

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号  
**実用新案登録第3226441号**  
**(U3226441)**

(45) 発行日 令和2年6月25日(2020.6.25)

(24) 登録日 令和2年6月8日(2020.6.8)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO 1 Q 9/16 (2006.01)** HO 1 Q 9/16  
**HO 1 Q 9/44 (2006.01)** HO 1 Q 9/44

評価書の請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 実願2020-927 (U2020-927)  
 (22) 出願日 令和2年3月16日(2020.3.16)

(73) 実用新案権者 591164613  
 株式会社NHKテクノロジーズ  
 東京都渋谷区神山町4-14  
 (74) 代理人 110000578  
 名古屋国際特許業務法人  
 (72) 考案者 今村 雅彦  
 東京都渋谷区神山町4-14 株式会社NHK  
 テクノロジーズ内  
 (72) 考案者 山内 泰明  
 東京都渋谷区神山町4-14 株式会社NHK  
 テクノロジーズ内  
 (72) 考案者 後藤 雅崇  
 東京都渋谷区神山町4-14 株式会社NHK  
 テクノロジーズ内

最終頁に続く

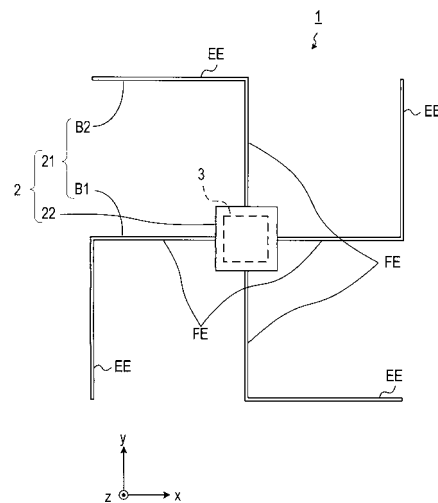
(54) 【考案の名称】 ベントクロスアンテナ及びアンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】 取り扱いが容易な無指向性アンテナを提供する。

【解決手段】 ベントクロスアンテナ(21)は、それぞれがダイポールアンテナとして機能する金属製の線材で構成された二つの線状エレメント(B1, B2)を備える。線状エレメントは、両端部の  $1/8$  の長さを有する部位を端部エレメント(EE)、端部エレメント以外の  $1/4$  の長さを有する部位を基部エレメント(FE)とする。二つの線状エレメントは、給電点となる基部エレメントの中心にて直交するように配置され、かつ、端部エレメントのそれぞれを、給電点を中心に一方方向に回転する向きに、基部エレメントに対して直角に屈曲させることで、 $\pi$ 型又は逆 $\pi$ 型となるように形成される。二つの線状エレメントを  $90^\circ$  の位相差で給電することにより、ベントクロスアンテナは、無指向性となる。

【選択図】 図1



**【実用新案登録請求の範囲】****【請求項 1】**

それぞれがダイポールアンテナとして機能する金属製の線材で構成された二つの線状エレメント ( B 1 , B 2 ) を備え、

前記二つの線状エレメントは、いずれも両端部の  $l/8$  の長さを有する部位を端部エレメント ( E E )、前記端部エレメント以外の  $l/4$  の長さを有する部位を基部エレメント ( F E ) として、給電点となる前記基部エレメントの中心にて直交するように配置され、かつ、前記端部エレメントのそれぞれを、前記給電点を中心に一方向に回転する向きに、前記基部エレメントに対して直角に屈曲させることで、 $\pi$  型又は逆  $\pi$  型となるように形成され、無指向性となるように構成された

ベントクロスアンテナ。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のベントクロスアンテナであって、

二つの給電信号を、それぞれ不平衡信号から平衡信号に変換して、前記二つの線状エレメントに個別に供給する変換器 ( 3 3 ) を更に備える

ベントクロスアンテナ。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載のベントクロスアンテナであって、

一つの給電信号を、二つに分配する分配器 ( 3 1 ) と、

前記分配器にて分配された二つの信号の位相を  $90^\circ$  異ならせることで、前記変換器に供給される前記二つの給電信号を生成する移相器 ( 3 2 ) と、

20

を更に備え、前記二つの線状エレメントが配置される配置平面に沿った方向に水平偏波の電波を放射し、前記配置平面に直交する方向に円偏波の電波を放射する、

ベントクロスアンテナ。

**【請求項 4】**

請求項 2 に記載のベントクロスアンテナであって、

同一周波数を有する二つの搬送波を個別に変調することで、前記変換器に供給される前記二つの給電信号を生成する変調器 ( 4 )

を更に備え、前記二つの線状エレメントが放射する直交した 2 つの直線偏波を用いて異なる情報を伝達する偏波 M I M O 電波を放射する

30

ベントクロスアンテナ。

**【請求項 5】**

予め設定された平面内で無指向性となる特性を有し、前記平面に直交する方向に等間隔で配置された複数の放射器 ( 2 1 ) と、

前記複数の放射器からの放射波が同相となるように、前記複数の放射器への給電を行う給電部 ( 3 ) と、

を備え、

前記複数の放射器は、いずれも請求項 1 に記載のベントクロスアンテナであるアンテナ装置。

**【請求項 6】**

40

請求項 5 に記載のアンテナ装置であって、

前記複数の放射器の垂直配置間隔が  $l/2$  以上に設定され、

前記給電部は、前記配置間隔による給電信号の位相の変化に加えて、隣接する前記放射器間で前記給電信号の位相を  $180^\circ$  変化させて給電するように構成された、

アンテナ装置。

**【請求項 7】**

予め設定された放射方向に電波を放射する放射器 ( 2 1 a ) と、

前記放射器に対して放射方向に配置される一つ以上の導波器 ( 2 1 c ~ 2 1 e ) と、

前記放射器を挟んで前記導波器とは反対側に配置される反射器 ( 2 1 b ) と、

を備え、

50

前記放射器は、請求項 3 又は請求項 4 に記載のベントクロスアンテナであり、前記導波器及び前記反射器は、前記放射器と相似形状の無給電素子であるアンテナ装置。

【考案の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、アンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、災害時における避難所等においてテレビ放送又はラジオ放送を受信するために容易に設置することが可能なアンテナとして、ダイポールアンテナや、ダイポールアンテナのエレメントの先端を垂直上方に折り曲げた形状を有する U 型アンテナが記載されている。 10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2016 - 111399 号公報

【考案の概要】

【考案が解決しようとする課題】

【0004】

20

しかしながら、ダイポールアンテナや U 型アンテナは、重量バランスが悪く、無指向性ではないという課題があった。特にダイポールアンテナは、給電部からの水平面内での突出力が大きく、また、U 型アンテナは、3 次元的な配置スペースが必要となり、設置可能な場所の制約が大きいという課題もあった。

【0005】

本開示の一局面においては、取り扱いが容易な無指向性アンテナを提供できることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

30

本開示の一態様は、ベントクロスアンテナであって、それぞれがダイポールアンテナとして機能する金属製の線材で構成された二つの線状エレメント (B1, B2) を備える。線状エレメントは、両端部の  $1/8$  の長さを有する部位を端部エレメント (EE)、端部エレメント以外の  $1/4$  の長さを有する部位を基部エレメント (FE) とする。二つの線状エレメントは、給電点となる基部エレメントの中心にて直交するように配置され、かつ、端部エレメントのそれぞれを、給電点を中心に一方向に回転する向きに、基部エレメントに対して直角に屈曲させることで、 $\pi$  型又は逆  $\pi$  型となるように形成される。二つの線状エレメントを  $90^\circ$  の位相差で給電することにより、ベントクロスアンテナは、無指向性となる。

【0007】

40

このような構成によれば、線状エレメントを屈曲させずに用いる二つのダイポールアンテナを直交させたターンスタイルアンテナと比較して、ベントクロスアンテナが占める平面への投影面積を  $1/4$  とすること、すなわち大幅に小型化できる。このため、ベントクロスアンテナを取り付ける際に確保すべきスペースが小さくて済むため、より多様な場所に取り付けることができる。また、ベントクロスアンテナは、受風面積も小さくなるため、風対策の補強も軽減できる。更に、ベントクロスアンテナは、点对称な平面形状を有するため、従来、臨時災害 FM などで使用されてきた立体的な形状を有する U 型アンテナと比較して、給電点が位置する中央部での重量バランスが取り易く、作業時の取り扱いが容易になる。

【0008】

ベントクロスアンテナを構成するベントアンテナは、入力インピーダンスが  $47 \Omega$  であ

50

り、ダイポールアンテナの入力インピーダンスの理論値  $73.13$  と比較して、送信系のアンテナに使用される同軸ケーブルのインピーダンス  $50$  により近いとなる。このため、ベントクロスアンテナは、インピーダンス変換を行うことなく、 $50$  の同軸ケーブルをそのまま接続して給電を行うことができる。

【0009】

また、ベントクロスアンテナは、二つの線状エレメントが配置される平面に対して直交する方向に円偏波を放射するため、例えば、無線ICタグ用のアンテナとして使用することができる。

【0010】

本開示の一態様は、アンテナ装置であって、複数の放射器(21)と、給電部(3)とを備える。放射器は、予め設定された平面内で無指向性となる特性を有し、平面に直交する方向に等間隔で配置される。給電部は、複数の放射器からの放射波が同相となるように、複数の放射器への給電を行う。複数の放射器は、上述したベントクロスアンテナで構成される。

このような構成によれば、ベントクロスアンテナが無指向性となる平面内での水平偏波に対する利得を向上させることができる。

【0011】

本開示の一態様は、アンテナ装置であって、放射器(21a)と、一つ以上の導波器(21c~21e)と、反射器(21b)とを備える。放射器は、上述した二つの線状エレメントに加えて、分配器(31)と、移相器(32)と、変換器(33)とを備え、二つの線状エレメントが配置される配置平面に沿った方向に水平偏波の電波を放射し、配置平面に直交する方向に円偏波の電波を放射するベントクロスアンテナである。分配器は、一つの給電信号を、二つに分配する。移相器は、分配器にて分配された二つの信号の位相を  $90^\circ$  異ならせることで、二つの給電信号を生成する。変換器は、移相器にて生成された二つの給電信号を、それぞれ不平衡信号から平衡信号に変換して、二つの線状エレメントに個別に供給する。導波器は、放射器に対して放射方向に配置される。反射器は、放射器を挟んで導波器とは反対側に配置される。導波器及び反射器は、放射器と相似形状の無給電素子である。

このような構成によれば、円偏波のアンテナ等として使用できる。

【0012】

本開示の一態様は、アンテナ装置であって、放射器(21a)と、一つ以上の導波器(21c~21e)と、反射器(21b)とを備える。放射器は、上述した二つの線状エレメントに加えて、変調器(4)と、変換器(33)とを備え、二つの線状エレメントが放射する直交した二つの直線偏波を用いて異なる情報を伝達する偏波MIMO電波を放射するベントクロスアンテナである。変調器は、同一周波数を有する二つの搬送波を個別に変調することで二つの給電信号を生成する。変換器は、変調部で生成された二つの給電信号を、それぞれ不平衡信号から平衡信号に変換して、二つの線状エレメントに個別に供給する。導波器は、放射器に対して放射方向に配置される。反射器は、放射器を挟んで導波器とは反対側に配置される。導波器及び反射器は、放射器と相似形状の無給電素子である。

【0013】

このような構成によれば、偏波MIMO通信用のアンテナ等として使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1実施形態のアンテナ装置1の構成を示す平面図である。

【図2】アンテナ装置の電氣的な構成を示す説明図である。

【図3】給電部の構成を示すブロック図である。

【図4】エレメント長と移相器の設定を例示する表である。

【図5】変換器として使用するパランの種類及び構成を例示する説明図である。

【図6】ベントクロスアンテナの指向性に関するシミュレーション結果を示すグラフであ

10

20

30

40

50

る。

【図 7】ベントアンテナとダイポールアンテナの電気的特性に関するシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 8】強制バランを用いて端子電圧及び指向性を測定した結果を、移相ケーブルがない場合と比較して示すグラフである。

【図 9】フロートバラン及びシュペルトップバランを用いて端子電圧及び指向性を測定した結果を示すグラフである。

【図 10】第 2 実施形態のアンテナ装置の構成を示す説明図である。

【図 11】第 2 実施形態における給電方法に関する説明図である。

【図 12】第 3 実施形態のアンテナ装置の構成及び給電方法を示す説明図である。

10

【図 13】第 4 実施形態のアンテナ装置の構成及び給電方法を示す説明図である。

【図 14】第 4 実施形態における給電部の構成を示すブロック図である。

【図 15】基部エレメント及び端部エレメントの長さ、ベントクロスアンテナの投影面積との関係を示す説明図である。

【図 16】端部エレメントの長さ、投影面積、放射インピーダンス、及び V S W R のそれぞれとの関係を示すグラフである。

【考案を実施するための形態】

【0015】

以下に本開示の実施形態を図面と共に説明する。

[ 1 . 第 1 実施形態 ]

20

[ 1 - 1 . 構成 ]

図 1 及び図 2 に示すように、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、アンテナ部 2 と、給電部 3 とを備える。

【0016】

アンテナ部 2 は、ベントクロスアンテナ 2 1 と、筐体 2 2 とを備える。

ベントクロスアンテナ 2 1 は、二つのベントアンテナ B 1 , B 2 を組み合わせた構造を有する。ベントアンテナ B i は、ダイポールアンテナとして機能する線状エレメントである。線状エレメントには、例えば、管状に形成された金属製（例えば、アルミ又は銅）の線材が用いられる。

【0017】

30

ベントアンテナ B i は、全長が  $L/2$  であり、両端部のそれぞれに位置する  $L/8$  の長さを有する部位を端部エレメント E E、端部エレメント E E 以外の  $L/4$  の長さを有する部位を基部エレメント F E とする。ベントアンテナ B i に属する二つの端部エレメント E E は、基部エレメント F E を含む同一面内で、基部エレメント F E に対して直角かつ互いに反対方向に向けて屈曲した形状を有する。ベントアンテナ B i は、基部エレメント F E の中心が給電点とされる。

【0018】

筐体 2 2 は、非導電性の材料で構成され、二つのベントアンテナ B 1 , B 2 を給電点にて直交させた状態で固定する。このとき、基部エレメント F E の両端部からの各端部エレメント E E の屈曲方向が、いずれも給電点を中心に一方向に回転する向きと一致するように配置する。これにより、二つのベントアンテナ B 1 , B 2 によって卍型又は逆卍型が形成される。つまり、このような形状に二つのベントアンテナ B 1 , B 2 を組み合わせることによって、ベントクロスアンテナ 2 1 が形成される。ベントクロスアンテナ 2 1 は、給電点に対して点対称な平面形状を有し、一辺が  $L/4$  の正方形の平面領域を占有する。

40

【0019】

以下では、3次元座標において、ベントクロスアンテナ 2 1 の給電点が原点に位置するものとする。また、ベントアンテナ B 1 の基部エレメント F E 及びベントアンテナ B 2 の端部エレメント E E が x 軸に沿って配線され、ベントアンテナ B 2 の基部エレメント F E 及びベントアンテナ B 1 の端部エレメント E E が y 軸に沿って配線されているものとする。更に、これら x 軸及び y 軸に直交する軸を z 軸とする。本実施形態では、アンテナ部 2

50

への給電を z 軸の一方（図 2 では下方）から行うとした場合に、z 軸の他方（図 2 では上方）からみて、ベントクロスアンテナが、円型となるように構成される。

【 0 0 2 0 】

給電部 3 は、筐体 2 2 の内部、又は下端部に固定された基板上に実装される。給電部 3 は、図 3 に示すように、分配器 3 1 と、移相器 3 2 と、変換器 3 3 とを備える。

分配器 3 1 は、給電線として使用される同軸ケーブル 5 を介して供給される給電信号を 2 分配する。同軸ケーブル 5 を介して伝送される給電信号は、不平衡信号である。

【 0 0 2 1 】

移相器 3 2 は、2 分配された給電信号の一方の位相を他方の位相より  $90^\circ$  遅延させる。具体的には、例えば、分配器 3 1 にて分配された二つの給電信号を個別に変換器 3 3 に伝送する二つの信号線の長さを、 $g/4$  だけ異ならせた  $90^\circ$  移相ケーブルを用いてもよい。また、 $90^\circ$  移相ケーブルの代わりに、出力位相が  $90^\circ$  異なる 3 dB カプラを用いてもよい。図 4 には、FM 放送、ワイド FM 放送、TV 放送の代表的な周波数について、波長  $g/4$ 、 $g/8$ 、及び移相器 3 2 の設計に関わる電気長  $g/4$  (= 波長短縮率  $\times g/4$ ) を算出した結果を示す。なお、ここでの電気長  $g$  は、移相ケーブル上での波長である。

【 0 0 2 2 】

変換器 3 3 は、二つのバラン 3 3 1, 3 3 1 を備える。バラン 3 3 1 は、Balun と表記され Balance to unbalance transformer の略である。バラン 3 3 1 は、平衡型回路（すなわち、ベントアンテナ B i）と不平衡型回路（すなわち、移相器 3 2 を介して供給される給電信号を伝送する同軸線路）とを接続し、不平衡信号と平衡信号との相互変換を行う「平衡 - 不平衡変換器」である。バラン 3 3 1 として、具体的には、強制バラン、フロートバラン、シュベルトップバラン等を用いることができる。

【 0 0 2 3 】

強制バランは、図 5 の上段に示すように、トロイダルコアに 3 本の線をトリファイラ巻にして、1 : 1 のインピーダンス変換比になるように配線したものであり、平衡と不平衡を強制的に変換する。強制バランは、リニアバランとも呼ばれる。

【 0 0 2 4 】

フロートバランは、図 5 の中段に示すように、メガネ・コアにバイファイラ巻きにすることで構成され、平衡でも不平衡でもコモンモード電流を減らすよう動作する。フロートバランは、ラインフィルタとも呼ばれる。

【 0 0 2 5 】

シュベルトップバランは、図 5 の下段に示すように、別の同軸ケーブルの編組の外導体を利用して、給電に用いる同軸ケーブルの外側に  $g/4$  で二重にした構造を有する。シュベルトップバランは、同軸ケーブルの表面の導体のインピーダンスを高くすることで同軸ケーブルの外導体に流れるアンバランス電流を阻止する手法であり、単一周波数で動作させる場合に有効である。シュベルトップは、Sperrtopf と表記され、阻止套管とも呼ばれる。

【 0 0 2 6 】

[ 1 - 2 . シミュレーション ]

アンテナ装置 1 では、ベントクロスアンテナ 2 1 を構成する二つのベントアンテナ B 1, B 2 への給電を  $90^\circ$  の位相差を付けて行うことで、x - y 平面において無指向性となる水平偏波アンテナを実現する。

【 0 0 2 7 】

基部エレメント F E が x 軸に沿って配置されたベントアンテナ B 1 の指向性 B 1 ( ) は、( 1 ) 式で表され、基部エレメント F E が y 軸に沿って配置されたベントアンテナ B 2 の指向性 B 2 ( ) は、( 2 ) 式で表される。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

【数 1】

$$B1(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2} \sin \theta} \left[ \cos\left(\frac{\pi}{4} \cos \theta\right) - \cos \theta \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} \cos \theta\right) \right] \\ - \frac{1}{\sqrt{2} \cos \theta} \left[ \sqrt{2} \cos\left(\frac{\pi}{4} \cos \theta + \frac{\pi}{4} \sin \theta\right) - \cos\left(\frac{\pi}{4} \cos \theta\right) + \sin \theta \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} \cos \theta\right) \right] \quad (1)$$

$$B2(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2} \cos \theta} \left[ \cos\left(\frac{\pi}{4} \sin \theta\right) - \sin \theta \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} \sin \theta\right) \right] \\ + \frac{1}{\sqrt{2} \sin \theta} \left[ \sqrt{2} \cos\left(\frac{\pi}{4} \cos \theta - \frac{\pi}{4} \sin \theta\right) - \cos\left(\frac{\pi}{4} \sin \theta\right) - \cos \theta \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} \sin \theta\right) \right] \quad (2)$$

【0029】

ベントアンテナ B 2 の給電位相をベントアンテナ B 1 の給電位相より 90° 遅延させた場合、両ベントアンテナ B 1, B 2 による合成指向性、すなわち、ベントクロスアンテナ 2 1 の指向性 BC ( ) は、(3) 式で表され、その振幅は、(4) 式で表される。

【0030】

【数 2】

$$BC(\theta) = B1(\theta) - jB2(\theta) \quad (3)$$

$$|BC(\theta)| = \sqrt{[B1(\theta)]^2 + [B2(\theta)]^2} \quad (4)$$

【0031】

図 6 の上段には、ベントアンテナ B 1 の指向性 B 1 ( ) を、ベントアンテナ B 1 を構成する基部エレメント FE の指向性 FE 1 ( ) 及び二つの端部エレメント EE の合成指向性 EE 1 ( ) と共に示す。なお、ベントアンテナ B 2 に関する指向性 B 2 ( )、FE 2 ( )、EE 2 ( ) は、ベントアンテナ B 1 と同様の形状を有し、角度が 90° シフトしたものとなる。なお、ベントアンテナ B i の半値幅は 85° であり、一般的なダイポールアンテナの半値幅は 78° である。つまり、ベントアンテナ B i の半値幅は、ダイポールアンテナより 7° 広がる。

【0032】

図 6 の下段には、ベントクロスアンテナ 2 1 の指向性 BC ( ) を、ベントアンテナ B 1 の指向性 B 1 ( ) 及びベントアンテナ B 2 の指向性 B 2 ( ) と共に示す。

図 6 の上段及び下段ともに、図 6 中左側のグラフは、計算式の算出結果をそのままデシベル表示した。は、x - y 平面における x 軸からの角度であり、反時計回りに正の値の角度で示す。図 6 中右側の極座標で示すグラフは、上段は、ベントアンテナ B 1 の指向性 B 1 ( ) のピーク値を 0 dB に正規化して表示し、下段は、ベントクロスアンテナ 2 1 の指向性 BC ( ) のピーク値を 0 dB に正規化して表示した。

【0033】

図 6 の上段に示すように、基部エレメント FE の指向性 FE 1 ( ) は、一般的なダイポールアンテナと同様に、x 軸及び y 軸に対して軸対称な形状となる。一方、端部エレメント EE の指向性 EE 1 ( ) は、FE 1 ( ) と直交して、約 10 dB 低い値であり、且つ、x 軸及び y 軸に対して非対称な形状となる。その結果、FE 1 ( ) と EE 1 ( ) とを合成したベントアンテナ B 1 の指向性 B 1 ( ) におけるビームの中心方向は、x

10

20

30

40

50

軸から約 $20^\circ$ シフトする。同様に、ベントアンテナ B 2 の指向性 B 2 ( ) におけるビームの中心方向は、y 軸から約 $20^\circ$ シフトする。

【0034】

図 6 の下段に示すように、ベントクロスアンテナ 2 1 の x - y 平面内での指向性 B C ( ) が無指向性となることがわかる。また、理論計算式では、ベントクロスアンテナ 2 1 の指向性 B C ( ) での振幅の変動量は $0.42\text{ dB}$ であり、2 つのダイポールアンテナを単純に直交配置したターンスタイルアンテナでの振幅の変動量 $1.0\text{ dB}$  ( 図示を省略 ) と比較して小さくなる。

【0035】

図 7 は、ベントクロスアンテナ 2 1 を構成するベントアンテナ B 1 及び比較例のダイポールアンテナについて、指向性と入力インピーダンスの周波数特性をシミュレーションした結果を示す。

10

【0036】

中心周波数が共振点、すなわち、複素インピーダンスの虚数部が 0 となるように設定することで、入力インピーダンスは約 $47\ \Omega$  となり、ダイポールアンテナの入力インピーダンス約 $72\ \Omega$  と比較して、同軸ケーブルのインピーダンス $50\ \Omega$  により近い値となる。また、送受信信号の周波数が、共振点の周波数から離れるほど、入力インピーダンスも変化するが、その変化の割合はダイポールアンテナと比較してベントアンテナ B 1 の方が緩やかになる。

【0037】

20

[ 1 - 3 . 測定 ]

アンテナ装置 1 を用いてオープンフィールドで FM 波を実測した結果について説明する。

ベントアンテナ B i は、直径 $3\text{ mm}$ のアルミ材を使用した。ベントアンテナ B i のエレメント長は、3 つの FM 波の中心周波数 $82.7\text{ MHz}$ を想定して、図 4 に示す値に設定した。

【0038】

測定は、3 つの FM 波に 2 つのワイド FM 波を含めた合計 5 波のそれぞれについて、アンテナ装置 1 の周囲を $10^\circ$ 毎に、給電部 3 から出力される信号の端子電圧を、 $10\text{ m}$  の同軸ケーブルを介して接続されたチェッカー ( 型番 : LF - 990 ) で測定した。

30

【0039】

図 8 は、変換器 3 3 を構成するバラン 3 3 1 , 3 3 1 として、強制バランを用いた場合 ( 以下、実施例 1 ) の測定結果である。図 8 下段に示す移相ケーブル $0.608\text{ m}$ の場合が実施例 1 であり、ベントクロスアンテナ 2 1 を構成するベントアンテナ B 1 , B 2 からの受信信号を設定周波数 (  $82.7\text{ MHz}$  ) の  $g/4$  に相当する位相差をつけて合成することを意味する。図 8 上段に示す移相ケーブル $0\text{ m}$ の場合が比較例であり、ベントクロスアンテナ 2 1 を構成するベントアンテナ B 1 , B 2 からの受信信号を位相差なしで合成することを意味する。また、図 8 中左側のグラフは、測定結果である端子電圧をそのまま示したグラフであり、図 8 中右側のグラフは、各周波数のピーク値を $0\text{ dB}$ として正規化した指向性を示すグラフである。

40

【0040】

実施例 1 では、 $360^\circ$  の全方向で検出される振幅の最大偏差は、 $82.5\text{ MHz}$  で $0.9\text{ dB}$ 、 $85.2\text{ MHz}$  で $2.5\text{ dB}$ 、 $80.4\text{ MHz}$  で $2.0\text{ dB}$  であり、3 つの FM 波については、ほぼ理論通りの無指向性が測定結果から確認された。測定誤差を考慮しても良好な結果であるといえる。なお、設定周波数から約 $9\text{ MHz}$  離れたワイド FM 波でも最大偏差が $6\text{ dB}$ であった。これは、移相器 3 2 の実体である移相ケーブルの長さ、及びベントアンテナ B 1 , B 2 のエレメント長が設定周波数に合わせて設計されているためである。言い換えれば、移相ケーブルの長さ及びベントアンテナ B 1 , B 2 のエレメント長は、ターゲットとする周波数帯 ( 例えば、FM 波帯かワイド FM 波帯か ) に応じて、適宜設計を変更する必要がある。

50



## 【 0 0 4 1 】

次に、変換器 3 3 を構成するバラン 3 3 1 , 3 3 1 として、フロートバランを用いた場合（以下、実施例 2 ）及びシュペルトップバランを用いた場合（以下、実施例 3 ）の測定結果について説明する。

## 【 0 0 4 2 】

図 9 の上段が実施例 2 （すなわち、フロートバランを使用）の場合の端子電圧及び指向性を表すグラフである。図 9 の下段が実施例 3 （すなわち、シュペルトップバランを使用）の場合の端子電圧及び指向性を表すグラフである。

## 【 0 0 4 3 】

実施例 2 では、実施例 1 と同様に、FM 波については最大偏差が  $1.1 \sim 2.4$  dB 程度であり十分な無指向性が得られ、ワイド FM 波については、設定周波数から離れるが最大偏差は  $3.6$  dB 程度得られた。

## 【 0 0 4 4 】

実施例 3 では、FM 波については、強制バランと同程度の無指向性が得られるが、ワイド FM 波については無指向性が実現されていないことがわかる。つまり、シュペルトップバランを用いた場合、無指向性が得られる周波数帯の幅が狭くなる。

## 【 0 0 4 5 】

ここでは、FM 波についての測定結果を示したが、TV 波でも同様の結果が得られる。

基部エレメント FE のエレメント長  $X$  及び端部エレメント EE のエレメント長  $Y$  と、ベントクロスアンテナ 2 1 の投影面積、反射インピーダンス、及び VSWR との関係をシミュレーションによって算出した結果を、図 1 6 に示す。なお、図 1 5 に示すように、エレメント長  $X$  ,  $Y$  は、いずれもエレメントに直交する  $x$  軸又は  $y$  軸からの長さであり、 $2X + 2Y = \quad / 2$  を満たすように設定される。また、投影面積  $S$  は、 $X > Y$  の場合は  $S = 4X^2$  で算出され、 $X < Y$  の場合は  $S = 4Y^2$  で算出される。

## 【 0 0 4 6 】

図 1 6 の上段のグラフに示すように、投影面積  $S$  が最小となる端部エレメント EE のエレメント長  $Y$  は、 $\quad / 8$  である。図 1 6 の中段のグラフに示すように、 $Y = \quad / 8$  付近では、放射抵抗は  $50 \quad$  に近くなり、放射リアクタンスも 0 （すなわち、共振状態）に近づく。図 1 6 の下段に示すように、 $Y = \quad / 8$  付近で、VSWR が最も小さく、整合状態となる。つまり、基部エレメント FE の全エレメント長が  $2X = \quad / 4$ 、基部エレメント FE 両端にある二つの端部エレメントの各エレメント長が  $Y = \quad / 8$  の場合に、ベントクロスアンテナ 2 1 の電気的特性が最も優れたものとなることがわかる。

## 【 0 0 4 7 】

## [ 1 - 4 . 効果 ]

以上詳述した第 1 実施形態によれば、以下の効果を奏する。

( 1 ) アンテナ部 2 が、線状エレメントを屈曲させた 2 つのベントアンテナ B 1 , B 2 を直交させたベントクロスアンテナ 2 1 によって構成されている。このため、線状エレメントを屈曲させずに用いる二つのダイポールアンテナを直交させたターンスタイルアンテナと比較して、ベントクロスアンテナ 2 1 が占める平面への投影面積を  $1 / 4$  とすること、すなわち大幅に小型化できる。このため、アンテナ装置 1 を取り付けの際に確保すべきスペースが小さくて済むため、より多様な場所に取り付けることができる。また、ベントクロスアンテナ 2 1 は、受風面積も小さくなるため、風対策の補強も軽減できる。更に、ベントクロスアンテナ 2 1 は、点对称な形状を有するため、従来、臨時災害 FM などで使用されてきた U 型アンテナと比較しても、給電点が位置する中央部での重量バランスが取り易い。その結果、アンテナ装置 1 をマストへ取り付けの作業等での取り扱い易さを向上させることができる。

## 【 0 0 4 8 】

( 2 ) アンテナ装置 1 は、ベントクロスアンテナ 2 1 を構成するベントアンテナ B 1 , B 2 の入力インピーダンスが  $47 \quad$  であり、ダイポールアンテナの入力インピーダンスの理論値  $73.13 \quad$  と比較して、送信系のアンテナに使用される同軸ケーブルのインピー

10

20

30

40

50

ダンス 50 により近いとなる。このため、アンテナ装置 1 ではインピーダンス変換を行うことなく、50 の同軸ケーブルをそのまま接続して給電を行うことができる。

【0049】

[ 2 . 第 2 実施形態 ]

[ 2 - 1 . 第 1 実施形態との相違点 ]

第 2 実施形態は、基本的な構成は第 1 実施形態と同様であるため、相違点について以下に説明する。なお、第 1 実施形態と同じ符号が付された用語は、同一の構成を示すものであって、先行する説明を参照する。

【0050】

第 1 実施形態では、単一のベントクロスアンテナ 21 を用いてアンテナ部 2 が構成される。これに対し、第 2 実施形態では、複数のベントクロスアンテナ 21 を組み合わせてアンテナ部 2 a が構成される点で、第 1 実施形態と相違する。

【0051】

第 2 実施形態のアンテナ装置 1 a において、アンテナ部 2 a は、図 10 に示すように、複数（図 10 では、4 個）のベントクロスアンテナ 21 を、z 軸方向に一列に配置せられ、各ベントクロスアンテナ 21 が同相給電されるように接続される。

【0052】

ベントクロスアンテナ 21 の垂直配置間隔を  $d$  / 2 として、ベントクロスアンテナ 21 間の給電線を最短距離で配線した場合、隣接するベントクロスアンテナ 21 同士は、給電線によって給電位相が反転（すなわち、 $180^\circ$  変化）する。その結果、隣接するベントクロスアンテナ 21 に送受信される電波は、互いに打ち消し合うことになる。しかし、隣接するベントクロスアンテナ間で、更に  $180^\circ$  位相を回転させて給電すれば、全てのベントクロスアンテナ 21 に対して同相で給電を行うことができる。

【0053】

具体的には、例えば図 11 に示すように、ベントアンテナ B<sub>i</sub> の給電点を挟んで両側に位置する部位を第 1 ハーフエレメント H E<sub>i</sub> 1 及び第 2 ハーフエレメント H E<sub>i</sub> 2 とする。そして、隣接するベントアンテナ B<sub>i</sub> 間で、給電先が第 1 ハーフエレメント H E<sub>i</sub> 1 と第 2 ハーフエレメント H E<sub>i</sub> 2 とが交互に入れ替わるように給電線を配線することで、位相を  $180^\circ$  回転させてもよい。

【0054】

[ 2 - 2 . 効果 ]

以上詳述した第 2 実施形態によれば、ベントクロスアンテナ 21 が無指向性となる x y 平面内での水平偏波に対する利得を向上させることができる。

【0055】

[ 2 - 3 . 変形例 ]

アンテナ部 2 a を構成するベントクロスアンテナ 21 の段数が少ないときには、ベントクロスアンテナ 21 の配置間隔を  $d$  / 2 より広げてよい。この場合、垂直配置間隔  $d_{max}$  は次式に従って設定されてもよい。但し、 $n$  は段数を表し、2 以上の整数である。

【0056】

$$d_{max} = \frac{d}{2} \cdot n / (n + 1) \quad (5)$$

(5) 式は、多段ターンスタイル空中線の電力利得を、段数  $n$  及び垂直配置間隔を変化させて測定を行った結果から導かれた関係式である。その詳細は、例えば、内田英成、虫明康人著「超短波空中線」、pp 215 - 216、コロナ社、1955.7 に記載されている。

【0057】

[ 3 . 第 3 実施形態 ]

[ 3 - 1 . 第 1 実施形態との相違点 ]

第 3 実施形態は、基本的な構成は第 1 実施形態と同様であるため、相違点について以下に説明する。なお、第 1 実施形態と同じ符号が付された用語は、同一の構成を示すものであって、先行する説明を参照する。

10

20

30

40

50

## 【0058】

上述した第1実施形態では、ベントクロスアンテナ21を水平偏波アンテナとして用いる場合について説明した。これに対し、第3実施形態では、ベントクロスアンテナ21を円偏波アンテナとして用いる点、及び複数のベントクロスアンテナ21を備え、放射器としてだけでなく、導波器及び反射器としても用いる点で、第1実施形態と相違する。

## 【0059】

すなわち、ベントクロスアンテナ21は、z軸方向（すなわち、無指向性が得られるx-y平面に対して直交する方向）を放射方向とすると、円偏波アンテナとなる。

図12に示すように、第3実施形態のアンテナ装置1bは、3個以上のベントクロスアンテナ21を備える。複数のベントクロスアンテナ21のうち、一つを放射器21a、一つを反射器21b、残りを導波器21c~21eとして用いて、八木宇田アンテナの構造を実現するように配列する。

10

## 【0060】

この場合、ベントクロスアンテナ21の配置間隔は $\lambda/4$ を基本とする。そして、放射器21aには、給電部3を介して給電が行われる。また、放射器21aの前方には、一つ以上の導波器21c~21eが配置され、放射器21aを挟んで導波器21c~21eとは反対側には反射器21bが配置される。但し、ここでの前方とは、放射器21aから円偏波を放射したい方向をいう。反射器21bは、放射器21aより長いエレメント長を有する。導波器21c~21eは、放射器21aより短いエレメント長を有する。反射器21b及び導波器21c~21eは、いずれも無給電素子として構成される。円偏波を放射するには、導波器21c~21e及び反射器21bを省略した、放射器21aだけの構成であってもよい。

20

## 【0061】

## [3-2.効果]

以上詳述した第3実施形態によれば、通信分野に適用して、例えば、無線ICタグ（例えば、RFIDタグ）用のアンテナとして用いることができる。この場合、タグ読取側では、直線偏波のアンテナを用いても電界差3dBで受信できる。つまり、送受信される偏波の方向性を意識することなくシステムを構築できる。

## 【0062】

## [4.第4実施形態]

30

## [4-1.第3実施形態との相違点]

第4実施形態は、基本的な構成は第3実施形態と同様であるため、相違点について以下に説明する。なお、第3実施形態と同じ符号が付された用語は、同一の構成を示すものであって、先行する説明を参照する。

## 【0063】

第3実施形態では、複数のベントクロスアンテナ21a~21eで構成されたアンテナ部2bを、円偏波アンテナとして使用する場合について説明したが、図13に示す第4実施形態のアンテナ装置1cでは、アンテナ部2bを、偏波MIMOアンテナとして使用する。偏波MIMOは、地上放送の高度化に向けた要素技術の一つとして知られている。

## 【0064】

40

アンテナ装置1cは、アンテナ部2bに加えて、給電部3cと、変調・送信部4とを備える。給電部3cは、図14に示すように、図3に示した給電部3から分配器31及び移相器32を省略した構成、すなわち、バラン33だけを備えた構成を有する。そして、変調送信部4から供給される二つの給電信号を、放射器であるベントクロスアンテナ21aを構成する二つベントアンテナB1, B2に供給する。

## 【0065】

図13に戻り、変調・送信部4は、水平偏波用変調・送信器41と、垂直偏波用変調・送信器42とを備える。水平偏波用変調・送信器41は、搬送波を、第1の情報を表す第1信号を用いて変調することで、給電部3cを介してベントアンテナB1に供給される給電信号を生成する。垂直偏波用変調・送信器42は、搬送波を、第1の情報とは異なる第

50

2の情報を表す第2変調信号を用いて変調することで、給電部3cを介してベントアンテナB2に供給される給電信号を生成する。但し、水平偏波用変調・送信器41で用いられる搬送波と、垂直偏波用変調・送信機42で用いられる搬送波とは、同一周波数である。

【0066】

[4-2.効果]

以上詳述した第4実施形態によれば、アンテナ部2bが放射する偏波MIMO電波において、2つの直交する直線偏波(例えば、水平偏波と垂直偏波)を用いて、それぞれ異なった情報が伝送されるため、アンテナ部2bによって伝送可能な情報量を2倍に増加させることができる。その結果、例えば、ハイビジョン放送の16倍の情報量を持つ8K放送システム等、大容量の情報を伝送する無線システム用のアンテナとして使用することができる。

10

【0067】

[5.他の実施形態]

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において、様々な態様にて実施することが可能である。

【0068】

(5a)上記実施形態では、金属製で管状の線材を用いてベントクロスアンテナ21が構成されているが、本開示はこれに限定されるものではない。例えば、ベントクロスアンテナ21は、プリント基板上に形成されてもよい。この場合、移相器32はライン長が $g/4$ だけ異なるプリント配線パターンによって容易に実現できる。

20

【0069】

(5b)上記実施形態では、筐体22が非導電性の材料で構成されているが、ベントクロスアンテナ21及び筐体22内に設けられる電子部品との絶縁が確保されるのであれば、筐体22は、金属等の導電性の材料で構成されてもよい。

【0070】

(5c)上記実施形態における1つの構成要素が有する複数の機能を、複数の構成要素によって実現したり、1つの構成要素が有する1つの機能を、複数の構成要素によって実現したりしてもよい。また、複数の構成要素が有する複数の機能を、1つの構成要素によって実現したり、複数の構成要素によって実現される1つの機能を、1つの構成要素によって実現したりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。

30

【0071】

(5d)上述したベントクロスアンテナ及びアンテナ装置の他、当該ベントクロスアンテナ又はアンテナ装置を構成要素とするシステムなど、種々の形態で本開示を実現することもできる。

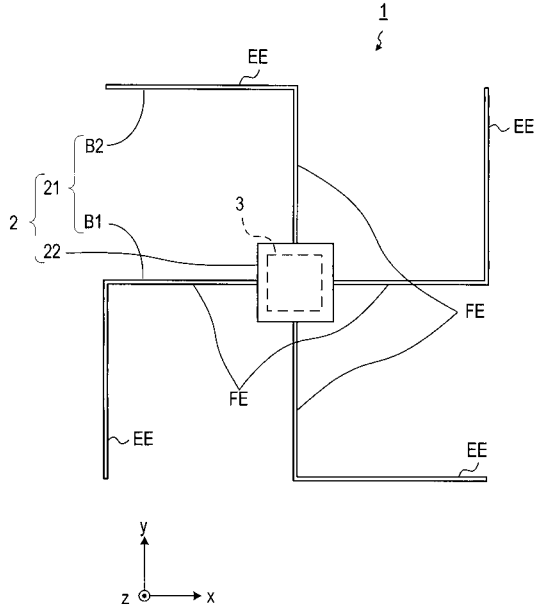
【符号の説明】

【0072】

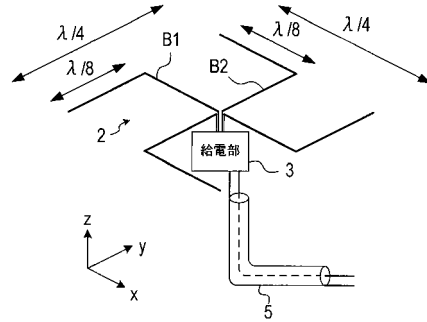
1, 1a, 1b, 1c...アンテナ装置、2, 2a, 2b, 2c...アンテナ部、3, 3c...給電部、4...変調・送信部、5...同軸ケーブル、21...ベントクロスアンテナ、21a...放射器、21b...反射器、21c~21e...導波器、22...筐体、31...分配器、32...移相器、33...変換器、41...水平偏波用変調・送信器、42...垂直偏波用変調・送信器、331...バラン、B1, B2...ベントアンテナ、EE...端部エレメント、FE...基部エレメント。

40

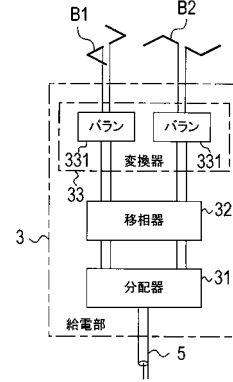
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

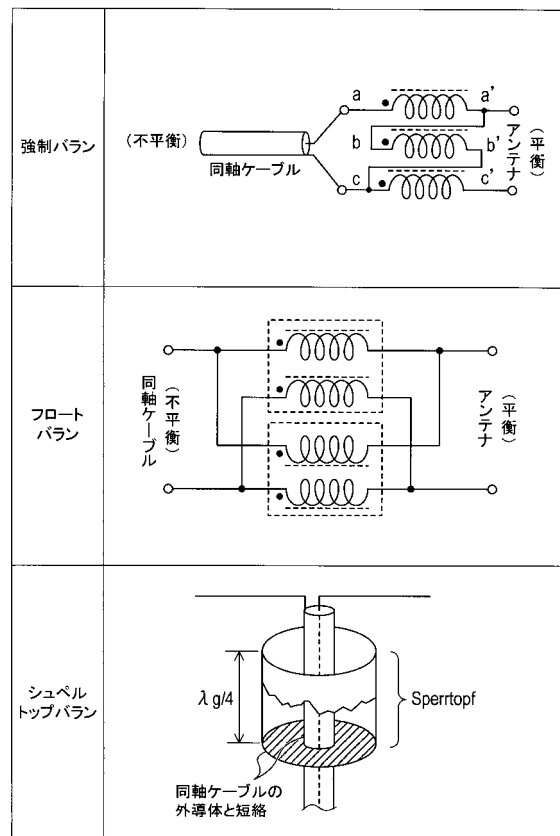


【 図 4 】

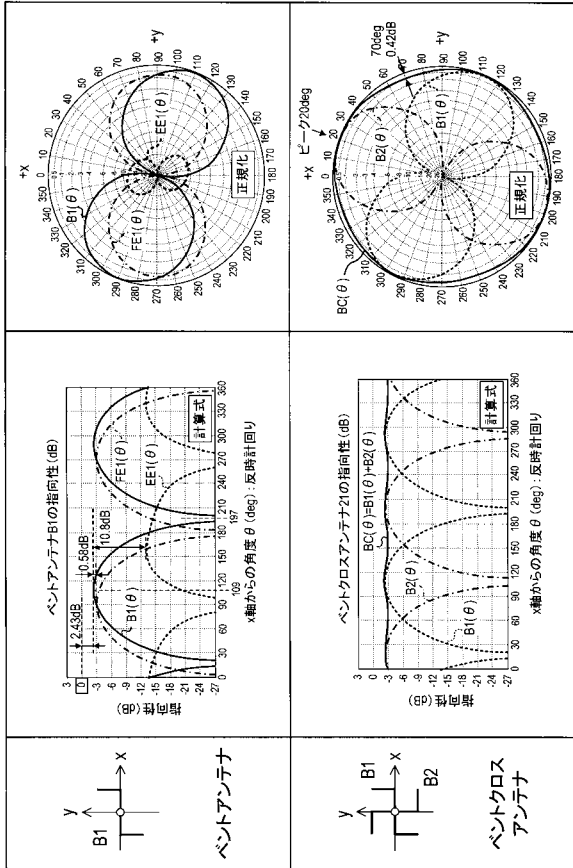
中心周波数	周波数 f	波長 λ	λ/4	λ/8	90°移相ケーブル λg/4(=0.67×λ/4)
FM	82.7MHz	3.628m	0.907m	0.453m	0.608m
	FM_Lo	3.750m	0.938m	0.469m	0.628m
	FM_Hi	3.529m	0.882m	0.441m	0.591m
	WFM_Lo	3.333m	0.833m	0.417m	0.558m
	WFM_Hi	3.158m	0.789m	0.395m	0.529m
TV	506.571MHz	0.592m	0.148m	0.074m	0.099m
	最低CH	0.634m	0.159m	0.079m	0.106m
	最高CH	0.550m	0.138m	0.069m	0.092m

(0.67:同軸ケーブルの波長短縮率)

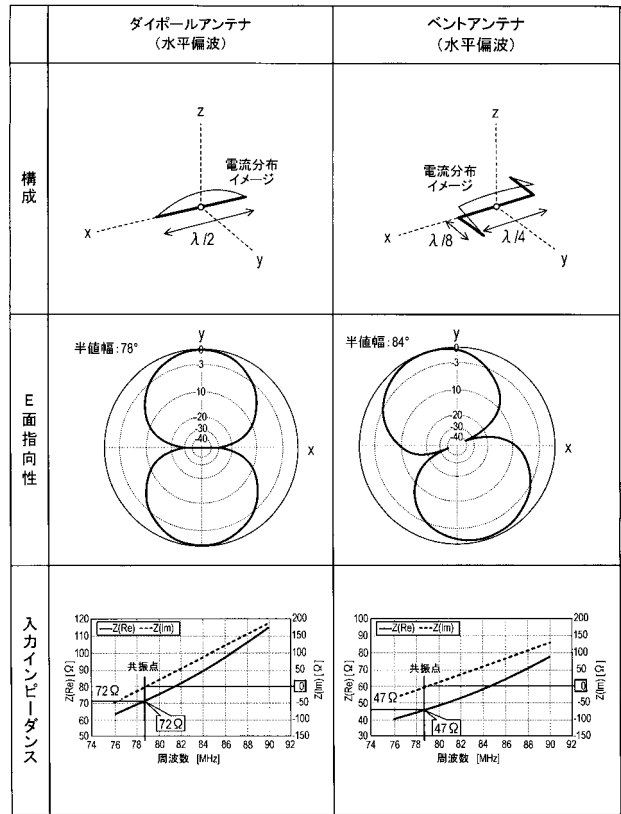
【 図 5 】



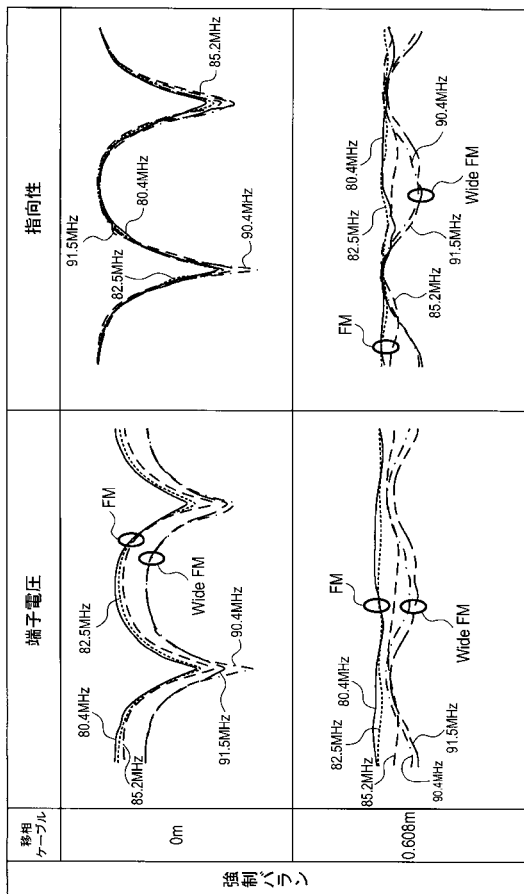
【図6】



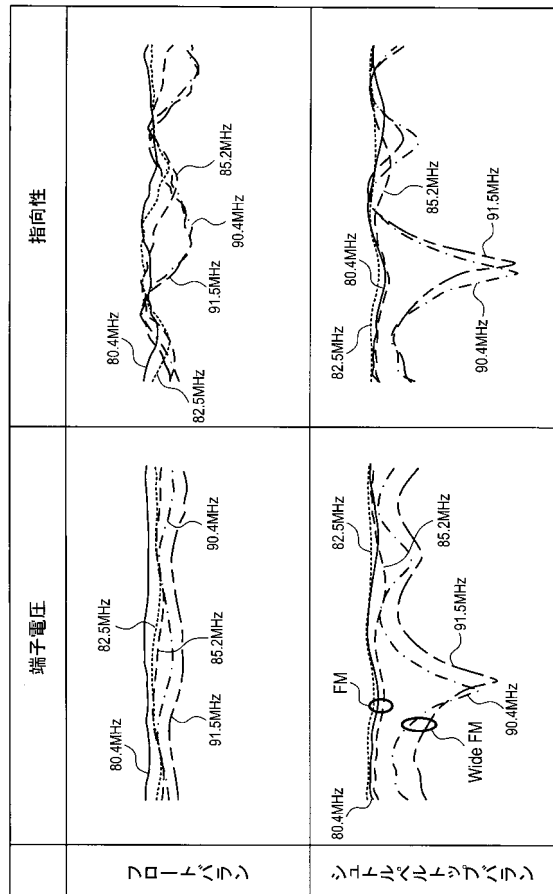
【図7】



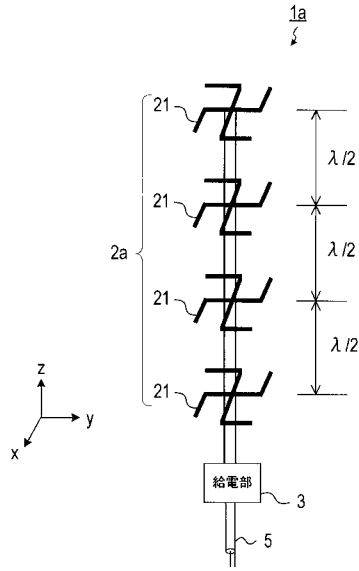
【図8】



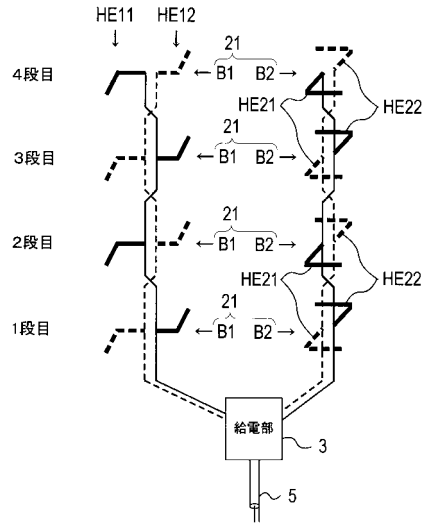
【図9】



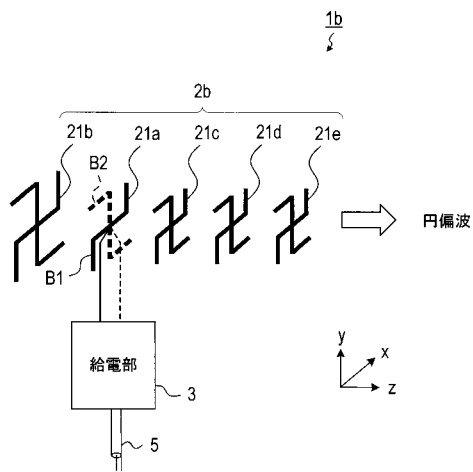
【図10】



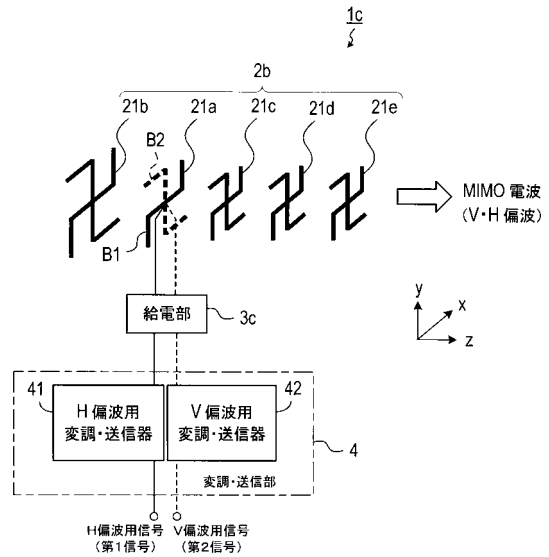
【図11】



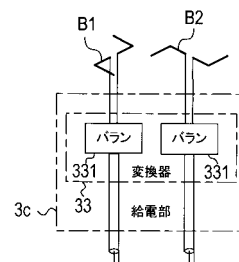
【図12】



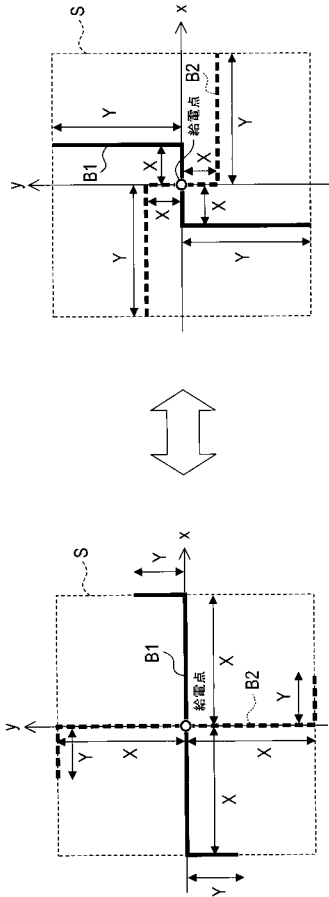
【図13】



【図14】



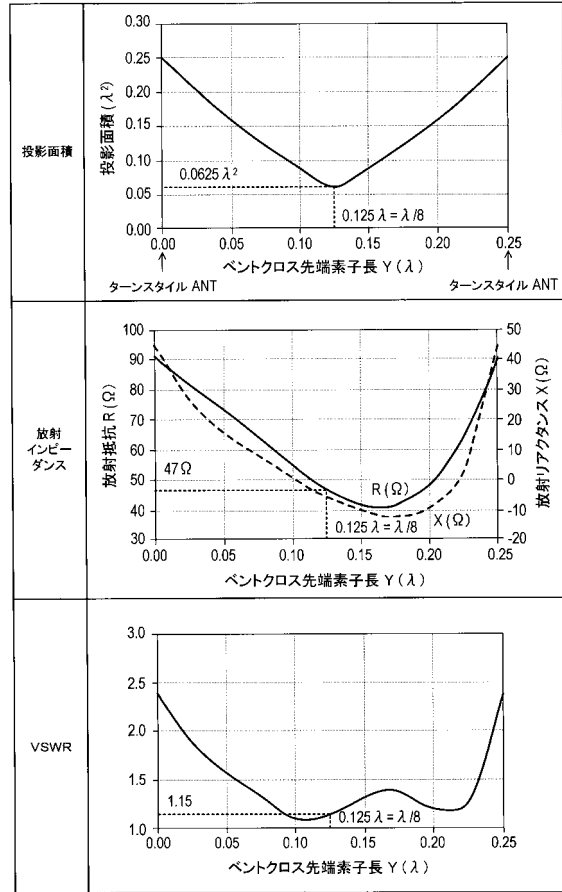
【図 15】



X < Y のケース

X > Y のケース

【図 16】





フロントページの続き

(72)考案者 大宮 健

東京都渋谷区神山町4 14 株式会社NHKテクノロジーズ内