

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7255678号
(P7255678)

(45)発行日 令和5年4月11日(2023.4.11)

(24)登録日 令和5年4月3日(2023.4.3)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 Q 19/17 (2006.01) H 0 1 Q 19/17

請求項の数 4 (全10頁)

(21)出願番号	特願2021-526899(P2021-526899)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和2年6月19日(2020.6.19)	(74)代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/024086	(74)代理人	100134544 弁理士 森 隆一郎
(87)国際公開番号	WO2020/256093	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(87)国際公開日	令和2年12月24日(2020.12.24)	(74)代理人	100162868 弁理士 伊藤 英輔
審査請求日	令和3年9月6日(2021.9.6)	(72)発明者	北野 進一郎 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2019-114922(P2019-114922)	審査官	佐藤 当秀
(32)優先日	令和1年6月20日(2019.6.20)		
(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】 アンテナ装置及びその設計方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の焦点を有する第1の放物面鏡と、第2の焦点を有する第2の放物面鏡と、前記第1の放物面鏡と前記第2の放物面鏡との間に設けられた金属部材と、を備える反射鏡であって、反射鏡の中心軸に垂直な一直線上に位置している複数の焦点を有する一つの反射鏡と、前記複数の焦点の各位置に設けられた複数の一次放射器と、

を備え、

前記第1の焦点及び前記第2の焦点の各位置は、前記垂直な方向において隣接している前記複数の一次放射器の位置と一致し、

前記第1の焦点と前記第2の焦点との間の焦点間距離は、前記金属部材の短手方向の長さ

と一致する、

アンテナ装置。

【請求項2】

前記複数の一次放射器は、前記垂直な方向において互いに隣接している、

請求項1に記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記複数の一次放射器は、前記垂直な方向において隣接している第1の一次放射器及び第2の一次放射器であり、

前記反射鏡は、前記第1の一次放射器の位置とその焦点が一致する仮想的な第1の放物面鏡と、前記第2の一次放射器の位置とその焦点が一致する仮想的な第2の放物面鏡と、

の間の各中間点を通る放物面を鏡面とする、
 ことを特徴とする、
 請求項 1 又は請求項 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

第 1 の焦点を有する第 1 の放物面鏡と、第 2 の焦点を有する第 2 の放物面鏡と、前記第 1 の放物面鏡と前記第 2 の放物面鏡との間に設けられた金属部材と、を備える反射鏡であって、反射鏡の中心軸に垂直な一直線上に位置している複数の焦点を有する一つの反射鏡と、前記複数の焦点の各位置に設けられた複数の一次放射器と、を備えるアンテナ装置に対して前記第 1 の焦点及び前記第 2 の焦点の各位置を、前記垂直な方向において隣接している前記複数の一次放射器の位置と一致させる第 1 ステップと、
前記第 1 の焦点と前記第 2 の焦点との間の焦点間距離を、前記金属部材の短手方向の長さ
と一致させる第 2 ステップと、
 を含むアンテナ装置の設計方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンテナ装置及びその設計方法に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、パラボラ反射鏡の一つの焦点近傍に、複数の一次放射器を配置したアンテナ装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平 11 - 225017 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記アンテナ装置では、一つの焦点近傍に一次放射器を並べて設置する構成である。このため、アンテナ装置から放射される電波の放射方向は、所望の方向（例えば、パラボラ反射鏡の中心軸）からずれてしまう。これにより、上記アンテナ装置を用いた通信では、電波の送受信において、所望の方向におけるアンテナ装置の利得が劣化する。

30

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、所望の方向におけるアンテナ装置の利得の劣化を改善することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、第 1 の焦点を有する第 1 の放物面鏡と、第 2 の焦点を有する第 2 の放物面鏡と、前記第 1 の放物面鏡と前記第 2 の放物面鏡との間に設けられた金属部材と、を備える反射鏡であって、反射鏡の中心軸に垂直な一直線上に位置している複数の焦点を有する一つの反射鏡と、前記複数の焦点の各位置に設けられた複数の一次放射器と、を備え、前記第 1 の焦点及び前記第 2 の焦点の各位置は、前記垂直な方向において隣接している前記複数の一次放射器の位置と一致し、前記第 1 の焦点と前記第 2 の焦点との間の焦点間距離は、前記金属部材の短手方向の長さ
と一致する、アンテナ装置である。

40

【0007】

本発明の一態様は、第 1 の焦点を有する第 1 の放物面鏡と、第 2 の焦点を有する第 2 の放物面鏡と、前記第 1 の放物面鏡と前記第 2 の放物面鏡との間に設けられた金属部材と、を備える反射鏡であって、反射鏡の中心軸に垂直な一直線上に位置している複数の焦点を有する一つの反射鏡と、前記複数の焦点の各位置に設けられた複数の一次放射器と、を備えるアンテナ装置に対して前記第 1 の焦点及び前記第 2 の焦点の各位置を、前記垂直な方

50

向において隣接している前記複数の一次放射器の位置と一致させる第1ステップと、前記第1の焦点と前記第2の焦点との間の焦点間距離を、前記金属部材の短手方向の長さとは一致させる第2ステップと、を含むアンテナ装置の設計方法である。

【発明の効果】

【0008】

以上説明したように、本発明によれば、所望の方向におけるアンテナ装置の利得の劣化を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態に係る通信システム1の概略構成の一例を示す図である。

10

【図2】第1の実施形態に係るアンテナ装置4の側面図である。

【図3】パラボラ反射鏡101の焦点 f_3 の近傍に、2つの一次放射器102, 103を配置した角度ダイバーシティのアンテナ装置100の構成図である。

【図4】図3に示すアンテナ装置100の利得を説明する図である。

【図5】アンテナ装置100及び第1の実施形態に係るアンテナ装置4の正面方向の利得とピーク角度のシミュレーション結果を示す図である。

【図6】第2の実施形態に係るアンテナ装置4Bの側面図である。

【図7】本実施形態に係るアンテナ装置の最小構成の説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

20

以下、本実施形態に係るアンテナ装置を、図面を用いて説明する。

【0011】

< 第1の実施形態 >

図1は、第1の実施形態に係る通信システム1の概略構成の一例を示す図である。

本実施形態に係る通信システム1は、見通し外通信により通信を行うシステムである。

【0012】

見通し外通信は、電波の対流圏散乱、山岳回折を利用した1対1の通信方式である。例えば、送受信点間が100kmを超えるなどの遠方の地点間や、山岳地帯など途中に障害物がある地点間の通信に使用される。また、見通し外通信は、災害時や緊急時に臨時的通信回線を構築する用途などに使用される。

30

【0013】

見通し外通信では、散乱や回折により電波の伝送路がいくつか存在するため、フェージングの影響を受けやすい。そこで、見通し外通信では、フェージングの影響を軽減するためにダイバーシティ方式が採用されることが多い。ダイバーシティ方式には、アンテナを複数設ける空間ダイバーシティ方式、異なる周波数を利用した周波数ダイバーシティ方式、一つのパラボラアンテナに一次放射器を複数構築する角度ダイバーシティ方式などがある。本実施形態の通信システム1では、角度ダイバーシティ方式で電波の送受信を行う。

【0014】

以下に、第1の実施形態に係る通信システム1の構成について、図1を用いて説明する。

図1に示すように、通信システム1は、送信装置2及び受信装置3を備える。

40

送信装置2及び受信装置3は、それぞれアンテナ装置4を備え、角度ダイバーシティ方式で見通し外通信を行う。

なお、送信装置2及び受信装置3の各アンテナ装置4は、それぞれ同様の構成を備えているが、互いを区別する目的として、送信装置2のアンテナ装置4を送信アンテナと称し、受信装置3のアンテナ装置4を受信アンテナと称する場合がある。

【0015】

送信装置2は、送信アンテナから電波を放射する。送信装置2から放射された電波は、例えば、対流圏で散乱して異なった複数の方向に伝搬する。

受信装置3は、それぞれ異なった方向から到達する電波を、受信アンテナで受信する。

【0016】

50

次に、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 の構成について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 の構成図であって、側面から見た図である。アンテナ装置 4 は、いわゆるパラボラアンテナである。

図 2 に示すように、アンテナ装置 4 は、一つの反射鏡 10 及び二つの一次放射器 11, 12 を備える。一次放射器 11 は、本発明の「第 1 の一次放射器」の一例である。一次放射器 12 は、本発明の「第 2 の一次放射器」の一例である。

【0017】

反射鏡 10 は、放物曲面を有した反射器である。反射鏡 10 は、第 1 の焦点 f_1 と第 2 の焦点 f_2 の二つの焦点を有する。

第 1 の焦点 f_1 及び第 2 の焦点 f_2 は、反射鏡 10 の中心軸 C に垂直な一直線上に位置している。

10

【0018】

一次放射器 11 は、第 1 の焦点 f_1 の位置に設けられている。例えば、一次放射器 11 は、正方形の導波管である。

一次放射器 12 は、第 2 の焦点 f_2 の位置に設けられている。一次放射器 12 は、正方形の導波管である。

一次放射器 11 及び一次放射器 12 は、反射鏡 10 の中心軸 C に垂直な方向（以下、単に「垂直方向」という。）において互いに隣接している。例えば、一次放射器 11 及び一次放射器 12 は、一体で構成されてもよい。ここで、反射鏡 10 の中心軸 C を三次元空間の直交座標系における「Z 軸」とし、上記垂直方向を「Y 軸」とし、YZ 平面に垂直な方向を「X 軸」とする。

20

【0019】

次に、本実施形態に係る反射鏡 10 の構成について説明する。

反射鏡 10 は、第 1 の放物面鏡 20、第 2 の放物面鏡 21 及び平面部材 22 を備える。

第 1 の放物面鏡 20 は、焦点を第 1 の焦点 f_1 とする反射鏡である。

第 2 の放物面鏡 21 は、焦点を第 2 の焦点 f_2 とする反射鏡である。

平面部材 22 は、第 1 の放物面鏡 20 と第 2 の放物面鏡 21 との間に設けられた平面の金属板である。平面部材 22 は、第 1 の放物面鏡 20 と第 2 の放物面鏡 21 と接続する。

【0020】

以下において、第 1 の放物面鏡 20、第 2 の放物面鏡 21 及び平面部材 22 の位置及び形状について、具体的に説明する。

30

上記直交座標系において、Z 軸の任意の点である点 M (x_1, y_1, z_1) を焦点とする一つの放物面鏡を仮定する。また、仮定した当該放物面鏡（以下、「仮想放物面鏡」という。）の中心点 K を (x_1, y_1, z_2) とする。なお、 $z_2 < z_1$ である。つまり、点 M は、中心点 K に対して + Z 軸方向に位置する。

例えば、この仮想放物面鏡は、+ Z 軸方向に電波を反射する反射鏡である。そして、この仮想放物面鏡が、X 軸方向に平行であってかつ中心点 K を通る平面によって、2 つに分割される。その 2 つに分割された仮想放物面鏡の上側の仮想放物面鏡を第 1 の放物面鏡 20 とし、下側の仮想放物面鏡を第 2 の放物面鏡 21 とする。さらに、第 1 の放物面鏡 20 は、その第 1 の焦点 f_1 の位置が一次放射器 11 の位置に一致するように配置される。また、第 2 の放物面鏡 21 は、その第 2 の焦点 f_2 の位置が一次放射器 12 の位置に一致するように配置される。

40

本実施形態では、一次放射器 11 の位置を (x_1, y_2, z_1)、一次放射器 12 の位置を (x_1, y_3, z_1) とした場合を例示する。この例において、一次放射器 11 は、一次放射器 12 に対して + Y 軸方向に位置する。2 つに分割した仮想放物面鏡の上側の仮想放物面鏡が + Y 軸方向に ($|y_1 - y_2|$) だけ移動され、下側の仮想放物面鏡が - Y 軸方向に ($|y_1 - y_3|$) だけ移動される。これにより、その第 1 の焦点 f_1 の位置が一次放射器 11 の位置と一致する第 1 の放物面鏡 20 と、その第 2 の焦点 f_2 の位置が一次放射器 12 の位置と一致する第 2 の放物面鏡 21 と、が構築される。

【0021】

50

平面部材 22 は、2 つに分割された第 1 の放物面鏡 20 と第 2 の放物面鏡 21 との間の隙間に介挿され、第 1 の放物面鏡 20 と第 2 の放物面鏡 21 とを接続する。したがって、平面部材 22 の短手方向の長さは、Y 軸方向における第 1 の焦点 f_1 と第 2 の焦点 f_2 との間の焦点間距離に相当し、 $(|y_2 - y_3|)$ である。

なお、平面部材は、本発明の「金属部材」の一例である。

【0022】

次に、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 の動作について説明する。

一次放射器 11 は、アンテナ装置 4 が送信アンテナとして使用される場合には、電波を中心軸 C に平行な方向、すなわち - Z 軸方向に、反射鏡 10 に向けて放射する。一次放射器 11 から - Z 軸方向に放射された電波は、反射鏡 10 における第 1 の放物面鏡 20 で反射して + Z 軸方向（正面方向）に放射される。一方、一次放射器 12 は、アンテナ装置 4 が送信アンテナとして使用される場合には、電波を放射しない。すなわち、アンテナ装置 4 が送信アンテナとして使用される場合には、一次放射器 11 及び一次放射器 12 のうち、一次放射器 11 のみが電波を反射鏡 10 に向けて放射する。

10

【0023】

アンテナ装置 4 が受信アンテナとして使用される場合には、一次放射器 11 は、反射鏡 10 によって反射された第 1 の電波を受信する。一次放射器 12 は、アンテナ装置 4 が受信アンテナとして使用される場合には、反射鏡 10 により反射された第 2 の電波を受信する。すなわち、アンテナ装置 4 が受信アンテナとして使用される場合には、一次放射器 11 及び一次放射器 12 の双方が使用される。

20

【0024】

以下において、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 の作用効果について説明する。図 3 では、アンテナ装置 100 を比較例として例示する。図 3 は、パラボラ反射鏡 101 の焦点 f_3 近傍に、2 つの一次放射器 102, 103 を配置した角度ダイバーシティのアンテナ装置 100 の構成図である。

図 3 に示すように、アンテナ装置 100 は、垂直方向、すなわち Y 軸方向に 2 つの一次放射器 102, 103 が構築されており、パラボラ反射鏡 101 の焦点 f_3 に置かれている。ここで、一次放射器 102, 103 は、正方形の導波管であり体積がある。そのため、一次放射器 102, 103 の双方を焦点 f_3 に置くことができず、一次放射器 102, 103 は、焦点 f_3 からずれた位置にそれぞれ配置される。したがって、アンテナ装置 100 から放射される電波の放射方向は、Z 軸方向からだけずれてしまう。その結果、放射パターンは、図 4 に示すように、Z 軸方向における電波のピークがずれてしまう。すなわち、Z 軸方向での通信を行う角度ダイバーシティにおいて、送信及び受信ともに利得が劣化する。

30

【0025】

一方、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 は、2 つの焦点 f_1 、 f_2 を有する反射鏡 10 を備え、その焦点 f_1 の位置が一次放射器 11 の位置に、焦点 f_2 の位置が一次放射器 12 の位置に一致するように反射鏡 10 が鏡面修正されている。これにより、上記のずれが改善され、送信受信ともに Z 軸方向の利得の劣化を改善することができる。

図 5 において、図 3 に示した比較例のアンテナ装置 100 と、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 とにおける、正面方向の利得とピーク角度のシミュレーション結果を示す。なお、図 5 は、アンテナ装置の口径を 10 m とし、焦点距離を 4.3 m としてシミュレーションを行った場合のシミュレーション結果を示す。

40

図 5 に示すように、シミュレーション結果から、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置 4 は、比較例におけるアンテナ装置 100 と比較して、の値が小さくなり、且つ、正面方向の利得も改善されることが確認された。

【0026】

< 第 2 の実施形態 >

以下において、第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4B について説明する。第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4B は、第 1 の実施形態のアンテナ装置 4 と比較して、反射鏡の

50

形状が異なる点で相違し、その他の構成については第 1 の実施形態と同様である。なお、図面において、同一又は類似の部分には同一の符号を付して、重複する説明を省く場合がある。

【0027】

以下に、第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4 B について説明する。

アンテナ装置 4 B は、第 1 の実施形態と同様に、角度ダイバーシティ方式で電波の送受信を行う見通し外通信において、送信装置及び受信装置の双方において用いられる。

アンテナ装置 4 B は、いわゆるパラボラアンテナである。

【0028】

次に、第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4 B の構成について、図 6 を用いて説明する。図 6 は、第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4 B の概略構成の一例を示す図である。

10

図 6 に示すように、アンテナ装置 4 B は、一つの反射鏡 10 B、及び二つの一次放射器 11、12 を備える。

【0029】

反射鏡 10 B は、放物曲面を有した反射器である。反射鏡 10 B は、第 1 の焦点 f_1 と第 2 の焦点 f_2 の二つの焦点を有する。

第 1 の焦点 f_1 及び第 2 の焦点 f_2 は、反射鏡 10 B の中心軸 C に対して垂直な方向における一直線上に位置している。

【0030】

次に、本実施形態に係る反射鏡 10 B の構成について説明する。

20

反射鏡 10 B は、X 軸方向から見て、第 1 の仮想放物面鏡 30 と第 2 の仮想放物面鏡 40 との間の各中間点を通る放物面を、鏡面とする反射鏡である。第 1 の仮想放物面鏡 30 は、一次放射器 11 の位置にその焦点（第 1 の焦点 f_1 ）が一致する仮想的な放物面鏡である。第 2 の仮想放物面鏡 40 は、一次放射器 12 の位置にその焦点（第 2 の焦点 f_2 ）が一致する仮想的な放物面鏡である。

第 1 の仮想放物面鏡 30 は、その面中心 K_1 を基点として、第 1 の焦点 f_1 を中心に回転させた放物面を有する。

第 2 の仮想放物面鏡 40 は、その面中心 K_2 を基点として、第 2 の焦点 f_2 を中心に回転させた放物面を有する。

反射鏡 10 B は、X 軸方向から見た場合における、第 1 の仮想放物面鏡 30 の放物面と、第 2 の仮想放物面鏡 40 の放物面との中間点をプロットした曲面を鏡面となるように鏡面を修正（以下、「鏡面修正」という。）した反射鏡である。

30

【0031】

このように、第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4 B は、2 つの焦点 f_1 、 f_2 を有する反射鏡 10 B を備える。また、その焦点 f_1 の位置が 1 次放射器 11 の位置に、焦点 f_2 の位置が 1 次放射器 12 の位置に一致するように反射鏡 10 B が鏡面修正されている。これにより、上記のずれが改善され、送信受信ともに Z 軸方向の利得の劣化を改善することができる。

なお、第 2 の実施形態に係るアンテナ装置 4 B の動作は、第 1 の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

40

【0032】

<アンテナ装置の最小構成の実施形態>

アンテナ装置の最小構成の実施形態について、図 7 を参照して説明する。

本実施形態に係るアンテナ装置は、反射鏡 10 C 及び 2 つの一次放射器 11、12 を備える。

反射鏡 10 C は、二つの焦点 f_1 、 f_2 を有する。

一次放射器 11、12 は、反射鏡 10 C の焦点 f_1 、 f_2 の各位置に設けられている。

これにより、上記のずれが改善され、送信受信ともに Z 軸方向の利得の劣化を改善することができる。

なお、反射鏡 10 C は、第 1 の実施形態に係る反射鏡 10 であってもよいし、第 2 の実

50

施形態に係る反射鏡 10 B であってもよい。また、反射鏡 10 C は、反射鏡 10 や反射鏡 10 B に限定されず、二つの焦点 f_1 , f_2 を備えるパラボラ反射鏡であれば、どのような形状であってもよい。

さらに、反射鏡 10 C の焦点は、二つの焦点 f_1 及び f_2 に限定されず、二より多い焦点を有してもよい。

【0033】

第 1 の実施形態又は第 2 の実施形態に係るアンテナ装置の設計方法は、一例として、少なくとも第 1 ステップ及び第 2 ステップ、を含む。

第 1 ステップは、反射鏡 10 (又は反射鏡 10 B) に対して電磁波を放射可能な一次放射器 11 及び一次放射器 12 を隣接して所定の位置に設置するステップである。

10

第 2 ステップは、反射鏡 10 (又は反射鏡 10 B) の鏡面を設計するステップである。すなわち、第 2 ステップは、第 1 の焦点 f_1 及び第 2 の焦点 f_2 を有し、一次放射器 11 の設置位置にその第 1 の焦点 f_1 が一致し、一次放射器 12 の設置位置にその第 2 の焦点 f_2 が一致するように、反射鏡 10 (又は反射鏡 10 B) の鏡面を設計する。

【0034】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

20

【0035】

この出願は、2019年6月20日に日本出願された特願2019-114922号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明によれば、所望の方向におけるアンテナ装置の利得の劣化を改善することができる。

【符号の説明】

【0037】

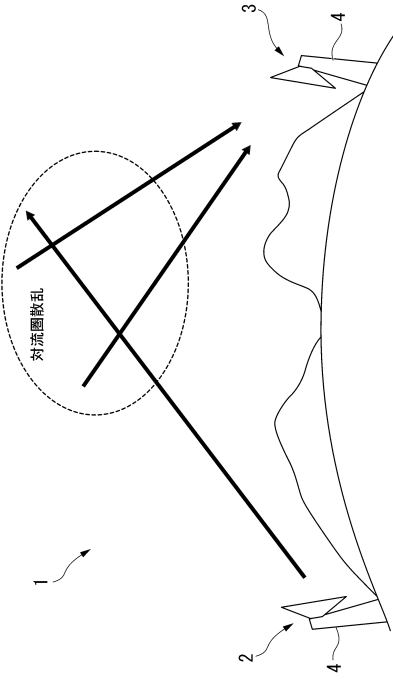
4 , 4 B アンテナ装置
 10 , 10 B 反射鏡
 11 , 12 一次放射器
 20 第 1 の放物面鏡
 21 第 2 の放物面鏡
 22 平面部材
 f 1 第 1 の焦点
 f 2 第 2 の焦点

30

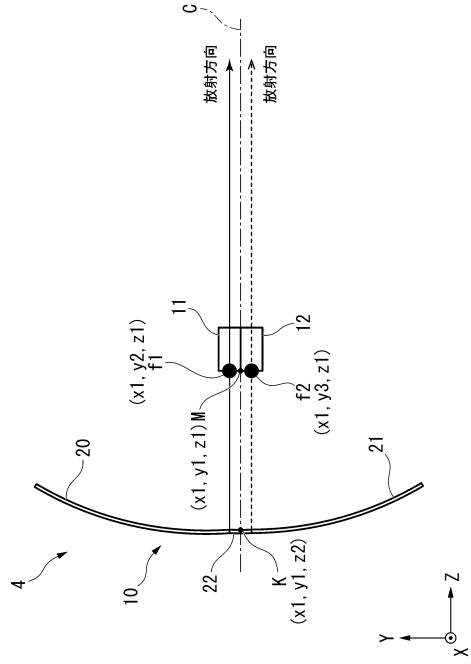
40

50

【図面】
【図 1】



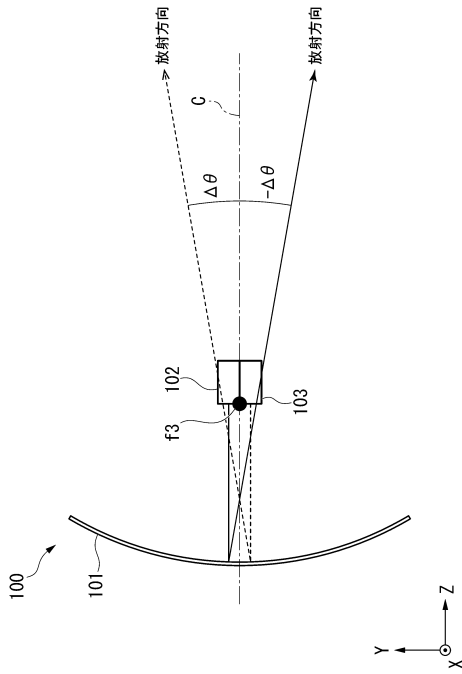
【図 2】



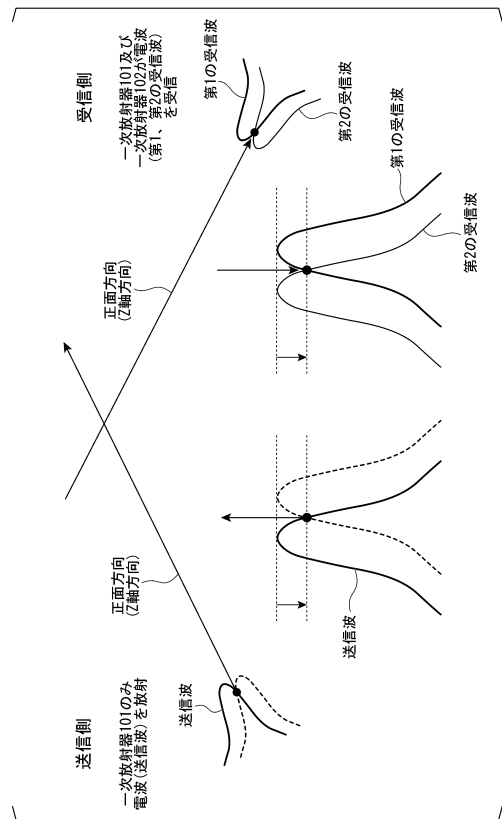
10

20

【図 3】



【図 4】



30

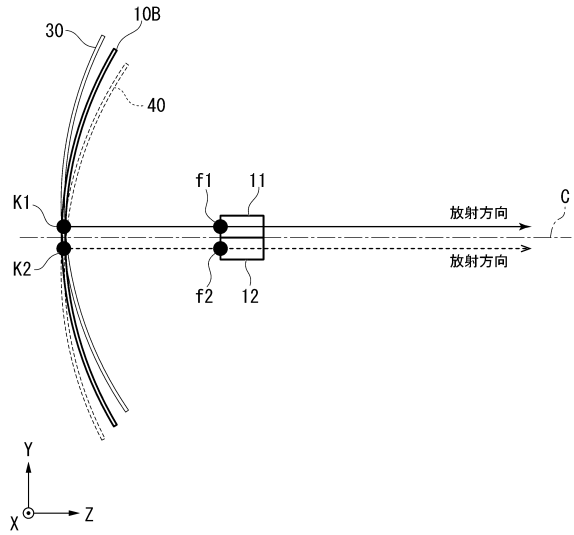
40

50

【図5】

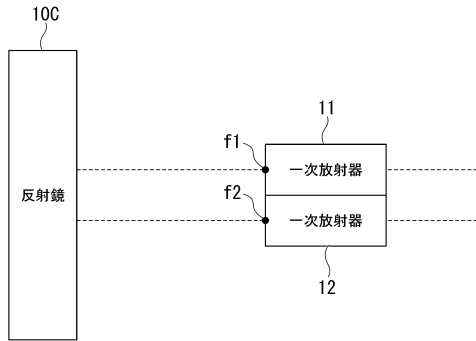
	正面方向	ピーク角度 (+側)
図3に示す角度ダイバーシティ	—	0.487°
第1の実施形態に係る角度ダイバーシティ	0.85dB改善	0.460° (0.02°改善)

【図6】



10

【図7】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭50-062345(JP,A)
特開昭63-146502(JP,A)
特開昭53-015045(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01Q 19/00 - 19/32