

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6873802号
(P6873802)

(45) 発行日 令和3年5月19日 (2021.5.19)

(24) 登録日 令和3年4月23日 (2021.4.23)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 Q 13/06 (2006.01) H O 1 Q 13/06
 H O 1 Q 21/08 (2006.01) H O 1 Q 21/08

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-80395 (P2017-80395)	(73) 特許権者	000004330
(22) 出願日	平成29年4月14日 (2017.4.14)		日本無線株式会社
(65) 公開番号	特開2018-182557 (P2018-182557A)		東京都三鷹市牟礼六丁目2 1 番 1 1 号
(43) 公開日	平成30年11月15日 (2018.11.15)	(74) 代理人	100119677
審査請求日	令和2年3月26日 (2020.3.26)		弁理士 岡田 賢治
		(74) 代理人	100115794
			弁理士 今下 勝博
		(72) 発明者	菅野 真行
			東京都三鷹市下連雀五丁目1 番 1 号 日本無線株式会社内
		審査官	白井 亮

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホーンアンテナ及びホーンアンテナアレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

方形導波管と、前記方形導波管の接続端に接続する矩形の接続口、及び前記接続口の面積より大きい面積を持ち電磁波を送受信する矩形の開口を有するホーン構造と、を備えるホーンアンテナであって、前記ホーン構造は、

前記方形導波管の中心軸と前記開口の面との交点と前記開口の中心とがずれていること

、

前記接続口の中心から前記開口の面へ下した垂線の足の位置が前記交点と前記開口の中心を結ぶ線分上にあること、且つ

前記方形導波管の中心軸と前記接続口の中心とがずれていること

を特徴とするホーンアンテナ。

【請求項 2】

前記ホーン構造は、

前記開口の面に垂直な方向から見た時に、前記開口の向かい合う二組の辺のいずれか一方の中心線上に前記接続口の中心があることを特徴とする請求項 1 に記載のホーンアンテナ。

【請求項 3】

前記ホーン構造は、

10

20

前記開口の面に垂直な方向から見た時に、前記接続口の一辺が前記開口の一辺に接触あるいは前記開口の中心に対して前記開口の一辺より遠方にあるようにずれていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のホーンアンテナ。

【請求項 4】

前記ホーン構造は、前記開口と前記接続口とを接続するホーン面が階段状であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のホーンアンテナ。

【請求項 5】

前記ホーン構造は、前記開口と前記接続口とが前記電磁波の波長の 0.8 倍以上離れていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のホーンアンテナ。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の複数のホーンアンテナを、前記接続口の中心と前記開口の中心とを結ぶ全ての直線が平行となるように並列させたホーンアンテナアレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、広角に目標物の存在及び方位を検知する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

広角に目標物の存在を検知する技術が、特許文献 1～4 に開示されている。特許文献 1 では、基板平面に形成される平面アンテナを用いて、正面方向の目標物の存在を検知し、基板側面に形成される電磁波反射面を用いて、側面方向の目標物の存在を検知する。特許文献 2 では、基板平面に形成される平面アンテナを用いて、正面方向の目標物の存在を検知し、基板側面の近傍の基板平面の端部に形成されるアンテナパターンを用いて、側面方向の目標物の存在を検知する。特許文献 3 では、基板平面に形成される平面アンテナを用いて、正面方向の目標物の存在を検知し、基板側面の近傍の基板平面の端部に形成されるダイポールアンテナを用いて、側面方向の目標物の存在を検知する。特許文献 4 では、基板側面にホーンアンテナを配置し、水平方向のモノパルス測角方式を可能とした構造が開示される。図 1 は特許文献 4 に記載される広角方位検知システムの構成を説明する図である。

【0003】

図 1 の広角方位検知システム S は、誘電体基板 1 及び金属部材 2 から構成される。誘電体基板 1 は、基板内部において基板平面と平行方向に導波路 11、12、13 の導波部（図 3 を参照。）が形成され、基板側面において導波路 11、12、13 の開口部（図 3 を参照。）が形成され、基板平面において基板平面アンテナ 14 が形成される。金属部材 2 は、ホーン構造 21、22、23 が形成され、導波路 11、12、13 の開口部（図 3 を参照。）とホーン構造 21、22、23 の接続部がそれぞれ接続されるように、誘電体基板 1 に接続される。

【0004】

ホーン構造 21、22 は、受信用のものであり、ホーン構造 23 は、送信用のものである。基板平面アンテナ 14 は、受信用のもの及び送信用のものを、様々な監視方式に応じて、高い自由度で配置する。以下の説明では、誘電体基板 1 の厚さ方向と平行方向を「水平方向」と定義し、誘電体基板 1 の厚さ方向と垂直方向を「垂直方向」と定義する。また、基板平面アンテナ 14 が配置されている面を「正面」、ホーン構造 21、22、23 が形成された面を「側面」とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2007 - 049691 号公報

【特許文献 2】特許 5464152 号公報

【特許文献 3】特許 5609772 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献4】特開2017-059907号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、送信装置や受信装置内で電磁波を任意位置へ伝搬するために導波管が用いられることは多い。しかし、特許文献4では、基板平面と平行な方向（側面に向いた方向）に形成された導波路にホーンを配置することは記載するが、正面方向に向いた面に構成された導波管にホーン構造を配置することは記載されない。そこで、本発明は、正面方向からずれた方向にある目標物の存在及び方位を検知できるようにアンテナ指向性ビームを正面方向からずれた方向に向けることができるホーンアンテナ及びホーンアンテナアレイを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係るホーンアンテナは、ホーンの中心軸がホーンの開口の面に対して垂直でない構造のホーンを導波管にずらして接続することとした。本発明に係るホーンアンテナは、導波管の先端にホーンを配置する第1構造と導波管の狭壁面にホーンを配置する第2構造がある。

【0008】

第1構造について説明する。本発明に係るホーンアンテナは、方形導波管の接続端に接続する矩形の接続口、及び前記接続口の面積より大きい面積を持ち電磁波を送受信する矩形の開口を有するホーンアンテナであって、

20

前記方形導波管の中心軸と前記開口の面との交点と前記開口の中心とがずれており、前記接続口の中心から前記開口の面へ下した垂線の足の位置が前記交点と前記開口の中心を結ぶ線分上にあるようなホーン構造を備えることを特徴とする。

【0009】

続いて第2構造について説明する。本発明に係るホーンアンテナは、方形導波管の狭壁面に形成された窓に接続する矩形の接続口、及び前記接続口の面積より大きい面積を持ち電磁波を送受信する矩形の開口を有するホーンアンテナであって、

前記開口の面に垂直な方向から見た時に、前記開口の中心と前記接続口の中心とがずれており、前記方形導波管の中心軸が、前記開口の中心と前記接続口の中心とを結ぶ直線に垂直となるように、且つ前記接続口の中心に対して前記開口の中心と反対側にあるように前記方形導波管が接続されたホーン構造を備えることを特徴とする。

30

【0010】

いずれの構造もホーンの中心軸がホーンの開口の面に対して垂直でなく、さらに導波管との接続もずらしているので、ビーム方向を傾斜させることができる。ビーム方向はホーン形状と導波管との接続状態で調整することができる。従って、このホーンアンテナを基板正面に2つ配置し、ビーム方向を調整してモノパルス測角方式を採用すれば広角に目標物の存在及び方位を検知することができる。つまり、本発明は、正面方向からずれた方向にある目標物の存在及び方位を検知できるようにアンテナ指向性ビームを正面方向からずれた方向に向けることができるホーンアンテナを提供することができる。

40

【0011】

具体的なホーン構造は次の通りである。

前記ホーン構造は、前記開口の面に垂直な方向から見た時に、前記開口の向かい合う二組の辺のいずれか一方の中心線上に前記接続口の中心があることを特徴とする。

前記ホーン構造は、前記開口の面に垂直な方向から見た時に、前記接続口の一辺が前記開口の一辺に接触あるいは前記開口の中心に対して前記開口の一辺より遠方にあるようにずれていることを特徴とする。

前記導波管は、前記窓に対面する狭壁面に段差が形成されていることを特徴とする。

前記ホーン構造は、前記開口と前記接続口とを接続するホーン面が階段状であることを特徴とする。

50

【 0 0 1 2 】

前記ホーン構造は、前記開口と前記接続口とが前記電磁波の波長の 0 . 8 倍以上離れていることを特徴とする。ビーム方向を所望方向へ調整するためには開口と接続口との距離（ホーンの長さ）が電磁波の波長の 0 . 8 倍以上である必要がある。

【 0 0 1 3 】

本発明に係るホーンアンテナアレイは、複数の前記ホーンアンテナを、前記接続口の中心と前記開口の中心とを結ぶ全ての直線が平行となるように並列させたことを特徴とする。本ホーンアンテナアレイにてビームフォーミング方式を利用することで電磁波の指向性を制御することができる。

【 0 0 1 4 】

なお、上記各発明は、可能な限り組み合わせることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明は、正面方向からずれた方向にある目標物の存在及び方位を検知できるようにアンテナ指向性ビームを正面方向からずれた方向に向けることができるホーンアンテナ及びホーンアンテナアレイを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明に関連する広角方位検知システムの構成を示す図である。

【図 2】本開示のモノパルス測角方式の原理を示す図である。

【図 3】本発明に関連する広角方位検知システムの構造を説明する図である。

【図 4】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 5】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 6】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 7】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 8】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 9】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 10】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 11】本発明に係るホーンアンテナの構造を説明する図である。

【図 12】本発明に係るホーンアンテナの効果の説明する図である。

【図 13】本発明に係るホーンアンテナの効果の説明する図である。

【図 14】本発明に係るホーンアンテナアレイの構造を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

添付の図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下に説明する実施形態は本発明の実施例であり、本発明は、以下の実施形態に制限されるものではない。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。

【 0 0 1 8 】

(実施形態 1)

図 4 は、本実施形態のホーンアンテナ 101 を説明する図である。ホーンアンテナ 101 は導波管の先端にホーンを配置する第 1 構造である。図 4 (C) は、ホーンアンテナ 101 の等角投影図である。また、図 4 (C) の A の方向から見た側面図を図 4 (A)、B の方向から見た正面図を図 4 (B) に示す。

【 0 0 1 9 】

ホーンアンテナ 101 は、方形導波管 70 の接続端に接続する矩形の接続口 41、及び接続口 41 の面積より大きい面積を持ち電磁波を送受信する矩形の開口 42 を有するホーンアンテナであって、

方形導波管 70 の中心軸 71 と開口 42 の面との交点 A と開口 42 の中心 B とがずれており、接続口 41 の中心 C1 から開口 42 の面へ下した垂線の足 C2 の位置が交点 A と開口の中心 B を結ぶ線分上にあるようなホーン構造を備える。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

導波管 7 0 は図 4 (A) の左側から供給される電磁波をホーン部 4 0 まで伝搬する。また、導波管 7 0 はホーン部 4 0 が受信した電磁波を図 4 (A) の左側へ伝搬する。ホーン部 4 0 は接続口 4 1 と開口 4 2 を有し、これらを上底と下底とする錐台の構造である。この錐台は対称ではなく、開口 4 2 に対して接続口 4 1 が Y 方向にずれている (図 6 (B) を参照。) 。また、ホーン部 4 0 は開口 4 2 に対して接続口 4 1 が X 方向と Y 方向にずれていてもよい (図 6 (A) を参照。) 。

【 0 0 2 1 】

ホーン部 4 0 は接続口 4 1 において導波管 7 0 の端部に接続されるが、接続口 4 1 の中心 C 1 と導波管 7 0 の中心軸 7 1 とがずれた状態で接続される。図 4 (B) はホーン部 4 0 と導波管 7 0 とのずれた状態を説明する図である。「 A 」は中心軸 7 1 と開口 4 2 との交点であり、開口 4 2 の面上における導波管 7 0 の中心位置である。「 B 」は開口 4 2 の中心である。「 C 2 」は接続口 4 1 の中心 C 1 から開口 4 2 の面へ下した垂線の足であり、開口 4 2 の面上における接続口 4 1 の中心位置である。

10

【 0 0 2 2 】

図 6 (B) のようなホーン部 4 0 の形状とし、図 4 のようにホーン部 4 0 と導波管 7 0 とを接続することでビーム方向は Z 方向から Y 方向へ傾き、点 C 1 と点 B とを結ぶ直線状に形成されることになる。

【 0 0 2 3 】

(実施形態 2)

図 5 は、本実施形態のホーンアンテナ 1 0 2 を説明する図である。ホーンアンテナ 1 0 2 は導波管の狭壁面にホーンを配置する第 2 構造である。図 5 (C) は、ホーンアンテナ 1 0 2 の等角投影図である。また、図 5 (C) の A の方向から見た側面図を図 5 (A) 、 B の方向から見た正面図を図 5 (B) に示す。

20

【 0 0 2 4 】

ホーンアンテナ 1 0 2 は、方形導波管 7 0 の狭壁面に形成された窓 7 2 に接続する矩形の接続口 4 1 、及び接続口 4 1 の面積より大きい面積を持ち電磁波を送受信する矩形の開口 4 2 を有するホーンアンテナであって、

開口 4 2 の面に垂直な方向から見た時に、開口 4 2 の中心 B と接続口 4 1 の中心 C 1 とがずれており、方形導波管 7 0 の中心軸 7 1 が、開口 4 2 の中心 B と接続口 4 1 の中心 C 1 とを結ぶ直線に垂直となるように、且つ接続口 4 1 の中心 C 1 に対して開口 4 2 の中心 B と反対側にあるように方形導波管 7 0 が接続されたホーン構造を備える。

30

【 0 0 2 5 】

導波管 7 0 は図 5 (B) の右側から供給される電磁波をホーン部 4 0 まで伝搬する。また、導波管 7 0 はホーン部 4 0 が受信した電磁波を図 5 (B) の右側へ伝搬する。ホーン部 4 0 の形状についてはホーンアンテナ 1 0 1 の説明と同様である。

【 0 0 2 6 】

ホーン部 4 0 は接続口 4 1 において導波管 7 0 の窓 7 2 に接続されるが、Z 方向から見た時に接続口 4 1 の中心 C 1 と導波管 7 0 の中心軸 7 1 とがずれた状態で接続される。図 5 (B) はホーン部 4 0 と導波管 7 0 とのずれた状態を説明する図である。「 B 」は開口 4 2 の中心である。「 C 2 」は接続口 4 1 の中心 C 1 から開口 4 2 の面へ下した垂線の足であり、開口 4 2 の面上における接続口 4 1 の中心位置である。開口 4 2 の面上において点 B と点 C 2 とを結ぶ直線と中心線 7 1 とは垂直であり、中心線 7 1 が点 C 2 に対して開口 4 2 の中心 B と反対側にあるように接続される。

40

【 0 0 2 7 】

図 6 (B) のようなホーン部 4 0 の形状とし、図 5 のようにホーン部 4 0 と導波管 7 0 とを接続することでビーム方向は Z 方向から Y 方向へ傾き、点 C 1 と点 B とを結ぶ直線状に形成されることになる。

【 0 0 2 8 】

(ホーン部の形状)

50

図 7 及び図 8 はホーン部 40 の他の形状を説明する図である。前記ホーン構造は、開口 42 の面に垂直な方向から見た時に、接続口 41 の一辺が開口 42 の一辺に接触あるいは開口 42 の中心 B に対して開口 42 の一辺より遠方にあるようにずれていることを特徴とする。図 7 は、錐台の側面の一つが Z 方向に平行である形状のホーン部 40 を説明する図である。図 8 は、錐台の側面の一つが接続口 41 から見た時にオーバーハングしている形状のホーン部 40 を説明する図である。所望のビーム方向を形成するために図 7 や図 8 のような形状のホーン部 40 を導波管 70 に接続してもよい。

【0029】

図 9 はホーン部 40 の他の形状を説明する図である。図 9 (C) は、ホーンアンテナ 101 の等角投影図である。また、図 9 (C) の A の方向から見た側面図を図 9 (A)、B の方向から見た正面図を図 9 (B) に示す。前記ホーン構造は、開口 42 と接続口 41 とを接続するホーン面が階段状であることを特徴とする。図 4 から図 8 まではホーン部 40 の形状が錐台である場合を説明した。ホーン部 40 の形状は錐台に限らない。ホーン部 40 の形状は、図 9 のようにホーン面が階段状に形成されていてもよい。図 9 では、ホーン面の一つが Z 方向に平行であり、他の 3 面に段差がある形状のホーン部 40 を説明する。ただし、段差は Z 方向に平行のホーン面以外のホーン面全てに形成する必要はない。

【0030】

(導波管の構造)

図 10 は導波管 70 の構造を説明する図である。図 10 (B) は、ホーンアンテナ 102 の等角投影図である。図 10 (A) はホーンアンテナ 102 を導波管 70 の中心線を含む Z 方向に平行な面で切断した切断面を説明する図である。ホーンアンテナ 102 の場合、導波管 70 は、窓 72 に対面する狭壁面に段差 73 が形成されていることを特徴とする。ホーンアンテナ 102 は、導波管 70 内の電磁波の伝搬方向とホーン部 40 の開口 42 に形成されるビーム方向とが大きく異なる。このため、導波管 70 の窓 72 に対向する位置に段差 73 を形成することでリターンロスを低減することができる。

【0031】

(実施例 1)

図 11 のようなホーンアンテナ 101 を作成し、導波管 70 とホーン部 40 とのずれ量 Δ によってビーム方向がどのように変化するかを検証を行った。図 11 (A) は、ホーンアンテナ 101 の等角投影図である。図 11 (B) はホーンアンテナ 101 を Y 方向から見た図である。ホーンアンテナ 101 の開口 42 の大きさは X 方向の長さが 2.1λ 、Y 方向の長さが 1.5λ である。 λ は電磁波の波長である。また、ホーン部 40 の高さ (開口 42 と接続口 41 との距離) は 0.8λ とした。

【0032】

検証結果を図 12 及び図 13 に示す。図 12 と図 13 はビーム方向を説明している。図 12 (A) と図 13 は、Z 方向を 0 度としたときのビーム方向の X 方向への傾きを示している。図 12 (B) は、Z 方向を 0 度としたときのビーム方向の Y 方向への傾きを示している。図 12 (B) のようにビーム方向は Y 方向への傾きはほとんどない。一方、図 12 (A) のようにビーム方向は X 方向へ約 30 度の傾きを持つことがわかる。

【0033】

図 13 は、ずれ量 Δ に対するビーム方向の変化を説明している。ビーム方向は、 $\Delta = 0\lambda$ のとき X 方向へ約 25 度傾き、 $\Delta = 0.1\lambda$ のとき X 方向へ約 30 度傾き、 $\Delta = 0.2\lambda$ のとき X 方向へ約 36 度傾く。このように、導波管 70 とホーン部 40 とのずれ量を調整することで所望の方向へビームを形成することができる。同様に、ホーン部 40 の開口 42 の中心と接続口 41 の中心のずれ量を調整することでも所望の方向へビームを形成することができる。

【0034】

以上の検証より、本発明に係るホーンアンテナは、ホーン部 40 の形状と導波管 70 とホーン部 40 とのずれ量を調整することで所望の方向へビームを形成することができる。具体的には、ビーム方向をエレベーション方向へはセンターに保ちつつアジマス方向へは

30度傾斜させることが可能である。このようなホーンアンテナを2つ使用することで図2で説明したモノパルス測角方式を採用して広角に目標物の存在及び方位を検知することができる。

【0035】

(実施例2)

指向性を高めるためにホーンアンテナ101又はホーンアンテナ102を複数並列させ、ビームフォーミング方式を適用してもよい。図14は、本実施例のホーンアンテナアレイ201を説明する図である。ホーンアンテナアレイ201は、ホーンアンテナ102を、接続口41の中心と開口42の中心とを結ぶ全ての直線が平行となるように並列させている。つまり、ホーンアンテナアレイ201は、ビーム方向を揃えて複数のホーンアンテナ102を一列に配列させた構造である。本実施例ではホーンアンテナ102を配列させているが、ホーンアンテナ101を配列させてもよい。

10

【0036】

(他の実施例)

上記各発明の構造は、可能な限り組み合わせることができる。

【符号の説明】

【0037】

S：広角方位検知システム

1：誘電体基板

2：金属部材

20

11、12、13：導波路

14：基板平面アンテナ

21、22、23：ホーン構造

24：筐体面

25、26：筐体角

27：回折構造

31、32、33：レドーム部材

31'、32'、33'：フィルム部材

40：ホーン部

41：接続口

30

42：開口

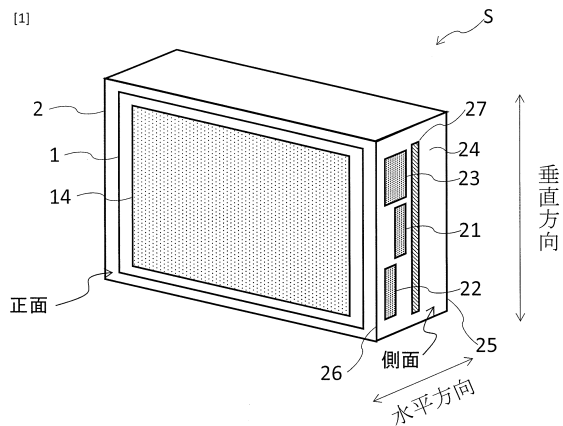
70：導波管

71：中心線

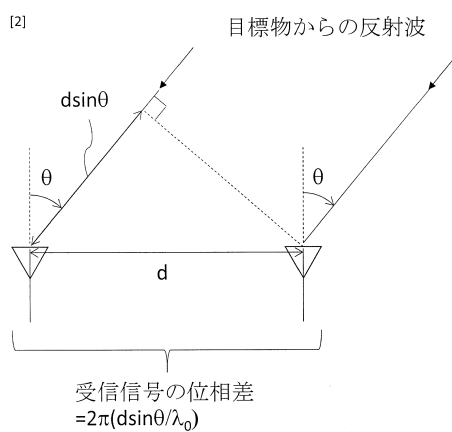
72：窓

73：段差

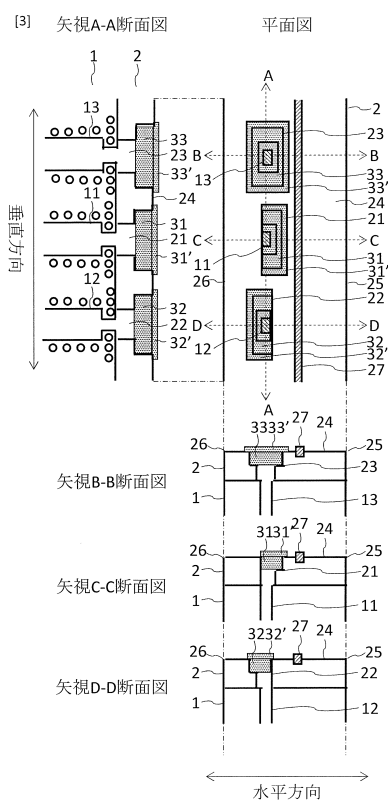
【図 1】



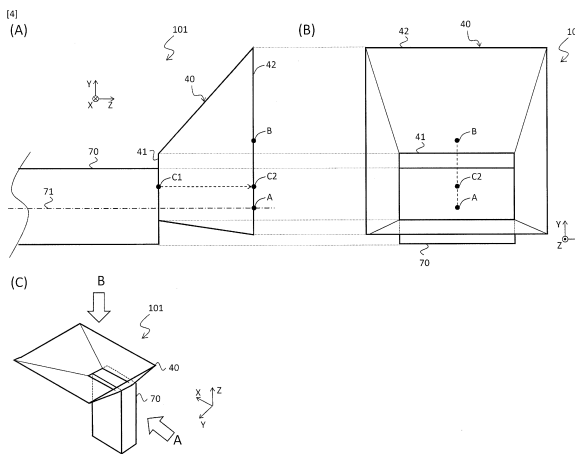
【図 2】



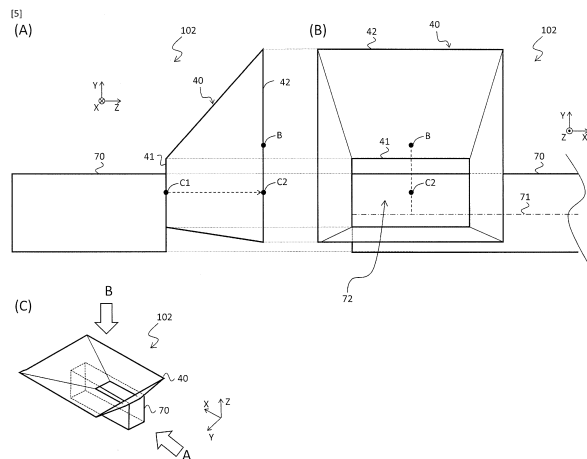
【図 3】



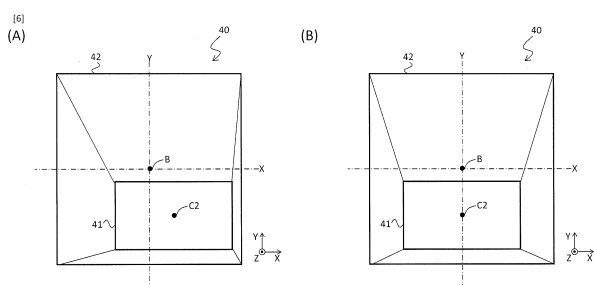
【図 4】



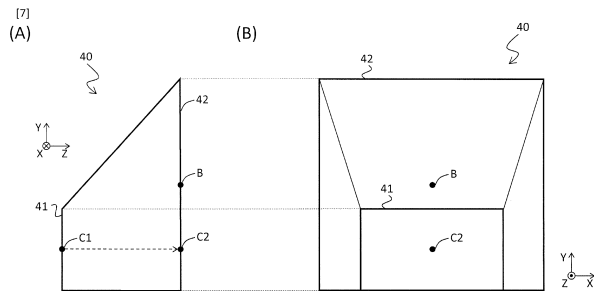
【図 5】



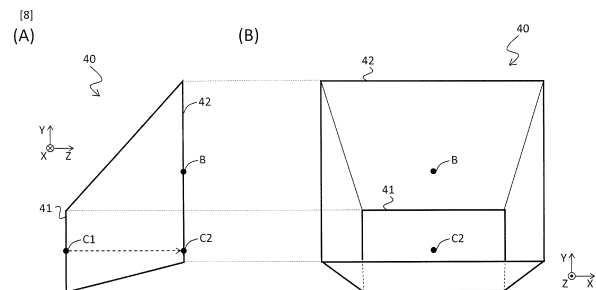
【図 6】



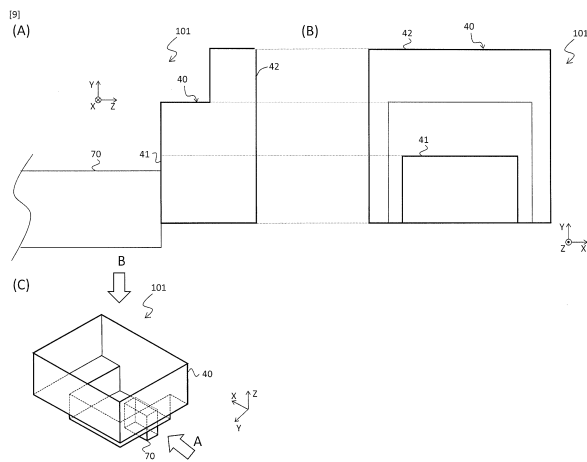
【図 7】



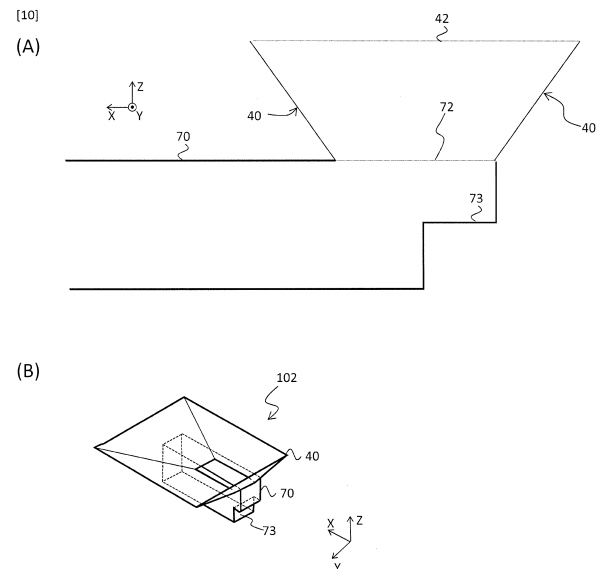
【図 8】



【図 9】



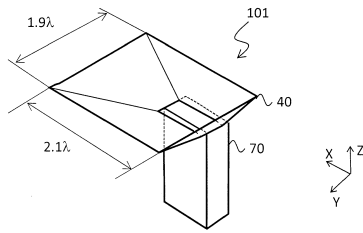
【図 10】



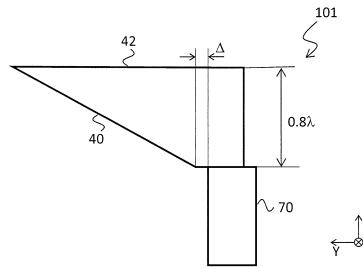
【図 1 1】

[11]

(A)



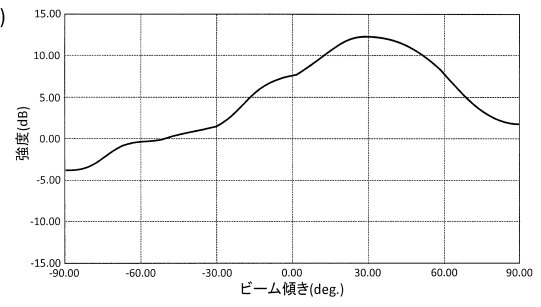
(B)



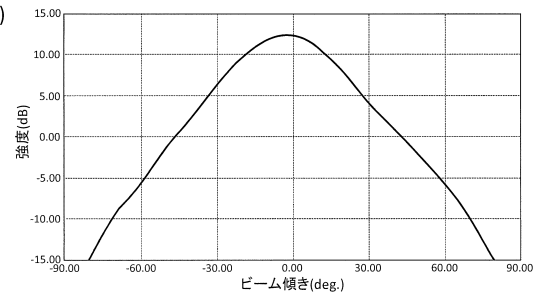
【図 1 2】

[12]

(A)

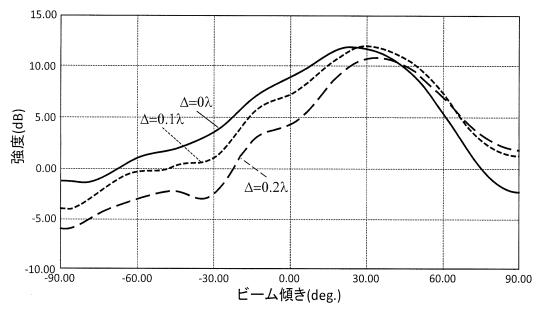


(B)



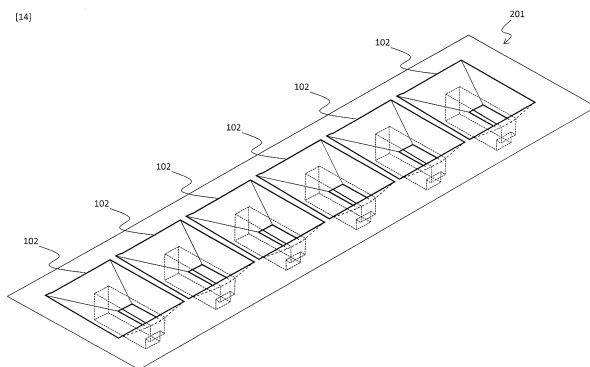
【図 1 3】

[13]



【図 1 4】

[14]



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 2 5 7 4 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 1 1 1 9 9 6 (W O , A 1)
特開 2 0 1 7 - 0 6 3 4 0 6 (J P , A)
特開平 0 2 - 2 8 0 4 0 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 5 6 5 3 7 (U S , A 1)
特開 2 0 1 4 - 1 3 8 1 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 0 7 8 5 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 Q 1 3 / 0 6
H 0 1 Q 2 1 / 0 8