

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7618022号
(P7618022)

(45)発行日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(24)登録日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 Q 1/50 (2006.01) H 0 1 Q 1/50
H 0 1 Q 9/04 (2006.01) H 0 1 Q 9/04

請求項の数 5 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-515437(P2023-515437)	(73)特許権者	000006633
(86)(22)出願日	令和4年4月13日(2022.4.13)		京セラ株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/017723		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(87)国際公開番号	WO2022/224894	(74)代理人	110002147
(87)国際公開日	令和4年10月27日(2022.10.27)		弁理士法人酒井国際特許事務所
審査請求日	令和5年10月17日(2023.10.17)	(72)発明者	山本 周一
(31)優先権主張番号	特願2021-71450(P2021-71450)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(32)優先日	令和3年4月20日(2021.4.20)		京セラ株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	審査官	白井 亮

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンテナ及び無線通信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アンテナ部と、
一端が前記アンテナ部に接続され、他端が外部装置に接続される同軸ケーブルと、
を含み、
前記アンテナ部は、
第 1 面方向に広がる第 1 導体と、
前記第 1 導体の第 1 方向の第 1 端部に対向し、前記第 1 導体に接続された前記第 1 面方向に広がる第 2 導体と、
前記第 1 導体の前記第 1 方向の第 2 端部に対向し、前記第 1 導体に接続され、前記第 2 導体と前記第 1 方向に並ぶ前記第 1 面方向に広がる第 3 導体と、
前記第 2 導体と、前記第 3 導体との前記第 1 方向の間において、前記第 2 導体および前記第 3 導体とは離れて位置している前記第 1 面方向に広がる少なくとも 1 つの第 4 導体と、
を備え、
前記同軸ケーブルは、前記アンテナ部の前記第 1 方向の中心から前記第 1 方向にずれた位置にある接続点に接続され、前記第 1 面方向において、前記第 1 方向の中心に向かう方向に延びて、前記第 1 方向の中心と、前記接続点との間から前記アンテナ部の外側に引き出されている、
アンテナ。

【請求項 2】

10

20

アンテナ部と、
 一端が前記アンテナ部に接続され、他端が外部装置に接続される同軸ケーブルと、
 を含み、
 前記アンテナ部は、
 第1面方向に広がる第1導体と、
 前記第1導体の第1方向の第1端部に対向し、前記第1導体に接続された前記第1面方向に広がる第2導体と、
 前記第1導体の前記第1方向の第2端部に対向し、前記第1導体に接続され、前記第2導体と前記第1方向に並ぶ前記第1面方向に広がる第3導体と、
 前記第2導体と、前記第3導体との前記第1方向の間において、前記第2導体および前記第3導体とは離れて位置している前記第1面方向に広がる少なくとも1つの第4導体と、
 を備え、
 前記同軸ケーブルは、前記アンテナ部の前記第1方向の中心から前記第1方向にずれた位置にある接続点に接続され、前記第1面方向において、前記第1方向の中心に向かう方向とは逆の方向に延びて前記第1方向の中心とは逆の方向の位置または前記第1方向の中心に向かう方向に延びて前記第1方向の中心を超える位置から前記アンテナ部の外側に引き出されている、
 アンテナ。

10

【請求項3】

前記接続点は、前記第1方向と直交する第2方向において、前記アンテナ部の前記第2方向の中心から前記第2方向にずれた位置にあり、

20

前記同軸ケーブルは、前記第2方向の中心に向かう方向に延びて前記アンテナ部の外側に引き出されている、

請求項1または2に記載のアンテナ。

【請求項4】

前記第1導体に接続された導電性物品を含む、

請求項1または2に記載のアンテナ。

【請求項5】

請求項1または2に記載のアンテナと、

前記アンテナを制御して、外部の電子機器と通信を行うコントローラと、

を備える、無線通信装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、アンテナ及び無線通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

アンテナと、電子機器とをケーブルで接続する技術が知られている。例えば、特許文献1には、アンテナの位置をケーブル引出面と対向する面に配置することで、アンテナからの磁界がケーブルの影響を受けにくくする技術が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2003-46320号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示に係るアンテナは、アンテナ部と、一端が前記アンテナ部に接続され、他端が外部装置に接続される同軸ケーブルと、を含み、前記アンテナ部は、第1面方向に広がる第1導体と、前記第1導体の第1方向の第1端部に対向し、前記第1導体に接続された前記第1面方向に広がる第2導体と、前記第1導体の前記第1方向の第2端部に対向し、前記

50

第 1 導体に接続され、前記第 2 導体と前記第 1 方向に並ぶ前記第 1 面方向に広がる第 3 導体と、前記第 2 導体と、前記第 3 導体との前記第 1 方向の間において、前記第 2 導体および前記第 3 導体とは離れて位置している前記第 1 面方向に広がる少なくとも 1 つの第 4 導体と、を備え、前記同軸ケーブルは、前記アンテナ部の前記第 1 方向の中心から前記第 1 方向にずれた位置にある接続点に接続され、前記第 1 面方向において、前記第 1 方向の中心に向かう方向に延びて、前記第 1 方向の中心と、前記接続点との間から前記アンテナ部の外側に引き出されている。

【 0 0 0 5 】

本開示に係るアンテナは、アンテナ部と、一端が前記アンテナ部に接続され、他端が外部装置に接続される同軸ケーブルと、を含み、前記アンテナ部は、第 1 面方向に広がる第 1 導体と、前記第 1 導体の第 1 方向の第 1 端部に対向し、前記第 1 導体に接続された前記第 1 面方向に広がる第 2 導体と、前記第 1 導体の前記第 1 方向の第 2 端部に対向し、前記第 1 導体に接続され、前記第 2 導体と前記第 1 方向に並ぶ前記第 1 面方向に広がる第 3 導体と、前記第 2 導体と、前記第 3 導体との前記第 1 方向の間において、前記第 2 導体および前記第 3 導体とは離れて位置している前記第 1 面方向に広がる少なくとも 1 つの第 4 導体と、を備え、前記同軸ケーブルは、前記アンテナ部の前記第 1 方向の中心から前記第 1 方向にずれた位置にある接続点に接続され、前記第 1 面方向において、前記第 1 方向の中心に向かう方向とは逆の方向に延びて前記第 1 方向の中心とは逆の方向の位置または前記第 1 方向の中心に向かう方向に延びて前記第 1 方向の中心を超える位置から前記アンテナ部の外側に引き出されている。

【 0 0 0 6 】

本開示に係る無線通信装置は、本開示に係るアンテナと、前記アンテナを制御して、外部の電子機器と通信を行うコントローラと、を備える。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 図 1 は、実施形態に係るアンテナの構成例を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、実施形態に係るアンテナの上部導体の構成例を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、実施形態に係るアンテナの下部導体の構成例を示す図である。

【 図 4 】 図 4 は、同軸ケーブルをアンテナのように作用させない配置方法を説明するための図である。

【 図 5 】 図 5 は、同軸ケーブルの第 1 導体の外部での配置方法を説明するための図である。

【 図 6 】 図 6 は、同軸ケーブルをアンテナのように作用させる配置方法を説明するための図である。

【 図 7 】 図 7 は、同軸ケーブルをアンテナのように作用させる配置方法を説明するための図である。

【 図 8 A 】 図 8 A は、実施形態に係るアンテナモデルを説明するための図である。

【 図 8 B 】 図 8 B は、実施形態に係るアンテナモデルを説明するための図である。

【 図 8 C 】 図 8 C は、実施形態に係るアンテナモデルを説明するための図である。

【 図 9 】 図 9 は、自由空間におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、金属上におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、同軸ケーブルの給電点の位置における角度を説明するための図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、自由空間における同軸ケーブルをアンテナ部から引き出す角度の違いによるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、自由空間における同軸ケーブルをアンテナ部から引き出す角度の違いによるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、同軸ケーブルをアンテナ部から引き出した後、同軸ケーブルを折り曲げたアンテナモデルを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 5】図 1 5 は、自由空間において同軸ケーブルをアンテナ部から引き出す際に同軸ケーブルを折り曲げた場合のアンテナ放射効率の変化を説明するためのグラフである。

【図 1 6】図 1 6 は、実施形態に係る無線通信装置の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】

【0008】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

【0009】

以下の説明においては、XYZ 直交座標系を設定し、この XYZ 直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。水平面内の X 軸と平行な方向を X 軸方向とし、X 軸と直交する水平面内の Y 軸と平行な方向を Y 軸方向とし、水平面と直交する Z 軸と平行な方向を Z 軸方向とする。X 軸及び Y 軸を含む平面を適宜、XY 平面と称する。X 軸及び Z 軸を含む平面を適宜、XZ 平面と称する。Y 軸及び Z 軸を含む平面を適宜、YZ 平面と称する。XY 平面は、水平面と平行である。XY 平面と XZ 平面と YZ 平面とは直交する。

【0010】

[実施形態]

図 1 と、図 2 と、図 3 とを用いて、実施形態に係るアンテナの構成例について説明する。図 1 は、実施形態に係るアンテナの構成例を示す図である。図 2 は、実施形態に係るアンテナの上部導体の構成例を示す図である。図 3 は、実施形態に係るアンテナの下部導体の構成例を示す図である。

【0011】

図 1 から図 3 に示すように、アンテナ 1 は、第 1 導体 10 と、第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 と、第 4 導体 16 と、第 1 接続導体 20₁ と、第 1 接続導体 20₂ と、第 2 接続導体 22₁ と、第 2 接続導体 22₂ と、給電導体 24 と、同軸ケーブル 30 と、金属部材 40 と、を含む。第 1 導体 10 と、第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 と、第 4 導体 16 と、第 1 接続導体 20₁ と、第 1 接続導体 20₂ と、第 2 接続導体 22₁ と、第 2 接続導体 22₂ とは、アンテナ部と呼ばれることもある。第 1 接続導体 20₁ と、第 1 接続導体 20₂ とを第 1 接続導体 20 と総称することもある。第 2 接続導体 22₁ と、第 2 接続導体 22₂ とを第 2 接続導体 22 と総称することもある。

【0012】

アンテナ 1 は、円偏波を放射可能に構成されている。アンテナ 1 は、Z 軸の正方向側からアンテナ 1 の XY 平面に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) を示すように構成される。本開示において人工磁気壁特性とは、入射する入射波と反射される反射波との位相差が 0 度となる面の特性のことを意味する。人工磁気壁特性を有する面では、周波数バンドにおいて、入射波と反射波の位相差が -90 度 ~ +90 度となる。

【0013】

第 1 導体 10 は、XY 平面に広がる導体である。XY 平面は、第 1 面と呼ばれることもある。第 1 導体 10 は、例えば、略矩形に構成されているが、これに限定されない。第 1 導体 10 は、Y 軸方向の幅が、第 2 導体 12、第 3 導体 14、および第 4 導体 16 の幅よりも広い。第 1 導体 10 は、例えば、板状の金属部材 40 上に配置される。アンテナ 1 において、金属部材 40 を備えていなくてもよい。金属部材 40 は、導電性物品の一種である。

【0014】

第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 と、第 4 導体 16 とは、第 1 導体 10 とから Z 軸方向に離れて位置している。第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 と、第 4 導体 16 とは、第 1 導体 10 と対向している。第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 と、第 4 導体 16 とは、アンテナ 1 の上部導体と呼ばれることもある。第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 と、第 4 導体 16 との、Y 軸方向の幅は、同じであり得る。第 2 導体 12 と、第 3 導体 14 との X 軸方向の幅は、

同じであり得る。第4導体16のX軸方向の幅は、第2導体12及び第3導体14のX軸方向の幅よりも、広い。

【0015】

第2導体12は、第1導体10のX軸方向の第1端部に対向している。X軸方向は、第1方向とも呼ばれる。第1端部は、第1導体10のX軸の負方向側の端部である。第2導体12は、例えば、略矩形に構成されているが、これに限定されない。

【0016】

第3導体14は、第1導体10のX軸方向の第2端部に対向している。第2端部は、第1導体10のX軸の正方向側の端部である。第3導体14は、例えば、略矩形に構成されているが、これに限定されない。第3導体14は、第2導体12とX軸方向に沿って並んでいる。

10

【0017】

第4導体16は、第2導体12と、第3導体14との間に位置している。第4導体16は、第2導体12及び第3導体14とX軸方向に沿って並んでいる。第4導体16は、第2導体12及び第3導体14と接触していない。すなわち、第2導体12と第4導体16との間及び第3導体14と第4導体16の間には、隙間を有する。第4導体16は、第2導体12と、第3導体14との間において、第1導体10と対向している。第4導体16は、例えば、略矩形に構成されているが、これに限定されない。第2導体12と、第3導体14との間には、複数の第4導体16が位置していてもよい。複数の第4導体16が位置している場合には、それぞれの第4導体16は互いに接触していない。複数の第4導体16が位置している場合には、それぞれの第4導体16の間には、隙間を有し、X軸方向に沿って、並んでいる。すなわち、第2導体12と、第3導体14の間には、少なくとも1つの第4導体16が位置している。

20

【0018】

第2導体12と、第4導体16とは、隙間を介して容量的に接続されている。第3導体14と、第4導体16とは、隙間を介して容量的に接続されている。第2導体12と、第3導体14との間に複数の第4導体16が位置している場合には、それぞれの第4導体同士の間は、隙間を介して容量的に接続されている。

【0019】

第1接続導体20₁と、第1接続導体20₂とは、第1導体10と、第2導体12とを接続するように構成されている。第1接続導体20₁と、第1接続導体20₂とは、例えば、Z軸方向に延びる柱状体である。第1接続導体20₁と、第1接続導体20₂とは、Y軸方向に沿って並んでいる。

30

【0020】

第2接続導体22₁と、第2接続導体22₂とは、第1導体10と、第3導体14とを接続するように構成されている。第2接続導体22₁と、第2接続導体22₂とは、例えば、Z軸方向に延びる柱状体である。第2接続導体22₁と、第2接続導体22₂とは、Y軸方向に沿って並んでいる。

【0021】

給電導体24は、第1導体10と、第4導体16とを接続するように構成されている。給電導体24は、例えば、Z軸方向に延びる柱状体である。給電導体24は、第1導体10の給電点P1に接続されている。給電導体24は、第1導体10と、第2導体12とを接続するように構成されていてもよい。給電導体24は、第1導体10と、第3導体14とを接続するように構成されていてもよい。アンテナ1の構造例として、第2導体12から第4導体16は、図示しない絶縁基板の同一面に記載されていてもよい。例えば、図1における第2導体12から第4導体16の上に絶縁基板が位置した構造であってもよい。さらには、図1における第1導体10の下にも絶縁基板が位置した構造であってもよい。

40

【0022】

同軸ケーブル30は、一端が給電点P1に接続されている。同軸ケーブル30は、他端が図示しない外部装置に接続される。同軸ケーブル30の一端は、例えば、図示しないコ

50

ネクタ端子などで給電点 P 1 に接続されている。給電点 P 1 は、接続点と呼ばれることもある。

【 0 0 2 3 】

同軸ケーブル 3 0 の配置により、同軸ケーブル 3 0 がアンテナのように作用するため、アンテナ 1 のアンテナ特性が変化する。同軸ケーブル 3 0 をアンテナのように作用させないように配置することで、金属部材 4 0 の有無にかかわらずアンテナ 1 のアンテナ特性を安定化することが求められる。

【 0 0 2 4 】

図 4 を用いて、同軸ケーブルをアンテナのように作用させない配置方法について説明する。図 4 は、同軸ケーブルをアンテナのように作用させない配置方法を説明するための図である。

10

【 0 0 2 5 】

図 4 には、第 1 導体 1 0 が示されている。図 4 において、X 軸方向を長手方向、Y 軸方向を短手方向と呼ぶこともある。給電点 P 1 は、第 1 導体 1 0 の X 軸方向の中心 O 1 から X 軸の正方向に L 1、第 1 導体 1 0 の上辺から Y 軸の負方向に L 2 の位置に設けられているとする。Y 軸方向は、第 2 方向とも呼ばれる。給電点 P 1 は、通常、インピーダンス調整のため、第 1 導体 1 0 の中心からずれて配置されている。同軸ケーブル 3 0 は、給電点 P 1 から第 1 導体 1 0 の中心の方向に延ばしてアンテナ部の外部に引き出すようにするとよい。具体的には、同軸ケーブル 3 0 は、距離 L 1 の範囲内において、第 1 導体 1 0 の上辺から引き出すようにするとよい。同軸ケーブル 3 0 は、距離 L 1 の範囲内において、第 1 導体 1 0 の下辺から引き出すようにしてもよい。

20

【 0 0 2 6 】

同軸ケーブル 3 0 を、第 1 導体 1 0 の中心 O 1 と X 軸方向における給電点 P 1 までの範囲から引き出すことで、アンテナ 1 に流れる電流 I 1 の向きと、同軸ケーブル 3 0 に流れる電流 I 1 0 の向きとは逆方向となる。ここで、同軸ケーブル 3 0 は、給電点 P 1 の位置から Y 軸の正方向に延ばしてアンテナ部の外部に引き出すことは含まないことが好ましい。図 4 に示すように、電流 I 1 は X 軸の正方向側に流れ、電流 I 1 0 は X 軸の負方向側に流れる。図 4 に示す例では、同軸ケーブル 3 0 は、位置 P 1 1 からアンテナ部の外部に引き出されている。図 4 では明らかでないが、位置 P 1 1 は、上部導体と、下部導体との上辺が空間的に重なる位置であり得る。同軸ケーブル 3 0 は、位置 P 1 1 において、位置ずれを防止する留め具または樹脂などで固定されていてもよい。アンテナ 1 が放射する電界の向きは、中心 O 1 から X 軸の正方向側と負方向側とで逆向きになる。このため、アンテナ 1 が放射する電界の向きは、位置 P 1 1 と、給電点 P 1 とで同じになる。このため、アンテナ 1 から発生する磁界の向きと、同軸ケーブル 3 0 から発生する磁界の向きとが逆向きになる。言い換えると、アンテナ 1 の磁界は、同軸ケーブル 3 0 から発生する磁界を弱める。同軸ケーブル 3 0 からの磁界が弱まることで、同軸ケーブル 3 0 はアンテナとして振る舞いにくくなる。

30

【 0 0 2 7 】

同軸ケーブル 3 0 は、第 1 導体 1 0 の長手方向に対して、給電点 P 1 から長い距離の方へ配置するとよい。具体的には、図 4 に示す例では、給電点 P 1 から一方の短辺までの距離 L 3 と、他方の短辺までの距離 L 4 とを比較して、長い距離の方へ配置するとよい。図 4 に示す例では、同軸ケーブル 3 0 を距離 L 3 側から引き出すようにするとよい。具体的には、同軸ケーブル 3 0 と、第 1 導体 1 0 とが重なる距離が長くなるように、同軸ケーブル 3 0 をアンテナ部の外部に引き出すようにするとよい。

40

【 0 0 2 8 】

本実施形態では、給電点 P 1 は、第 1 導体 1 0 の中心から長手方向 (X 軸の正方向) および短手方向 (Y 軸の負方向) にずれて配置されている。同軸ケーブル 3 0 は、距離 L 1 の範囲内であれば、第 1 導体 1 0 の上辺から引き出してもよいし、下辺から引き出してもよい。同軸ケーブル 3 0 は、第 1 導体 1 0 の短手方向に対して、給電点 P 1 から長い距離の方へ配置するとよい。具体的には、図 4 に示す例では、給電点 P 1 から一方の長辺まで

50

の距離 L_2 と、他方の長辺までの距離 L_5 とを比較して、長い距離の方へ配置するとよい。図 4 に示す例では、同軸ケーブル 30 を距離 L_2 側、すなわち第 1 導体 10 の上辺から引き出すようにするとよい。具体的には、同軸ケーブル 30 と、第 1 導体 10 とが重なる距離が長くなるように、同軸ケーブル 30 をアンテナ部の外部に引き出すようにするとよい。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、同軸ケーブル 30 の第 1 導体 10 の外部での配置方法を説明するための図である。同軸ケーブル 30 は、アンテナ部の外部に引き出された後は、アンテナ部の内部において延びている方向とは異なる他の方向を向いていてもよい。図 5 に示すように、同軸ケーブル 30 は、例えば、位置 P 11 から引き出された後は、Y 軸に沿う方向に折り曲げて

10

【 0 0 3 0 】

同軸ケーブル 30 をアンテナのように作用させるように配置することもあり得る。アンテナ 1 を自由空間でのみ使用する場合には、アンテナ効率を向上させることができる。本実施形態において、アンテナ 1 の自由空間での使用とは、金属部材 40 を含まない状態での使用を意味し得る。

【 0 0 3 1 】

図 6 と、図 7 とを用いて、同軸ケーブルをアンテナのように作用させる配置方法について説明する。図 6 と、図 7 とは、同軸ケーブルをアンテナのように作用させる配置方法を説明するための図である。

20

【 0 0 3 2 】

[第 1 の方法]

図 6 には、第 1 導体 10 が示されている。同軸ケーブル 30 をアンテナのように作用させる場合には、同軸ケーブル 30 を中心 O_1 に向かう方向とは逆の方向に延ばしてアンテナ部から引き出すようにするとよい。例えば、同軸ケーブル 30 を距離 L_4 の範囲内において、第 1 導体 10 の上辺の位置 P 21 から同軸ケーブル 30 を引き出すようにするとよい。

【 0 0 3 3 】

同軸ケーブル 30 を距離 L_4 の範囲内で第 1 導体 10 の上辺から引き出すことで、アンテナ 1 に流れる電流 I_1 の向きと、同軸ケーブル 30 に流れる電流 I_{20} の向きとは同じ方向になる。図 6 に示すように、電流 I_1 は X 軸の正方向側に流れ、電流 I_{20} は X 軸の正方向側に流れる。位置 P 21 と、給電点 P 1 とはともに中心 O_1 から正方向側に位置しているので、アンテナ 1 が放射する電界の向きは、位置 P 21 と、給電点 P 1 とで同じになる。図 6 に示す例では、アンテナ 1 から発生する磁界の向きと、同軸ケーブル 30 から発生する磁界の向きとが同じになる。この場合、アンテナ 1 の磁界は、同軸ケーブル 30 の磁界を弱めない。すなわち、同軸ケーブル 30 は、アンテナとして振る舞う。

30

【 0 0 3 4 】

[第 2 の方法]

図 7 には、第 1 導体 10 が示されている。同軸ケーブル 30 をアンテナのように作用させる場合には、中心 O_1 を超えるように延ばしてアンテナ部から引き出すようにするとよい。例えば、同軸ケーブル 30 を距離 L_6 の範囲内において、第 1 導体 10 の上辺の位置 P 31 から引き出すようにするとよい。

40

【 0 0 3 5 】

同軸ケーブル 30 を距離 L_6 の範囲内から引き出すことで、アンテナ 1 に流れる電流 I_1 の向きと、同軸ケーブル 30 に流れる電流 I_{30} の向きとは逆向きになる。図 7 に示すように、電流 I_1 は X 軸の正方向側に流れ、電流 I_{30} は X 軸の負方向側に流れる。アンテナ 1 が放射する電界の向きは、中心 O_1 から X 軸の正方向側と負方向側とで逆向きになる。そのため、図 7 に示す例では、同軸ケーブル 30 から発生する磁界の向きは、距離 L_1 の範囲内に位置する部分ではアンテナ 1 から発生する磁界の向きと逆向きとなり、距離

50

L 6 の範囲内に位置する部分ではアンテナ 1 から発生する磁界の向きと同じ向きになる。そのため、同軸ケーブル 30 の距離 L 1 の範囲内に位置する部分はアンテナとして振る舞いにくくなるが、距離 L の範囲に位置する部分はアンテナとして振る舞う。これにより、同軸ケーブル 30 は、アンテナとして振る舞う。

【 0 0 3 6 】

[シミュレーション]

図 8 A と、図 8 B と、図 8 C とを用いて、実施形態に係るアンテナのアンテナ放射特性のシミュレーションを行ったモデルについて説明する。図 8 A から図 8 C は、実施形態に係るアンテナモデルを説明するための図である。

【 0 0 3 7 】

図 8 A に示すように、アンテナモデル 1 0 0 は、第 1 導体モデル 1 0 2 と、第 2 導体モデル 1 0 4 と、第 3 導体モデル 1 0 6 と、第 4 導体モデル 1 0 8 と、第 1 接続導体モデル 1 1 0₁ , 1 1 0₂ と、第 2 接続導体モデル 1 1 2₁ , 1 1 2₂ と、給電導体モデル 1 1 4 と、コネクタモデル 1 1 6 と、同軸ケーブルモデル 1 1 8 と、を含む。

【 0 0 3 8 】

アンテナモデル 1 0 0 は、アンテナ 1 に対応したモデルである。第 1 導体モデル 1 0 2 は、第 1 導体 1 0 に対応している。第 2 導体モデル 1 0 4 は、第 2 導体 1 2 に対応している。第 3 導体モデル 1 0 6 は、第 3 導体 1 4 に対応している。第 4 導体モデル 1 0 8 は、第 4 導体 1 6 に対応している。第 1 接続導体モデル 1 1 0₁ , 1 1 0₂ は、それぞれ、第 1 接続導体 2 0₁ , 2 0₂ に対応している。第 2 接続導体モデル 1 1 2₁ , 1 1 2₂ は、それぞれ、第 2 接続導体 2 2₁ , 2 2₂ に対応している。給電導体モデル 1 1 4 は、給電導体 2 4 に対応している。すなわち、第 1 導体モデル 1 0 2 と、第 2 導体モデル 1 0 4 と、第 3 導体モデル 1 0 6 と、第 4 導体モデル 1 0 8 と、第 1 接続導体モデル 1 1 0₁ , 1 1 0₂ と、第 2 接続導体モデル 1 1 2₁ , 1 1 2₂ と、給電導体モデル 1 1 4 とは、アンテナ部に対応したアンテナ部モデルであり得る。

【 0 0 3 9 】

図 8 A に示すように、アンテナモデル 1 0 0 においては、同軸ケーブルモデル 1 1 8 は、第 1 導体モデル 1 0 2 の中心 O 1 0 から給電導体モデル 1 1 4 との間の距離 L 1 0 の範囲において、アンテナ部モデルの外部に引き出されている。すなわち、アンテナモデル 1 0 0 は、アンテナ 1 の同軸ケーブル 30 をアンテナのように作用させないように配置したモデルである。

【 0 0 4 0 】

図 8 B に示すように、アンテナモデル 1 0 0 A においては、同軸ケーブルモデル 1 1 8 は、第 1 導体モデル 1 0 2 の中心 O 1 0 から第 1 導体モデル 1 0 2 の左端との間の距離 L 2 0 の範囲において、アンテナ部モデルの外部に引き出されている。すなわち、アンテナモデル 1 0 0 A は、アンテナ 1 の同軸ケーブル 30 をアンテナのように作用させるように配置したモデルである。

【 0 0 4 1 】

図 8 C に示すように、アンテナモデル 1 0 0 B においては、同軸ケーブルモデル 1 1 8 は、給電導体モデル 1 1 4 から第 1 導体モデル 1 0 2 の右端との間の距離 L 3 0 の範囲において、アンテナ部モデルの外部に引き出されている。すなわち、アンテナモデル 1 0 0 B は、アンテナ 1 の同軸ケーブル 30 をアンテナのように作用させるように配置したモデルである。

【 0 0 4 2 】

図 9 は、自由空間におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。図 9 は、横軸が周波数 [M H z] を示し、縦軸がアンテナ放射効率 [d B] を示す。

【 0 0 4 3 】

図 9 は、グラフ G 1 と、グラフ G 2 と、グラフ G 3 とを示す。グラフ G 1 は、図 8 A に示すアンテナモデル 1 0 0 の自由空間におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果

10

20

30

40

50

を示す。グラフ G 2 は、図 8 B に示すアンテナモデル 1 0 0 A の自由空間におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 3 は、図 8 C に示すアンテナモデル 1 0 0 B の自由空間におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。

【 0 0 4 4 】

グラフ G 1 に示すように、アンテナモデル 1 0 0 においては、同軸ケーブルモデル 1 1 8 の周辺に磁界は発生しない。アンテナモデル 1 0 0 の 7 5 0 M H z から 9 5 0 M H z の周波数帯域におけるアンテナ放射効率は、約 - 1 3 d B から - 3 d B 程度である。

【 0 0 4 5 】

グラフ G 2 に示すように、アンテナモデル 1 0 0 A においては、同軸ケーブルモデル 1 1 8 の周辺に磁界が発生する。アンテナモデル 1 0 0 A の 7 5 0 M H z から 9 5 0 M H z の周波数帯域におけるアンテナ放射効率は、約 - 7 d B から - 1 . 5 d B 程度である。すなわち、アンテナモデル 1 0 0 A は、アンテナモデル 1 0 0 と比べてアンテナ放射効率が向上する。

10

【 0 0 4 6 】

グラフ G 3 に示すように、アンテナモデル 1 0 0 B においては、同軸ケーブルモデル 1 1 8 の周辺に磁界が発生する。アンテナモデル 1 0 0 B の 7 5 0 M H z から 9 5 0 M H z の周波数帯域におけるアンテナ放射効率は、約 - 9 d B から - 1 d B 程度である。すなわち、アンテナモデル 1 0 0 B は、アンテナモデル 1 0 0 と比べてアンテナ放射効率が向上する。

【 0 0 4 7 】

20

図 1 0 は、金属上におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。具体的には、図 1 0 は、図 8 A から図 8 C に示す第 1 導体モデル 1 0 2 を図示しない金属上に配置した場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。図 1 0 は、横軸が周波数 [M H z] を示し、縦軸がアンテナ放射効率 [d B] を示す。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 は、グラフ G 1 1 と、グラフ G 1 2 と、グラフ G 1 3 とを示す。グラフ G 1 1 は、図 8 A に示すアンテナモデル 1 0 0 の金属上におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 は、図 8 B に示すアンテナモデル 1 0 0 A の金属上におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 3 は、図 8 C に示すアンテナモデル 1 0 0 B の金属上におけるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。

30

【 0 0 4 9 】

図 1 0 に示すように、グラフ G 1 1 と、グラフ G 1 2 と、グラフ G 1 3 とは、7 5 0 M H z から 9 5 0 M H z の周波数帯域において、ほぼ一致している。アンテナモデル 1 0 0 からアンテナモデル 1 0 0 B の 7 5 0 M H z から 9 5 0 M H z の周波数帯域におけるアンテナ放射効率は、約 - 1 2 d B から - 2 . 5 d B 程度である。グラフ G 1 2 およびグラフ G 1 3 に示すように、アンテナモデル 1 0 0 A およびアンテナモデル 1 0 0 B は金属上では同軸ケーブルモデル 1 1 8 の周辺に磁界は発生せず、アンテナ放射効率は向上しない。

【 0 0 5 0 】

すなわち、本実施形態では、同軸ケーブル 3 0 をアンテナのように作用させないように配置する場合には、アンテナ 1 を自由空間で使用した場合と金属上に設定した場合とで特性に変化はない。言い換えれば、同軸ケーブル 3 0 をアンテナのように作用させないように配置することで、アンテナ 1 の特性を安定化することができる。

40

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態では、同軸ケーブル 3 0 をアンテナのように作用させるように配置することで、アンテナ 1 を自由空間で使用する場合に向上させることができる。すなわち、同軸ケーブル 3 0 をアンテナのように作用させるように配置することで、自由空間において、アンテナ 1 をアンテナ放射効率の高いアンテナとして構成することができる。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態では、使用目的に応じて、同軸ケーブル 3 0 をアンテナのように作用させないように配置したり、アンテナのように作用させるように配置したりしてよい。

50

【 0 0 5 3 】

次に、自由空間において、同軸ケーブル 30 の給電点 P 1 の位置における X 軸に対する角度の違いによるアンテナ放射効率の変化について説明する。図 1 1 は、同軸ケーブルの給電点 P 1 の位置における角度を説明するための図である。図 1 1 に示すように、Y 軸の正方向側の角度を 0° 、X 軸の負方向側の角度を 90° 、Y 軸の負方向側の角度を 180° 、X 軸の正方向側の角度を 270° とする。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 は、自由空間における同軸ケーブルをアンテナ部から引き出す角度の違いによるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。図 1 2 は、横軸が周波数 [MHz] を示し、縦軸がアンテナ放射効率 [dB] を示す。

10

【 0 0 5 5 】

図 1 2 は、グラフ G 2 1 と、グラフ G 2 2 と、グラフ G 2 3 と、グラフ G 2 4 と、グラフ G 2 5 と、グラフ G 2 6 とを示す。グラフ G 2 1 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 80° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 2 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 70° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 3 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 50° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 4 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 30° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 5 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 0° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 6 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 330° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。具体的には、グラフ G 2 1 と、グラフ G 2 2 とは、図 7 に示す例でいえば、距離 L 6 の範囲から同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 3 と、グラフ G 2 4 とは、図 4 に示す例でいえば、距離 L 1 の範囲から同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 2 6 は、図 6 に示す例でいえば、距離 L 3 の範囲から同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。

20

【 0 0 5 6 】

図 1 2 に示すように、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 50° と 30° の場合には、アンテナ放射効率が比較的低い。この場合、同軸ケーブル 30 から発生する磁界が弱く、同軸ケーブル 30 がアンテナとして作用していないことを意味する。

30

【 0 0 5 7 】

図 1 2 に示すように、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 80° 、 70° 、 0° 、 330° の場合には、アンテナ放射効率が比較的高い。この場合、同軸ケーブル 30 から発生する磁界が強く、同軸ケーブル 30 がアンテナとして作用していることを意味する。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 は、自由空間における同軸ケーブルをアンテナ部から引き出す角度の違いによるアンテナ放射効率のシミュレーション結果を説明するためのグラフである。図 1 3 は、横軸が周波数 [MHz] を示し、縦軸がアンテナ放射効率 [dB] を示す。

40

【 0 0 5 9 】

図 1 3 は、グラフ G 3 1 と、グラフ G 3 2 と、グラフ G 3 3 と、グラフ G 3 4 と、グラフ G 3 5 と、グラフ G 3 6 とを示す。グラフ G 3 1 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 0° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 3 2 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 330° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 3 3 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 30° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 3 4 は、同軸ケーブル 30 をアンテナ部から引き出す角度が 180° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフ G 3 5 は、同軸ケーブル 30 をア

50

ンテナ部から引き出す角度が 210° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフG36は、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 150° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。

【0060】

同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 0° の場合と、 180° の場合とでは、同軸ケーブル30は、X軸に対して線対称となる。同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 30° の場合と、 150° の場合とでは、同軸ケーブル30は、X軸に対して線対称となる。同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 210° の場合と、 330° の場合とでは、同軸ケーブル30は、X軸に対して線対称となる。

【0061】

グラフG31と、グラフG32と、グラフG34と、グラフG35とに示すように、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 0° 、 180° 、 210° 、および 330° の場合には、アンテナ放射効率は比較的高い。この場合、同軸ケーブル30から発生する磁界が強く、同軸ケーブル30がアンテナとして作用することを意味する。

【0062】

グラフG33と、グラフG36とに示すように、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 30° 、および 150° の場合には、アンテナ放射効率は比較的低い。グラフG33と、グラフG36とを比較すると、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 150° の場合の方が 30° の場合よりもアンテナ放射効率は高い。これは、同軸ケーブル30の給電点P1の角度が 30° の場合の方が 150° の場合よりも、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す際に第1導体10および第4導体16と重なる距離が長いからである。同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す際に第1導体10および第4導体16と重なる距離が長いほど、同軸ケーブル30をアンテナとして作用することを抑制することができる。

【0063】

次に、自由空間において、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出した後、同軸ケーブル30を折り曲げた場合のアンテナ放射効率の変化について説明する。図14は、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出した後、同軸ケーブル30を折り曲げたアンテナモデルを示す図である。アンテナモデル100Cに示すように、同軸ケーブルモデル118をアンテナ部モデルから引き出す際に第1導体モデル102と、第4導体モデル108の上辺とが空間的に重なる位置からY軸に沿うように折り曲げた場合にアンテナ放射効率の変化を解析した。

【0064】

図15は、自由空間において同軸ケーブルをアンテナ部から引き出す際に同軸ケーブルを折り曲げた場合のアンテナ放射効率の変化を説明するためのグラフである。図15は、横軸が周波数[MHz]を示し、縦軸がアンテナ放射効率[dB]を示す。

【0065】

図15は、グラフG41と、グラフG42と、グラフG43と、グラフG44とを示す。グラフG41は、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 70° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフG42は、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 30° の場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフG43は、同軸ケーブル30を給電点P1における角度が 70° であり、かつ同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す際に 0° の方向に折り曲げた場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。グラフG44は、同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 30° であり、かつ同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す際に 0° の方向に折り曲げた場合のアンテナ放射効率のシミュレーション結果を示す。

【0066】

グラフG41と、グラフG43とを比較すると同軸ケーブル30をアンテナ部から引き出す角度が 70° の場合には、同軸ケーブル30を折り曲げた場合と折り曲げない場合とでアンテナ放射効率に差はないといえる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

グラフ G 4 2 と、グラフ G 4 4 とを比較すると同軸ケーブル 3 0 をアンテナ部から引き出す角度が 3 0 ° の場合には、同軸ケーブル 3 0 を折り曲げた場合と折り曲げない場合とでアンテナ放射効率に差はないといえる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、同軸ケーブル 3 0 をアンテナ部から引き出した後は、自由に折り曲げてよい。

【 0 0 6 9 】

〔無線通信装置〕

図 1 6 を用いて、本実施形態に係る無線通信装置について説明する。図 1 6 は、本実施形態に係る無線通信装置の構成例を示すブロック図である。

10

【 0 0 7 0 】

図 1 6 に示すように、無線通信装置 2 0 0 は、少なくともアンテナ 1 と、コントローラ 3 と、を備える。無線通信装置 2 0 0 は、メモリ 2 と、センサ 4 と、バッテリー 5 とをさらに備えてもよい。

【 0 0 7 1 】

メモリ 2 は、例えば、半導体メモリなどを含み得る。メモリ 2 は、コントローラ 3 のワークメモリとして機能するように構成され得る。メモリ 2 は、コントローラ 3 に含まれ得る。メモリ 2 は、無線通信装置 2 0 0 の各機能を実現する処理内容を記述したプログラム、および無線通信装置 2 0 0 に用いられる情報などを記憶する。

20

【 0 0 7 2 】

コントローラ 3 は、例えば、プロセッサを含み得る。コントローラ 3 は、1 以上のプロセッサを含んでよい。プロセッサは、特定のプログラムを読み込ませて特定の機能を実行する汎用のプロセッサ、および、特定の処理に特化した専用のプロセッサを含んでよい。専用のプロセッサは、特定用途向け I C を含んでよい。特定用途向け I C は、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) ともいう。プロセッサは、プログラマブルロジックデバイスを含んでよい。プログラマブルロジックデバイスは、P L D (Programmable Logic Device) ともいう。P L D は、F P G A (Field-Programmable Gate Array) を含んでよい。コントローラ 3 は、1 つ又は複数のプロセッサが協働する S o C (System-on-a-Chip)、および S i P (System in a Package) の何れかであってよい。コントローラ 3 は、メモリ 2 に、各種情報又は無線通信装置 2 0 0 の各構成部を動作させるためのプログラムなどを格納してよい。

30

【 0 0 7 3 】

コントローラ 3 は、無線通信装置 2 0 0 から送信する送信信号を生成するように構成され得る。コントローラ 3 は、例えば、センサ 4 から測定データを取得するように構成されていてよい。コントローラ 3 は、測定データに応じた送信信号を生成するように構成されていてよい。コントローラ 3 は、アンテナ 1 にベースバンド信号を送信するように構成されていてよい。

【 0 0 7 4 】

センサ 4 は、各種のセンサを含む。センサ 4 は、例えば、速度センサ、振動センサ、加速度センサ、ジャイロセンサ、回転角センサ、角速度センサ、地磁気センサ、マグネットセンサ、温度センサ、湿度センサ、気圧センサ、光センサ、照度センサ、U V センサ、ガスセンサ、ガス濃度センサ、雰囲気センサ、レベルセンサ、匂いセンサ、圧力センサ、空気圧センサ、接点センサ、風力センサ、赤外線センサ、人感センサ、変位量センサ、画像センサ、重量センサ、煙センサ、漏液センサ、バイタルセンサ、バッテリー残量センサ、および超音波センサなどを含んでよい。センサ 4 は、無線通信装置 2 0 0 の現在の位置情報を取得する G N S S (Global Navigation Satellite System) センサを含んでもよい。

40

【 0 0 7 5 】

バッテリー 5 は、無線通信装置 2 0 0 に電力を供給するように構成され得る。バッテリー 5 は、メモリ 2、コントローラ 3、およびセンサ 4、の少なくとも 1 つに電力を供給するよ

50

うに構成され得る。バッテリー5は、1次バッテリーおよび2次バッテリーの少なくとも一方を含み得る。バッテリー5のマイナス電極は、図示しない回路基板のグラウンド端子に電氣的に接続されるように構成され得る。

【0076】

以上、本発明の実施形態を説明したが、これら実施形態の内容により本発明が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、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。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、前述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

【符号の説明】

【0077】

1 アンテナ

10 第1導体

12 第2導体

14 第3導体

16 第4導体

20 第1接続導体

22 第2接続導体

24 給電導体

30 同軸ケーブル

40 金属部材

100, 100A, 100B, 100C アンテナモデル

102 第1導体モデル

104 第2導体モデル

106 第3導体モデル

108 第4導体モデル

110₁, 110₂ 第1接続導体モデル

112₁, 112₂ 第2接続導体モデル

114 給電導体モデル

116 コネクタモデル

200 無線通信装置

10

20

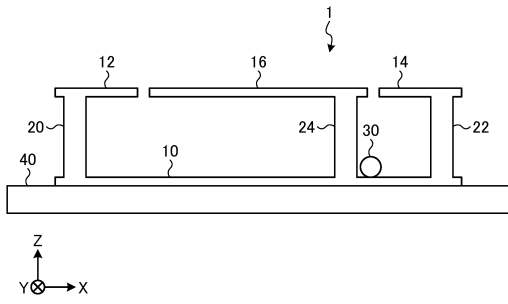
30

40

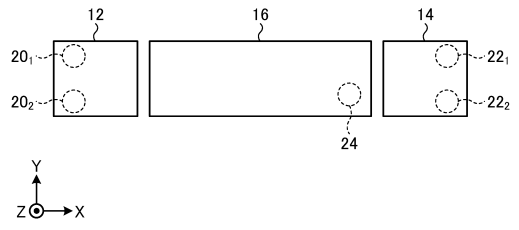
50

【図面】

【図 1】



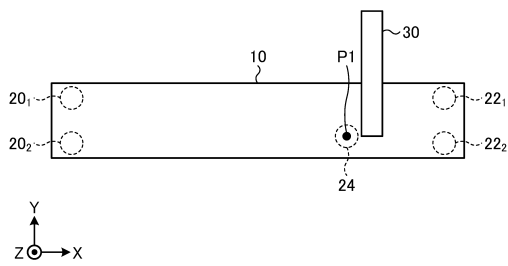
【図 2】



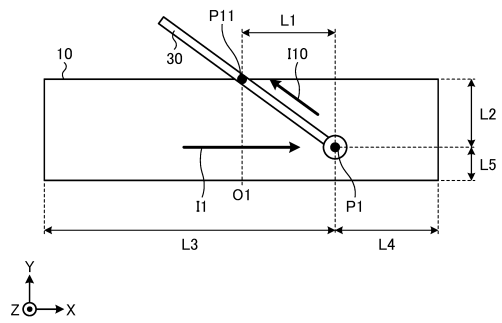
10

20

【図 3】



【図 4】

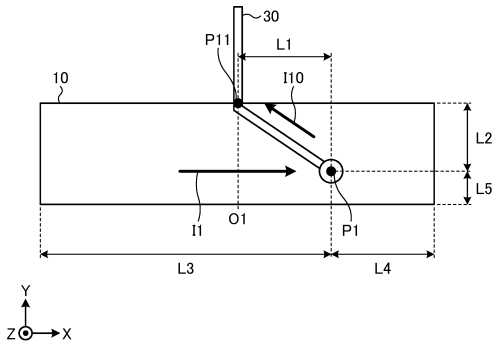


30

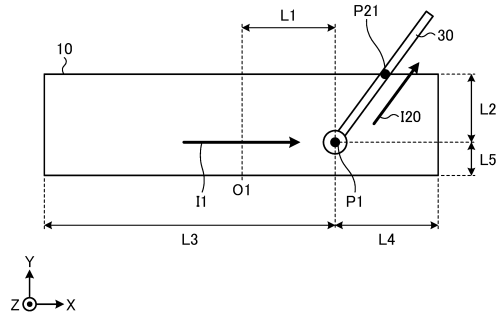
40

50

【 図 5 】

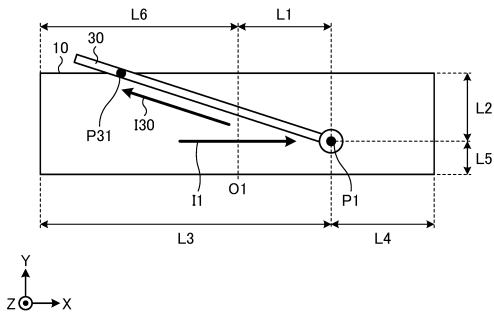


【 図 6 】

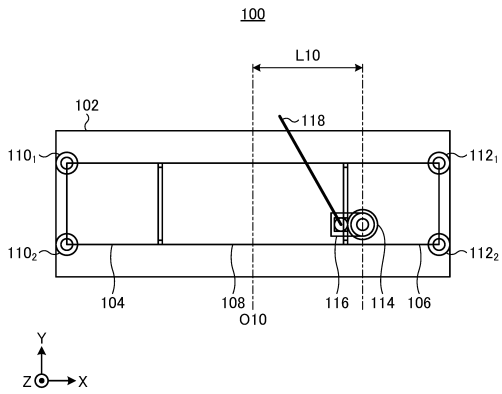


10

【 図 7 】



【 図 8 A 】

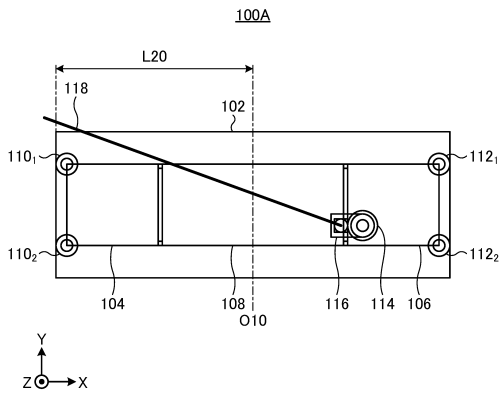


30

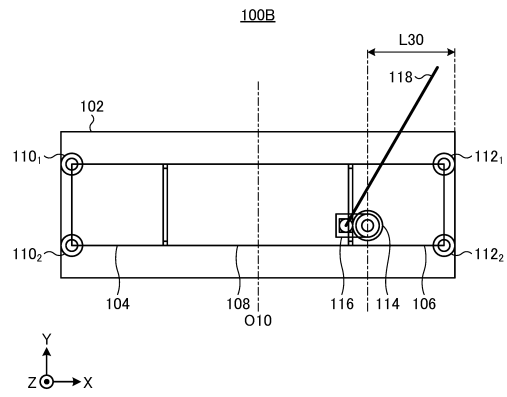
40

50

【図 8 B】



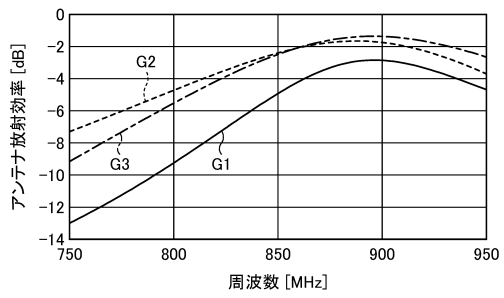
【図 8 C】



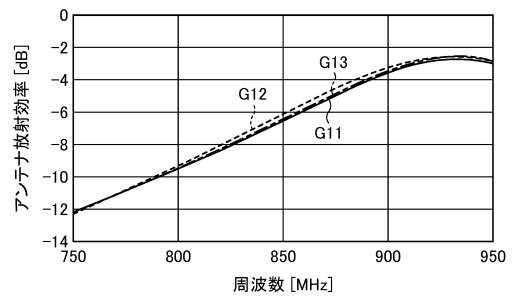
10

20

【図 9】



【図 10】

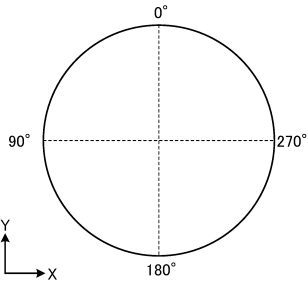


30

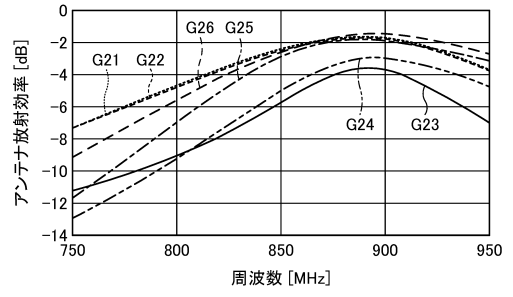
40

50

【図 1 1】



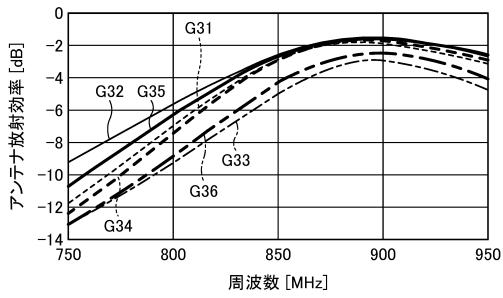
【図 1 2】



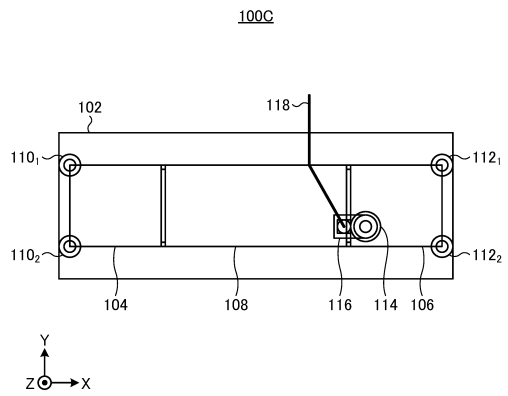
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

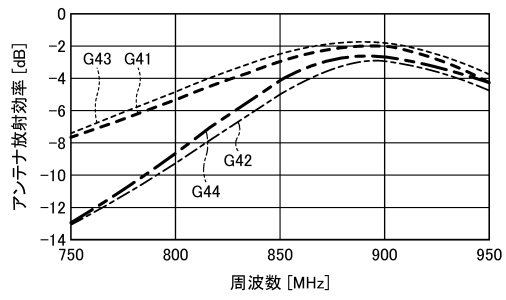


30

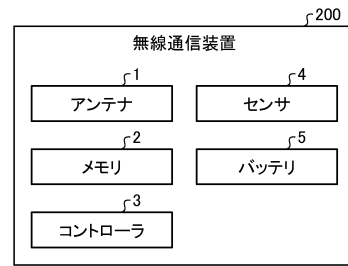
40

50

【図 15】



【図 16】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/174026(WO,A1)
国際公開第2010/116675(WO,A1)
国際公開第2021/132143(WO,A1)
国際公開第2021/132181(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01Q 1/50
H01Q 9/04