-084837(JP, A)

特開2018-193790(JP, A)

特開平11-104005(JP, A)

内村 弘志(ほか2名), 「金属上に設置可能なマルチバンドアンテナ」, 2020年電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2020年03月03日, 通信1, p.48

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01Q 13/08

G07F 17/10

H01Q 1/36