

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年7月14日(14.07.2016)



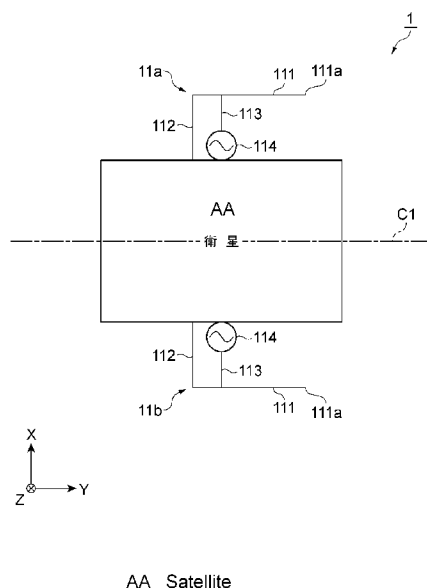
(10) 国際公開番号
WO 2016/111183 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 3/30 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)
H01Q 1/28 (2006.01) H01Q 21/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086046
- (22) 国際出願日: 2015年12月24日(24.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-000250 2015年1月5日(05.01.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 唐木 敦(KARAKI Atsushi); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 奥野 秀一(OKUNO Shuichi); 〒3370011 埼玉県さいたま市見沼区宮ヶ谷塔4丁目7番地 アンテナ技研株式会社内 Saitama (JP). 石川 雅澄(ISHIKAWA Masazumi); 〒3370011 埼玉県さいたま市見沼区宮ヶ谷塔4丁目7番地 アンテナ技研株式会社内 Saitama (JP). 谷本 和夫(TANIMOTO Kazuo); 〒3728585 群馬県伊勢崎市長沼町2223 明星電気株式会社内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ANTENNA APPARATUS

(54) 発明の名称: アンテナ装置



(57) Abstract: An antenna apparatus according to the present invention transmits and receives VHF band radio waves and includes: a first antenna device and a second antenna device each including, at a part from a power-supply point to an end thereof, an element having a shape including a length component in a first direction and a length component in a second direction that is perpendicular to the first direction; and a phase shifter that controls the polarizing direction of the antenna apparatus by adjusting a first power-supply phase of the first antenna device and a second power-supply phase of the second antenna device or by adjusting a first synthetic phase of the first antenna device and a second synthetic phase of the second antenna device. The first antenna device and the second antenna device are arranged such that, when the first power-supply phase and the second power-supply phase are in phase with each other or when the first synthetic phase and the second synthetic phase are in phase with each other, their polarization components in the first direction are strengthened by each other and their polarization components in the second direction are weakened by each other.

(57) 要約: アンテナ装置は、VHF帯の電波を送受信するアンテナ装置であって、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第1方向と直交する第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントをそれぞれ含む第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子と、第1アンテナ素子の第1給電位相及び第2アンテナ素子の第2給電位相、または、第1アンテナ素子の第1合成位相及び第2アンテナ素子の第2合成位相を調整することによって、アンテナ装置の偏波の向きを制御する移相器と、を備える。第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子は、第1給電位相及び第2給電位相が互いに同相であるか、または、第1合成位相及び第2合成位相が互いに同相である場合、第1方向において偏波成分が互いに強め合い、第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置される。

WO 2016/111183 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本開示は、アンテナ装置に関する。本出願は、2015年1月5日に提出された日本特許出願第2015-000250号に基づいており、それに対して優先権の利益を主張するものであり、その内容全体は、参照されることによって本出願に援用される。

背景技術

[0002] 衛星等の飛翔体に搭載されるアンテナ装置では、通信効率を向上するためにアンテナの指向性が制御される。例えば、特許文献1には、複数のアンテナ素子を備えるフェイズドアレイアンテナを搭載し、指向方向エラーに応じて個々のアンテナ素子の位相シフタ（移相器）を制御することによって、アンテナの指向性を制御する衛星が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-97300号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] VHF帯の電波の波長は数メートルであり比較的大きいので、アンテナ素子も波長に準じて大きくなる。このため、特許文献1に記載のフェイズドアレイアンテナをVHF帯の電波の送受信に用いる場合、フェイズドアレイアンテナは複数のアンテナ素子を備えていることから、各アンテナ素子が大型化する。これによって、アンテナ装置の設置スペースが格段に大きくなり、アンテナ装置の重量も大きくなる。したがって、より小型軽量化する要求の強い衛星等の飛翔体への適用の障害となることがあった。

[0005] 一方、衛星等の飛翔体に搭載されるVHF帯のアンテナとして、比較的小型軽量である無指向性のモノポールアンテナ等が用いられることがある。し

かしながら、衛星等は無指向性のアンテナを搭載した場合、地上の広範囲なエリアが通信可能エリアとなる。このため、地上の無線局が多数存在し同時に電波を送信している状況において、飛翔体に到来する信号が重なり合っ
て輻輳を生じて受信率が低下し、その結果、通信効率が低下するおそれがある。
。

[0006] 本開示は、通信効率を低下させることなく小型化及び軽量化が可能なアンテナ装置を説明する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係るアンテナ装置は、飛翔体に搭載され、V H F 帯の電波を送受信するアンテナ装置である。このアンテナ装置は、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第1方向と直交する第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第1アンテナ素子と、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第2アンテナ素子と、第1アンテナ素子の第1給電位相及び第2アンテナ素子の第2給電位相、または、第1アンテナ素子の第1合成位相及び第2アンテナ素子の第2合成位相を調整することによって、アンテナ装置の偏波の向きを制御する移相器と、を備える。第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子は、第1給電位相及び第2給電位相が互いに同相であるか、または、第1合成位相及び第2合成位相が互いに同相である場合、第1方向において偏波成分が互いに強め合い、第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置される。

発明の効果

[0008] 本開示の態様によれば、通信効率を低下させることなく、アンテナ装置の小型化及び軽量化が可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態に係るアンテナ装置を搭載した衛星の概略構成図である。

[図2]図1の衛星に搭載されるアンテナ装置の概略構成図である。

[図3]図2の各アンテナ素子の配置例を示す図である。

[図4] (a) は図2のアンテナ装置の指向性パターンの一例を説明するための図、(b) は図2のアンテナ装置の指向性パターンの別の例を説明するための図である。

[図5] 第2実施形態に係るアンテナ装置を搭載した衛星の概略構成図である。

[図6] 図5の衛星に搭載されるアンテナ装置の概略構成図である。

[図7] 図6の各アンテナ素子の配置例を示す図である。

[図8] (a) は図6の各アンテナ素子の偏波成分の一例を説明するための図、(b) は主たる偏波の向きをY軸方向に向けた場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの一例を示す図である。

[図9] (a) は図6の各アンテナ素子の偏波成分の別の例を説明するための図、(b) は主たる偏波の向きをX軸方向に向けた場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの一例を示す図である。

[図10] (a) は主たる偏波の向きをX軸方向及びY軸方向以外の方向に向けた場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの一例を示す図、(b) は主たる偏波の向きをX軸方向及びY軸方向以外の方向に向けた場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの別の例を示す図である。

[図11] (a) は指向性を-Y方向にチルトした場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの一例を示す図、(b) は指向性を+Y方向にチルトした場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの一例を示す図である。

[図12] 指向性を+X方向にチルトした場合の図6のアンテナ装置の指向性パターンの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] [1] 実施形態の概要

本開示の一態様に係るアンテナ装置は、飛翔体に搭載され、VHF帯の電波を送受信するアンテナ装置である。このアンテナ装置は、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第1方向と直交する第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第1アンテナ素子と、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第2方向の長さ成分と、

を有する形状を呈するエレメントを含む第2アンテナ素子と、第1アンテナ素子の第1給電位相及び第2アンテナ素子の第2給電位相、または、第1アンテナ素子の第1合成位相及び第2アンテナ素子の第2合成位相を調整することによって、アンテナ装置の偏波の向きを制御する移相器と、を備える。第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子は、第1給電位相及び第2給電位相が互いに同相であるか、または、第1合成位相及び第2合成位相が互いに同相である場合、第1方向において偏波成分が互いに強め合い、第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置される。

[0011] このアンテナ装置によれば、第1給電位相及び第2給電位相が互いに同相である場合、または、第1合成位相及び第2合成位相が互いに同相である場合には、第1アンテナ素子の第1方向の偏波成分と第2アンテナ素子の第1方向の偏波成分とが互いに強め合い、第1アンテナ素子の第2方向の偏波成分と第2アンテナ素子の第2方向の偏波成分とが互いに弱め合うので、アンテナ装置の主たる偏波の向きが第1方向となる。言い換えると、第1給電位相及び第2給電位相、または、第1合成位相及び第2合成位相が互いに逆相である場合には、第1アンテナ素子の第1方向の偏波成分と第2アンテナ素子の第1方向の偏波成分とが互いに弱め合い、第1アンテナ素子の第2方向の偏波成分と第2アンテナ素子の第2方向の偏波成分とが互いに強め合うので、アンテナ装置の主たる偏波の向きが第2方向となる。このため、第1アンテナ素子の第1給電位相及び第2アンテナ素子の第2給電位相、または、第1アンテナ素子の第1合成位相及び第2アンテナ素子の第2合成位相を調整することによって、アンテナ装置の偏波の向きを制御することが可能となる。これにより、通信可能なエリアを意図する向きに制御することができ、衛星によって受信される信号の輻輳を防止することが可能となる。例えば、輻輳エリアが地球上に偏在している場合、その輻輳エリアの信号を避けるような意図を持ったアンテナパターンとすることが可能となる。また、アンテナ装置は第1アンテナ素子と第2アンテナ素子とを備えればよいので、フェイズドアレイアンテナと比較してアンテナ素子の数を減らすことができる。

その結果、通信効率を低下させることなく、小型化及び軽量化が可能となる。

[0012] 移相器は、第1給電位相及び第2給電位相を互いに同相もしくは逆相となるように調整するか、または、第1合成位相及び第2合成位相を互いに同相もしくは逆相となるように調整してもよい。第1給電位相（第1合成位相）及び第2給電位相（第2合成位相）を互いに同相とすることによって、アンテナ装置の主たる偏波の向きを第1方向とすることができる。また、第1給電位相（第1合成位相）及び第2給電位相（第2合成位相）を互いに逆相とすることによって、アンテナ装置の主たる偏波の向きを第2方向とすることができる。このように、アンテナ装置の主たる偏波の向きを、直交する第1方向及び第2方向のいずれかに切り替えることが可能となる。

[0013] 第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子は、逆F型アンテナであってもよい。逆F型アンテナの1素子当たりのサイズは、例えば、 0.25 波長 $\times 0.05$ 波長 $\times 0.01$ 波長程度である。このため、第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子を小型化及び軽量化することができ、アンテナ装置のさらなる小型化及び軽量化が可能となる。

[0014] 本開示の別の態様に係るアンテナ装置は、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第3アンテナ素子と、給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第4アンテナ素子と、をさらに備えてもよい。移相器は、第3アンテナ素子の第3給電位相及び第4アンテナ素子の第4給電位相、または、第3アンテナ素子の第3合成位相及び第4アンテナ素子の第4合成位相をさらに調整することによって、偏波の向きを制御してもよい。第3アンテナ素子及び第4アンテナ素子は、第3給電位相及び第4給電位相が互いに同相であるか、または、第3合成位相及び第4合成位相が互いに同相である場合、第1方向において偏波成分が互いに強め合い、第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置されてもよい。第1アンテナ素子及び第3アンテナ素子

は、第1給電位相及び第3給電位相が互いに逆相であるか、または、第1合成位相及び第3合成位相が互いに逆相である場合、第1方向において偏波成分が互いに強め合い、第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置されてもよい。第2アンテナ素子及び第4アンテナ素子は、第2給電位相及び第4給電位相が互いに逆相であるか、または、第2合成位相及び第4合成位相が互いに逆相である場合、第1方向において偏波成分が互いに強め合い、第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置されてもよい。

[0015] このアンテナ装置によれば、例えば、第1給電位相（第1合成位相）及び第2給電位相（第2合成位相）、並びに、第3給電位相（第3合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）を互いに同相とし、第1給電位相（第1合成位相）及び第3給電位相（第3合成位相）、並びに、第2給電位相（第2合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）を互いに逆相とすることによって、アンテナ装置の主たる偏波の向きを第1方向とすることができる。また、このアンテナ装置によれば、例えば、第1給電位相（第1合成位相）及び第2給電位相（第2合成位相）、並びに、第3給電位相（第3合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）を互いに逆相とし、第1給電位相（第1合成位相）及び第3給電位相（第3合成位相）、並びに、第2給電位相（第2合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）を互いに同相とすることによって、アンテナ装置の主たる偏波の向きを第2方向とすることができる。さらに、例えば、第3給電位相（第3合成位相）に対する第1給電位相（第1合成位相）の位相差と、第2給電位相（第2合成位相）に対する第4給電位相（第4合成位相）の位相差とを等しくなるように調整することによって、位相差に応じて第1方向の偏波成分の大きさと第2方向の偏波成分の大きさとの比率が変化する。このため、アンテナ装置の主たる偏波の向きと第1方向とが成す角度を調整することができ、アンテナ装置の偏波の向きを所望の方向に制御することが可能となる。これにより、通信可能なエリアを意図する向きに制御することができ、衛星によって受信される信号の輻輳を防止することが可能となる。また、アンテナ装置は第1アンテナ素子と第2アン

テナ素子と第3アンテナ素子と第4アンテナ素子とを備えればよいので、フェイズドアレイアンテナと比較してアンテナ素子の数を減らすことができる。その結果、通信効率を低下させることなく、小型化及び軽量化が可能となる。

[0016] 移相器は、第1給電位相及び第4給電位相を互いに逆相となるように調整するとともに、第2給電位相及び第3給電位相を互いに逆相となるように調整するか、または、第1合成位相及び第4合成位相を互いに逆相となるように調整するとともに、第2合成位相及び第3合成位相を互いに逆相となるように調整してもよい。この場合、第3給電位相（第3合成位相）に対する第1給電位相（第1合成位相）の位相差は、第2給電位相（第2合成位相）に対する第4給電位相（第4合成位相）の位相差と等しくなる。この位相差に応じて、第1方向の偏波成分の大きさと第2方向の偏波成分の大きさとの比率が変化する。このため、アンテナ装置の主たる偏波の向きと第1方向とが成す角度を調整することが可能となる。その結果、アンテナ装置の主たる偏波の向きを、第1方向及び第2方向によって規定される平面において所望の方向とすることが可能となる。

[0017] 移相器は、第1給電位相及び第2給電位相を互いに逆相となるように調整するとともに、第3給電位相及び第4給電位相を互いに逆相となるように調整するか、または、第1合成位相及び第2合成位相を互いに逆相となるように調整するとともに、第3合成位相及び第4合成位相を互いに逆相となるように調整してもよい。この場合、第1給電位相（第1合成位相）に対する第3給電位相（第1合成位相）の位相差は、第2給電位相（第2合成位相）に対する第4給電位相（第4合成位相）の位相差と等しくなる。このとき、アンテナ装置の指向性は、この位相差を打ち消す方向にチルトする。位相差は第1方向に生じるので、この位相差によって、アンテナ装置の指向性を、第1方向にチルトさせる（寄せる）ことが可能となる。

[0018] 移相器は、第1給電位相及び第3給電位相を互いに同相となるように調整するとともに、第2給電位相及び第4給電位相を互いに同相となるように調

整するか、または、第1合成位相及び第3合成位相を互いに同相となるように調整するとともに、第2合成位相及び第4合成位相を互いに同相となるように調整してもよい。この場合、第1給電位相（第1合成位相）及び第3給電位相（第3合成位相）が互いに同相であり、第2給電位相（第2合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）が互いに同相であるので、第2方向において偏波成分が強められる。このため、アンテナ装置の指向性は第2方向に向く。そして、第1給電位相（第1合成位相）の逆相に対する第2給電位相（第2合成位相）の位相差は、第3給電位相（第3合成位相）の逆相に対する第4給電位相（第4合成位相）の位相差と等しくなる。このとき、アンテナ装置の指向性は、この位相差を打ち消す方向にチルトする。位相差は、第2方向に生じるので、この位相差によって、アンテナ装置の指向性を、第2方向にチルトさせることが可能となる。

[0019] 第3アンテナ素子及び第4アンテナ素子は、逆F型アンテナであってもよい。逆F型アンテナの1素子当たりのサイズは、例えば、 0.25 波長 $\times 0.05$ 波長 $\times 0.01$ 波長程度である。このため、第3アンテナ素子及び第4アンテナ素子を小型化及び軽量化することができ、アンテナ装置のさらなる小型化及び軽量化が可能となる。

[0020] VHF帯の電波はAIS信号を含んでもよい。移相器は、船舶密集域の感度が低下するように偏波の向きを制御してもよい。沿岸域には、複数の船舶の航路が設定されることがあるので、船舶が密集する船舶密集域となることがある。衛星等の飛翔体に搭載したアンテナ装置を用いて、船舶からのAIS信号を受信する場合、このような海域では、複数の船舶からAIS信号が送信されるので、AIS信号が輻輳を生じ、AIS信号の受信率が低下するおそれがある。このため、船舶密集域の感度が低下するようにアンテナ装置の偏波の向きを制御することによって、アンテナ装置に到来するAIS信号の数を減らすことができ、AIS信号の受信率を改善することが可能となる。

[0021] [2] 実施形態の例示

以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図面の説明において同一要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0022] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係るアンテナ装置を搭載した衛星の概略構成図である。衛星1は、例えば、重量が200kg以下であり、一辺の大きさが例えば2波長以下である小型衛星であって、高度が500～700km程度である低軌道を周回する。衛星1は、例えば、船舶自動識別装置(AIS: Automatic Identification System)を搭載している。衛星1は、衛星1のための各種装置が収容される本体部2と、太陽光発電のためのパネル3と、地上局との間で信号を送受信するためのアンテナ装置10(図2参照)と、を備える。以下の説明では、パネル3の幅方向をX軸、衛星1のパネル3の長さ方向をY軸、本体部2の高さ方向をZ軸とし、X軸、Y軸及びZ軸の交点に衛星1が位置し、+Z方向に地球があるとする。

[0023] ここで、AISとは、300トン以上の大型船に搭載が義務付けられている装置である。大型船は、自船の位置、針路及び速度等の情報を含むAIS信号を送信するとともに、他船からのAIS信号を受信することによって他船を識別する。沿岸の船舶からのAIS信号は沿岸局等で受信され、船舶の運行管理が行われる。沿岸局の受信可能エリアは半径70km程度であるので、受信可能エリアよりも沿岸から離れた海域では衛星及び航空機等にAISを搭載することによりAIS信号が受信される。AIS信号は、VHF(Very High Frequency)帯の160MHz程度の周波数の電波を用いて送受信される。地上局(大型船及び沿岸局)は、例えば、垂直偏波によりAIS信号を送信する。

[0024] 図2は、アンテナ装置10の概略構成図である。図3は、各アンテナ素子の配置例を示す図である。アンテナ装置10は、衛星1に搭載され、VHF帯の電波を送受信する。アンテナ装置10は、アンテナ装置10の偏波の向きを変更可能である。図2及び図3に示されるように、アンテナ装置10は

、アンテナ素子 1 1 a（第 1 アンテナ素子）及びアンテナ素子 1 1 b（第 2 アンテナ素子）と、移相器 1 2 a 及び移相器 1 2 b と、分配合成器 1 3 と、送受信機 1 4 と、制御部 1 5 と、を備える。

[0025] アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、V H F 帯の電波を送受信するための素子である。アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、送信または受信の際に空間に生じる電波を、互いに直交する X 軸方向（第 2 方向）及び Y 軸方向（第 1 方向）によって規定される X-Y 平面において X 軸方向の偏波成分及び Y 軸方向の偏波成分に分解可能なエレメントを含む。具体的には、アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、エレメントの給電点からエレメントの先端までの部分が、X 軸方向の長さ成分と、Y 軸方向の長さ成分と、を有する形状を呈している。この X 軸方向の長さ成分及び Y 軸方向の長さ成分は、例えば、 $1/100$ 波長～1 波長程度である。このようなアンテナ素子としては、例えば、逆 F 型アンテナ、逆 L 型アンテナ、マイクロストリップアンテナ、及び対称線に対して斜めに傾けたモノポールアンテナ等が挙げられる。ここでは、アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、逆 F 型アンテナであるとして説明を行う。

[0026] アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、放射エレメント 1 1 1 と、短絡エレメント 1 1 2 と、給電エレメント 1 1 3 と、を備える。放射エレメント 1 1 1 は、Y 軸方向に延びており、衛星 1 の筐体（本体部 2 及びパネル 3 を含む）に対して略平行に延びている。放射エレメント 1 1 1 の一端 1 1 a がエレメントの先端を成している。短絡エレメント 1 1 2 は、衛星 1 の接地点に接続されるエレメントである。短絡エレメント 1 1 2 は、X 軸方向に放射エレメント 1 1 1 の他端から衛星 1 の筐体まで延びている。給電エレメント 1 1 3 は、衛星 1 の給電点 1 1 4 から給電されるエレメントである。給電エレメント 1 1 3 は、短絡エレメント 1 1 2 と略平行に配置され、X 軸方向に放射エレメント 1 1 1 から給電点 1 1 4 まで延びている。放射エレメント 1 1 1 と短絡エレメント 1 1 2 とが成す角度、及び、放射エレメント 1 1 1 と給電エレメント 1 1 3 とが成す角度は略直角である。このように構成

されたアンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b の X 軸方向の長さは、例えば、0.05 波長程度であり、Y 軸方向の長さは、例えば、0.25 波長程度であり、Z 軸方向の長さは、例えば、0.01 波長程度である。

[0027] アンテナ装置 1 0 が送信アンテナとして機能する場合、アンテナ素子 1 1 a には第 1 給電位相で給電が行われ、アンテナ素子 1 1 b には第 2 給電位相で給電が行われる。アンテナ装置 1 0 が受信アンテナとして機能する場合、アンテナ素子 1 1 a の受信信号は第 1 合成位相で合成され、アンテナ素子 1 1 b の受信信号は第 2 合成位相で合成される。このため、アンテナ素子 1 1 a では、電波を送受信する際に生じた電界は、X-Y 平面内において、Y 軸方向の偏波成分である偏波成分 A 1 と X 軸方向の偏波成分である偏波成分 B 1 とに分解され得る。また、アンテナ素子 1 1 b では、電波を送受信する際に生じた電界は、X-Y 平面内において、Y 軸方向の偏波成分である偏波成分 A 2 と X 軸方向の偏波成分である偏波成分 B 2 とに分解され得る。

[0028] アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに同相である場合、偏波成分 A 1 と偏波成分 A 2 とが互いに強め合い、偏波成分 B 1 と偏波成分 B 2 とが互いに弱め合うように配置される。言い換えると、アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b は、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに逆相である場合、偏波成分 A 1 と偏波成分 A 2 とが互いに弱め合い、偏波成分 B 1 と偏波成分 B 2 とが互いに強め合うように配置される。具体的には、第 1 給電位相と第 2 給電位相とが同相である場合に、偏波成分 A 1 と偏波成分 A 2 とが X 軸方向における衛星 1 の中心線 C 1 に対して線対称となり、かつ、偏波成分 B 1 と偏波成分 B 2 とが中心線 C 1 に対して線対称となるように、アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b が配置される。

[0029] つまり、アンテナ素子 1 1 a のエレメントの X 軸方向の長さの成分（給電エレメント 1 1 3）が給電点 1 1 4 を基準として延びる方向と、アンテナ素子 1 1 b のエレメントの X 軸方向の長さの成分（給電エレメント 1 1 3）が

給電点 114 を基準として延びる方向とは、互いに反対である。また、アンテナ素子 11a のエレメントの Y 軸方向の長さ成分（放射エレメント 111）が給電点 114 を基準として延びる方向と、アンテナ素子 11b のエレメントの Y 軸方向の長さ成分（放射エレメント 111）が給電点 114 を基準として延びる方向とは、同じである。例えば、アンテナ素子 11a とアンテナ素子 11b とが略同一平面内に位置し、中心線 C1 に対して略線対称に配置される。なお、略同一平面内とは、同一平面内及び同一平面から 0.25 波長以下ずれている場合を含む。略線対称とは、完全な線対称及び完全な線対称の位置から 0.25 波長以下ずれている場合を含む。アンテナ素子 11a とアンテナ素子 11b との間隔は、約 1 波長以下である。約 1 波長とは、例えば、0.25 波長以上、1.5 波長以下である。

[0030] 移相器 12a は、第 1 給電位相及び第 1 合成位相を調整する回路である。移相器 12a は、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合、第 1 給電位相を調整する。移相器 12a は、アンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合、第 1 合成位相を調整する。移相器 12b は、第 2 給電位相及び第 2 合成位相を調整する回路である。移相器 12b は、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合、第 2 給電位相を調整する。移相器 12b は、アンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合、第 2 合成位相を調整する。

[0031] 分配合成器 13 は、信号の分配及び合成を行う回路である。分配合成器 13 は、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合、送受信機 14 からの信号をアンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b に分配する。分配合成器 13 は、アンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合、アンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b によって受信された信号を入力し、これらの受信信号の合成を行う。

[0032] 送受信機 14 は、信号を生成し、受信した信号を処理する回路である。送受信機 14 は、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合、変調等の各種処理を施した信号を分配合成器 13 に出力する。送受信機 14 は、

アンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合、分配合成器 13 によって合成された信号を入力し、復調等の各種処理を行う。

[0033] 制御部 15 は、例えば、プロセッサによって構成される。制御部 15 は、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合、移相器 12 a を制御して第 1 給電位相を調整し、移相器 12 b を制御して第 2 給電位相を調整することによって、アンテナ装置 10 の偏波の向きを制御する。制御部 15 は、例えば、地上局から制御コマンドを受信し、受信した制御コマンドに応じて、移相器 12 a の第 1 給電位相及び移相器 12 b の第 2 給電位相を制御する。

[0034] 制御部 15 は、アンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合、移相器 12 a を制御して第 1 合成位相を調整し、移相器 12 b を制御して第 2 合成位相を調整することによって、アンテナ装置 10 の偏波の向きを制御する。制御部 15 は、例えば、地上局から制御コマンドを受信し、受信した制御コマンドに応じて、移相器 12 a の第 1 合成位相及び移相器 12 b の第 2 合成位相を制御する。なお、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合とアンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合とは、互いに可逆性を有する。以下、給電位相を用いて、アンテナ装置 10 が送信アンテナとして機能する場合について説明を行うが、アンテナ装置 10 が受信アンテナとして機能する場合においても同様に成立する。

[0035] 図 4 の (a) は、アンテナ装置 10 の指向性パターンの一例を説明するための図である。この例では、移相器 12 a 及び移相器 12 b によって、第 1 給電位相及び第 2 給電位相が同相に設定される。

[0036] ここで、X 軸と直交する平面であって中心線 C 1 を含む平面 P、つまり、Y 軸と Z 軸とによって規定される Y-Z 平面において、アンテナ素子 11 a から放射される電波とアンテナ素子 11 b から放射される電波を合成した合成波は、偏波成分 A を含む。つまり、偏波成分 A 1 及び偏波成分 A 2 は互いに同相であるので、平面 P において、合成波の Y 軸方向の偏波成分 A は、偏波成分 A 1 と偏波成分 A 2 との和となる。一方、偏波成分 B 1 及び偏波成分

B 2 は互いに逆相であり、アンテナ素子 1 1 a から平面 P までの距離とアンテナ素子 1 1 b から平面 P までの距離とが互いに等しいので、偏波成分 B 1 及び偏波成分 B 2 は平面 P において互いに打ち消し合う。その結果、平面 P においては偏波成分 A のみが残るので、アンテナ装置 1 0 の主たる偏波の向き、つまり、衛星 1 の主たる偏波の向きは Y 軸方向（+ Y 方向）となる。

[0037] 地上局の偏波は垂直偏波であり、地球は + Z 方向にあるので、Y 軸方向では衛星 1 の偏波と地上局の偏波とが一致する。このため、Y 軸方向の電波の受信感度は大きくなる。一方、X 軸方向では、衛星 1 の偏波と地上局の偏波とが直交するので、X 軸方向の電波の受信感度は小さくなる。その結果、図 4 の（a）に示される指向性パターン D が得られる。

[0038] 図 4 の（b）は、アンテナ装置 1 0 の指向性パターンの別の例を説明するための図である。この例では、移相器 1 2 a 及び移相器 1 2 b によって、第 1 給電位相及び第 2 給電位相が互いに逆相に設定される。この場合、偏波成分 A 1 及び偏波成分 A 2 は互いに逆相であり、アンテナ素子 1 1 a から平面 P までの距離とアンテナ素子 1 1 b から平面 P までの距離とが互いに等しいので、偏波成分 A 1 及び偏波成分 A 2 は平面 P において互いに打ち消し合う。一方、偏波成分 B 1 及び偏波成分 B 2 は互いに同相であるので、平面 P において、合成波の X 軸方向の偏波成分 B は、偏波成分 B 1 と偏波成分 B 2 との和となる。その結果、平面 P においては偏波成分 B のみが残るので、アンテナ装置 1 0 の主たる偏波の向き、つまり、衛星 1 の主たる偏波の向きは X 軸方向（+ X 方向）となる。

[0039] 地上局の偏波は垂直偏波であり、地球は + Z 方向にあるので、X 軸方向では衛星 1 の偏波と地上局の偏波とが一致する。このため、X 軸方向の電波の受信感度は大きくなる。一方、Y 軸方向では、衛星 1 の偏波と地上局の偏波とが直交するので、Y 軸方向の電波の受信感度は小さくなる。その結果、図 4 の（b）に示される指向性パターン D が得られる。

[0040] 以上のように、アンテナ装置 1 0 によれば、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに同相である場合には、アンテ

ナ素子 11a の偏波成分 A1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 A2 とが互いに強め合い、アンテナ素子 11a の偏波成分 B1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 B2 とが互いに弱め合う。このため、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）を互いに同相とすることによって、アンテナ装置 10 の主たる偏波の向きを Y 軸方向とすることができる。また、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに逆相である場合には、アンテナ素子 11a の偏波成分 A1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 A2 とが互いに弱め合い、アンテナ素子 11a の偏波成分 B1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 B2 とが互いに強め合う。このため、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）を互いに逆相とすることによって、アンテナ装置 10 の主たる偏波の向きを X 軸方向とすることができる。このようにして、アンテナ装置 10 の主たる偏波の向きを、X 軸方向及び Y 軸方向のいずれかに切り替えることが可能となる。これにより、通信可能なエリアを意図する向きに制御することができ、衛星 1 によって受信される信号の輻輳を防止することが可能となる。また、アンテナ装置 10 はアンテナ素子としてアンテナ素子 11a とアンテナ素子 11b とを備えていればよいので、フェイズドアレイアンテナと比較してアンテナ素子の数を減らすことができる。その結果、通信効率を低下させることなく、アンテナ装置 10 の小型化及び軽量化が可能となる。

[0041] 例えば、沿岸域には、複数の船舶の航路が設定されることがあるので、衛星によって受信される AIS 信号が輻輳を生じる程度に多数の船舶が密集する船舶密集域が生じることがある。このような海域では、複数の船舶から AIS 信号が送信されるので、衛星によって受信される AIS 信号が輻輳を生じ、AIS 信号の受信率が低下するおそれがある。また、この船舶密集域の船舶からの AIS 信号は沿岸局等によって受信され得るので、衛星が船舶密集域の船舶からの AIS 信号を受信する必要はない。このため、船舶密集域に存在する船舶から送信される電波の偏波と衛星 1（アンテナ装置 10）の偏波とが直交するように、衛星 1 の偏波の向きが調整される。これにより、

船舶密集域に対してアンテナ装置 10 の感度を下げることができ、衛星 1 が受信する AIS 信号の信号数を減らすことができる。その結果、AIS 信号の受信率を改善することが可能となる。

[0042] アンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b としては、逆 F 型アンテナが用いられ得る。アンテナ装置 10 とは異なる方法で偏波の向きを調整可能なアンテナ素子として例えばクロスダイポールアンテナが挙げられるが、クロスダイポールアンテナの 1 素子当たりのサイズは、0.5 波長×0.5 波長×0.25 波長である。これに対して、逆 F 型アンテナの 1 素子当たりのサイズは、0.25 波長×0.05 波長×0.01 波長程度である。また、逆 F 型アンテナの重量は、クロスダイポールアンテナの重量の数十分の一程度である。このため、アンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b を小型化及び軽量化することができ、アンテナ装置 10 のさらなる小型化及び軽量化が可能となる。その結果、アンテナ装置 10 の衛星 1 への搭載性が向上する。

[0043] (第 2 実施形態)

図 5 は、第 2 実施形態に係るアンテナ装置を搭載した衛星の概略構成図である。図 5 に示されるように、第 2 実施形態の衛星 1A は、第 1 実施形態の衛星 1 と比較して、搭載されるアンテナ装置が異なる。

[0044] 図 6 は、アンテナ装置 10A の概略構成図である。図 7 は、各アンテナ素子の配置例を示す図である。図 6 及び図 7 に示されるように、アンテナ装置 10A は、アンテナ装置 10 と比較して、アンテナ素子の数及び配置、並びに、移相器の数が異なる。具体的には、アンテナ装置 10A は、アンテナ素子 11c (第 3 アンテナ素子) 及びアンテナ素子 11d (第 4 アンテナ素子) と、移相器 12c 及び移相器 12d と、をさらに備える。

[0045] アンテナ素子 11c 及びアンテナ素子 11d は、VHF 帯の電波を送受信するための素子である。アンテナ素子 11c 及びアンテナ素子 11d は、アンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b と同様に、送信または受信の際に空間に生じる電波を、X-Y 平面において X 軸方向の偏波成分及び Y 軸方向の偏波成分に分解可能なエレメントを含む。具体的には、アンテナ素子 11

c 及びアンテナ素子 11 d は、エレメントの給電点からエレメントの先端までの部分が、X 軸方向の長さ成分と、Y 軸方向の長さ成分と、を有する形状を呈している。この X 軸方向の長さ成分及び Y 軸方向の長さ成分は、例えば、 $1/100$ 波長～1 波長程度である。このようなアンテナ素子としては、例えば、逆 F 型アンテナ、逆 L 型アンテナ、マイクロストリップアンテナ、及び対称線に対して斜めに傾けたモノポールアンテナ等が挙げられる。ここでは、アンテナ素子 11 a、アンテナ素子 11 b、アンテナ素子 11 c 及びアンテナ素子 11 d は、逆 F 型アンテナであるとして説明を行う。なお、アンテナ素子 11 c 及びアンテナ素子 11 d の構成は、アンテナ素子 11 a 及びアンテナ素子 11 b の構成と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

[0046] アンテナ装置 10 A が送信アンテナとして機能する場合、アンテナ素子 11 c には第 3 給電位相で給電が行われ、アンテナ素子 11 d には第 4 給電位相で給電が行われる。アンテナ装置 10 A が受信アンテナとして機能する場合、アンテナ素子 11 c の受信信号は第 3 合成位相で合成され、アンテナ素子 11 d の受信信号は第 4 合成位相で合成される。このため、アンテナ素子 11 c では、電波を送受信する際に生じた電界は、X-Y 平面内において、Y 軸方向の偏波成分である偏波成分 A 3 と X 軸方向の偏波成分である偏波成分 B 3 とに分解され得る。アンテナ素子 11 d では、電波を送受信する際に生じた電界は、X-Y 平面内において、Y 軸方向の偏波成分である偏波成分 A 4 と X 軸方向の偏波成分である偏波成分 B 4 とに分解され得る。

[0047] アンテナ素子 11 c 及びアンテナ素子 11 d は、第 3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに同相である場合、偏波成分 A 3 と偏波成分 A 4 とが互いに強め合い、偏波成分 B 3 と偏波成分 B 4 とが互いに弱め合うように配置される。言い換えると、アンテナ素子 11 c 及びアンテナ素子 11 d は、第 3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに逆相である場合、偏波成分 A 3 と偏波成分 A 4 とが互いに弱め合い、偏波成分 B 3 と偏波成分 B 4 とが互いに強め合うように

配置される。具体的には、第3給電位相と第4給電位相とが同相である場合に、偏波成分A3と偏波成分A4とがX軸方向における衛星1Aの中心線C1に対して線対称となり、かつ、偏波成分B3と偏波成分B4とが中心線C1に対して線対称となるように、アンテナ素子11c及びアンテナ素子11dが配置される。

[0048] つまり、アンテナ素子11cのエLEMENTのX軸方向の長さの成分（給電ELEMENT113）が給電点114を基準として延びる方向と、アンテナ素子11dのエLEMENTのX軸方向の長さの成分（給電ELEMENT113）が給電点114を基準として延びる方向とは、互いに反対である。また、アンテナ素子11cのエLEMENTのY軸方向の長さ成分（放射ELEMENT111）が給電点114を基準として延びる方向と、アンテナ素子11dのエLEMENTのY軸方向の長さ成分（放射ELEMENT111）が給電点114を基準として延びる方向とは、同じである。例えば、アンテナ素子11cとアンテナ素子11dとが略同一平面内に位置し、中心線C1に対して略線対称に配置される。なお、略同一平面内とは、同一平面内及び同一平面から0.25波長以下ずれている場合を含む。略線対称とは、完全な線対称及び完全な線対称の位置から0.25波長以下ずれている場合を含む。アンテナ素子11cとアンテナ素子11dとの間隔は、約1波長以下である。約1波長とは、例えば、0.25波長以上、1.5波長以下である。

[0049] さらに、アンテナ素子11a及びアンテナ素子11cは、第1給電位相（第1合成位相）及び第3給電位相（第3合成位相）が互いに同相である場合、偏波成分A1と偏波成分A3とが互いに弱め合い、偏波成分B1と偏波成分B3とが互いに強め合うように配置される。言い換えると、アンテナ素子11a及びアンテナ素子11cは、第1給電位相（第1合成位相）及び第3給電位相（第3合成位相）が互いに逆相である場合、偏波成分A1と偏波成分A3とが互いに強め合い、偏波成分B1と偏波成分B3とが互いに弱め合うように配置される。具体的には、第1給電位相と第3給電位相とが同相である場合に、偏波成分A1と偏波成分A3とがY軸方向における衛星1Aの

中心線C 2に対して線対称となり、かつ、偏波成分B 1と偏波成分B 3とが中心線C 2に対して線対称となるように、アンテナ素子1 1 a及びアンテナ素子1 1 cが配置される。

[0050] つまり、アンテナ素子1 1 aのエLEMENTのX軸方向の長さの成分（給電ELEMENT 1 1 3）が給電点1 1 4を基準として延びる方向と、アンテナ素子1 1 cのエLEMENTのX軸方向の長さの成分（給電ELEMENT 1 1 3）が給電点1 1 4を基準として延びる方向とは、同じである。また、アンテナ素子1 1 aのエLEMENTのY軸方向の長さ成分（放射ELEMENT 1 1 1）が給電点1 1 4を基準として延びる方向と、アンテナ素子1 1 cのエLEMENTのY軸方向の長さ成分（放射ELEMENT 1 1 1）が給電点1 1 4を基準として延びる方向とは、互いに反対である。例えば、アンテナ素子1 1 aとアンテナ素子1 1 cとが略同一平面内に位置し、中心線C 2に対して略線対称に配置される。アンテナ素子1 1 aとアンテナ素子1 1 cとの間隔は、約1波長以下である。

[0051] アンテナ素子1 1 b及びアンテナ素子1 1 dは、第2給電位相（第2合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）が互いに同相である場合、偏波成分A 2と偏波成分A 4とが互いに弱め合い、偏波成分B 2と偏波成分B 4とが互いに強め合うように配置される。言い換えると、アンテナ素子1 1 b及びアンテナ素子1 1 dは、第2給電位相（第2合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）が互いに逆相である場合、偏波成分A 2と偏波成分A 4とが互いに強め合い、偏波成分B 2と偏波成分B 4とが互いに弱め合うように配置される。具体的には、第2給電位相と第4給電位相とが同相である場合に、偏波成分A 2と偏波成分A 4とが中心線C 2に対して線対称となり、かつ、偏波成分B 2と偏波成分B 4とが中心線C 2に対して線対称となるように、アンテナ素子1 1 b及びアンテナ素子1 1 dが配置される。

[0052] つまり、アンテナ素子1 1 bのエLEMENTのX軸方向の長さの成分（給電ELEMENT 1 1 3）が給電点1 1 4を基準として延びる方向と、アンテナ素子1 1 dのエLEMENTのX軸方向の長さの成分（給電ELEMENT 1 1 3）が

給電点 1 1 4 を基準として延びる方向とは、同じである。また、アンテナ素子 1 1 b のエレメントの Y 軸方向の長さ成分（放射エレメント 1 1 1）が給電点 1 1 4 を基準として延びる方向と、アンテナ素子 1 1 d のエレメントの Y 軸方向の長さ成分（放射エレメント 1 1 1）が給電点 1 1 4 を基準として延びる方向とは、互いに反対である。例えば、アンテナ素子 1 1 b とアンテナ素子 1 1 d とが略同一平面内に位置し、中心線 C 2 に対して略線対称に配置される。アンテナ素子 1 1 b とアンテナ素子 1 1 d との間隔は、約 1 波長以下である。

- [0053] 移相器 1 2 c は、第 3 給電位相及び第 3 合成位相を調整する回路である。移相器 1 2 c は、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合、第 3 給電位相を調整する。移相器 1 2 c は、アンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合、第 3 合成位相を調整する。移相器 1 2 d は、第 4 給電位相及び第 4 合成位相を調整する回路である。移相器 1 2 d は、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合、第 4 給電位相を調整する。移相器 1 2 d は、アンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合、第 4 合成位相を調整する。
- [0054] 分配合成器 1 3 は、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合、送受信機 1 4 からの信号をアンテナ素子 1 1 a、アンテナ素子 1 1 b、アンテナ素子 1 1 c 及びアンテナ素子 1 1 d に分配する。分配合成器 1 3 は、アンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合、アンテナ素子 1 1 a、アンテナ素子 1 1 b、アンテナ素子 1 1 c 及びアンテナ素子 1 1 d によって受信された信号を入力し、これらの受信信号の合成を行う。
- [0055] 送受信機 1 4 は、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合、変調等の各種処理を施した信号を分配合成器 1 3 に出力する。送受信機 1 4 は、アンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合、分配合成器 1 3 によって合成された信号を入力し、復調等の各種処理を行う。
- [0056] 制御部 1 5 は、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合、移相器 1 2 a を制御して第 1 給電位相を調整し、移相器 1 2 b を制御して第

2 給電位相を調整し、移相器 1 2 c を制御して第 3 給電位相を調整し、移相器 1 2 d を制御して第 4 給電位相を調整することによって、アンテナ装置 1 0 A の偏波の向きを制御する。制御部 1 5 は、例えば、地上局から制御コマンドを受信し、受信した制御コマンドに応じて、移相器 1 2 a の第 1 給電位相、移相器 1 2 b の第 2 給電位相、移相器 1 2 c の第 3 給電位相及び移相器 1 2 d の第 4 給電位相を制御する。

[0057] 制御部 1 5 は、アンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合、移相器 1 2 a を制御して第 1 合成位相を調整し、移相器 1 2 b を制御して第 2 合成位相を調整し、移相器 1 2 c を制御して第 3 合成位相を調整し、移相器 1 2 d を制御して第 4 合成位相を調整することによって、アンテナ装置 1 0 A の偏波の向きを制御する。制御部 1 5 は、例えば、地上局から制御コマンドを受信し、受信した制御コマンドに応じて、移相器 1 2 a の第 1 合成位相、移相器 1 2 b の第 2 合成位相、移相器 1 2 c の第 3 合成位相及び移相器 1 2 d の第 4 合成位相を制御する。なお、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合とアンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合とは、互いに可逆性を有する。以下、給電位相を用いて、アンテナ装置 1 0 A が送信アンテナとして機能する場合について説明を行うが、アンテナ装置 1 0 A が受信アンテナとして機能する場合においても同様に成立する。

[0058] 図 8 は、主たる偏波の向きを Y 軸方向に向ける制御を説明するための図である。図 8 の (a) は各アンテナ素子の偏波成分の一例を説明するための図、図 8 の (b) は主たる偏波の向きを Y 軸方向に向けた場合のアンテナ装置 1 0 A の指向性パターンの一例を示す図である。図 8 の (b) は衛星 1 A から地球を見た時の指向性パターンを表しており、X 軸及び Y 軸の交点が衛星 1 A の直下を示している。この例では、移相器 1 2 a によって第 1 給電位相が 0° に設定され、移相器 1 2 b によって第 2 給電位相が 0° に設定され、移相器 1 2 c によって第 3 給電位相が 180° に設定され、移相器 1 2 d によって第 4 給電位相が 180° に設定される。

[0059] この場合、図 8 の (a) に示されるように、偏波成分 A 1、偏波成分 A 2

、偏波成分 A 3 及び偏波成分 A 4 は互いに同相であるので、平面 P において、合成波の Y 軸方向の偏波成分 A は、偏波成分 A 1、偏波成分 A 2、偏波成分 A 3 及び偏波成分 A 4 の和となる。一方、偏波成分 B 1 及び偏波成分 B 2 は互いに逆相であり、アンテナ素子 1 1 a から平面 P までの距離とアンテナ素子 1 1 b から平面 P までの距離とが互いに等しいので、偏波成分 B 1 及び偏波成分 B 2 は平面 P において互いに打ち消し合う。また、偏波成分 B 3 及び偏波成分 B 4 は互いに逆相であり、アンテナ素子 1 1 c から平面 P までの距離とアンテナ素子 1 1 d から平面 P までの距離とが互いに等しいので、偏波成分 B 3 及び偏波成分 B 4 は平面 P において互いに打ち消し合う。その結果、平面 P においては偏波成分 A のみが残るので、アンテナ装置 1 0 A の主たる偏波の向き、つまり、衛星 1 A の主たる偏波の向きは Y 軸方向（+ Y 方向）となる。

[0060] 地上局の偏波は垂直偏波であり、地球は + Z 方向にあるので、Y 軸方向では衛星 1 A の偏波と地上局の偏波とが一致する。このため、Y 軸方向の電波の受信感度は大きくなる。一方、X 軸方向では、衛星 1 A の偏波と地上局の偏波とが直交するので、X 軸方向の電波の受信感度は小さくなる。その結果、図 8 の（b）に示される指向性パターンが得られる。

[0061] 図 9 は、主たる偏波の向きを X 軸方向に向ける制御を説明するための図である。図 9 の（a）は各アンテナ素子の偏波成分の別の例を説明するための図、図 9 の（b）は主たる偏波の向きを X 軸方向に向けた場合のアンテナ装置 1 0 A の指向性パターンの一例を示す図である。図 9 の（b）は衛星 1 A から地球を見た時の指向性パターンを表しており、X 軸及び Y 軸の交点が衛星 1 A の直下を示している。この例では、移相器 1 2 a によって第 1 給電位相が 0° に設定され、移相器 1 2 b によって第 2 給電位相が 180° に設定され、移相器 1 2 c によって第 3 給電位相が 0° に設定され、移相器 1 2 d によって第 4 給電位相が 180° に設定される。

[0062] この場合、図 9 の（a）に示されるように、偏波成分 A 1 及び偏波成分 A 2 は互いに逆相であり、アンテナ素子 1 1 a から平面 P までの距離とアンテナ

ナ素子 11b から平面 P までの距離とが互いに等しいので、偏波成分 A1 及び偏波成分 A2 は平面 P において互いに打ち消し合う。また、偏波成分 A3 及び偏波成分 A4 は互いに逆相であり、アンテナ素子 11c から平面 P までの距離とアンテナ素子 11d から平面 P までの距離とが互いに等しいので、偏波成分 A3 及び偏波成分 A4 は平面 P において互いに打ち消し合う。一方、偏波成分 B1、偏波成分 B2、偏波成分 B3 及び偏波成分 B4 は互いに同相であるので、平面 P において、合成波の X 軸方向の偏波成分 B は、偏波成分 B1、偏波成分 B2、偏波成分 B3 及び偏波成分 B4 の和となる。その結果、平面 P においては偏波成分 B のみが残るので、アンテナ装置 10A の主たる偏波の向き、つまり、衛星 1A の主たる偏波の向きは X 軸方向（+X 方向）となる。

[0063] 地上局の偏波は垂直偏波であり、地球は +Z 方向にあるので、X 軸方向では衛星 1A の偏波と地上局の偏波とが一致する。このため、X 軸方向の電波の受信感度は大きくなる。一方、Y 軸方向では、衛星 1A の偏波と地上局の偏波とが直交するので、Y 軸方向の電波の受信感度は小さくなる。その結果、図 9 の（b）に示される指向性パターンが得られる。

[0064] 図 10 の（a）は、主たる偏波の向きを X 軸方向及び Y 軸方向以外の方向に向けた場合のアンテナ装置 10A の指向性パターンの一例を示す図である。図 10 の（a）は衛星 1A から地球を見た時の指向性パターンを表しており、X 軸及び Y 軸の交点が衛星 1A の直下を示している。この例では、移相器 12a によって第 1 給電位相が ϕ に設定され、移相器 12b によって第 2 給電位相が 180° に設定され、移相器 12c によって第 3 給電位相が 0° に設定され、移相器 12d によって第 4 給電位相が $180^\circ + \phi$ に設定される。

[0065] この場合、図 9 に示される例に対して、第 1 給電位相及び第 4 給電位相が ϕ 大きい。つまり、第 1 給電位相と第 4 給電位相とが互いに逆相に設定され、第 2 給電位相と第 3 給電位相とが互いに逆相に設定される。上述のとおり、 $\phi = 0^\circ$ では、平面 P において +X 方向の偏波成分のみが残るが、 ϕ を 0

° から大きくしていくと、 $-Y$ 方向の偏波成分が徐々に増加し、 $+X$ 方向の偏波成分と $-Y$ 方向の偏波成分とが存在する状態に変化する。この $+X$ 方向の偏波成分及び $-Y$ 方向の偏波成分を合成すると、 $X-Y$ 平面上のある1つの方向の偏波成分となる。 ϕ を変化させると、 $+X$ 方向の偏波成分の大きさと $-Y$ 方向の偏波成分の大きさとの比率が変化するので、偏波の向きが変化する。つまり、 ϕ を 0° から大きくすると、 $+X$ 方向の偏波成分の大きさが小さくなり、 $-Y$ 方向の偏波成分の大きさが大きくなるので、偏波の向きが $-Y$ 側に傾斜（回転）する。その結果、 ϕ の大きさに応じてアンテナ装置10Aの主たる偏波が $+X$ 方向から $-Y$ 側に傾斜する。具体的には、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きと $+X$ 方向との成す角度 θ は、 $(\phi/2)$ となる。このようにして、図9の（b）に示される指向性パターンを、 X 軸及び Y 軸の交点を中心として $-Y$ 側に $\phi/2$ 回転させた指向性パターンが得られる。

[0066] つまり、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きは、 $\phi = 0^\circ$ で $+X$ 方向であり、 ϕ を 0° から 180° に徐々に変化させると、 $+X$ 方向から $-Y$ 方向に向かって徐々に傾斜し、 $\phi = 180^\circ$ で $-Y$ 方向となる。このように、指向性が強い部分が $+X$ 方向から $-Y$ 側に $(\phi/2)$ 傾斜した方向に生じる。図10の（a）に示される例は、 $\phi = 90^\circ$ としたときの指向性パターンである。 ϕ を 180° からさらに増加させると、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きは、 $-Y$ 方向から $-X$ 方向に向かって傾斜し、 $\phi = 360^\circ$ で $-X$ 方向となる。つまり、 ϕ の値に応じて、図9の（b）に示される指向性パターンが、 $X-Y$ 平面において X 軸と Y 軸との交点を中心として反時計回りに回転する。

[0067] 図10の（b）は、主たる偏波の向きを X 軸方向及び Y 軸方向以外の方向に向けた場合のアンテナ装置10Aの指向性パターンの別の例を示す図である。図10の（b）は衛星1Aから地球を見た時の指向性パターンを表しており、 X 軸及び Y 軸の交点が衛星1Aの直下を示している。この例では、移相器12aによって第1給電位相が $-\phi$ に設定され、移相器12bによって

第2給電位相が 180° に設定され、移相器12cによって第3給電位相が 0° に設定され、移相器12dによって第4給電位相が $180^\circ - \phi$ に設定される。

[0068] この場合、図9に示される例に対して、第1給電位相及び第4給電位相が ϕ 小さい。上述のとおり、 $\phi = 0^\circ$ では、平面Pにおいて+X方向の偏波成分のみが残るが、 ϕ を 0° から大きくしていくと、+Y方向の偏波成分が徐々に増加し、+X方向の偏波成分と+Y方向の偏波成分とが存在する状態に変化する。この+X方向の偏波成分及び+Y方向の偏波成分を合成すると、X-Y平面上のある1つの方向の偏波成分となる。 ϕ を変化させると、+X方向の偏波成分の大きさと+Y方向の偏波成分の大きさとの比率が変化するので、偏波の向きが変化する。つまり、 ϕ を 0° から大きくすると、+X方向の偏波成分の大きさが小さくなり、+Y方向の偏波成分の大きさが大きくなるので、偏波の向きが+Y側に傾斜（回転）する。その結果、 ϕ の大きさに応じてアンテナ装置10Aの主たる偏波が+X方向から+Y側に傾斜する。具体的には、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きと+X方向との成す角度 θ は、 $(\phi/2)$ となる。このようにして、図9の(b)に示される指向性パターンを、X軸及びY軸の交点を中心として+Y側に $\phi/2$ 回転させた指向性パターンが得られる。

[0069] つまり、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きは、 $\phi = 0^\circ$ で+X方向であり、 ϕ を 0° から 180° に徐々に変化させると、+X方向から+Y方向に向かって徐々に傾斜し、 $\phi = 180^\circ$ で+Y方向となる。このように、指向性が強い部分が+X方向から+Y側に $(\phi/2)$ 傾斜した位置に生じる。図10の(b)に示される例は、 $\phi = 90^\circ$ としたときの指向性パターンである。 ϕ を 180° からさらに増加させると、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きは、+Y方向から-X方向に向かって傾斜し、 $\phi = 360^\circ$ で-X方向となる。つまり、 ϕ の値に応じて、図9の(b)に示される指向性パターンが、X-Y平面においてX軸とY軸との交点を中心として時計回りに回転する。

[0070] なお、第1給電位相及び第4給電位相が可変制御されるとして説明したが、第1給電位相と第4給電位相とが互いに逆相であり、第2給電位相と第3給電位相とが互いに逆相であれば、第1給電位相、第2給電位相、第3給電位相及び第4給電位相がそれぞれ可変制御されてもよい。このとき、第3給電位相に対する第1給電位相の位相差と、第2給電位相に対する第4給電位相の位相差とが等しくなる。この位相差が上述の ϕ に相当し、位相差 ϕ が正の値である場合には、位相差 ϕ に応じて、図9の(b)に示される指向性パターンが、X-Y平面においてX軸とY軸との交点を中心として反時計回りに回転する。一方、上記位相差 ϕ が負の値である場合には、位相差 ϕ に応じて、図9の(b)に示される指向性パターンが、X-Y平面においてX軸とY軸との交点を中心として時計回りに回転する。

[0071] 図11の(a)は、指向性を-Y方向にチルトした場合のアンテナ装置10Aの指向性パターンの一例を示す図である。図11の(a)は衛星1Aから地球を見た時の指向性パターンを表しており、X軸及びY軸の交点が衛星1Aの直下を示している。この例では、移相器12aによって第1給電位相が 0° に設定され、移相器12bによって第2給電位相が 180° に設定され、移相器12cによって第3給電位相が ϕ に設定され、移相器12dによって第4給電位相が $180^\circ + \phi$ に設定される。

[0072] この場合、第1給電位相と第2給電位相とが互いに逆相であり、第3給電位相と第4給電位相とが互いに逆相であるので、アンテナ装置10Aの主たる偏波の向きはX軸方向(+X方向)となる。そして、第1給電位相よりも第3給電位相が ϕ 大きく、第2給電位相よりも第4給電位相が ϕ 大きい。このとき、Z軸方向において、アンテナ素子11a及びアンテナ素子11bからの電波に対してアンテナ素子11c及びアンテナ素子11dからの電波は位相が $+\phi$ 進む。また、-Y方向側に $+\theta$ の角度を成す方向では、アンテナ素子11a及びアンテナ素子11bからの距離よりもアンテナ素子11c及びアンテナ素子11dからの距離が大きくなるので、アンテナ素子11a及びアンテナ素子11bからの電波の位相に対してアンテナ素子11c及びア

ンテナ素子 11d からの電波の位相が遅れる。X 軸と角度 θ_1 を成す方向 L1 及び X 軸と角度 θ_2 を成す方向 L2 において、この距離の差による位相差が $-\phi$ となり、給電による位相差 $+\phi$ と打ち消しあうことにより、アンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b からの電波とアンテナ素子 11c 及びアンテナ素子 11d からの電波の位相差がなくなるので、指向性が方向 L1 及び方向 L2 に向く。

[0073] その結果、 ϕ の大きさに応じてアンテナ装置 10A の指向性が $-Y$ 側にチルトされる。つまり、 $\phi = 0^\circ$ で図 9 の (b) に示される指向性パターンと同様の指向性パターンが得られるが、 ϕ を 0° から徐々に大きくすると、図 11 の (a) に示されるように、図 9 の (b) に示される指向性パターンの $+X$ 方向のパターンが $-Y$ 方向に角度 θ_1 傾いて方向 L1 に向き、図 9 の (b) に示される指向性パターンの $-X$ 方向のパターンが $-Y$ 方向に角度 θ_2 傾いて方向 L2 に向く。このように、 ϕ の値に比例してアンテナ装置 10A の指向性が $-Y$ 方向にチルトされる。

[0074] 図 11 の (b) は、指向性を $+Y$ 方向にチルトした場合のアンテナ装置 10A の指向性パターンの一例を示す図である。図 11 の (b) は衛星 1A から地球を見た時の指向性パターンを表しており、X 軸及び Y 軸の交点が衛星 1A の直下を示している。この例では、移相器 12a によって第 1 給電位相が 0° に設定され、移相器 12b によって第 2 給電位相が 180° に設定され、移相器 12c によって第 3 給電位相が $-\phi$ に設定され、移相器 12d によって第 4 給電位相が $180^\circ - \phi$ に設定される。

[0075] この場合、第 1 給電位相と第 2 給電位相とが互いに逆相であり、第 3 給電位相と第 4 給電位相とが互いに逆相であるので、アンテナ装置 10A の主たる偏波の向きは X 軸方向 ($+X$ 方向) となる。そして、第 1 給電位相が第 3 給電位相よりも ϕ 大きく、第 2 給電位相が第 4 給電位相よりも ϕ 大きい。このとき、Z 軸方向において、アンテナ素子 11a 及びアンテナ素子 11b からの電波に対してアンテナ素子 11c 及びアンテナ素子 11d からの電波は位相が $-\phi$ 遅れる。また、 $+Y$ 方向側に $+\theta$ の角度を成す方向では、アンテ

ナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b からの距離よりもアンテナ素子 1 1 c 及びアンテナ素子 1 1 d からの距離が小さくなるので、アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b からの電波の位相に対してアンテナ素子 1 1 c 及びアンテナ素子 1 1 d からの電波の位相が進む。X 軸と角度 θ_3 を成す方向 L 3 及び X 軸と角度 θ_4 を成す方向 L 4 において、この距離の差による位相差が $+\phi$ となり、給電による位相差 $-\phi$ と打ち消しあうことにより、アンテナ素子 1 1 a 及びアンテナ素子 1 1 b からの電波とアンテナ素子 1 1 c 及びアンテナ素子 1 1 d からの電波の位相差がなくなるので、指向性が方向 L 3 及び方向 L 4 に向く。

[0076] その結果、 ϕ の大きさに応じてアンテナ装置 1 0 A の指向性が +Y 側にチルトされる。つまり、 $\phi = 0^\circ$ で図 9 の (b) に示される指向性パターンと同様の指向性パターンが得られるが、 ϕ を 0° から徐々に大きくすると、図 1 1 の (b) に示されるように、図 9 の (b) に示される指向性パターンの +X 方向のパターンが +Y 方向に角度 θ_3 傾いて方向 L 3 に向き、図 9 の (b) に示される指向性パターンの -X 方向のパターンが +Y 方向に角度 θ_4 傾いて方向 L 4 に向く。このように、 ϕ の値に比例してアンテナ装置 1 0 A の指向性が +Y 方向にチルトされる。

[0077] なお、第 3 給電位相及び第 4 給電位相が可変制御されるとして説明したが、第 1 給電位相と第 2 給電位相とが互いに逆相であり、第 3 給電位相と第 4 給電位相とが互いに逆相であれば、第 1 給電位相、第 2 給電位相、第 3 給電位相及び第 4 給電位相がそれぞれ可変制御されてもよい。このとき、第 1 給電位相に対する第 3 給電位相の位相差と、第 2 給電位相に対する第 4 給電位相の位相差と、が互いに等しくなる。この位相差が上述の ϕ に相当し、位相差 ϕ が正の値である場合には、位相差 ϕ に応じて、図 9 の (b) に示される指向性パターンが、-Y 方向にチルトされる。一方、上記位相差 ϕ が負の値である場合には、位相差 ϕ に応じて、図 9 の (b) に示される指向性パターンが、+Y 方向にチルトされる。

[0078] 図 1 2 は、指向性を +X 方向にチルトした場合のアンテナ装置 1 0 A の指

向性パターンの一例を示す図である。図 12 は衛星 1 A から地球を見た時の指向性パターンを表しており、X 軸及び Y 軸の交点が衛星 1 A の直下を示している。この例では、移相器 12 a によって第 1 給電位相が 0° に設定され、移相器 12 b によって第 2 給電位相が $180^\circ + \phi$ に設定され、移相器 12 c によって第 3 給電位相が 0° に設定され、移相器 12 d によって第 4 給電位相が $180^\circ + \phi$ に設定される。

[0079] この場合、第 1 給電位相と第 3 給電位相とが互いに同相であり、第 2 給電位相と第 4 給電位相とが互いに同相である。さらに、第 1 給電位相と第 2 給電位相との位相差が $180^\circ + \phi$ であり、第 3 給電位相と第 4 給電位相との位相差が $180^\circ + \phi$ である。この場合、第 1 給電位相及び第 3 給電位相が互いに同相であり、第 2 給電位相及び第 4 給電位相が互いに同相であるので、X 軸方向において偏波成分が強められる。このため、アンテナ装置 10 A の主たる偏波の向きは X 軸方向（+X 方向）となる。そして、図 9 の（b）に示される例に対して、第 2 給電位相及び第 4 給電位相が $+\phi$ 大きいので、アンテナ装置 10 A の指向性は、この給電による位相差 $+\phi$ を打ち消す +X 方向にチルトされる。つまり、 $\phi = 0^\circ$ で図 9 の（b）に示される指向性パターンと同様の指向性パターンが得られるが、 ϕ を 0° から徐々に大きくすると、図 12 に示されるように、 ϕ の値に比例してアンテナ装置 10 A の指向性が +X 方向にチルトされる。

[0080] なお、第 2 給電位相及び第 4 給電位相が可変制御されるとして説明したが、第 1 給電位相と第 3 給電位相とが互いに同相であり、第 2 給電位相と第 4 給電位相とが互いに同相であれば、第 1 給電位相、第 2 給電位相、第 3 給電位相及び第 4 給電位相がそれぞれ可変制御されてもよい。このとき、第 1 給電位相の逆相に対する第 2 給電位相の位相差と、第 3 給電位相の逆相に対する第 4 給電位相の位相差と、が互いに等しくなる。この位相差が上述の ϕ に相当し、位相差 ϕ が正の値である場合には、位相差 ϕ に応じて、図 9 の（b）に示される指向性パターンが、+X 方向にチルトされる。一方、上記位相差 ϕ が負の値である場合には、位相差 ϕ に応じて、図 9 の（b）に示される

指向性パターンが、 $-X$ 方向にチルトされる。

[0081] 以上のように、アンテナ装置 10A によれば、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに同相である場合には、アンテナ素子 11a の偏波成分 A1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 A2 とが互いに強め合い、アンテナ素子 11a の偏波成分 B1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 B2 とが互いに弱め合う。同様に、第 3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに同相である場合には、アンテナ素子 11c の偏波成分 A3 とアンテナ素子 11d の偏波成分 A4 とが互いに強め合い、アンテナ素子 11c の偏波成分 B3 とアンテナ素子 11d の偏波成分 B4 とが互いに弱め合う。また、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 3 給電位相（第 3 合成位相）が互いに逆相である場合には、アンテナ素子 11a の偏波成分 A1 とアンテナ素子 11c の偏波成分 A3 とが互いに強め合い、アンテナ素子 11a の偏波成分 B1 とアンテナ素子 11c の偏波成分 B3 とが互いに弱め合う。さらに、第 2 給電位相（第 2 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに逆相である場合には、アンテナ素子 11b の偏波成分 A2 とアンテナ素子 11d の偏波成分 A4 とが互いに強め合い、アンテナ素子 11b の偏波成分 B2 とアンテナ素子 11d の偏波成分 B4 とが互いに弱め合う。このため、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）を互いに同相とし、第 3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）を互いに同相とし、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 3 給電位相（第 3 合成位相）を互いに逆相とし、第 2 給電位相（第 2 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）を互いに逆相とすることによって、アンテナ装置 10A の主たる偏波の向きを Y 軸方向とすることができる。

[0082] 第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに逆相である場合には、アンテナ素子 11a の偏波成分 A1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 A2 とが互いに弱め合い、アンテナ素子 11a の偏波成分 B1 とアンテナ素子 11b の偏波成分 B2 とが互いに強め合う。同様に、第

3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに逆相である場合には、アンテナ素子 1 1 c の偏波成分 A 3 とアンテナ素子 1 1 d の偏波成分 A 4 とが互いに弱め合い、アンテナ素子 1 1 c の偏波成分 B 3 とアンテナ素子 1 1 d の偏波成分 B 4 とが互いに強め合う。また、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 3 給電位相（第 3 合成位相）が互いに同相である場合には、アンテナ素子 1 1 a の偏波成分 A 1 とアンテナ素子 1 1 c の偏波成分 A 3 とが互いに弱め合い、アンテナ素子 1 1 a の偏波成分 B 1 とアンテナ素子 1 1 c の偏波成分 B 3 とが互いに強め合う。さらに、第 2 給電位相（第 2 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに同相である場合には、アンテナ素子 1 1 b の偏波成分 A 2 とアンテナ素子 1 1 d の偏波成分 A 4 とが互いに弱め合い、アンテナ素子 1 1 b の偏波成分 B 2 とアンテナ素子 1 1 d の偏波成分 B 4 とが互いに強め合う。このため、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）を互いに逆相とし、第 3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）を互いに逆相とし、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 3 給電位相（第 3 合成位相）を互いに同相とし、第 2 給電位相（第 2 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）を互いに同相とすることによって、アンテナ装置 1 0 A の主たる偏波の向きを X 軸方向とすることができる。

[0083] さらに、第 1 給電位相（第 1 合成位相）と第 4 給電位相（第 4 合成位相）とが互いに逆相となるように調整され、第 2 給電位相（第 2 合成位相）と第 3 給電位相（第 3 合成位相）とが互いに逆相となるように調整され得る。この場合、第 3 給電位相（第 3 合成位相）に対する第 1 給電位相（第 1 合成位相）の位相差 ϕ と、第 2 給電位相（第 2 合成位相）に対する第 4 給電位相（第 4 合成位相）の位相差 ϕ とが等しくなる。この位相差 ϕ に応じて、X 軸方向の偏波成分の大きさと Y 軸方向の偏波成分の大きさとの比率が変化する。このため、アンテナ装置 1 0 A の主たる偏波の向きと X 軸方向とが成す角度を、位相差 ϕ に応じた角度に調整することが可能となる。その結果、アンテナ装置 1 0 A の主たる偏波の向きを、X-Y 平面において所望の方向とする

ことが可能となる。つまり、アンテナ装置 10A によれば、アンテナ素子 11a、アンテナ素子 11b、アンテナ素子 11c 及びアンテナ素子 11d を含む平面内の所望の方向に、アンテナ装置 10A の偏波の向きを制御することが可能となる。これにより、通信可能なエリアを意図する向きに制御することができ、衛星 1A によって受信される信号の輻輳を防止することが可能となる。また、アンテナ装置 10A はアンテナ素子としてアンテナ素子 11a とアンテナ素子 11b とアンテナ素子 11c とアンテナ素子 11d とを備えていればよいので、フェイズドアレイアンテナと比較してアンテナ素子の数を減らすことができる。その結果、通信効率を低下させることなく、小型化及び軽量化が可能となる。

[0084] さらに、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 2 給電位相（第 2 合成位相）が互いに逆相に調整され、第 3 給電位相（第 3 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに逆相に調整され得る。この場合、アンテナ装置 10A の主たる偏波の向きは X 軸方向（+X 方向）となる。そして、第 1 給電位相（第 1 合成位相）に対する第 3 給電位相（第 3 合成位相）の位相差 ϕ と、第 2 給電位相（第 2 合成位相）に対する第 4 給電位相（第 4 合成位相）の位相差 ϕ と、が互いに等しくなる。このとき、アンテナ装置 10A の指向性は、この位相差 ϕ を打ち消す方向にチルトする。位相差 ϕ は Y 軸方向に生じるので、X 軸方向に向いている指向性を、位相差 ϕ に応じて Y 軸方向にチルトさせることが可能となる。

[0085] また、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 3 給電位相（第 3 合成位相）が互いに同相に調整され、第 2 給電位相（第 2 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに同相に調整され得る。この場合、第 1 給電位相（第 1 合成位相）及び第 3 給電位相（第 3 合成位相）が互いに同相であり、第 2 給電位相（第 2 合成位相）及び第 4 給電位相（第 4 合成位相）が互いに同相であるので、X 軸方向において偏波成分が強められる。このため、アンテナ装置 10A の主たる偏波の向きは X 軸方向となる。そして、第 1 給電位相（第 1 合成位相）に対する第 2 給電位相（第 2 合成位相）の位相差と、第 3

給電位相（第3合成位相）に対する第4給電位相（第4合成位相）の位相差と、が互いに等しくなり、その位相差は $180^\circ + \phi$ と表し得る。このとき、アンテナ装置10Aの指向性は、この ϕ を打ち消す方向にチルトする。位相差 $180^\circ + \phi$ は、X軸方向に生じるので、+X方向及び-X方向に均等に向いている指向性を、 ϕ に応じて+X方向または-X方向のいずれかにチルトさせることが可能となる。

[0086] 第1実施形態と同様に、船舶密集域に存在する船舶から送信される電波の偏波と衛星1A（アンテナ装置10A）の偏波とが直交するように、衛星1Aの偏波の向きが調整される。これにより、船舶密集域に対してアンテナ装置10Aの感度を下げることができ、衛星1Aが受信するAIS信号の信号数を減らすことができる。その結果、AIS信号の受信率を改善することが可能となる。

[0087] アンテナ素子11a、アンテナ素子11b、アンテナ素子11c及びアンテナ素子11dとして、逆F型アンテナが用いられ得る。このため、アンテナ素子11a、アンテナ素子11b、アンテナ素子11c及びアンテナ素子11dを小型化及び軽量化することができ、アンテナ装置10Aのさらなる小型化及び軽量化が可能となる。その結果、アンテナ装置10Aの衛星1Aへの搭載性が向上する。

[0088] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。例えば、上記実施形態では、アンテナ装置10、10Aは、衛星に搭載されているが、これに限られない。アンテナ装置10、10Aは、小型UAV（Unmanned Aerial Vehicle、無人飛行機）、及び小型成層圏プラットフォーム等の飛翔体に搭載されてもよい。

[0089] アンテナ装置10は2つのアンテナ素子を備え、アンテナ装置10Aは4つのアンテナ素子を備えているが、これに限られない。アンテナ装置10、10Aは、中心線C1に対して線対称に配置される一対のアンテナ素子を単位として、さらなるアンテナ素子を備えてもよい。この場合、アンテナ素子の数が多いほど、アンテナ装置10、10Aの指向性を鋭くすることが可能

となる。

[0090] また、アンテナ装置 10、10Aは、VHF帯の電波の送信及び受信を行っているが、VHF帯の電波の送信のみ行ってもよく、VHF帯の電波の受信のみ行ってもよい。

[0091] また、移相器 12a、移相器 12b、移相器 12c及び移相器 12dは、1つの移相器 12として構成されてもよい。

[0092] また、第1給電位相（第1合成位相）、第2給電位相（第2合成位相）、第3給電位相（第3合成位相）及び第4給電位相（第4合成位相）が固定されている場合には、アンテナ装置 10、10Aは制御部 15を備えていなくてもよい。

[0093] また、制御部 15は、衛星 1、1Aの位置及び姿勢に応じて、アンテナ装置 10、10Aの偏波の向きを動的に制御してもよい。制御部 15は、例えば、衛星 1、1Aの位置及び姿勢に応じて、船舶密集域の感度が低下するようにアンテナ装置 10、10Aの偏波の向きを動的に制御してもよい。

符号の説明

- [0094] 1、1A 衛星
10、10A アンテナ装置
11a、11b、11c、11d アンテナ素子
12a、12b、12c、12d 移相器
13 分配合成器
14 送受信機
15 制御部
111 放射エレメント
111a 一端（先端）
112 短絡エレメント
113 給電エレメント
114 給電点

請求の範囲

- [請求項1] 飛翔体に搭載され、V H F 帯の電波を送受信するアンテナ装置であって、
- 給電点から先端までの部分が、第1方向の長さ成分と、前記第1方向と直交する第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第1アンテナ素子と、
- 給電点から先端までの部分が、前記第1方向の長さ成分と、前記第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第2アンテナ素子と、
- 前記第1アンテナ素子の第1給電位相及び前記第2アンテナ素子の第2給電位相、または、前記第1アンテナ素子の第1合成位相及び前記第2アンテナ素子の第2合成位相を調整することによって、前記アンテナ装置の偏波の向きを制御する移相器と、
- を備え、
- 前記第1アンテナ素子及び前記第2アンテナ素子は、前記第1給電位相及び前記第2給電位相が互いに同相であるか、または、前記第1合成位相及び前記第2合成位相が互いに同相である場合、前記第1方向において偏波成分が互いに強め合い、前記第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置される、アンテナ装置。
- [請求項2] 前記移相器は、前記第1給電位相及び前記第2給電位相を互いに同相もしくは逆相となるように調整するか、または、前記第1合成位相及び前記第2合成位相を互いに同相もしくは逆相となるように調整する、請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記第1アンテナ素子及び前記第2アンテナ素子は、逆F型アンテナである、請求項1または請求項2に記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 給電点から先端までの部分が、前記第1方向の長さ成分と、前記第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第3アンテナ素子と、

給電点から先端までの部分が、前記第1方向の長さ成分と、前記第2方向の長さ成分と、を有する形状を呈するエレメントを含む第4アンテナ素子と、

をさらに備え、

前記移相器は、前記第3アンテナ素子の第3給電位相及び前記第4アンテナ素子の第4給電位相、または、前記第3アンテナ素子の第3合成位相及び前記第4アンテナ素子の第4合成位相をさらに調整することによって、前記偏波の向きを制御し、

前記第3アンテナ素子及び前記第4アンテナ素子は、前記第3給電位相及び前記第4給電位相が互いに同相であるか、または、前記第3合成位相及び前記第4合成位相が互いに同相である場合、前記第1方向において偏波成分が互いに強め合い、前記第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置され、

前記第1アンテナ素子及び前記第3アンテナ素子は、前記第1給電位相及び前記第3給電位相が互いに逆相であるか、または、前記第1合成位相及び前記第3合成位相が互いに逆相である場合、前記第1方向において偏波成分が互いに強め合い、前記第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置され、

前記第2アンテナ素子及び前記第4アンテナ素子は、前記第2給電位相及び前記第4給電位相が互いに逆相であるか、または、前記第2合成位相及び前記第4合成位相が互いに逆相である場合、前記第1方向において偏波成分が互いに強め合い、前記第2方向において偏波成分が互いに弱め合うように配置される、請求項1～請求項3のいずれか一項に記載のアンテナ装置。

[請求項5]

前記移相器は、前記第1給電位相及び前記第4給電位相を互いに逆相となるように調整するとともに、前記第2給電位相及び前記第3給電位相を互いに逆相となるように調整するか、または、前記第1合成位相及び前記第4合成位相を互いに逆相となるように調整するととも

に、前記第2合成位相及び前記第3合成位相を互いに逆相となるように調整する、請求項4に記載のアンテナ装置。

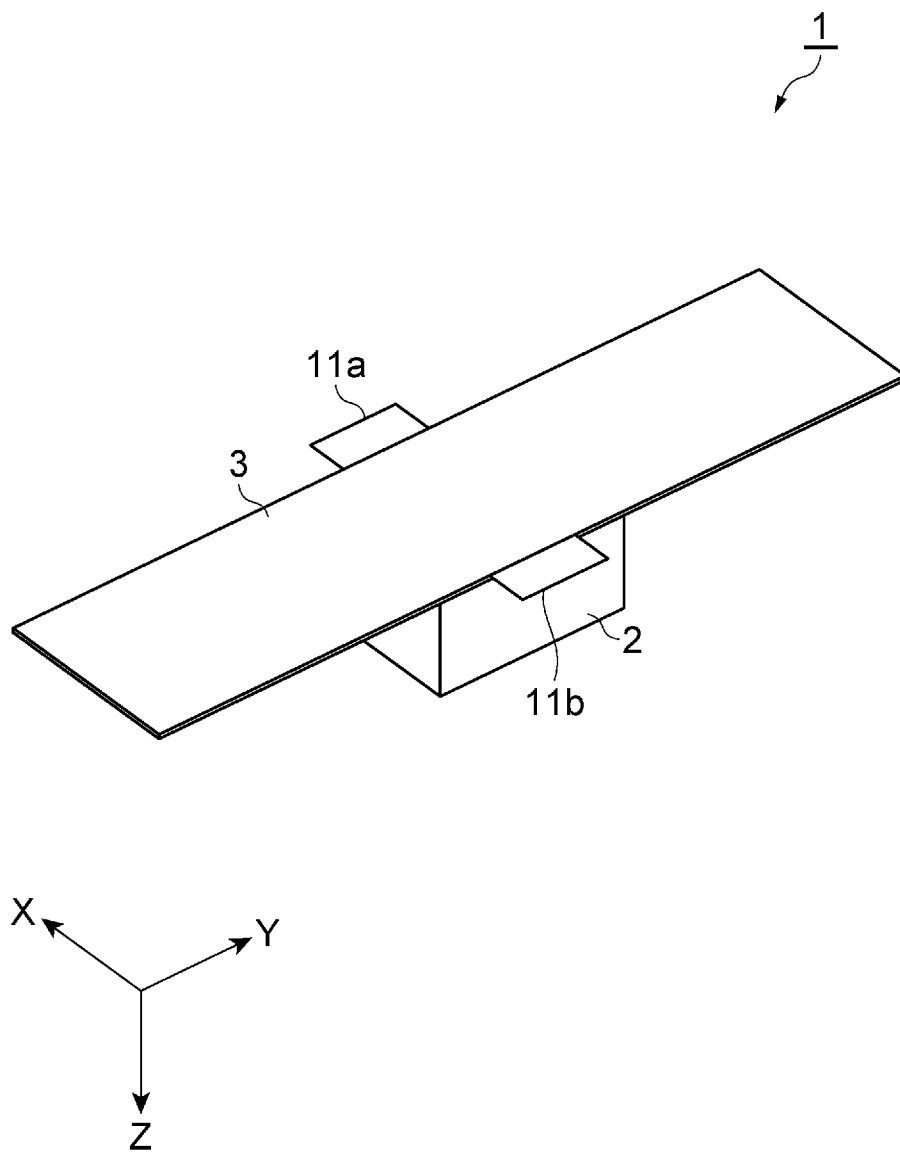
[請求項6] 前記移相器は、前記第1給電位相及び前記第2給電位相を互いに逆相となるように調整するとともに、前記第3給電位相及び前記第4給電位相を互いに逆相となるように調整するか、または、前記第1合成位相及び前記第2合成位相を互いに逆相となるように調整するとともに、前記第3合成位相及び前記第4合成位相を互いに逆相となるように調整する、請求項4に記載のアンテナ装置。

[請求項7] 前記移相器は、前記第1給電位相及び前記第3給電位相を互いに同相となるように調整するとともに、前記第2給電位相及び前記第4給電位相を互いに同相となるように調整するか、または、前記第1合成位相及び前記第3合成位相を互いに同相となるように調整するとともに、前記第2合成位相及び前記第4合成位相を互いに同相となるように調整する、請求項4に記載のアンテナ装置。

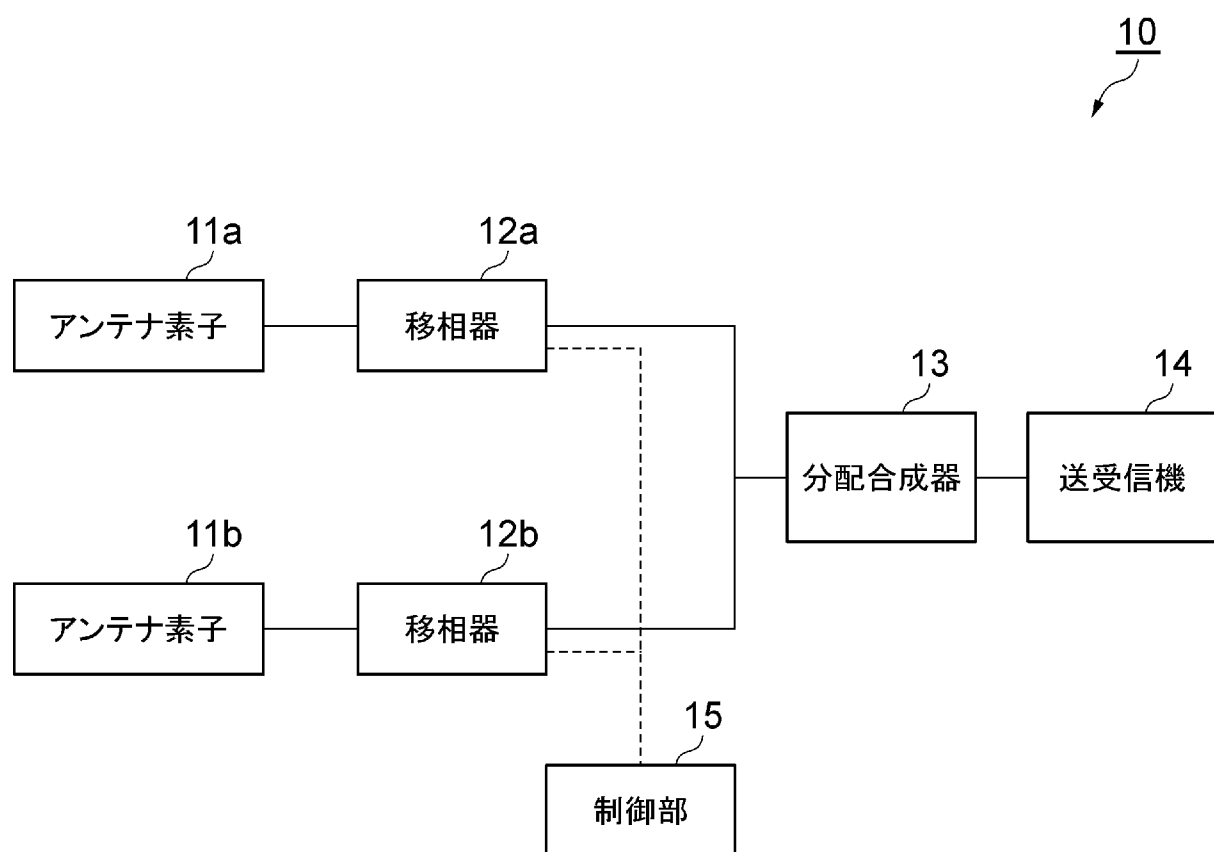
[請求項8] 前記第3アンテナ素子及び前記第4アンテナ素子は、逆F型アンテナである、請求項4～請求項7のいずれか一項に記載のアンテナ装置。

[請求項9] 前記VHF帯の電波はAIS信号を含み、
前記移相器は、船舶密集域の感度が低下するように前記偏波の向きを制御する、請求項1～請求項8のいずれか一項に記載のアンテナ装置。

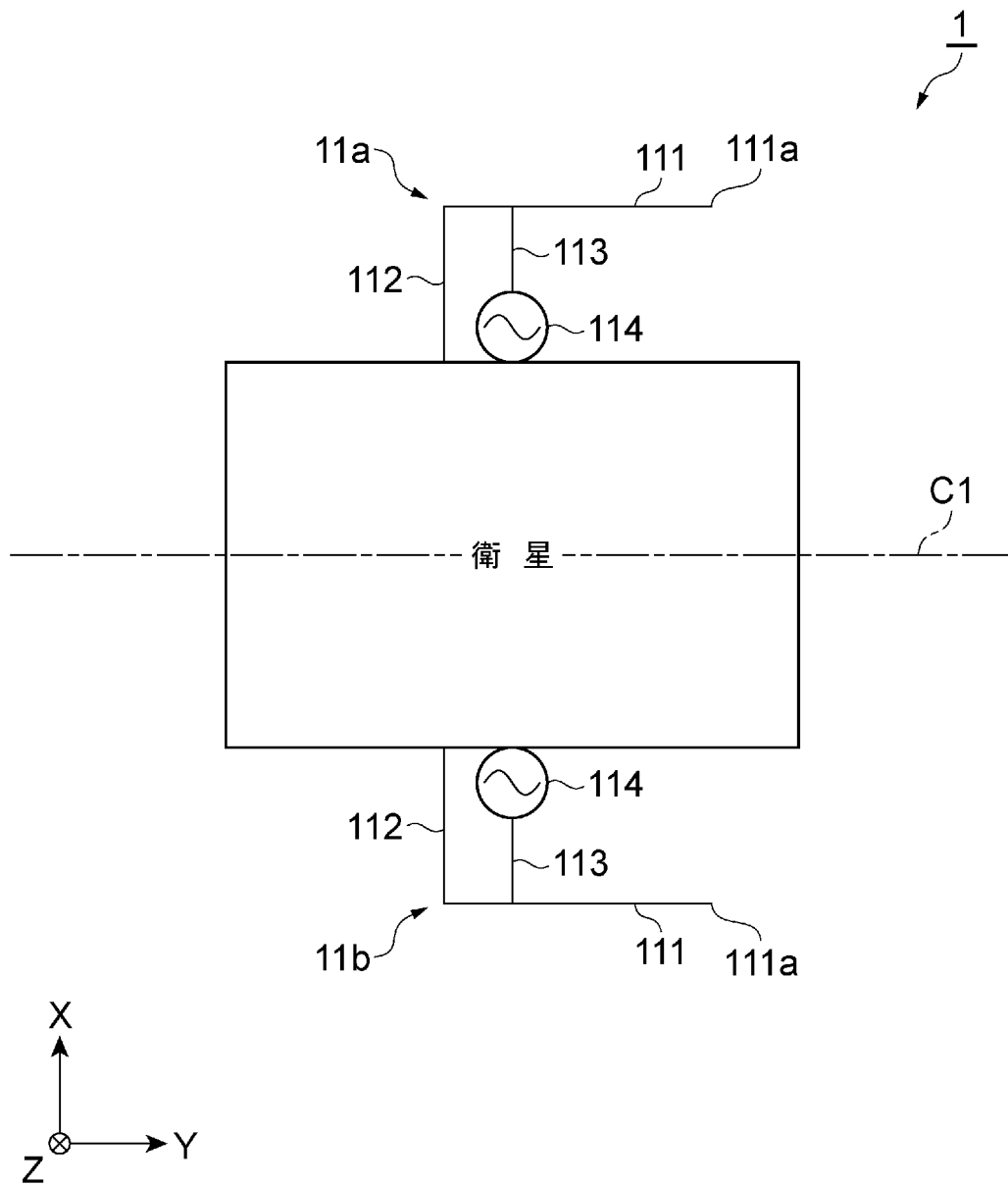
[図1]



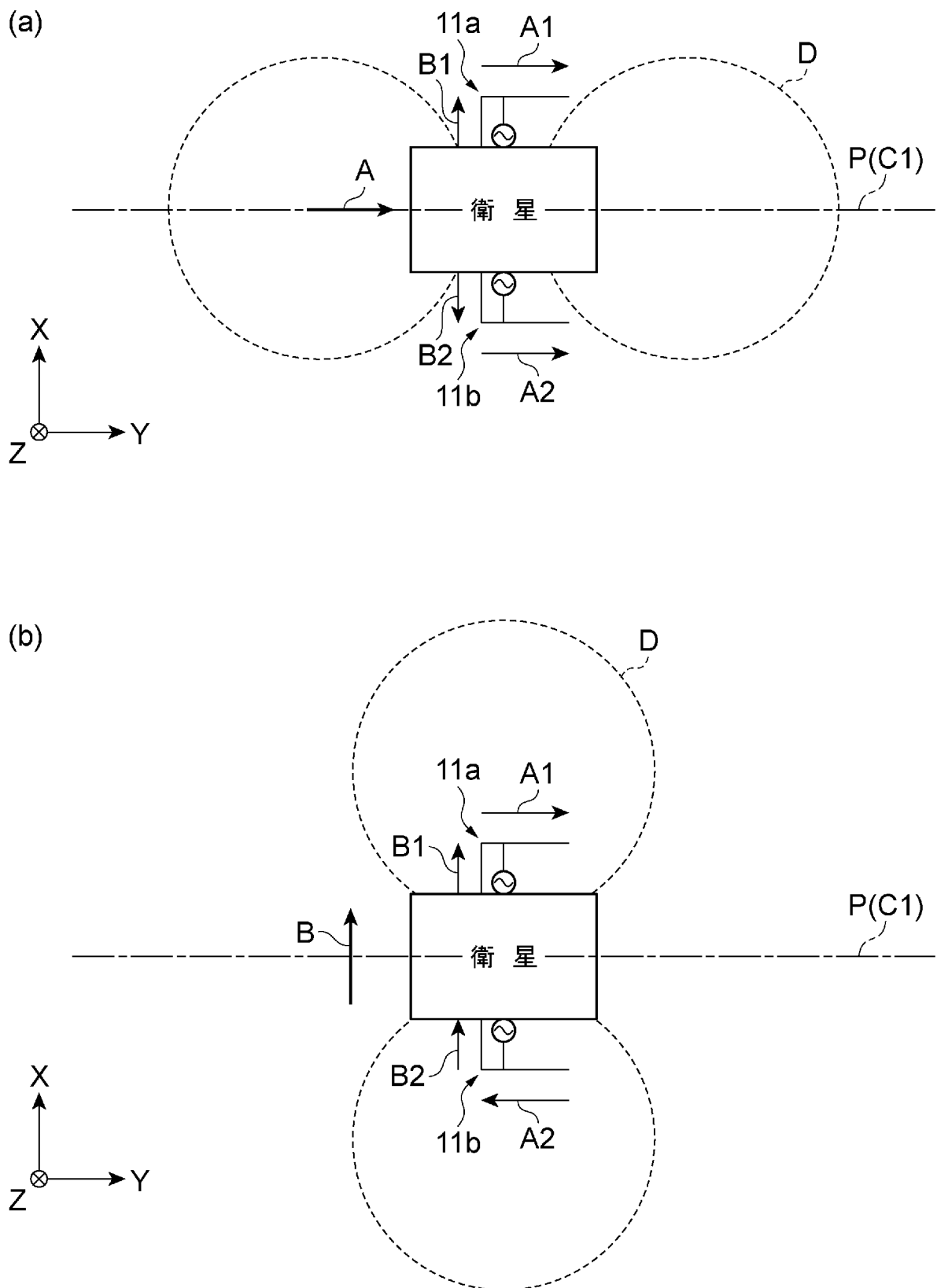
[図2]



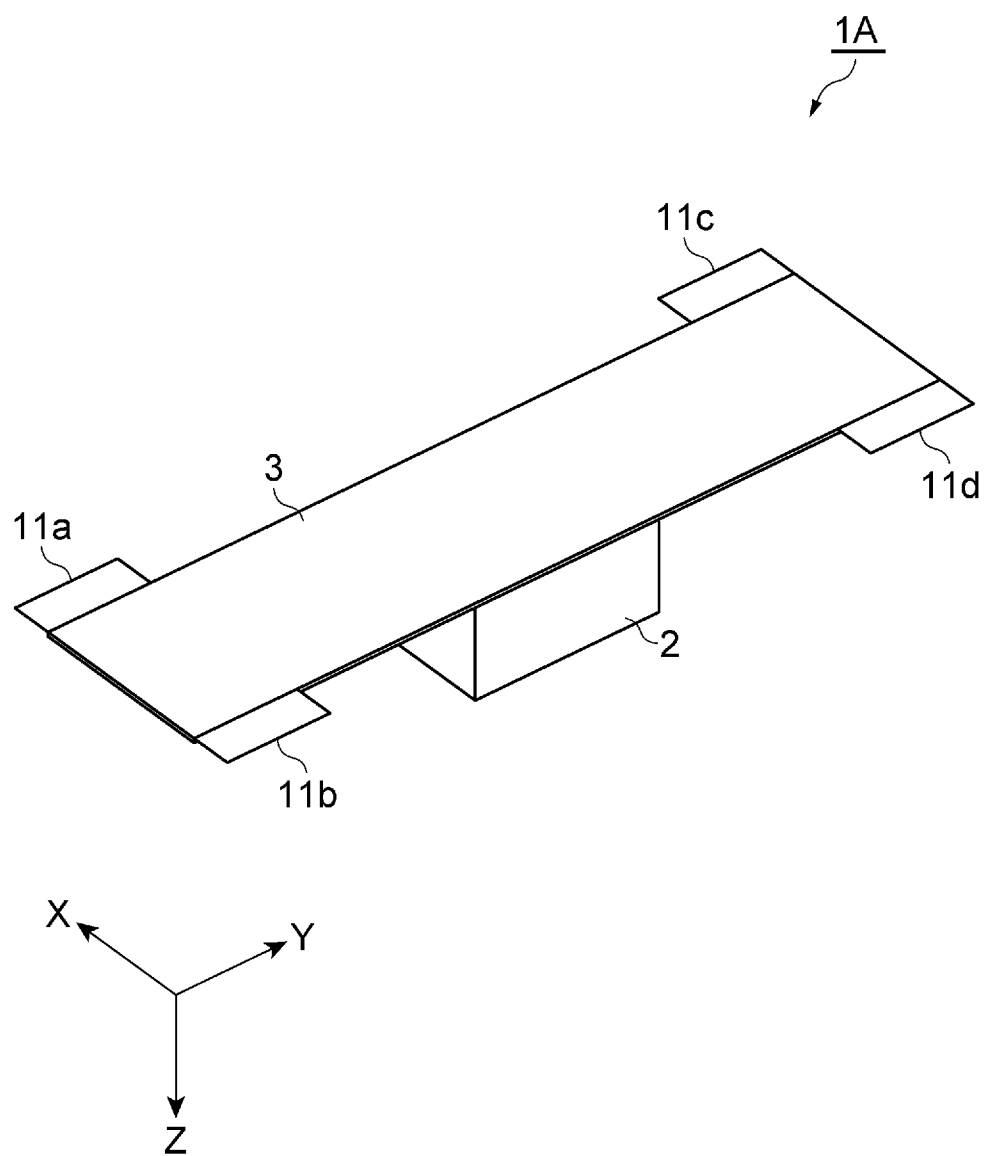
[図3]



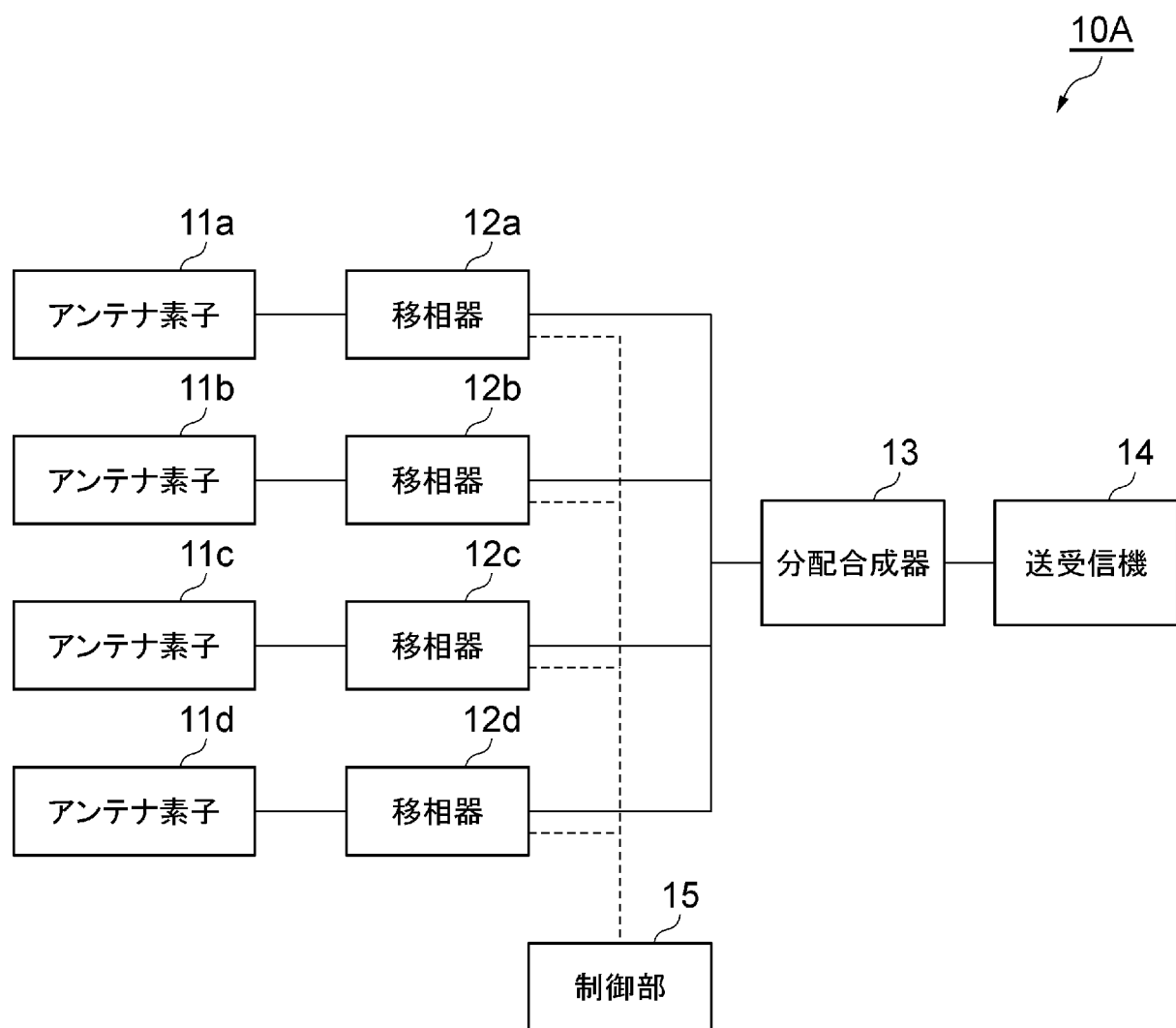
[図4]



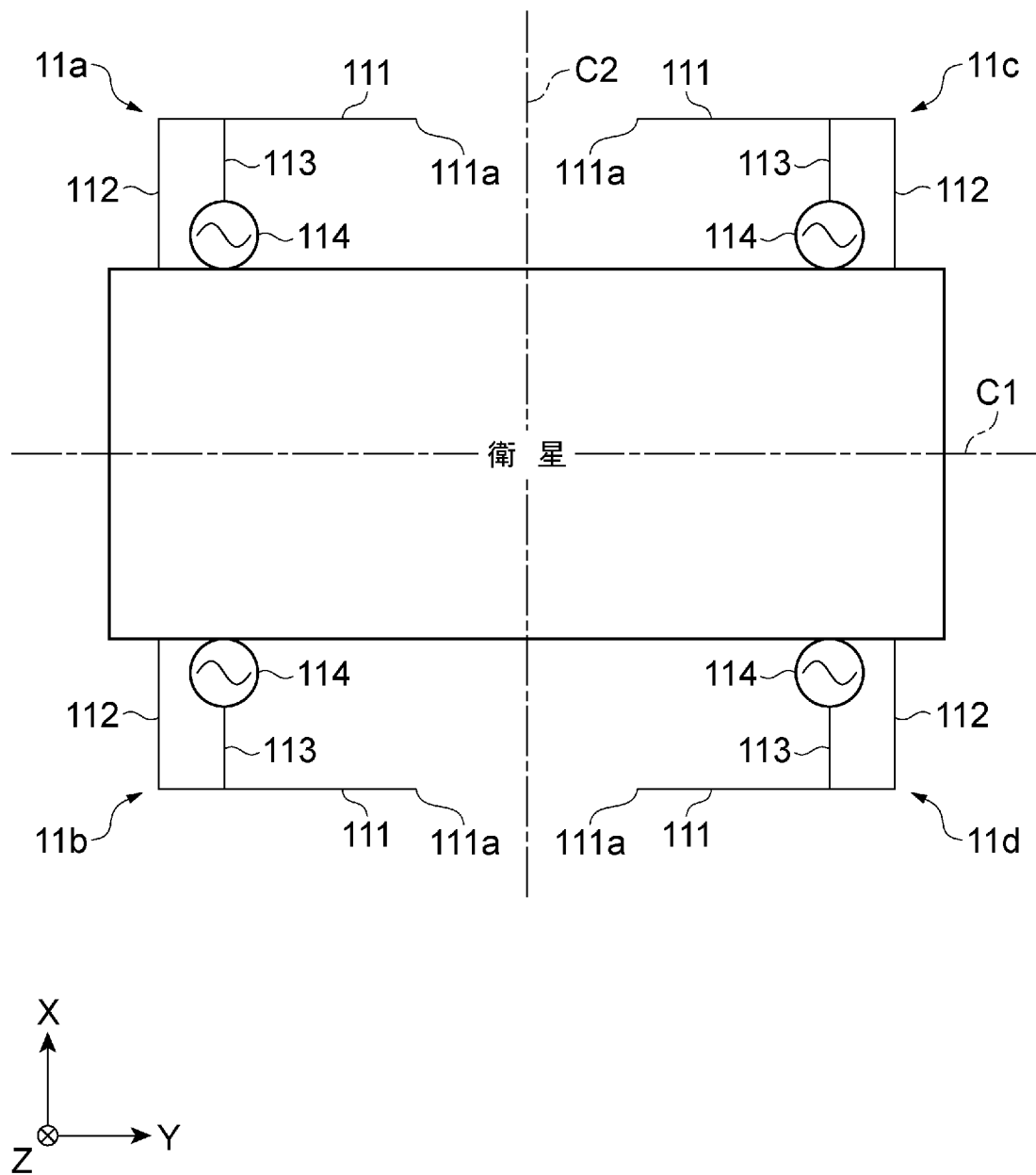
[図5]



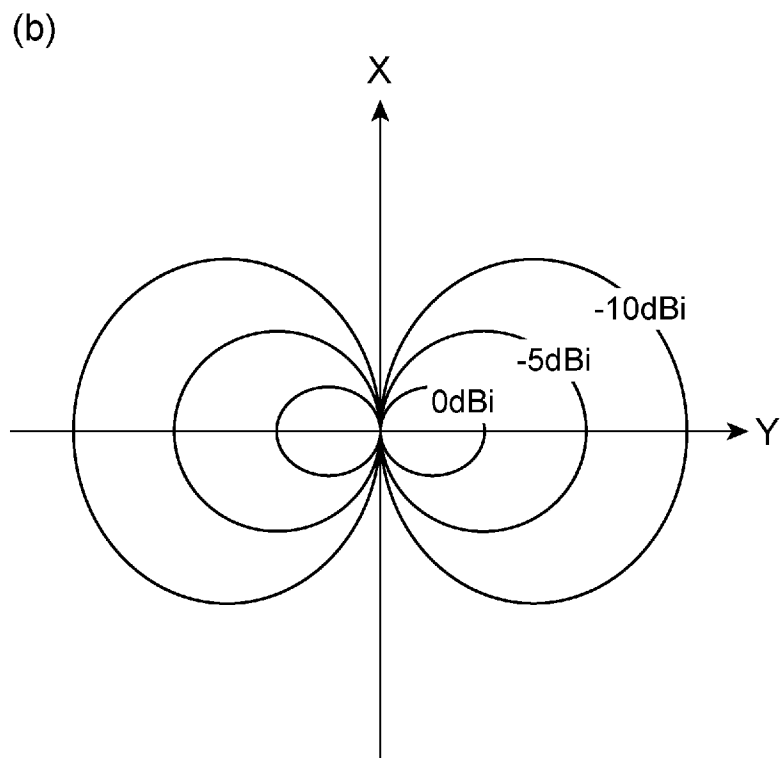
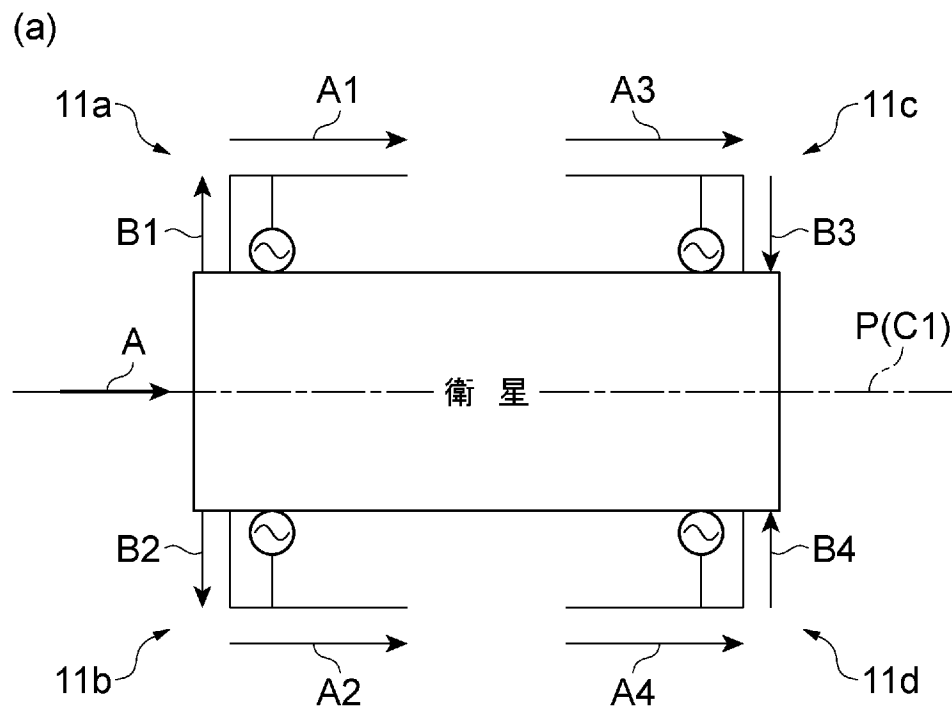
[図6]



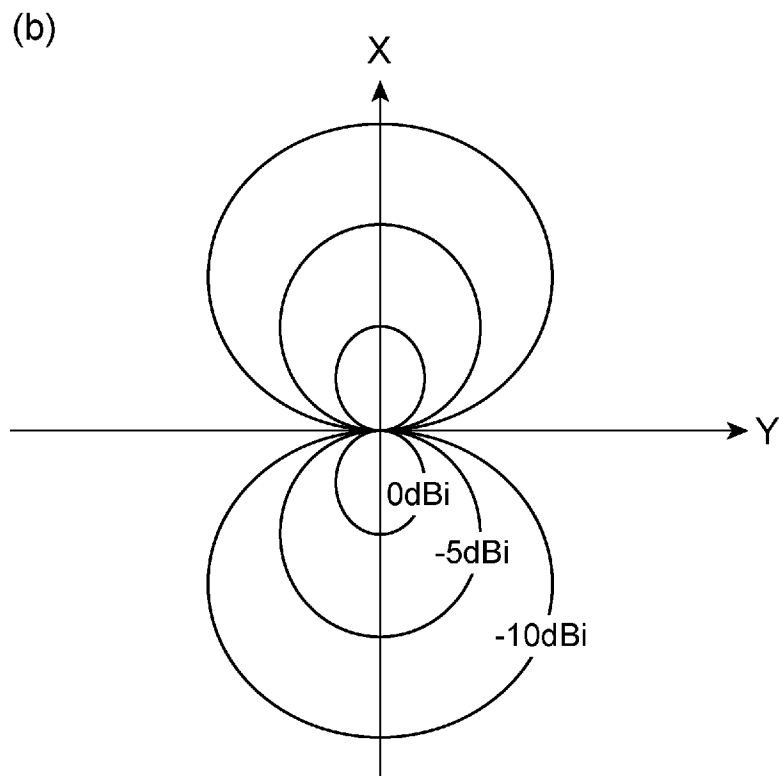
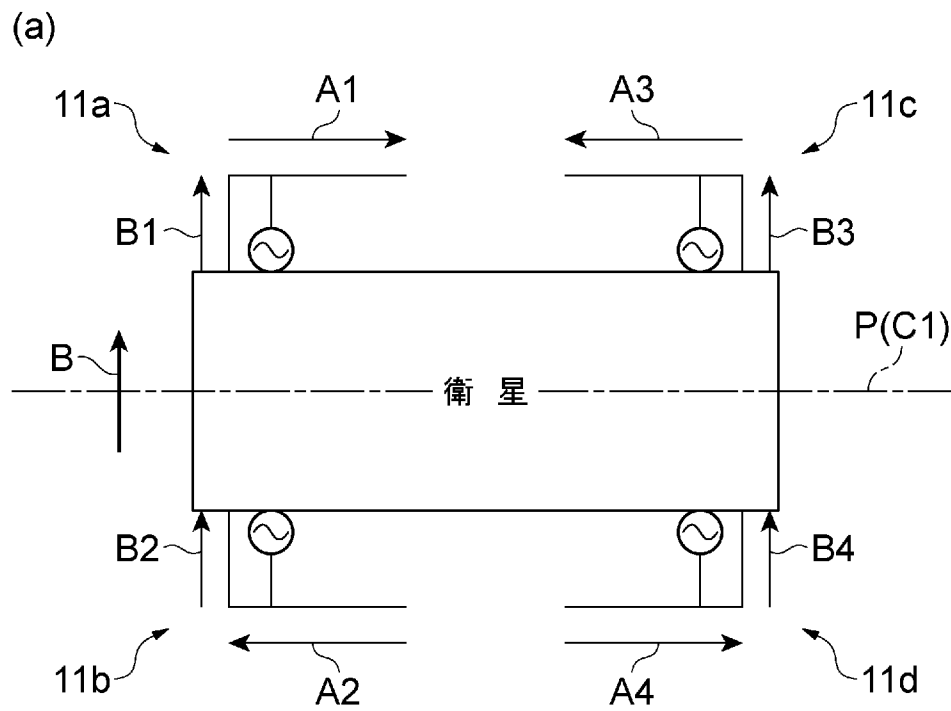
[図7]



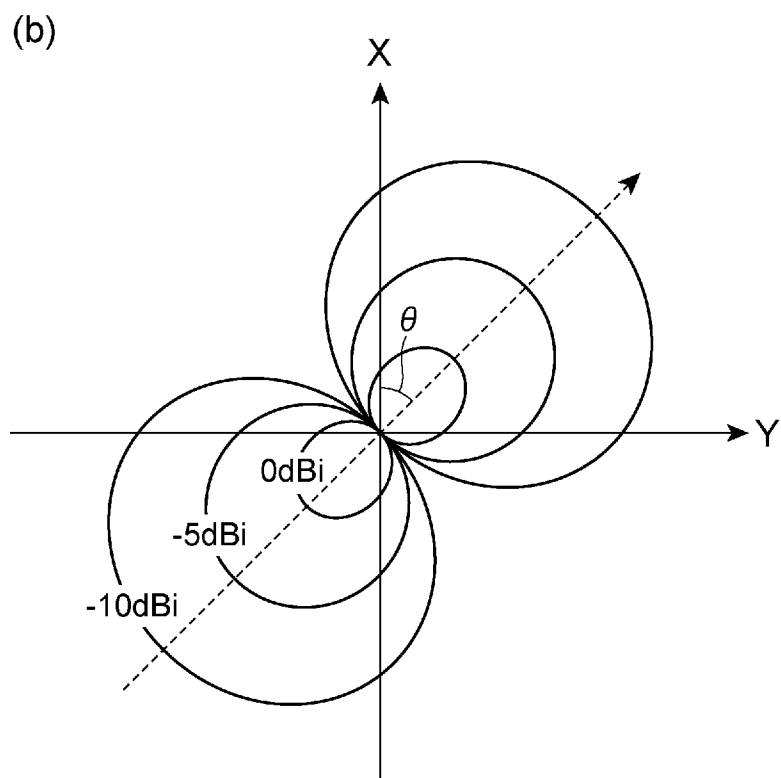
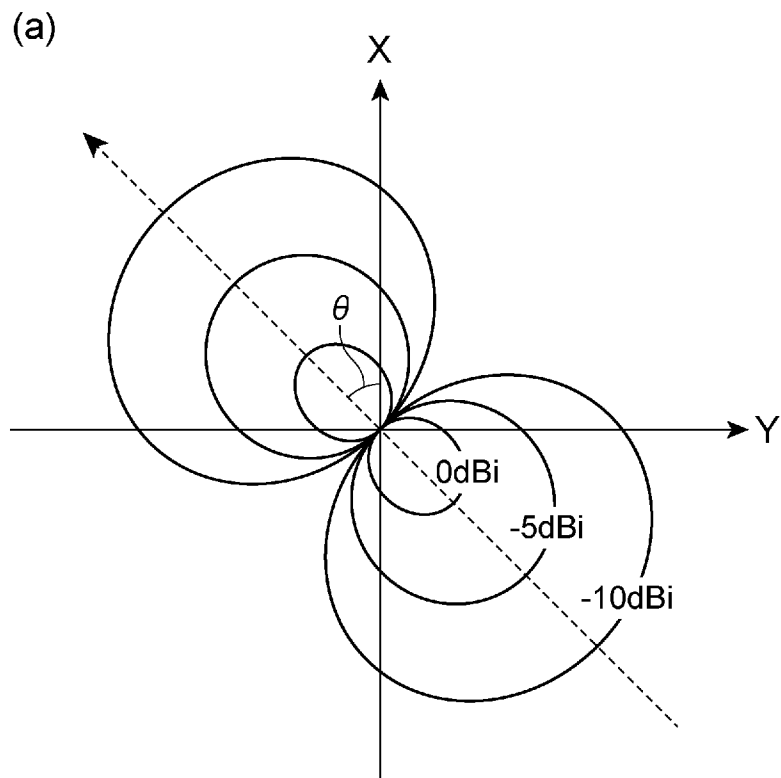
[図8]



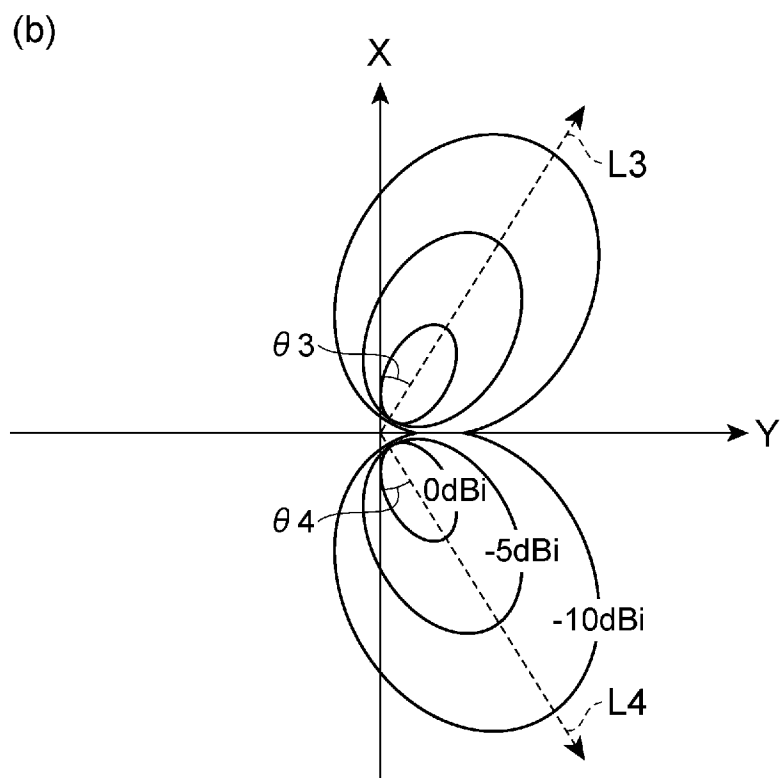
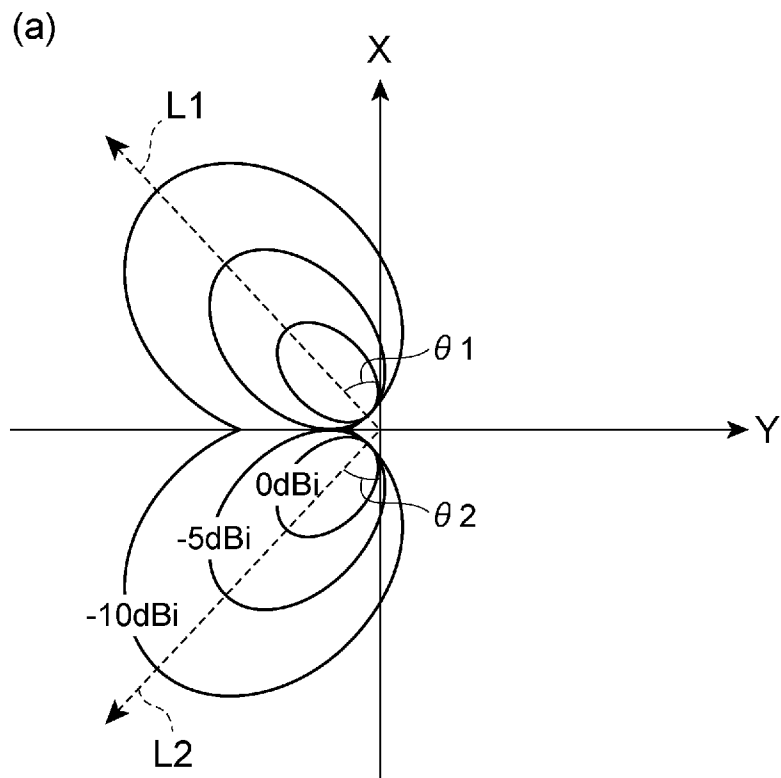
[図9]



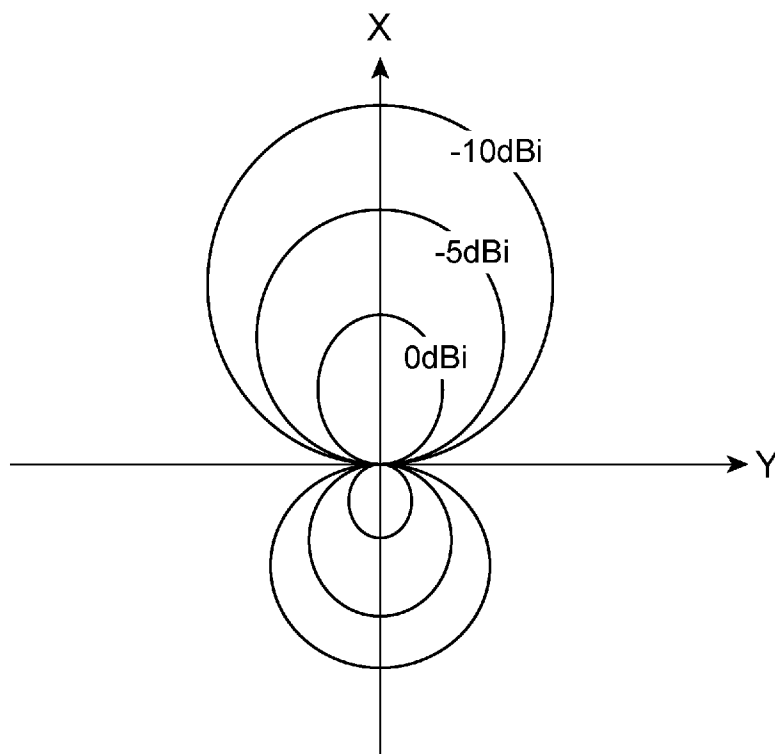
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01Q3/30(2006.01)i, H01Q1/28(2006.01)i, H01Q13/08(2006.01)i, H01Q21/06(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01Q3/30, H01Q1/28, H01Q13/08, H01Q21/06 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-284425 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 15 October 1999 (15.10.1999), paragraphs [0014] to [0025]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-3, 9 4-8
Y	JP 2014-147060 A (Electronics and Telecommunications Research Institute), 14 August 2014 (14.08.2014), paragraph [0006] & KR 10-2014-0096584 A	1-3, 9
A	JP 07-086825 A (Miyoshi Electronics Corp.), 31 March 1995 (31.03.1995), (Family: none)	1-9
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 March 2016 (02.03.16)		Date of mailing of the international search report 15 March 2016 (15.03.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q3/30(2006.01)i, H01Q1/28(2006.01)i, H01Q13/08(2006.01)i, H01Q21/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q3/30, H01Q1/28, H01Q13/08, H01Q21/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 11-284425 A（日本電信電話株式会社）1999.10.15, [0014]-[0025], 図1-3（ファミリーなし）	1-3, 9 4-8
Y	JP 2014-147060 A（韓国電子通信研究院）2014.08.14, [0006] & KR 10-2014-0096584 A	1-3, 9
A	JP 07-086825 A（ミヨシ電子株式会社）1995.03.31, （ファミリーなし）	1-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.03.2016

国際調査報告の発送日

15.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

米倉 秀明

5 K

4 6 8 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3556