

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4258570号
(P4258570)

(45) 発行日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 S 13/95 (2006.01) GO 1 S 13/95
GO 1 S 7/03 (2006.01) GO 1 S 7/03 Q

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-29154 (P2008-29154)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成20年2月8日(2008.2.8)		住友電気工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-290089 (P2003-290089) の分割		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
原出願日	平成15年8月8日(2003.8.8)	(74) 代理人	100074206
(65) 公開番号	特開2008-122416 (P2008-122416A)		弁理士 鎌田 文二
(43) 公開日	平成20年5月29日(2008.5.29)	(74) 代理人	100084858
審査請求日	平成20年3月6日(2008.3.6)		弁理士 東尾 正博
		(74) 代理人	100087538
			弁理士 鳥居 和久
		(72) 発明者	今井 克之
			大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電 気工業株式会社大阪製作所内
		審査官	中村 説志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風速レーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電材料を用いて比誘電率が半径方向に所定の割合で変化するように形成した球形の電波レンズを支持部材で支持し、レンズ外周に接して又は沿って一次放射器を配設し、一次放射器に送、受信器を接続すると共に、送、受信される電波を制御する制御装置を備え、

前記電波レンズは、中心の球核の外側に異径球殻を順次積層して構成され、

前記電波レンズの比誘電率は、前記誘電材料の発泡倍率に加えて無機高誘電フィラーの添加割合を調整すると共に前記異径球殻の層数を調整することで風速レーダに適合させており、

観測すべき所望の複数の方位角方向に電波レンズを介して送、受信される電波の焦点位置に一次放射器を配設し、さらに、前記一次放射器を支持する複数の支持レールを備え、前記複数の支持レールは、互いに直交して設けられており、前記一次放射器を天頂方向、及び互いに直交する支持レール上に配設した風速レーダ。

【請求項2】

前記球形の電波レンズに代えて球形レンズを2分した半球形の電波レンズ及び電波を反射する反射板を備えたことを特徴とする請求項1に記載の風速レーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、レンズアンテナを介して信号を送、受信し、大気層での風向、風速分布等

を測定する風速レーダに関する。

【背景技術】

【0002】

地表からの放射・吸収の影響が直接及ぶ大気層での大気運動の観測をすることは地球環境を知る上で重要であり、その一環として各高度毎の風向・風速分布の観測が行なわれている。このような観測に用いられる風速レーダでは、風の向き、即ち風向を測定するために電波を放射する方向を、最小限天頂、及び北、東向きで天頂角 方向の3方向に、通常はデータの信頼性を向上するために天頂、及び東西南北向きで天頂角 方向の5方向に放射して測定が行なわれる。

【0003】

このような風速レーダの主要構成部材であるアンテナの形式については、古くはパラボラアンテナ方式が用いられていたが、装置が大型で、性能が劣るなどの理由で現在では性能重視の視点からフェーズドアレイ方式が最も多く採用されており、上記以外の形式の、例えばレンズアンテナ方式は種々の問題があるため採用された例はない。フェーズドアレイ方式のアンテナは、素子アンテナの給電信号の相対位相を変えることにより指向性、即ち送受信される電波の送受信方向を任意に制御することができるアンテナであり、多数の素子アンテナを平面状に配列して形成され、送受信される方向の電波の位相面を揃えるため予め素子アンテナの位相を位置によって変化させるよう各素子アンテナに所定の位相量を与える移相器が接続される。

【0004】

ところで各地の風速・風向の観測を簡易に行なうためには、風速レーダは移動が簡単に行なえるように装置全体の小型化、構造の単純化が必要であり、回路、部品、ケーブル等を極力減らし、低コスト化する必要があるが、機能的にはデータの同時性を確保するため電波(ビーム)の切替は高速に行なう必要があり、強風時のデータの安定性の観点から風圧を受け難い構造であることが望ましく、電波の方向の天頂角 は可変とするのが良い。

【0005】

風速レーダに対して要望されるこのような条件に対し、フェーズドアレイアンテナは、アンテナ面が平面で地面に平行であるため風の影響を受け難く、強風時であっても安定してデータが取得でき、各素子アンテナの位相を制御してビーム方位を切替えるため、高速切替えが可能である点で、機能的には適合する。しかし、構造の単純化、低コスト化の視点からは全く不十分である。これは、次のような理由による。

【0006】

フェーズドアレイアンテナを風速レーダの主要部材として利用する場合、風速レーダとしての特性を満足するための条件として、例えば送受信電波についてのアンテナ利得が30dB以上であることが必要であるが、このような条件を満たすためには100以上の素子アンテナを並べる必要がある。又、各々の素子アンテナにはビーム方位切替えに必要な移相器が1つずつ接続され、これら移相器には必要な位相量を移相器で変化させるための制御回路や制御線等が必要となり、このため構造が極めて複雑となる。さらに、アンテナが複数の素子アンテナから構成されているため、送、受信器も複数必要となり、フェーズドアレイアンテナは非常にコスト高となる。

【0007】

一方、パラボラアンテナを風速レーダの主要構成部材として利用する場合、次の2つの形式のいずれかのものとなる。即ち、(a)パラボラアンテナ3個を用いる形式、(b)パラボラアンテナ1個を機械的に動かす形式である。(a)の形式の場合、天頂、北、東向きのそれぞれの方位に対応するパラボラアンテナ3個を設置し、それぞれを切替えて観測をする形式であるが、方位切替えは電子的切替であるから高速切替えが可能である。

【0008】

しかし、直径1m以上ある大きなアンテナ3個を並べて設置するため非常に嵩張り、大きな設置面積が必要であり、設置場所の制限を受ける。従って、装置の小型化には原理的な構造上適さず、コスト的にも高くなる。又、パラボラアンテナは風圧を受け易い構造で

10

20

30

40

50

あるため、台風等の強風時には風の影響でアンテナが揺れ、観測データに影響を与えるため、データの正確性、安定性に欠ける。さらに、パラボラアンテナは固定設置されるため、ビーム天頂角は容易に変えることができない。

【0009】

(b)の形式の場合、種々の観測方向にパラボラアンテナの開口面を対応させるように自由に回転移動できるため、全ての方位に対し1台のパラボラアンテナで済み、(a)の形式ほど嵩張ることはないが、直径1m以上の大きなアンテナを傾けたり、目的の方位に動かして固定するためには、アンテナに対して極めて大きなアンテナ支持機構や制御機構が必要となり、必然的に装置が大型化する。従って、やはり装置の小型化は困難である。又、機械操作でアンテナの方向を変えるため、方位切替えに時間が掛り、各方位間での観測データの同時性が得られず、激しい気象変化には対応できない。さらに、(a)の形式の場合と同様に、台風等の強風時にデータの正確性、安定性に欠けるという問題がある。

10

【0010】

さらに、レンズアンテナはルーネベルグレンズとして古くから知られている電波レンズを用いたものであり、原理的にはともかくとして実用化するには種々の困難があり、近年その材料及び成形法の進歩に伴って注目されている。

【0011】

上記ルーネベルグレンズは、中心の球核とそれを取り巻く複数の異径球殻により球形のレンズとして形成され、誘電材料を用いて半径方向に比誘電率を異ならせたものであり、各球殻部の比誘電率が次式に従うものと定義される。

20

$$= 2 - (r / R)^2$$

R：球の半径

r：球の中心からの距離

なお、誘電材料とは、常誘電性、強誘電性、若しくは反強誘電性を示し、かつ電気伝導性を有さない材料である。

【0012】

上記レンズ用の誘電材料として一般的に用いられているものは、合成樹脂の発泡体であり、合成樹脂にチタン酸アルカリ土類金属塩などの無機高誘電フィラーを加えてそれを発泡させたものも知られている。これ等の誘電発泡体の比誘電率は、発泡倍率を異ならせて比重を制御することにより目標値に調整され、高比重である程高い比誘電率を得ることができる。

30

【0013】

誘電発泡体は、原料(合成樹脂単体や合成樹脂と無機高誘電フィラーの混合物)に加熱により分解して窒素ガス等の気体を発生する発泡剤を添加し、これを所望形状の金型に入れて発泡させる化学発泡法や、揮発性発泡剤を含浸させたペレット状材料を予め金型外で予備発泡させ、得られた予備発泡ビーズを所望形状の金型に充填した後、水蒸気等で加熱して再度発泡させると同時に隣接ビーズを互いに融着させるビーズ発泡法により製造される。

【0014】

このような成形法の進展により近年電波の誘電体損失(減衰率)が小さく実用化レベルのレンズアンテナが得られるようになった。しかし、実用化レベルのレンズアンテナが可能となったとしても、例えば地上と通信衛星間との通信などに利用する場合であればともかく、風速レーダのように標的物に対して発射された電波が反射されて戻る微弱な電波を受信して標的物の情報を得るような用途においては、レンズアンテナを用いることはアンテナ技術の専門家にとって全く対象外のものであった。従って、このような形式の風速レーダが提案された例はない。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

この発明は、上記のような従来の風速レーダの種々の問題点に留意して、大気層内での

50

気流の風速、風向を測定するレーダとして高性能なフェーズドアレイ方式と同程度の機能で、かつ小型軽量、構造が簡易で、コストが安い新方式の風速レーダを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

この発明は、上記の課題を解決する手段として、誘電材料を用いて比誘電率が半径方向に所定の割合で変化するように形成した球形の電波レンズを支持部材で支持し、レンズ外周に接して又は沿って一次放射器を配設し、一次放射器に送、受信器を接続すると共に、送、受信される電波を制御する制御装置を備え、

前記電波レンズは、中心の球核の外側に異径球殻を順次積層して構成され、

前記電波レンズの比誘電率は、前記誘電材料の発泡倍率に加えて無機高誘電フィラーの添加割合を調整すると共に前記異径球殻の層数を調整することで風速レーダに適合させており、

観測すべき所望の複数の方位角方向に電波レンズを介して送、受信される電波の焦点位置に一次放射器を配設し、さらに、前記一次放射器を支持する複数の支持レールを備え、前記複数の支持レールは、互いに直交して設けられており、前記一次放射器を天頂方向、及び互いに直交する支持レール上に配設した風速レーダとしたのである。

【0017】

このような構成としたこの発明の風速レーダは、所定の天頂角の方位方向に対応する焦点位置に配設された一次放射器から電波を送り出す。電波レンズを経由して放射された電波が上空の大気層の気流に反射されて戻る微弱な電波を電波レンズで焦点位置に集めて一次放射器で受け、受信器により受信して制御回路内で演算により風速、風向の情報を得る。その測定原理は、従来公知であるフェーズドアレイ方式の風速レーダの場合と同じである。

【0018】

即ち、レーダから放射された電波は大気乱流により一部が散乱し、同時に気流の速度によるドップラ効果で周波数シフトが生じ、これを観測することにより風速、風向が測定できる。このような測定の際に、電波レンズはルーネベルグレンズである球形又は半球形のものが用いられ、その電波の減衰率は小さく、微弱な電波であっても検出し得るに十分なアンテナ利得を有する。

【0019】

又、上記測定では一次放射器で送、受信される電波は、一次放射器が測定すべき、例えば天頂、及び東西南北と天頂角を成す方位方向のそれぞれに対応する焦点位置に置かれているため、それぞれの焦点位置の一次放射器から送信すればその焦点位置の一次放射器へ直ちに反射された電波が戻り、所定の方位方向の電波信号が得られる。従って、この電波信号を検出し、演算処理することにより風速、風向のデータが得られる。

【発明の効果】

【0020】

以上詳細に説明したように、この発明の風速レーダは、誘電材料で形成された電波レンズを採用し、観測すべき所望の複数の方位角方向に電波レンズを介して送、受信される電波の焦点位置、かつ、複数の互いに直交した支持レール上に一次放射器を配設したから、複数方向の一次放射器を高速切替えしてデータの同時性を確保し、電波レンズが球形又は半球形であるため風圧の影響を受けず、一次放射器には移相器を接続する必要がなく多数の素子アンテナを必要としないから、装置の小型軽量化、及び構造の簡単化が容易で、回路、部品、ケーブル等を極力減少させることができ、低コスト化を図ることができるなどの画期的な効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は第1実施形態の風速レーダA₁の概略構成図である。図において、1はルーネベルグレンズとして知られ

10

20

30

40

50

ている球形の電波レンズであり、これを支持部材 2 で支持している。支持部材 2 は電波レンズ 1 の直径 R より若干小さい径の環状支持板 2 a 内に電波レンズ 1 を受け、環状支持板を支持脚材 2 b で支持している。電波レンズ 1 の下方には所望の観測方向に対応する複数の一次放射器 3 (図示の例では 3_H 、 3_N 、 3_S 、 3_E 、 3_W の 5 個) が固定配置されている。これら一次放射器 3 は、支持軸 4 に支持された支持レール 5 a、5 b 上に支持されている。6 はレドーム、8 はケーシング、10 は送、受信器、制御装置等を収納した制御ボックスである。

【 0 0 2 2 】

電波レンズ 1 は、無機高誘電フィラーを含む誘電発泡体の球核 1_1 を中心に配置し、その外側に無機高誘電フィラーを含む異径球殻の誘電発泡体 1_2 、……、 1_n を順次積層して構成されている。なお、球殻形状の誘電発泡体 1_2 、……、 1_n は、半割りの半球殻を一对に組立てて球殻を形成したものである。ルーネベルグレンズ形の上記電波レンズ 1 は、既に述べた $\epsilon = 2 - (r/R)^2$ の式に略従うように比誘電率を中心部でおよそ 2 から外側へ向かっておよそ 1 となるように変化させる。

10

【 0 0 2 3 】

この比誘電率の調整を発泡倍率のみを変えて行なうと、外周側では中心側の 10 倍以上の倍率が必要となるため、高誘電フィラーの添加割合を中心側で増加させ、外周側で減少させるとよい。又、上記誘電発泡体 1_n の層数 n は、任意数であるが、通信用のアンテナの場合通常 8 ~ 9 程度でも十分であるのに対し、風速レーダに適合するために、例えば 16 ~ 18 と 2 倍以上に設定し、誘電発泡体各層による誘電率の変化をきめ細かくなめらかに変化するように設定する。

20

【 0 0 2 4 】

一次放射器 3 は、この例では風速レーダとして観測しようとする地上から上空の観測領域に対しそれぞれ天頂方向、及び北、南、東、西の各方位に対し所定の天頂角 θ を成す方位角方向に対応する焦点位置に 5 個の素子アンテナを設けたものである。なお、一次放射器としてはホーンアンテナ、パッチアンテナ、スロットアンテナなどがあり、そのいずれの形式のものでもよい。

【 0 0 2 5 】

天頂角 θ は通常 $10^\circ \sim 15^\circ$ の範囲の適当な角度に設定される。図示の例では一次放射器 3 のそれぞれは、支持レール 5 a、5 b 上に対応する方位角方向に固定設置されているものとしている。しかし、天頂角 θ を上記範囲内で変化させることができるよう支持レール 5 a、5 b に対し図示しないガイドローラを介して移動可能で、かつ所定の方位角位置に固定できるようにするのが好ましい。

30

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、上記複数個の一次放射器 3 には、それぞれ送信器 11、受信器 12 が接続され、発振器 11 f からの所定パルスの信号を送信器 11 で増幅して一次放射器 3 から電波レンズ 1 を経由して大気層へ向けて放射し、上空の大気層で反射されて戻る微弱な電波を同じく電波レンズ 1 を経由して一次放射器 3 で受け、その信号を制御器 13 の制御により送受切替器 14 を介して切替えられた受信器 12 で受信して信号検出器 15 により検出した後信号処理器 16 へ送り、検出した信号を演算処理して大気層の風速、風向の情報を得るように構成されている。

40

【 0 0 2 7 】

上記発振器 11 f は複数の一次放射器 3 に対し、複数の発振器 11 f の信号をそれぞれの一次放射器 3 に対し送り出す。受信器 12 は、複数の一次放射器 3 のそれぞれに対応して複数 (図示の例では 5 個) が接続され、各方位角方向からの電波をそれぞれの受信器 12 で受信するように設けられている。なお、送信器 11、受信器 12 は複数の一次放射器 3 に対して 1 組のみ設け、切替器 14 を制御してそれぞれの一次放射器 3 を選択できるように構成してもよい。

【 0 0 2 8 】

上記の構成とした実施形態の風速レーダでは、大気層の風速、風向の情報が次のように

50

観測できる。即ち、送信器 11 から送り出され、一次放射器 3 の 1 つから所定方向（図示の例では南）（ 3_s ）の天頂角 θ に向けて電波レンズ 1 を経てパルス状の電波が放射されると、この電波は上空で大気の流れ（乱流）に伴う屈折率の揺らぎにより僅かであるが散乱され、高度に対応する時間遅延を伴って電波レンズ 1 へ戻る。従って、散乱波強度を時間の関数として測定することにより高度別のデータを得ることができる。このような測定は受信器 12 で受信した電波信号を制御ボックス 10 内で演算することにより得られる。

【0029】

上記演算は次のようにして求められる。上空の大気層での乱流は大気の流れ（風）に乗って移動するため、散乱された電波はドップラ効果により散乱点における風速 V に比例した周波数変位（ドップラシフト）を受ける。このドップラシフト Δf と視線方向風速（風速の電波放射方向成分） V_r の間には次の関係式が成立する。

10

【0030】

【数1】

$$\Delta f = f \left[\frac{c + V_r}{c - V_r} - 1 \right] \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 f ：放射電波の周波数、 c ：光速である。

【0031】

上式(1)において、視線方向風速 V_r は光速 c に比べると無視できる程小さいから、上式(1)を展開し、2次の項以下を無視すると次の式を得る。

20

【0032】

【数2】

$$V_r = c \frac{\Delta f}{2 f} \dots\dots\dots (2)$$

【0033】

一次放射器 3 から放射される電波の方位を天頂に向けると、(2)式から風の鉛直成分 V_z が求められる。次に、電波方位を天頂から角度 $\pm \theta$ だけ傾いた方向に切換えてそれらの視線方向風速 V_r () を測定することにより風の水平成分 V_h を次式より求める。この場合、電波の測定範囲内での風は一様であると仮定する。

30

【0034】

【数3】

$$V_h = \frac{V_r(\theta) - V_r(-\theta)}{2 \sin \theta} \dots\dots\dots (3)$$

【0035】

上式(3)において、 θ と $-\theta$ は、例えば東と西、又は北と南に対応する。以上から、各高度における風速、風向の高度分布を得ることができる。

40

【0036】

図3に、他の形態の風速レーダ A_2 の概略構成を示す。図中、電波レンズ 1、一次放射器 3、支持軸 4、支持レール 5 a、5 b のみを示しているが、レドーム 6、送、受信器、制御回路を含む制御ボックス 10 など第 1 実施形態と同様に設けられており、簡略化のため図示省略している。この形態では、支持レール 5 a、5 b は互いに直交して設けられ、それぞれが例えば東西、南北の方向に向くように設置される。又、一次放射器 3 は 1 個だけ設けられ、図示しない支持ローラを介して移動自在で、必要に応じて所定の方位角位置に固定も可能である。

【0037】

50

測定方法は、第1実施形態と基本的に同様であるが、一次放射器3が移動して天頂、東西南北とそれぞれ天頂角をなす位置に停止させ、それぞれの位置で風速、風向のデータを測定する点が異なる。

【0038】

図4の(a)図にさらに他の形態の風速レーダA₃の概略構成を示す。この形態も図3の形態と同様に簡略表示されており、レドーム6、制御ボックス10なども当然設けられている。支持レール5は、一方位方向にのみ延びる長さに設けられ、かつ支持軸4が回転自在である点、及び天頂に一次放射器3_H、東西南北と天頂角をなす方向に移動自在の一次放射器3が設けられている点が異なる。

【0039】

図4の(b)図にさらに他の形態の風速レーダA₄の概略構成を示す。この形態も図4(a)の形態と同様の簡略表示で示されている。この例では移動自在の一次放射器3が1つだけ設けられ、天頂の一次放射器3_Hは省略されている。

【0040】

図5に第2実施形態の風速レーダB₁の概略構成を示す。この風速レーダB₁は、上述した実施形態のものとは異なり電波レンズ1'が半球状であり、反射板7を備えている点が大きく異なるが、その他に支持部材2が省略され、支持軸4が反射板7を支持し、この反射板7上に半球状の電波レンズ1'が置かれ、反射板7に支持された支持レール5aに交差状に支持レール5bを設け、その各支持レール上に4つの一次放射器3_N、3_S、3_E、3_Wが配設され、交差点に一次放射器3_Hが置かれている点が第1実施形態と異なる。

【0041】

複数の一次放射器3(3_N~3_W、3_H)から放射された電波は、電波レンズ1'から反射板7で反射されて所定の方位角方向へ放射され、それぞれの方向から戻る電波が反射板7で反射され焦点位置に設置されている一次放射器3で受信されることについては第1実施形態と同じであり、電波レンズ1'が半球状であるため重量が半減し、小型化、軽量化される。複数の一次放射器3(3_N~3_W、3_H)は天頂角で北南、東西、天頂のそれぞれの方位角方向に対応した位置に固定設置されているが、天頂角を例えば10°~15°の範囲で移動できるように図示しないガイドローラを備えておくことよい。

【0042】

図6の(a)図にさらに他の形態の風速レーダB₂の概略構成を示す。この形態を含め以下の形態では、全て電波レンズ1'は半球状である。その他は図3の形態に対応しており、交差状の支持レール5a、5bに対し移動自在の一次放射器3が設けられている。作用も図3の形態の風速レーダA₂と基本的に同じである。

【0043】

図6の(b)図にさらに他の形態の風速レーダB₃の概略構成を示す。この形態は図4(a)の形態の風速レーダA₃に対応する。図7の(a)図にさらに他の形態の風速レーダB₄の概略構成を示す。この形態は図4(b)の形態の風速レーダA₄に対応する。図7の(b)図はさらに他の形態の風速レーダB₃'の概略構成であり、図6(b)の形態の風速レーダB₃の反射板7を所定角度傾斜して設定したものである。

なお、図3、図4、図6、図7は、いずれも参考形態である。

【産業上の利用可能性】

【0044】

この発明の風速レーダは、地表からの電波により大気層での風向、風速分布等をレンズアンテナを利用して簡易に、かつ正確に測定できるものであり、大気運動の観測に広く利用される。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】第1実施形態の風速レーダA₁の概略構成図

【図2】同上の全体概略構成及び作用の説明図

【図3】(a)参考形態の風速レーダA₂の概略構成図、(b)支持レールの外観斜視図

10

20

30

40

50

【図4】(a) 他の参考形態の風速レーダA₃の概略構成図、(b) さらに他の参考形態の風速レーダA₄の概略構成図

【図5】第2実施形態の風速レーダB₁の概略構成図

【図6】(a) さらに他の参考形態の風速レーダB₂の概略構成図、(b) さらに他の参考形態の風速レーダB₃の概略構成図

【図7】(a) さらに他の参考形態の風速レーダB₄の概略構成図、(b) さらに他の参考形態の風速レーダB₃'の概略構成図

【符号の説明】

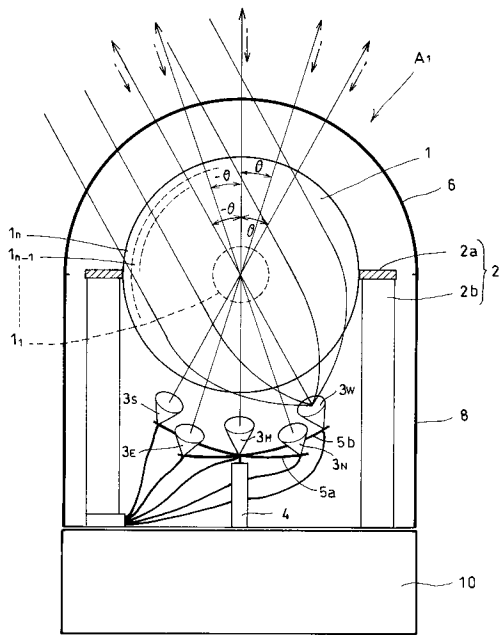
【0046】

- 1 電波レンズ
- 2 支持部材
- 3 一次放射器
- 4 支持軸
- 5 支持レール
- 6 レドーム
- 7 反射板
- 8 ケーシング
- 10 制御ボックス
- 11 送信器
- 11f 発振器
- 12 受信器
- 13 制御器
- 14 送受切替器
- 15 信号検出器
- 16 信号処理器

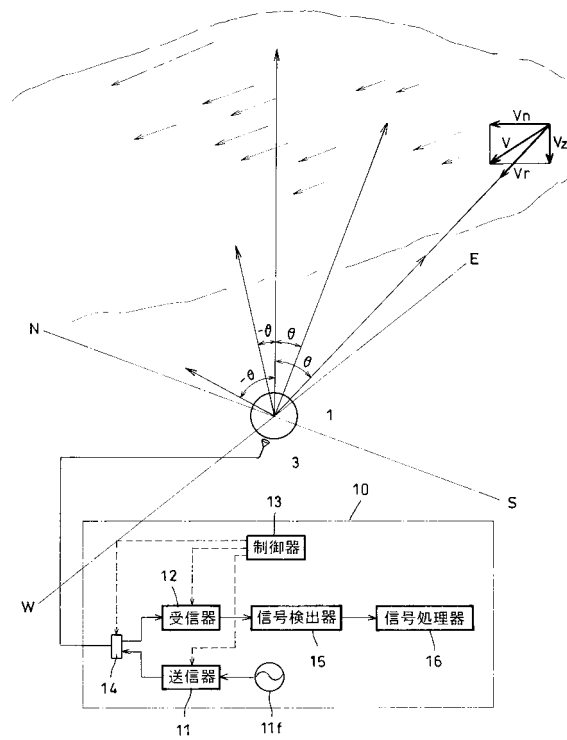
10

20

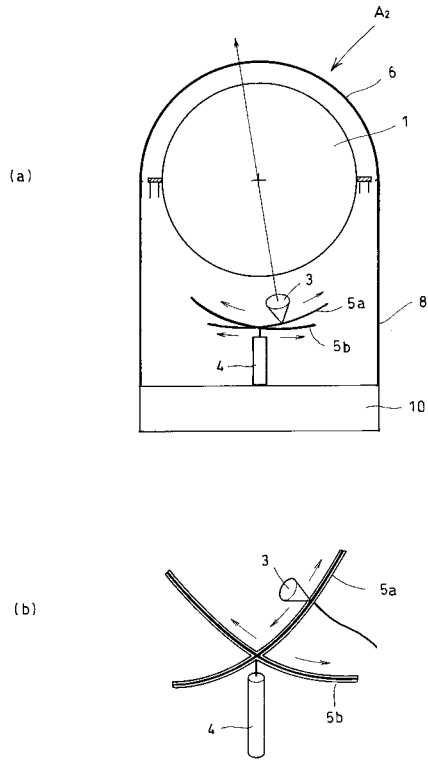
【図1】



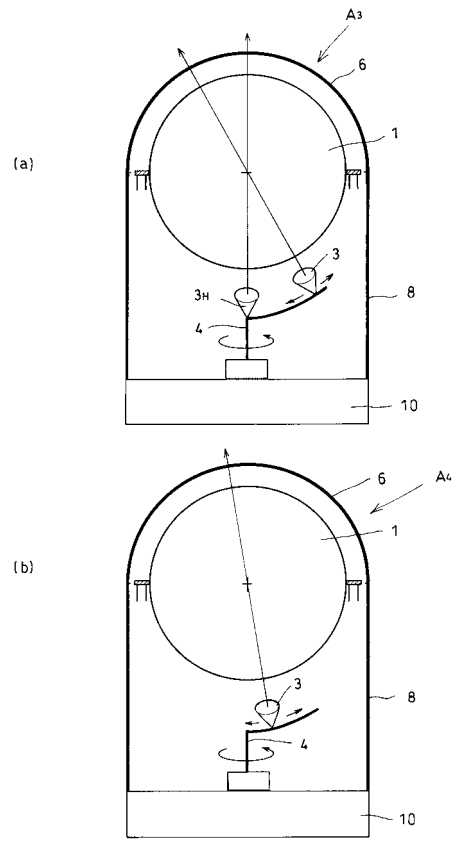
【図2】



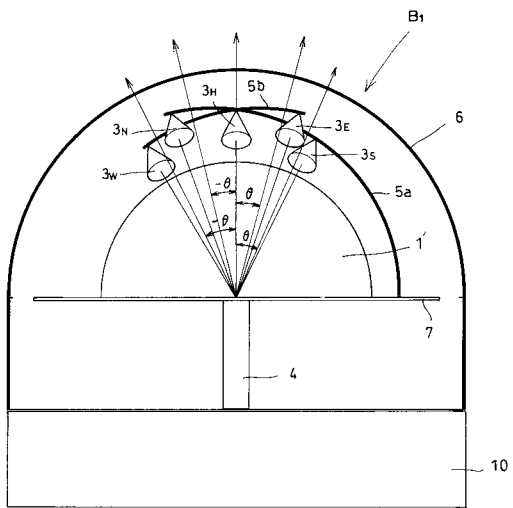
【 図 3 】



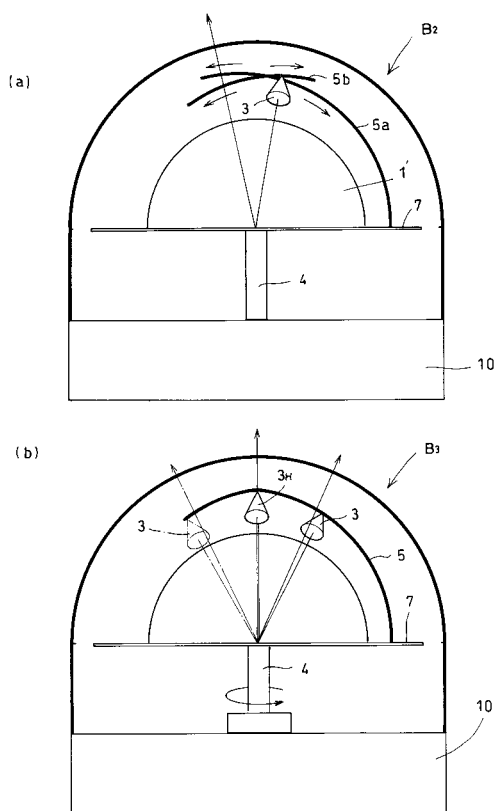
【 図 4 】



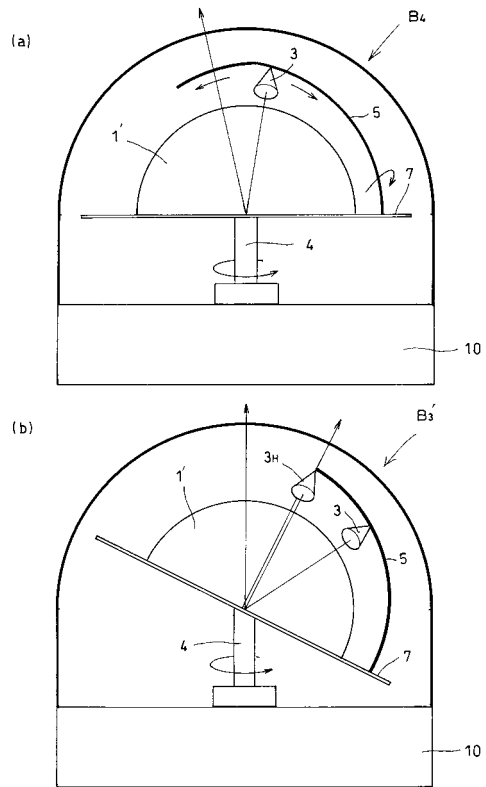
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08 - 278322 (JP, A)
特開2001 - 044746 (JP, A)
特開平10 - 163730 (JP, A)
特開2003 - 188640 (JP, A)
特開2005 - 061905 (JP, A)
特表2002 - 513231 (JP, A)
特開2003 - 110350 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42
G01S13/00 - 13/95
H01Q 3/00 - 3/46
H01Q15/00 - 15/12
H01Q19/06 - 19/09
G01W 1/00
G01P 5/00