

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4169709号
(P4169709)

(45) 発行日 平成20年10月22日(2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月15日(2008.8.15)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 Q 3/46 (2006.01) HO 1 Q 3/46
 HO 1 Q 1/38 (2006.01) HO 1 Q 1/38

請求項の数 5 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-38178 (P2004-38178) (22) 出願日 平成16年2月16日(2004.2.16) (65) 公開番号 特開2005-229487 (P2005-229487A) (43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25) 審査請求日 平成18年9月12日(2006.9.12)</p> <p>(出願人による申告)平成15年度通信・放送機構、研究テーマ「自律分散型無線ネットワークの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 (74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫 (72) 発明者 飯草 恭一 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内 (72) 発明者 大平 孝 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内 (72) 発明者 田中 啓貴 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 アレーアンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体基板と、
給電素子と、

可変容量素子が装荷された少なくとも1つの無給電素子と、

前記少なくとも1つの無給電素子に装荷された可変容量素子の少なくとも1つの容量を変え、指向性を制御する指向性制御部とを備え、

前記少なくとも1つの無給電素子の各々と前記給電素子との距離は、送受信される電波の半波長以下に設定され、

前記少なくとも1つの無給電素子および前記給電素子を1つの平面に投影したとき、前記給電素子および前記少なくとも1つの無給電素子は、各素子の略中央部で相互に交差し

、
前記給電素子は、前記誘電体基板の一方の面に配置され、

前記少なくとも1つの無給電素子は、前記誘電体基板の他方の面に配置される、アレーアンテナ装置。

【請求項2】

前記少なくとも1つの無給電素子は、2以上の無給電素子からなり、

前記2以上の無給電素子は、前記給電素子を中心にして対称に配置される、請求項1に記載のアレーアンテナ装置。

【請求項3】

誘電体基板と、
給電素子と、
可変容量素子が装荷された2以上の無給電素子と、
前記2以上の無給電素子に装荷された可変容量素子の少なくとも1つの容量を変え、指向性を制御する指向性制御部とを備え、

前記2以上の無給電素子の各々と前記給電素子との距離は、送受信される電波の半波長以下に設定され、

前記2以上の無給電素子および前記給電素子を1つの平面に投影したとき、前記2以上の無給電素子のうちの隣接する2個の無給電素子は、各素子の一部で相互に交差し、

前記隣接する2個の無給電素子のうちの一方の無給電素子は、前記誘電体基板の一方の面に配置され、

前記隣接する2個の無給電素子のうちの他方の無給電素子は、前記誘電体基板の他方の面に配置される、アレーアンテナ装置。

【請求項4】

前記2以上の無給電素子は、前記給電素子を中心にして対称に配置され、

前記一方の無給電素子の一方端は、前記他方の無給電素子の一方端と交差する、請求項3に記載のアレーアンテナ装置。

【請求項5】

前記2以上の無給電素子は、略四角形に配置された第1から第4の無給電素子からなり、

前記給電素子は、前記四角形の対角線に沿って配置される、請求項4に記載のアレーアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電氣的に指向性を切換え可能なアレーアンテナ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

非特許文献1は、電氣的に指向性を切換え可能なアレーアンテナ装置を開示する。このアレーアンテナ装置は、例えば、図11に示す平面構造からなる。この従来のアレーアンテナ装置100は、誘電体基板110と、この誘電体基板110の一主面に配置された給電素子111および無給電素子112, 113とを備える。

【0003】

誘電体基板110は、略四角形の平面形状を有し、給電素子111および無給電素子112, 113は、四角形の1辺に平行に配置される。

【0004】

より詳細には、無給電素子112は、給電素子111を中心にして無給電素子113と対称に配置される。そして、給電素子111と無給電素子112との間隔および給電素子111と無給電素子113との間隔dは、アレーアンテナ装置100が送受信する電波の波長をとした場合、 $d = \lambda / 4$ または $d = \lambda / 10$ に設定される。

【0005】

無給電素子112, 113は、それぞれ、可変容量素子であるバラクタダイオード114, 115が装荷される。そして、バラクタダイオード114, 115に供給する電圧を制御することによって、アレーアンテナ装置100は、インピーダンス整合を保持しながらその指向性が切換えられる。より具体的には、バラクタダイオード114, 115に供給する電圧をそれぞれV1, V2とし、電圧V1, V2は、Va, Vbの値をとり得るものとした場合、電圧V1, V2を[V1 = Va, V2 = Vb]と[V1 = Vb, V2 = Va]との間で切換えることによって、無給電素子112, 113にそれぞれ装荷されるリアクタンス値Xa, Xbが切換えられ、アレーアンテナ装置100は、インピーダンス整合を保持しながらその指向性が切換えられる。

10

20

30

40

50

【0006】

図12は、間隔dが $\lambda/4$ である場合のアンテナを含む平面、すなわち、面内の指向性利得パターンである。また、図13は、間隔dが $\lambda/10$ である場合の面内指向性利得パターンである。間隔dが $\lambda/4$ である場合において、リアクタンス値 X_a , X_b のセットが $[X_a = 4.55, X_b = 3.7]$ である場合、アレーアンテナ装置100は、指向性利得パターンPT1を示し、 $\theta = 270$ 度の方向の利得が高い。また、リアクタンス値 X_a , X_b のセットが $[X_a = 3.7, X_b = 4.55]$ である場合、アレーアンテナ装置100は、指向性利得パターンPT2を示し、 $\theta = 90$ 度の方向の利得が高い。

【0007】

間隔dが $\lambda/10$ である場合において、リアクタンス値 X_a , X_b のセットが $[X_a = 4.55, X_b = 3.7]$ である場合、アレーアンテナ装置100は、指向性利得パターンPT3を示し、 $\theta = 270$ 度の方向の利得が高い。また、リアクタンス値 X_a , X_b のセットが $[X_a = 3.7, X_b = 4.55]$ である場合、アレーアンテナ装置100は、指向性利得パターンPT4を示し、 $\theta = 90$ 度の方向の利得が高い。

【0008】

したがって、間隔dが $\lambda/4$ および $\lambda/10$ のいずれにおいても、リアクタンス値 X_a , X_b のセットを $[X_a = 4.55, X_b = 3.7]$ と $[X_a = 3.7, X_b = 4.55]$ との間で切替えることによって、アレーアンテナ装置100は、その指向性を90度の方向と270度の方向との間で切替えられる。そして、この90度の方向および270度の方向は、図11においては、方向DR1に相当する。

【非特許文献1】 "リアクタンスダイバシティのための2素子エスピアンテナの基本理論", 大平、飯草、太郎丸, 信学技報, AP2002-93, pp. 13-18

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、従来のアレーアンテナ装置においては、0度の方向および180度の方向は、ヌル(Null)の方向であり、利得が零である。この0度および180度の方向は、図11において方向DR2に相当する。したがって、従来のアレーアンテナ装置は、給電素子および無給電素子が配置された方向に指向性を有さないという問題がある。すなわち、従来のアレーアンテナ装置は、インピーダンス整合を保持しながらリアクタンス値を切替えても指向性がない方向が存在するという問題がある。また、面に平行な偏波には感度を有するが、平行でない偏波には感度がないという問題がある。

【0010】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、指向性を切替可能であり、利得が零である方向が無い、即ち、全方位に指向性を持たせることができるアレーアンテナ装置を提供することである。

【0011】

また、この発明の別の目的は、面に平行でない偏波に対しても感度を有するアレーアンテナ装置を提供することである。

【0012】

さらに、この発明の別の目的は、指向性を切替えることによって利得の低い方向が切替わるアレーアンテナ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明によれば、アレーアンテナ装置は、給電素子と、少なくとも1つの無給電素子と、指向性制御部とを備える。少なくとも1つの無給電素子は、可変容量素子が装荷される。指向性制御部は、少なくとも1つの無給電素子に装荷された可変容量素子の少なくとも1つの容量を変え、指向性を制御する。そして、少なくとも1つの無給電素子の各々と給電素子との距離は、送受信される電波の半波長以下に設定される。また、少なくとも1つの無給電素子および給電素子を1つの平面に投影したとき、少なくとも1つの無給電素

10

20

30

40

50

子は、その長手方向が給電素子の長手方向と所定の角度を成すように配置される。

【0014】

好ましくは、給電素子および少なくとも1つの無給電素子は、各素子の一部で相互に交差する。

【0015】

好ましくは、少なくとも1つの無給電素子は、2つ以上の無給電素子からなる。1つの無給電素子の一方端は、他の無給電素子の一方端と交差する。

【0016】

好ましくは、2つ以上の無給電素子は、給電素子を中心として対称に配置される。

【0017】

好ましくは、少なくとも1つの無給電素子は、略四角形に配置された第1から第4の無給電素子からなる。給電素子は、四角形の対角線に沿って配置される。

【発明の効果】

【0018】

この発明によるアレーアンテナ装置においては、各無給電素子と給電素子との距離は、電波の半波長以下に設定される。また、無給電素子は、給電素子と所定の角度を成して配置される。そして、このような配置において、少なくとも1つの無給電素子に装荷される可変容量素子の少なくとも1つの容量が変えられ、指向性が制御される。

【0019】

したがって、この発明によれば、指向性を切換えることができ、かつ、全方位に指向性を持たせることができる。また、面に平行でない偏波に対しても感度を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0021】

図1は、この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第1の平面図である。アレーアンテナ装置10は、円形の誘電体基板1と、給電素子2と、無給電素子3, 4と、指向性制御部8とを備える。

【0022】

給電素子2および無給電素子3, 4は、全て同じ長さを有する。そして、給電素子2および無給電素子3, 4は、給電素子2の給電部5および無給電素子3, 4の略中央部で交差し、かつ、無給電素子3, 4が給電素子2を中心として対称になるように配置される。この場合、給電素子2は、誘電体基板1の一主面（例えば、表面）に形成され、無給電素子3, 4は、誘電体基板1の一主面（表面）と反対側（裏面）に形成される。そして、給電素子2と無給電素子3, 4との距離（給電素子2の中心と無給電素子3, 4の中心との距離）は、アレーアンテナ装置10が送受信する電波の波長の2分の1（ $= \lambda / 2$ ）以下である。なお、アレーアンテナ装置10においては、給電素子2および無給電素子3, 4は、相互に交差するので、重複を避けるために給電素子2と無給電素子3, 4とは、誘電体基板1の異なる面に形成される。

【0023】

無給電素子3, 4は、それぞれ、可変容量素子であるバラクタダイオード6, 7が装荷される。指向性制御部8は、制御電圧 $CV1$, $CV2$ をそれぞれバラクタダイオード6, 7へ供給する。この場合、制御電圧 $CV1$, $CV2$ は、 Va , Vb の値をとり得る。したがって、指向性制御部8は、 $[CV1 = Va, CV2 = Vb]$ または $[CV1 = Vb, CV2 = Va]$ をバラクタダイオード6, 7へ供給する。これによって、無給電素子3, 4のリアクタンス値 Xa , Xb の組合せが変化する。つまり、指向性制御部8は、無給電素子3, 4のリアクタンス値 Xa , Xb （容量）を変化させ、アレーアンテナ装置10の指向性を制御する。

【0024】

10

20

30

40

50

図 2 は、この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第 2 の平面図である。アレーアンテナ装置 10 A は、誘電体基板 11 と、給電素子 12 と、無給電素子 13, 14 と、指向性制御部 8 とを備える。

【0025】

誘電体基板 11 は、略四角形の平面形状を有する。給電素子 12 および無給電素子 13, 14 は、全て同じ長さを有する。そして、給電素子 12 および無給電素子 13, 14 は、直角二等辺三角形を形成するように配置される。この場合、給電素子 12 は、直角二等辺三角形の底辺に相当する位置に配置され、2つの無給電素子 13, 14 は、直角を形成するように配置される。そして、無給電素子 13 は、無給電素子 14 と交差し、給電素子 12 は、無給電素子 13, 14 と交差しないので、給電素子 12 および無給電素子 13 は、誘電体基板 11 の一主面（例えば、表面）に形成され、無給電素子 14 は、誘電体基板 11 の一主面（表面）と反対側（裏面）に形成される。

10

【0026】

また、無給電素子 13, 14 は、無給電素子 13 と無給電素子 14 との交差部 18 と、給電素子 12 の給電部 15 とを結ぶ線 LN1 を中心にして対称になるように配置される。すなわち、無給電素子 13, 14 は、給電素子 12 を中心にして対称になるように配置される。そして、給電素子 12 と無給電素子 13, 14 との距離は、 $\frac{1}{2}$ 以下に設定される。

【0027】

無給電素子 13, 14 は、それぞれ、可変容量素子であるバラクタダイオード 16, 17 が装荷される。指向性制御部 8 は、制御電圧 CV1, CV2 をそれぞれバラクタダイオード 16, 17 へ供給して無給電素子 13, 14 のリアクタンス値 X_a, X_b （容量）の組合わせを変化させ、アレーアンテナ装置 10 A の指向性を制御する。

20

【0028】

図 3 は、この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第 3 の平面図である。アレーアンテナ装置 10 B は、誘電体基板 21 と、給電素子 22 と、無給電素子 23, 24 と、指向性制御部 8 とを備える。

【0029】

誘電体基板 21 は、略四角形の平面形状を有する。給電素子 22 および無給電素子 23, 24 は、全て同じ長さを有する。そして、給電素子 22 および無給電素子 23, 24 は、矢印形を形成するように配置される。この場合、給電素子 22 は、矢印形の軸に相当する位置に配置され、2つの無給電素子 13, 14 は、矢先を形成するように配置される。そして、無給電素子 23 は、無給電素子 24 と直交し、給電素子 22 は、無給電素子 23, 24 と交差しないので、給電素子 22 および無給電素子 23 は、誘電体基板 21 の一主面（例えば、表面）に形成され、無給電素子 24 は、誘電体基板 21 の一主面（表面）と反対側（裏面）に形成される。

30

【0030】

また、無給電素子 23, 24 は、給電素子 22 を中心にして対称になるように配置される。そして、給電素子 22 と無給電素子 23, 24 との距離は、 $\frac{1}{2}$ 以下に設定される。

40

【0031】

無給電素子 23, 24 は、それぞれ、可変容量素子であるバラクタダイオード 25, 26 が装荷される。指向性制御部 8 は、制御電圧 CV1, CV2 をそれぞれバラクタダイオード 25, 26 へ供給して無給電素子 23, 24 のリアクタンス値 X_a, X_b （容量）の組合せを変化させ、アレーアンテナ装置 10 B の指向性を制御する。

【0032】

図 4 は、この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第 4 の平面図である。アレーアンテナ装置 10 C は、誘電体基板 31 と、給電素子 32 と、無給電素子 33, 34 と、指向性制御部 8 とを備える。

【0033】

50

誘電体基板 31 は、略四角形の平面形状を有する。給電素子 32 および無給電素子 33, 34 は、全て同じ長さを有する。そして、給電素子 32 および無給電素子 33, 34 は、略 Z 字形状を形成するように配置される。この場合、給電素子 22 は、Z 字の斜め部に相当する位置に配置され、2つの無給電素子 33, 34 は、Z 字の 2つの平坦部に相当する位置に配置される。そして、給電素子 32 および無給電素子 33, 34 は、相互に交差しないので、給電素子 32 および無給電素子 33, 34 は、誘電体基板 31 の一主面（例えば、表面）に形成される。

【0034】

また、無給電素子 33, 34 は、給電素子 32 の給電部 35 を通る線 LN2 を中心にして対称になるように配置される。すなわち、無給電素子 33, 34 は、給電素子 32 を中心にして対称になるように配置される。そして、給電素子 32 と無給電素子 33, 34 との距離は、 $\frac{1}{2}$ 以下に設定される。

10

【0035】

無給電素子 33, 34 は、それぞれ、可変容量素子であるバラクタダイオード 36, 37 が装荷される。指向性制御部 8 は、制御電圧 CV1, CV2 をそれぞれバラクタダイオード 36, 37 へ供給して無給電素子 33, 34 のリアクタンス値 X_a , X_b (容量) の組合せを変化させ、アレーアンテナ装置 10C の指向性を制御する。

【0036】

図 5 は、この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第 5 の平面図である。アレーアンテナ装置 10D は、誘電体基板 41 と、給電素子 42 と、無給電素子 43 ~ 46 と、指向性制御部 52 とを備える。

20

【0037】

誘電体基板 41 は、略四角形の平面形状を有する。給電素子 42 および無給電素子 43 ~ 46 は、全て同じ長さを有する。そして、無給電素子 43 ~ 46 は、略正方形を形成するように配置され、給電素子 42 は、無給電素子 43 ~ 46 によって形成された正方形の対角線に沿って配置される。また、給電素子 42 および無給電素子 43, 44 は、相互に交差せず、無給電素子 43, 44 は、無給電素子 45, 46 と交差するので、給電素子 42 および無給電素子 43, 44 は、誘電体基板 41 の一主面（例えば、表面）に形成され、無給電素子 45, 46 は、誘電体基板 41 の一主面（表面）と反対側（裏面）に形成される。

30

【0038】

また、無給電素子 43, 44 は、給電素子 42 の給電部 47 を通る線 LN3 を中心にして対称になるように配置され、無給電素子 45, 46 は、給電部 47 を通る線 LN4 を中心にして対称になるように配置される。すなわち、無給電素子 43 ~ 46 は、給電素子 42 を中心にして対称になるように配置される。そして、給電素子 42 と無給電素子 43 ~ 46 との距離は、 $\frac{1}{2}$ 以下に設定される。

【0039】

無給電素子 43 ~ 46 は、それぞれ、可変容量素子であるバラクタダイオード 48 ~ 51 が装荷される。指向性制御部 52 は、次の 2つの方法のいずれかによって無給電素子 43 ~ 46 のリアクタンス値 (容量) の組合せを変化させ、アレーアンテナ装置 10D の指向性を制御する。この場合、無給電素子 43 ~ 46 のリアクタンス値をそれぞれ $X_1 \sim X_4$ とする。

40

【0040】

(MTHD1) リアクタンス値 $X_1 \sim X_4$ のうちの 1 個のリアクタンス値 ($X_1 \sim X_4$ のいずれか) を変える、またはリアクタンス値 $X_1 \sim X_4$ のうちの 3 個のリアクタンス値を同時に変える。

【0041】

(MTHD2) リアクタンス値 $X_1 \sim X_4$ を 2つのリアクタンス値の組 (例えば、 $[X_1, X_3]$ と $[X_2, X_4]$ との組み) に分けて切替える。

【0042】

50

図6は、図1に示すアレーアンテナ装置10の指向性利得パターンである。なお、図6においては、給電素子2の長さ方向が0度の方向である。無給電素子2,3に装荷されるリアクタンス値をそれぞれ X_{a1} , X_{b1} とすると、リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$ は、 $[X_{a1} = 455, X_{b1} = 37]$ と $[X_{a1} = 37, X_{b1} = 455]$ との間で切換えられた。そして、図6において、パターンPTM1は、リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$ が $[X_{a1} = 455, X_{b1} = 37]$ である場合の指向性利得パターンであり、パターンPTM2は、リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$ が $[X_{a1} = 37, X_{b1} = 455]$ である場合の指向性利得パターンである。

【0043】

リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$ が $[X_{a1} = 455, X_{b1} = 37]$ である場合(パターンPTM1)、深いヌルが無くなり、利得は、120度および300度の方向において最も高く、60度および240度の方向において最も低い。

10

【0044】

また、リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$ が $[X_{a1} = 37, X_{b1} = 455]$ である場合(パターンPTM2)も、深いヌルが無くなり、利得は、60度および240度の方向において最も高く、120度および300度の方向において最も低い。

【0045】

したがって、アレーアンテナ装置10は、全方位に指向性を持ち、指向性を切換えることによって利得の低い方向が60度および240度の方向から120度および300度の方向へ切換わる。

20

【0046】

その結果、アレーアンテナ装置10において、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることができ、かつ、利得が零である方向を無くすることができる。また、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることによって、利得が低い方向を切換えることができる。

【0047】

図7は、図2に示すアレーアンテナ装置10Aの指向性利得パターンである。なお、図7においては、給電素子12の長さ方向が0度の方向である。無給電素子13,14に装荷されるリアクタンス値をそれぞれ X_{a2} , X_{b2} とすると、リアクタンス値の組 $[X_{a2}, X_{b2}]$ は、 $[X_{a2} = 455, X_{b2} = 37]$ と $[X_{a2} = 37, X_{b2} = 455]$ との間で切換えられた。そして、図7において、パターンPTM3は、リアクタンス値の組 $[X_{a2}, X_{b2}]$ が $[X_{a2} = 455, X_{b2} = 37]$ である場合の指向性利得パターンであり、パターンPTM4は、リアクタンス値の組 $[X_{a2}, X_{b2}]$ が $[X_{a2} = 37, X_{b2} = 455]$ である場合の指向性利得パターンである。

30

【0048】

リアクタンス値の組 $[X_{a2}, X_{b2}]$ が $[X_{a2} = 455, X_{b2} = 37]$ である場合(パターンPTM3)、深いヌルが無くなり、利得は、約200度の方向において最も高く、約280度の方向において最も低い。

【0049】

また、リアクタンス値の組 $[X_{a2}, X_{b2}]$ が $[X_{a2} = 37, X_{b2} = 455]$ である場合(パターンPTM4)、深いヌルが無くなり、利得は、約160度の方向において最も高く、約80度の方向において最も低い。

40

【0050】

したがって、アレーアンテナ装置10Aは、利得が零である方向を有さず、指向性を切換えることによって利得の低い方向が約280度の方向から約80度の方向へ切換わる。

【0051】

その結果、アレーアンテナ装置10Aにおいて、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることができ、かつ、利得が零である方向を無くすることができる。また、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることによって、利得が低い方向を切換えることができる。

50

【 0 0 5 2 】

図 8 は、図 3 に示すアレーアンテナ装置 1 0 B の指向性利得パターンである。なお、図 8 においては、給電素子 2 2 の長さ方向が 0 度の方向である。無給電素子 2 3 , 2 4 に装荷されるリアクタンス値をそれぞれ $X a 3$, $X b 3$ とすると、リアクタンス値の組 $[X a 3 , X b 3]$ は、 $[X a 3 = 4 5 5 , X b 3 = 3 7]$ と $[X a 3 = 3 7 , X b 3 = 4 5 5]$ との間で切換えられた。そして、図 8 において、パターン P T M 5 は、リアクタンス値の組 $[X a 3 , X b 3]$ が $[X a 3 = 4 5 5 , X b 3 = 3 7]$ である場合の指向性利得パターンであり、パターン P T M 6 は、リアクタンス値の組 $[X a 3 , X b 3]$ が $[X a 3 = 3 7 , X b 3 = 4 5 5]$ である場合の指向性利得パターンである。

【 0 0 5 3 】

リアクタンス値の組 $[X a 3 , X b 3]$ が $[X a 3 = 4 5 5 , X b 3 = 3 7]$ である場合 (パターン P T M 5)、約 4 0 度および約 1 6 0 度の方向において深いヌルが存在するが、それ以外の方向において深いヌルが無くなり、利得は、約 2 6 0 度の方向において最も高い。

【 0 0 5 4 】

また、リアクタンス値の組 $[X a 3 , X b 3]$ が $[X a 3 = 3 7 , X b 3 = 4 5 5]$ である場合 (パターン P T M 6)、約 2 0 0 度および約 3 2 0 度の方向において深いヌルが存在するが、それ以外の方向において深いヌルが無くなり、利得は、約 1 0 0 度の方向において最も高い。

【 0 0 5 5 】

そして、指向性を切換えることによってヌルが存在する方向が約 4 0 度および約 1 6 0 度の方向と約 2 0 0 度および約 3 2 0 度の方向との間で変わるので、アレーアンテナ装置 1 0 B は、全ての方向に利得を有する。

【 0 0 5 6 】

したがって、アレーアンテナ装置 1 0 B は、利得が零である方向を有さず、指向性を切換えることによってヌルの方向が約 4 0 度および約 1 6 0 度の方向から約 2 0 0 度および約 3 2 0 度の方向へ切換わる。

【 0 0 5 7 】

その結果、アレーアンテナ装置 1 0 B において、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることができ、かつ、利得が零である方向を無くすることができる。また、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることによって、利得が低い方向を切換えることができる。

【 0 0 5 8 】

図 9 は、図 4 に示すアレーアンテナ装置 1 0 C の指向性利得パターンである。なお、図 9 においては、給電素子 3 2 の長さ方向が 0 度の方向である。無給電素子 3 3 , 3 4 に装荷されるリアクタンス値をそれぞれ $X a 4$, $X b 4$ とすると、リアクタンス値の組 $[X a 4 , X b 4]$ は、 $[X a 4 = 4 5 5 , X b 4 = 3 7]$ と $[X a 4 = 3 7 , X b 4 = 4 5 5]$ との間で切換えられた。そして、図 9 において、パターン P T M 7 は、リアクタンス値の組 $[X a 4 , X b 4]$ が $[X a 4 = 4 5 5 , X b 4 = 3 7]$ である場合の指向性利得パターンであり、パターン P T M 8 は、リアクタンス値の組 $[X a 4 , X b 4]$ が $[X a 4 = 3 7 , X b 4 = 4 5 5]$ である場合の指向性利得パターンである。

【 0 0 5 9 】

リアクタンス値の組 $[X a 4 , X b 4]$ が $[X a 4 = 4 5 5 , X b 4 = 3 7]$ である場合 (パターン P T M 7)、深いヌルが無くなり、利得は、約 2 8 0 度の方向において最も高く、約 3 6 0 度 (0 度) の方向において最も低い。

【 0 0 6 0 】

また、リアクタンス値の組 $[X a 4 , X b 4]$ が $[X a 4 = 3 7 , X b 4 = 4 5 5]$ である場合 (パターン P T M 8)、深いヌルが無くなり、利得は、約 1 0 0 度の方向において最も高く、約 1 8 0 度の方向において最も低い。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

したがって、アレーアンテナ装置 10C は、利得が零である方向を有さず、指向性を切換えることによって利得の低い方向が約 360 度 (0 度) の方向から約 180 度の方向へ切換わる。

【0062】

その結果、アレーアンテナ装置 10C において、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることができ、かつ、利得が零である方向を無くすることができる。また、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることによって、利得が低い方向を切換えることができる。

【0063】

図 10 は、アンテナの利得と方向との関係図である。図 10 の (a) において、曲線 k1, k2 は、図 1 に示すアレーアンテナ装置 10 における利得と方向との関係を示し、曲線 k3, k4 は、図 2 に示すアレーアンテナ装置 10A における利得と方向との関係を示す。そして、曲線 k1, k3 は、リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$, $[X_{a2}, X_{b2}] = [455, 37]$ の場合を示し、曲線 k2, k4 は、リアクタンス値の組 $[X_{a1}, X_{b1}]$, $[X_{a2}, X_{b2}] = [37, 455]$ の場合を示す。

10

【0064】

また、図 10 の (b) において、曲線 k5, k6 は、図 3 に示すアレーアンテナ装置 10B における利得と方向との関係を示し、曲線 k7, k8 は、図 4 に示すアレーアンテナ装置 10C における利得と方向との関係を示す。そして、曲線 k5, k7 は、リアクタンス値の組 $[X_{a3}, X_{b3}]$, $[X_{a4}, X_{b4}] = [455, 37]$ の場合を示し、曲線 k6, k8 は、リアクタンス値の組 $[X_{a3}, X_{b3}]$, $[X_{a4}, X_{b4}] = [37, 455]$ の場合を示す。

20

【0065】

さらに、図 10 の (c) において、曲線 k9, k10 は、図 11 に示す素子間隔 d が $\lambda/4$ であるアレーアンテナ装置 100 における利得と方向との関係を示し、曲線 k11, k12 は、図 12 に示す素子間隔 d が $\lambda/10$ であるアレーアンテナ装置 100 における利得と方向との関係を示す。そして、曲線 k9, k11 は、リアクタンス値の組が $[455, 37]$ の場合を示し、曲線 k10, k12 は、リアクタンス値の組が $[37, 455]$ の場合を示す。

【0066】

従来のアレーアンテナ装置 100 においては、曲線 k9 ~ k12 に示すように、素子間隔 d に関係なく、0 度および 180 度の方向において利得が零であり、リアクタンス値の組を切換えても、利得が零である方向は変化しない。

30

【0067】

これに対し、図 1 から図 4 に示すアレーアンテナ装置 10, 10A, 10B, 10C においては、曲線 k1 ~ k8 に示すように、リアクタンス値の組を切換えることによって、利得が最低である方向またはヌルの方向が切換わるので、全ての方向に対して利得を有する。また、1 本の給電素子と 2 本の無給電素子とを図 3 および図 4 に示すように矢印形および Z 字形に配置することによって、利得の最大値と最小値との差が大きくなり、送受信する電波の指向性が強くなる。

40

【0068】

このように、図 1 から図 4 に示すアレーアンテナ装置 10, 10A, 10B, 10C においては、利得が零である方向を無くし、インピーダンス整合を保持しながら指向性を切換えることができる。

【0069】

なお、上記においては、給電素子と無給電素子とが交差するアレーアンテナ装置および給電素子と無給電素子とが交差しないアレーアンテナ装置について説明したが、この発明によるアレーアンテナ装置においては、無給電素子を延長した線または無給電素子は、給電素子を延長した線または給電素子に交差していればよい。

【0070】

50

また、上記においては、給電素子および無給電素子は、誘電体基板の表面に形成される、すなわち、平面的に形成されると説明したが、この発明においては、これに限らず、給電素子および無給電素子は、上述した態様によって立体的に形成されていてもよい。

【0071】

さらに、給電素子および無給電素子は、同じ長さ、同じ幅（太さ）でなくてもよい。

【0072】

さらに、給電素子および無給電素子は、各素子の中央部に限らず、一部で交差していればよい。

【0073】

さらに、この発明によるアレーアンテナ装置は、給電素子と、少なくとも1つの無給電素子とを備え、少なくとも1つの無給電素子の各々と給電素子との距離は、送受信される電波の半波長以下に設定され、無給電素子および給電素子を1つの平面に投影したとき、無給電素子は、その長手方向が給電素子の長手方向と所定の角度を成すように配置され、少なくとも1つの無給電素子に装荷された少なくとも1つの可変容量素子の少なくとも1つの容量を変えることによって、指向性が制御されるものであればよい。

【0074】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0075】

この発明は、指向性を切換可能であり、利得が零である方向が無いアレーアンテナ装置に適用される。また、この発明は、指向性を切換えることによって利得の低い方向が切換わるアレーアンテナ装置に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第1の平面図である。

【図2】この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第2の平面図である。

【図3】この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第3の平面図である。

【図4】この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第4の平面図である。

【図5】この発明の実施の形態によるアレーアンテナ装置の第5の平面図である。

【図6】図1に示すアレーアンテナ装置の指向性利得パターンである。

【図7】図2に示すアレーアンテナ装置の指向性利得パターンである。

【図8】図3に示すアレーアンテナ装置の指向性利得パターンである。

【図9】図4に示すアレーアンテナ装置の指向性利得パターンである。

【図10】アンテナの利得と方向との関係図である。

【図11】従来のアレーアンテナ装置の平面図である。

【図12】間隔 d が $\lambda/4$ である場合の 面内指向性利得パターンである。

【図13】間隔 d が $\lambda/10$ である場合の 面内指向性利得パターンである。

【符号の説明】

【0077】

1, 11, 21, 31, 41 誘電体基板、2, 12, 22, 32, 42, 111 給電素子、3, 4, 13, 14, 23, 24, 33, 34, 43 ~ 46, 112, 113 無給電素子、5, 15, 35, 47 給電部、6, 7, 16, 17, 25, 26, 36, 37, 48 ~ 51, 114, 115 バラクタダイオード、8, 52 指向性制御部 10, 10A, 10B, 10C, 10D, 100 アレーアンテナ装置。

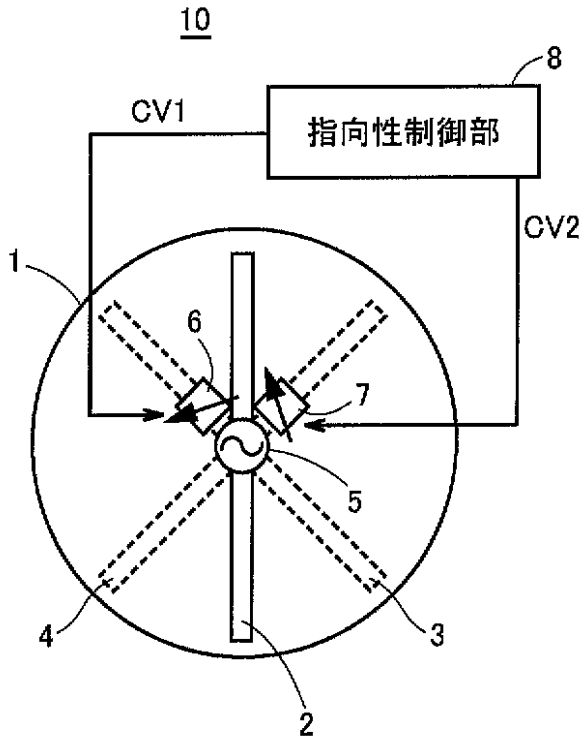
10

20

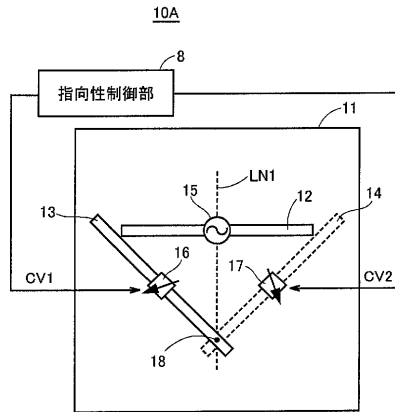
30

40

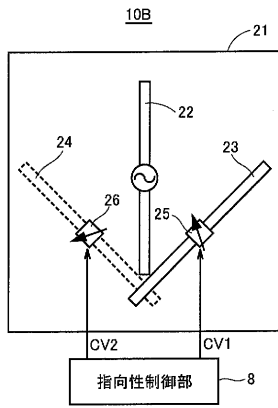
【 図 1 】



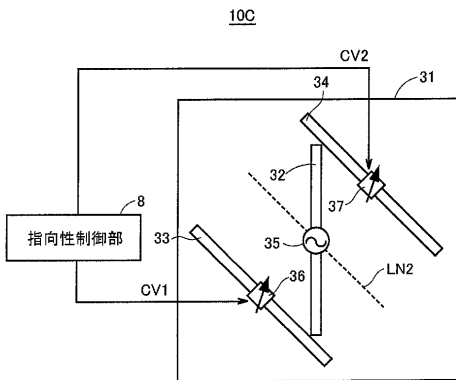
【 図 2 】



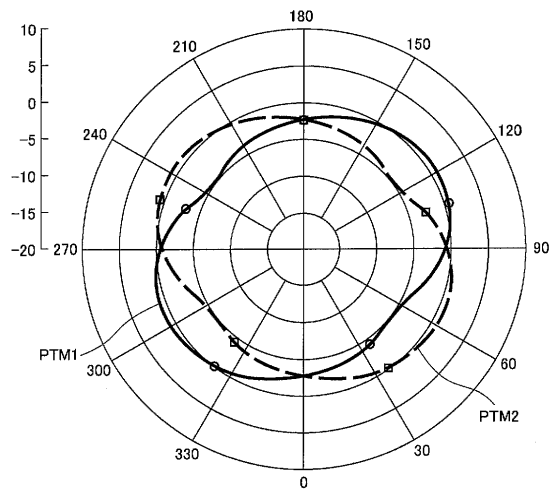
【 図 3 】



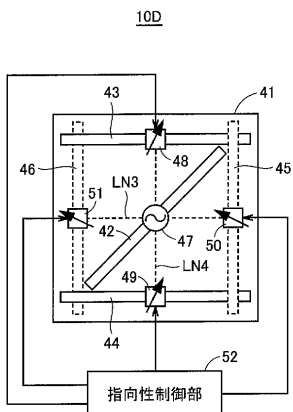
【 図 4 】



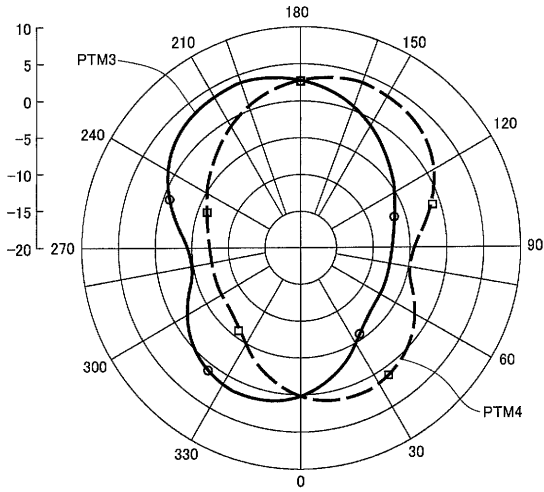
【 図 6 】



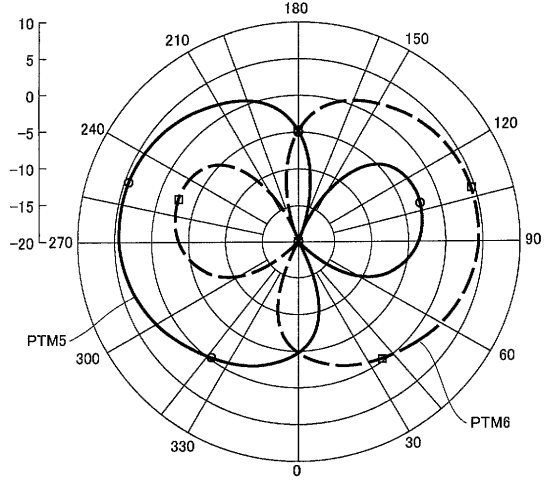
【 図 5 】



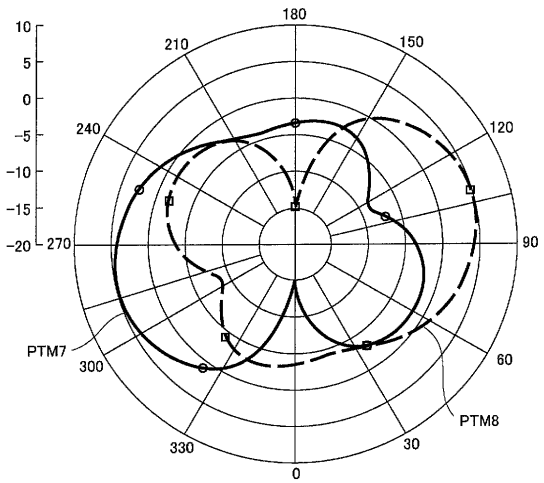
【 図 7 】



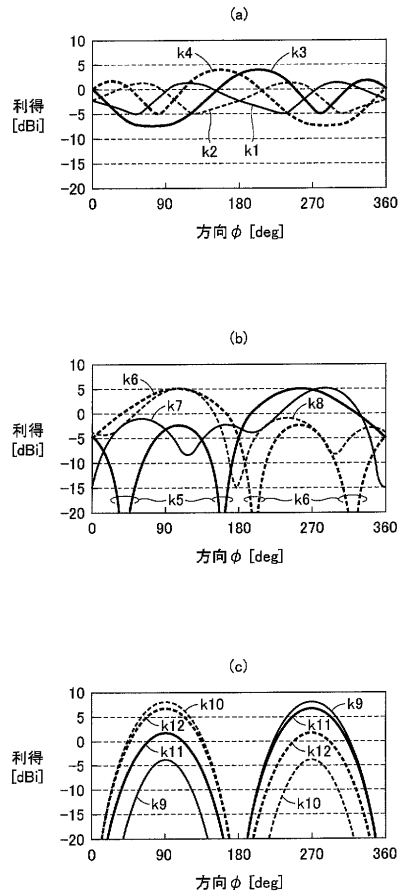
【 図 8 】



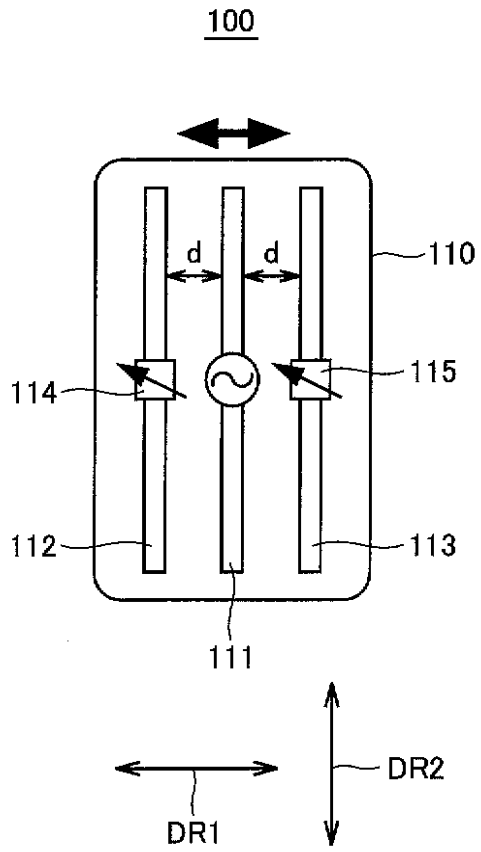
【 図 9 】



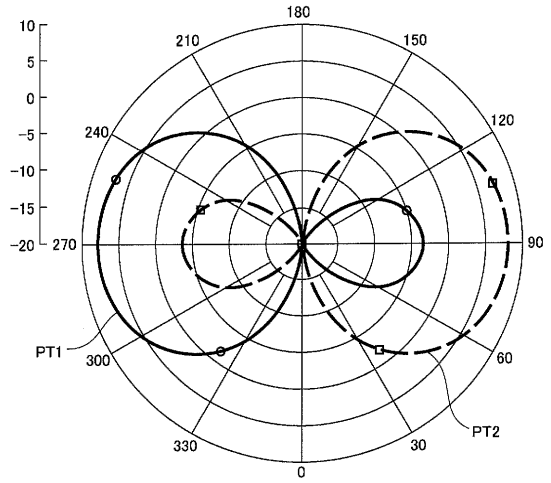
【 図 10 】



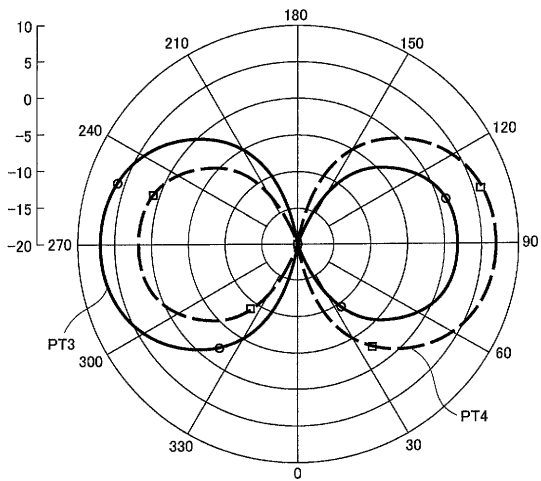
【 1 1 】



【 1 2 】



【 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 澤谷 琢磨

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

(72)発明者 太郎丸 眞

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 麻生 哲朗

(56)参考文献 特開2005-012779(JP,A)

特開2001-244720(JP,A)

特開平06-069723(JP,A)

特開2003-142919(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 3/46

H01Q 1/38