

(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
2020年2月6日(06.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/026331 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 9/04 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/028582

(22) 国際出願日: 2018年7月31日(31.07.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:坂本 寛明 (SAKAMOTO, Hiroaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). ▲柳

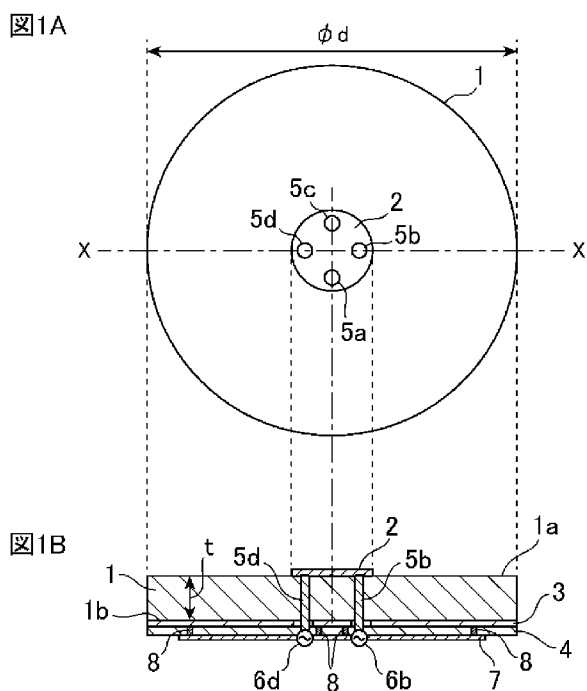
▼ 崇(YANAGI, Takashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 野口 直也(NOGUCHI, Naoya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 関 竜哉(SEKI, Ryuya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 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,

(54) Title: ANTENNA DEVICE AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置及び通信装置



(57) Abstract: The antenna device (22) is configured such that the diameters ϕd at a first flat surface (1a) and a second flat surface (1b) of a first dielectric (1) and the thickness t of the first dielectric (1) are determined on the basis of the beam width of an electromagnetic wave and the band width of the electromagnetic wave, respectively.

(57) 要約: 第1の誘電体(1)の第1の平面(1a)及び第2の平面(1b)におけるそれぞれの直径 ϕd と、第1の誘電体(1)の厚さ t とが、電磁波のビーム幅及び電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されているように、アンテナ装置(22)を構成した。

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

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： アンテナ装置及び通信装置

技術分野

[0001] この発明は、誘電体の平面に励振素子が設けられているアンテナ装置と、アンテナ装置を備える通信装置とに関するものである。

背景技術

[0002] 衛星通信用のアンテナ装置は、指向方向が、天頂方向などの高仰角方向であれば、高仰角方向に存在している衛星に実装されている通信装置（以下、「高仰角通信衛星」と称する）との無線通信を実現することができる。

また、衛星通信用のアンテナ装置は、指向方向が、高仰角方向の仰角よりも仰角が低い方向である低仰角方向であれば、低仰角方向に存在している衛星に実装されている通信装置（以下、「低仰角通信衛星」と称する）との無線通信を実現することができる。

[0003] 高仰角方向への指向性が強いアンテナ方式のアンテナ装置として、パッチアンテナを備えるアンテナ装置が知られている。

しかし、パッチアンテナは、低仰角になるほど、指向性が弱くなるため、パッチアンテナを備えるアンテナ装置は、低仰角通信衛星との無線通信を実現できないことがある。

パッチアンテナを小型化することで、パッチアンテナの放射パターンとして、広覆域な放射パターンを得ることは可能である。広覆域な放射パターンが得られれば、アンテナ装置は、高仰角通信衛星との無線通信を実現できるとともに、低仰角通信衛星との無線通信を実現できる。

ただし、パッチアンテナを小型化することで、アンテナ装置が送受信できる電磁波の帯域幅が狭くなるため、使用可能な電磁波の周波数範囲が制限される。

[0004] 以下の特許文献1には、放射電極を取り囲むようにリング状の無給電電極が配置されているパッチアンテナが開示されている。

パッチアンテナは、無給電電極を備えることで、天頂方向への指向性が低下するが、低仰角方向への指向性が向上する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-97115号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に開示されているパッチアンテナは、使用可能な電磁波の狭帯域化を招くことなく、低仰角方向への指向性を強めることができる。

しかし、天頂方向への指向性は、低下してしまうため、天頂方向に存在している衛星に実装されている通信装置との無線通信を実現できなくなってしまうことがあるという課題があった。

[0007] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、使用可能な電磁波の狭帯域化を招くことなく、高仰角通信衛星及び低仰角通信衛星の双方との無線通信を実現することができるアンテナ装置及び通信装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] この発明に係るアンテナ装置は、第1の平面と、第1の平面と反対側の面である第2の平面とを有し、第1及び第2の平面の形状が円形である第1の誘電体と、第1の平面に設けられ、電磁波を放射又は受信する励振素子と、第2の平面に設けられている地導体と、地導体における2つの平面のうち、第2の平面と接している側の平面と反対側の平面に設けられている第2の誘電体と、一端が励振素子と接続され、他端が給電点であり、地導体と電氣的に非接触の状態で、第1の誘電体及び第2の誘電体のそれぞれを貫通している給電ピンとを備え、第1及び第2の平面の直径、及び、第1の誘電体の厚さのそれぞれが、電磁波のビーム幅及び電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されているものである。

発明の効果

[0009] この発明によれば、第1及び第2の平面の直径、及び、第1の誘電体の厚さのそれぞれが、電磁波のビーム幅及び電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されているように、アンテナ装置を構成した。したがって、この発明に係るアンテナ装置は、使用可能な電磁波の狭帯域化を招くことなく、高仰角通信衛星及び低仰角通信衛星の双方との無線通信を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1 Aは、実施の形態1によるアンテナ装置を示す平面図であり、図1 Bは、図1 AにおけるX-X' 断面を示す断面図である。

[図2]実施の形態1によるアンテナ装置のインタフェース回路7を示す構成図である。

[図3]図2に示すインタフェース回路7のレイアウトを示す説明図である。

[図4]実施の形態1による通信装置を示す構成図である。

[図5]電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の絶対利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図6]電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の動作利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図7]励振素子2からの電磁波の放射と、第1の給電ピン5 a、第2の給電ピン5 b、第3の給電ピン5 c 及び第4の給電ピン5 dからの電磁波の放射とを示す説明図である。

[図8]第1の誘電体1の厚さ t が $0.25\lambda_g$ であり、直径 ϕd が $2.7\lambda_g$ であるときの放射パターンについてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図9]第1の誘電体1の厚さ t が $0.35\lambda_g$ であり、直径 ϕd が $2.7\lambda_g$ であるときの放射パターンについてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図10]図2に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力

が分配される振幅についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図11]図2に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される際、Port (5) ~ (8) において、隣接しているポート間の励振位相差についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図12]実施の形態1によるアンテナ装置の他のインタフェース回路7を示す構成図である。

[図13]図12に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される振幅についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図14]図12に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される際、Port (5) ~ (8) において、隣接しているポート間の励振位相差についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図15]実施の形態1によるアンテナ装置の他のインタフェース回路7を示す構成図である。

[図16]図15に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される振幅についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図17]図15に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される際、Port (5) ~ (8) において、隣接しているポート間の励振位相差についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図18]図18Aは、実施の形態1による他のアンテナ装置を示す平面図であり、図18Bは、図18AにおけるX-X' 断面を示す断面図である。

[図19]実施の形態1によるアンテナ装置の他のインタフェース回路7のレイアウトを示す説明図である。

[図20]図20Aは、実施の形態2によるアンテナ装置を示す平面図であり、図20Bは、図20AにおけるX-X' 断面を示す断面図である。

[図21]電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の動作利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図22]励振素子2からの電磁波の放射と、第1の給電ピン5a、第2の給電ピン5b、第3の給電ピン5c及び第4の給電ピン5dからの電磁波の放射

と、非励振リング51からの電磁波の放射とを示す説明図である。

[図23]第1の誘電体1の厚さ t が $0.25\lambda_g$ 、直径 ϕd が $2.7\lambda_g$ 、距離 δ が $0.25\lambda_0$ 、非励振リング51の線幅 W が $0.175\lambda_g$ であるときの放射パターンについてのシミュレーション結果を示す説明図である。

[図24]図24Aは、実施の形態3によるアンテナ装置を示す平面図であり、図24Bは、図24AにおけるX-X'断面を示す断面図である。

[図25]電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の動作利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

[0012] 実施の形態1.

図1Aは、実施の形態1によるアンテナ装置を示す平面図であり、図1Bは、図1AにおけるX-X'断面を示す断面図である。

図1において、第1の誘電体1は、第1の平面1aと、第1の平面1aと反対側の面である第2の平面1bとを有している。

第1の平面1a及び第2の平面1bにおけるそれぞれの形状は、直径 ϕd の円形であり、直径 ϕd は、励振素子2から放射又は励振素子2により受信される電磁波のビーム幅及び当該電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されている。

第1の誘電体1の厚さは、 t である。第1の誘電体1の厚さ t についても、直径 ϕd と同様に、励振素子2から放射又は励振素子2により受信される電磁波のビーム幅及び当該電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されている。

[0013] 励振素子2は、第1の誘電体1における第1の平面1aに設けられており、電磁波を放射又は受信する。

励振素子2の平面形状は、円形である。励振素子2の直径は、励振素子2の共振周波数に対応しており、例えば、共振周波数で2分の1波長の長さが

よい。ただし、これは一例に過ぎず、励振素子 2 の直径は、共振周波数で 2 分の 1 波長の長さよりも長くてもよいし、短くてもよい。

[0014] 地導体 3 は、第 1 の誘電体 1 における第 2 の平面 1 b に設けられている。

ただし、地導体 3 は、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d と接触しないように、第 2 の平面のうち、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d が第 1 の誘電体 1 を貫通している部分の周辺には設けられていない。

地導体 3 の平面形状は、円形である。

第 2 の誘電体 4 は、地導体 3 における 2 つの平面のうち、第 2 の平面 1 b と接している側の平面と反対側の平面に設けられている。

第 2 の誘電体 4 の平面形状は、円形である。

[0015] 図 1 に示すアンテナ装置は、複数の給電ピンとして、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d を備えている。

第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d におけるそれぞれの一端は、励振素子 2 と接続されている。

第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d におけるそれぞれの一端は、回転対称に配置されている。

第 1 の給電ピン 5 a の他端は、給電点 6 a であり、第 2 の給電ピン 5 b の他端は、給電点 6 b である。また、第 3 の給電ピン 5 c の他端は、給電点 6 c であり、第 4 の給電ピン 5 d の他端は、給電点 6 d である。図 1 は、給電点 6 a 及び給電点 6 c の記載を省略している。

第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d は、地導体 3 と電氣的に非接触の状態、第 1 の誘電体 1 及び第 2 の誘電体 4 のそれぞれを貫通している。

なお、給電点 6 a、6 b、6 c、6 d は、アンテナ装置の物理的な構成要素として形成されているものではなく、インタフェース回路 7 から電力が供

給される給電ピンの位置を示すものである。

[0016] インタフェース回路 7 は、第 2 の誘電体 4 における 2 つの平面のうち、地導体 3 と接している側の平面と反対側の平面に設けられている。

インタフェース回路 7 は、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d におけるそれぞれ他端と接続されている。

インタフェース回路 7 は、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d におけるそれぞれ他端に、振幅が同じで、位相が異なる電力を与える。

グラウンドビア 8 は、一端が地導体 3 と接続され、他端がインタフェース回路 7 と接続されており、第 2 の誘電体 4 を貫通している。

[0017] 第 1 の平面 1 a 及び第 2 の平面 1 b におけるそれぞれの形状が円形であり、励振素子 2、地導体 3 及び第 2 の誘電体 4 におけるそれぞれの平面形状が円形である理由は、対称性の良い構造とすることで、異なる方位の間での利得偏差を低減するためである。

図 1 に示すアンテナ装置は、4 点給電の円偏波アンテナを示しており、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d の一端が、回転対称な位置に配置されている。第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d の一端が、回転対称な位置に配置されているため、異なる方位の間での利得偏差が低減されている。

図 1 に示すアンテナ装置は、4 点給電の円偏波アンテナを示している。しかし、これは一例に過ぎず、例えば、1 点給電の円偏波アンテナであってもよいし、2 点給電の円偏波アンテナであってもよい。

ただし、給電ピンの一端が回転対称な位置ではなく、非対称的な位置に配置されるアンテナ装置では、図 1 に示すアンテナ装置よりも、異なる方位の間での利得偏差が増加する。

[0018] 図 2 は、実施の形態 1 によるアンテナ装置のインタフェース回路 7 を示す

構成図であり、図3は、図2に示すインタフェース回路7のレイアウトを示す説明図である。

図3に示すレイアウトは、励振素子2からインタフェース回路7の方向を見たときのレイアウトを示している。

図2及び図3において、Port (1) は、後述する送受信部21と接続されている。

Port (1) は、図1に示すアンテナ装置を、天頂方向にRHCP（右旋円偏波）の交差偏波を放射し、地面方向にLHCP（左旋円偏波）の交差偏波を放射する円偏波アンテナとして用いる場合に、送受信部21から電力が与えられるポートである。ここでは、天頂方向は、仰角が約90度の方向であり、地面方向は、仰角が約0度の方向であるとする。

送受信部21からPort (1) に電力が与えられる場合、Port (2)、Port (3) 及びPort (4) には、送受信部21から電力が与えられない。

Port (2) とPort (4) は、グラウンドビア8の他端と接続されているポートである。

[0019] Port (3) は、送受信部21と接続されているポートである。

Port (3) は、図1に示すアンテナ装置を、天頂方向にLHCPの交差偏波を放射し、地面方向にRHCPの交差偏波を放射する円偏波アンテナとして用いる場合に、送受信部21から電力が与えられるポートである。

送受信部21からPort (3) に電力が与えられる場合、Port (1)、Port (2) 及びPort (4) には、送受信部21から電力が与えられない。

Port (2) とPort (4) は、グラウンドビア8の他端と接続されているポートである。

[0020] Port (5) は、第1の給電ピン5aの他端である給電点6aと接続されているポートである。

Port (6) は、第2の給電ピン5bの他端である給電点6bと接続さ

れている。

Port (7) は、第3の給電ピン5cの他端である給電点6cと接続されている。

Port (8) は、第4の給電ピン5dの他端である給電点6dと接続されている。

[0021] 第1の180度ハイブリッド11は、第1の端子11a、第2の端子11b、第3の端子11c及び第4の端子11dを有している。

第1の端子11aは、Port (1) と接続され、第2の端子11bは、Port (2) と接続されている。

第3の端子11cは、第1の90度ハイブリッド13の第1の端子13aと接続され、第4の端子11dは、第2の90度ハイブリッド14の第1の端子14aと接続されている。

第1の180度ハイブリッド11は、送受信部21からPort (1) を介して第1の端子11aに電力が与えられると、第3の端子11cから位相が -90 度の電力を出力するとともに、第4の端子11dから位相が -270 度の電力を出力する。

第3の端子11cから出力された位相が -90 度の電力は、第1の90度ハイブリッド13の第1の端子13aに入力される。

第4の端子11dから出力された位相が -270 度の電力は、第2の90度ハイブリッド14の第1の端子14aに入力される。

[0022] 第2の180度ハイブリッド12は、第1の端子12a、第2の端子12b、第3の端子12c及び第4の端子12dを有している。

第1の端子12aは、Port (3) と接続され、第2の端子12bは、Port (4) と接続されている。

第3の端子12cは、第1の90度ハイブリッド13の第2の端子13bと接続され、第4の端子12dは、第2の90度ハイブリッド14の第2の端子14bと接続されている。

第2の180度ハイブリッド12は、送受信部21からPort (3) を

介して第1の端子12aに電力が与えられると、第3の端子12cから位相が -90 度の電力を出力するとともに、第4の端子12dから位相が -270 度の電力を出力する。

第3の端子12cから出力された位相が -90 度の電力は、第1の 90 度ハイブリッド13の第2の端子13bに入力される。

第4の端子12dから出力された位相が -270 度の電力は、第2の 90 度ハイブリッド14の第2の端子14bに入力される。

[0023] 第1の 90 度ハイブリッド13は、第1の端子13a、第2の端子13b、第3の端子13c及び第4の端子13dを有している。

第1の端子13aは、第1の 180 度ハイブリッド11の第3の端子11cと接続され、第2の端子13bは、第2の 180 度ハイブリッド12の第3の端子12cと接続されている。

第3の端子13cは、Port (5)と接続され、第4の端子13dは、Port (6)と接続されている。

第1の 90 度ハイブリッド13は、第1の 180 度ハイブリッド11の第3の端子11cから第1の端子13aに位相が -90 度の電力が与えられると、第3の端子13cから位相が -180 度の電力を出力するとともに、第4の端子13dから位相が -270 度の電力を出力する。

第3の端子13cから出力された位相が -180 度の電力は、Port (5)を介して給電点6aに入力される。

第4の端子12dから出力された位相が -270 度の電力は、Port (6)を介して給電点6bに入力される。

第1の 90 度ハイブリッド13は、第2の 180 度ハイブリッド12の第3の端子12cから第2の端子13bに位相が -90 度の電力が与えられると、第3の端子13cから位相が -270 度の電力を出力するとともに、第4の端子13dから位相が -180 度の電力を出力する。

第3の端子13cから出力された位相が -270 度の電力は、Port (5)を介して給電点6aに入力される。

第4の端子13dから出力された位相が -180 度の電力は、Port (6) を介して給電点6bに入力される。

[0024] 第2の90度ハイブリッド14は、第1の端子14a、第2の端子14b、第3の端子14c及び第4の端子14dを有している。

第1の端子14aは、第1の180度ハイブリッド11の第4の端子11dと接続され、第2の端子14bは、第2の180度ハイブリッド12の第4の端子12dと接続されている。

第3の端子14cは、Port (7) と接続され、第4の端子14dは、Port (8) と接続されている。

第2の90度ハイブリッド14は、第1の180度ハイブリッド11の第4の端子11dから第1の端子14aに位相が -270 度の電力が与えられると、第3の端子14cから位相が0度の電力を出力するとともに、第4の端子14dから位相が -90 度の電力を出力する。

第3の端子14cから出力された位相が0度の電力は、Port (7) を介して給電点6cに入力される。

第4の端子14dから出力された位相が -90 度の電力は、Port (8) を介して給電点6dに入力される。

第2の90度ハイブリッド14は、第2の180度ハイブリッド12の第4の端子12dから第2の端子14bに位相が -270 度の電力が与えられると、第3の端子13cから位相が -90 度の電力を出力するとともに、第4の端子14dから位相が0度の電力を出力する。

第3の端子14cから出力された位相が -90 度の電力は、Port (7) を介して給電点6cに入力される。

第4の端子14dから出力された位相が0度の電力は、Port (8) を介して給電点6dに入力される。

[0025] 図3に示すレイアウトは、無駄な電力の損失を減らすために、第1の180度ハイブリッド11、第2の180度ハイブリッド12、第1の90度ハイブリッド13及び第2の90度ハイブリッド14の間の伝送線路を短くし

ているレイアウトの一例である。

図3に示すレイアウトでは、伝送線路を短くするために、第2の180度ハイブリッド12と第1の90度ハイブリッド13の間を結ぶ伝送線路が、第1の90度ハイブリッド13と第2の90度ハイブリッド14との間を通されている。

なお、インタフェース回路7は、エッチングでパターン形成されているものであってもよいし、チップ部品で構成されているものであってもよい。

[0026] 図4は、実施の形態1による通信装置を示す構成図である。

図4において、送受信部21は、Port (1) 及びPort (3) を介して、アンテナ装置22と接続されている。

送受信部21は、通信信号を送信する場合において、天頂方向にRHCPの交差偏波を放射し、地面方向にLHCPの交差偏波を放射する場合、通信信号の電力をPort (1) に与える。

送受信部21は、通信信号を送信する場合において、天頂方向にLHCPの交差偏波を放射し、地面方向にRHCPの交差偏波を放射する場合、通信信号の電力をPort (3) に与える。

送受信部21は、通信信号を受信する場合、Port (1) 又はPort (3) から、通信信号の電力を取得する。

アンテナ装置22は、図1に示すアンテナ装置であり、Port (1) 及びPort (3) を介して、送受信部21と接続されている。

[0027] 次に、図4に示す通信装置の動作について説明する。

図1に示すアンテナ装置を、交差偏波を放射する円偏波アンテナとして用いる場合について説明する。

送受信部21は、天頂方向にRHCPの交差偏波を放射し、地面方向にLHCPの交差偏波を放射する場合、通信信号の電力を、Port (1) を介して、第1の180度ハイブリッド11の第1の端子11aに出力する。

送受信部21から通信信号の電力が、Port (1) を介して、第1の180度ハイブリッド11の第1の端子11aに出力されているとき、Por

t (2)、Port (3) 及びPort (4) の間のアイソレーションは、確保されている。

[0028] 第1の180度ハイブリッド11は、第1の端子11aに通信信号の電力が与えられると、第3の端子11cから位相が -90° の電力を第1の90度ハイブリッド13の第1の端子13aに出力する。

また、第1の180度ハイブリッド11は、第4の端子11dから位相が -270° の電力を第2の90度ハイブリッド14の第1の端子14aに出力する。

天頂方向にRHCPの交差偏波を放射し、地面方向にLHCPの交差偏波を放射する場合、送受信部21からPort (3) には、通信信号の電力が与えられない。

したがって、第2の180度ハイブリッド12の第3の端子12c及び第4の端子12dのそれぞれからは、電力が出力されない。

[0029] 第1の90度ハイブリッド13は、第1の180度ハイブリッド11の第3の端子11cから第1の端子13aに位相が -90° の電力が与えられると、第3の端子13cから位相が -180° の電力を、Port (5) を介して給電点6aに出力する。

また、第1の90度ハイブリッド13は、第4の端子13dから位相が -270° の電力を、Port (6) を介して給電点6bに出力する。

第2の90度ハイブリッド14は、第1の180度ハイブリッド11の第4の端子11dから第1の端子14aに位相が -270° の電力が与えられると、第3の端子14cから位相が 0° の電力を、Port (7) を介して給電点6cに出力する。

また、第2の90度ハイブリッド14は、第4の端子14dから位相が -90° の電力を、Port (8) を介して給電点6dに出力する。

[0030] このとき、給電点6a、給電点6b、給電点6c及び給電点6dのそれぞれに与えられた電力の振幅は、同一であり、それぞれに与えられた電力の位相は、互いに異なっている。

そして、給電点 6 a に与えられた位相が -180 度の電力は、図 1 A において、一端が 6 時の位置に配置されている第 1 の給電ピン 5 a の一端まで伝送される。

給電点 6 b に与えられた位相が -270 度の電力は、図 1 A において、一端が 3 時の位置に配置されている第 2 の給電ピン 5 b の一端まで伝送される。

給電点 6 c に与えられた位相が 0 度の電力は、図 1 A において、一端が 12 時の位置に配置されている第 3 の給電ピン 5 c の一端まで伝送される。

給電点 6 d に与えられた位相が -90 度の電力は、図 1 A において、一端が 9 時の位置に配置されている第 4 の給電ピン 5 d の一端まで伝送される。

[0031] 第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d におけるそれぞれの一端に、上記の電力が伝送されることで、励振素子 2 が励振する。

励振素子 2 が励振することで、励振素子 2 から天頂方向に R H C P の交差偏波が放射され、地面方向に L H C P の交差偏波が放射される。

[0032] 送受信部 2 1 は、天頂方向に L H C P の交差偏波を放射し、地面方向に R H C P の交差偏波を放射する場合、通信信号の電力を、Port (3) を介して、第 2 の 180 度ハイブリッド 1 2 の第 1 の端子 1 2 a に出力する。

送受信部 2 1 から通信信号の電力が、Port (3) を介して、第 2 の 180 度ハイブリッド 1 2 の第 1 の端子 1 2 a に出力されているとき、Port (1)、Port (3) 及び Port (4) の間のアイソレーションは、確保されている。

[0033] 第 2 の 180 度ハイブリッド 1 2 は、第 1 の端子 1 2 a に通信信号の電力が与えられると、第 3 の端子 1 2 c から位相が -90 度の電力を第 1 の 90 度ハイブリッド 1 3 の第 2 の端子 1 3 b に出力する。

また、第 2 の 180 度ハイブリッド 1 2 は、第 4 の端子 1 2 d から位相が -270 度の電力を第 2 の 90 度ハイブリッド 1 4 の第 2 の端子 1 4 b に出力する。

天頂方向にL H C Pの交差偏波を放射し、地面方向にR H C Pの交差偏波を放射する場合、送受信部21からPort (1)には、通信信号の電力が与えられない。

したがって、第1の180度ハイブリッド11の第3の端子11c及び第4の端子11dのそれぞれからは、電力が出力されない。

[0034] 第1の90度ハイブリッド13は、第2の180度ハイブリッド12の第3の端子12cから第2の端子13bに位相が-90度の電力が与えられると、第3の端子13cから位相が-270度の電力を、Port (5)を介して給電点6aに出力する。

また、第1の90度ハイブリッド13は、第4の端子13dから位相が-180度の電力を、Port (6)を介して給電点6bに出力する。

第2の90度ハイブリッド14は、第2の180度ハイブリッド12の第4の端子12dから第2の端子14bに位相が-270度の電力が与えられると、第3の端子14cから位相が-90度の電力を、Port (7)を介して給電点6cに出力する。

また、第2の90度ハイブリッド14は、第4の端子14dから位相が0度の電力を、Port (8)を介して給電点6dに出力する。

[0035] このとき、給電点6a、給電点6b、給電点6c及び給電点6dのそれぞれに与えられた電力の振幅は、同一であり、それぞれに与えられた電力の位相は、互いに異なっている。

そして、給電点6aに与えられた位相が-270度の電力は、図1Aにおいて、一端が6時の位置に配置されている第1の給電ピン5aの一端まで伝送される。

給電点6bに与えられた位相が-180度の電力は、図1Aにおいて、一端が3時の位置に配置されている第2の給電ピン5bの一端まで伝送される。

給電点6cに与えられた位相が-90度の電力は、図1Aにおいて、一端が12時の位置に配置されている第3の給電ピン5cの一端まで伝送される。

。

給電点 6 d に与えられた位相が 0 度の電力は、図 1 A において、一端が 9 時の位置に配置されている第 4 の給電ピン 5 d の一端まで伝送される。

[0036] 第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d におけるそれぞれの一端に、上記の電力が伝送されることで、励振素子 2 が励振する。

励振素子 2 が励振することで、励振素子 2 から天頂方向に L H C P の交差偏波が放射され、地面方向に R H C P の交差偏波が放射される。

以上より、送受信部 2 1 が、通信信号の電力の出力先として、P o r t (1) と P o r t (3) を切り替えることで、放射する偏波を切り替えることができる。

ここでは、図 1 に示すアンテナ装置を、交差偏波を放射する円偏波アンテナとして用いる場合を説明している。

図 1 に示すアンテナ装置を、交差偏波を受信する円偏波アンテナとして用いる場合の動作は、交差偏波を放射する円偏波アンテナとして用いる場合の動作と比べて、電力の流れが反対であるだけの違いであるため、詳細な説明を省略する。

[0037] 次に、図 1 に示すアンテナ装置が、高仰角通信衛星との無線通信ができ、かつ、低仰角通信衛星との無線通信ができることについて説明する。

ここで、高仰角通信衛星は、高仰角方向に存在している衛星に実装されている通信装置であり、低仰角通信衛星は、低仰角方向に存在している衛星に実装されている通信装置である。

高仰角方向は、例えば、天頂方向であり、低仰角方向は、例えば、仰角が 20 度の方向である。

図 1 に示すアンテナ装置が、高仰角通信衛星との無線通信ができ、かつ、低仰角通信衛星との無線通信ができるようにするには、アンテナ装置の覆域が、仰角 20 度以上で高利得である必要がある。即ち、アンテナ装置における電磁波のビーム幅が 140 度である必要がある。

[0038] アンテナ装置における電磁波のビーム幅は、第1の平面1a及び第2の平面1bにおけるそれぞれの直径 ϕd によって決定される。

また、アンテナ装置における電磁波のビーム幅は、第1の誘電体1の厚さ t によって決定される。

ここで、図5は、電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の絶対利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

また、図6は、電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の動作利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図5及び図6において、 λg は、電磁波の中心周波数において、第1の誘電体1の内部における電磁波の波長である。

図5及び図6におけるシミュレーションでは、第1の誘電体1の比誘電率が3.62、第1の誘電体1の誘電正接が0.005であるとしている。

[0039] 図5に示すシミュレーション結果に着目すると、厚さ t が、約 $0.15\lambda g \sim 0.30\lambda g$ の範囲であり、かつ、直径 ϕd が約 $2.1\lambda g \sim 3.0\lambda g$ の範囲であるとき、0[dBi]以上の高利得になることが分かる。

また、図6に示すシミュレーション結果に着目すると、厚さ t が、約 $0.20\lambda g \sim 0.28\lambda g$ の範囲であり、かつ、直径 ϕd が約 $2.4\lambda g \sim 3.0\lambda g$ の範囲であるとき、0[dBi]以上の高利得になることが分かる。

したがって、厚さ t が、約 $0.20\lambda g \sim 0.28\lambda g$ の範囲であり、かつ、直径 ϕd が約 $2.4\lambda g \sim 3.0\lambda g$ の範囲であれば、絶対利得及び動作利得の双方において、0[dBi]以上の高利得になることが分かる。

[0040] 第1の誘電体1の厚さ t は、覆域に寄与するパラメータであると同時に、帯域幅に寄与するパラメータである。

したがって、第1の誘電体1の厚さ t が薄い場合、広い帯域をカバーできなくなり、不整合損が増加する。例えば、厚さ t が $0.15\lambda g$ である場合、不整合損が増加しており、動作利得が0[dBi]よりも小さくなっている。

る。

第1の誘電体1の厚さ t が増加することは、第1の給電ピン5 a、第2の給電ピン5 b、第3の給電ピン5 c及び第4の給電ピン5 dの長さが長くなることに相当する。例えば、第1の誘電体1の厚さ t が約 $0.25\lambda_g$ である場合、図7に示すように、励振素子2からの電磁波の放射のほかに、第1の給電ピン5 a、第2の給電ピン5 b、第3の給電ピン5 c及び第4の給電ピン5 dからの電磁波の放射が加わる。第1の給電ピン5 a、第2の給電ピン5 b、第3の給電ピン5 c及び第4の給電ピン5 dからの電磁波の放射は、モノポールアンテナとしての電磁波の放射である。

図7は、励振素子2からの電磁波の放射と、第1の給電ピン5 a、第2の給電ピン5 b、第3の給電ピン5 c及び第4の給電ピン5 dからの電磁波の放射とを示す説明図である。

第1の給電ピン5 a、第2の給電ピン5 b、第3の給電ピン5 c及び第4の給電ピン5 dからの電磁波の放射が加わることで、低仰角方向の利得が増加する。

[0041] また、直径 ϕd が大きくなると、アンテナ装置22から放射された電磁波は、第1の誘電体1の第1の平面1 a付近を表面波として伝搬されるようになるため、低仰角方向の利得が増加する。

以上より、高仰角通信衛星との無線通信ができ、かつ、低仰角通信衛星との無線通信ができる厚さ t 及び直径 ϕd が存在することが分かる。

[0042] 図8は、第1の誘電体1の厚さ t が $0.25\lambda_g$ であり、直径 ϕd が $2.7\lambda_g$ であるときの放射パターンについてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図8において、 θ は、天頂角である。したがって、天頂方向は、 $\theta = 0$ [deg] である。

図8に示すシミュレーション結果は、天頂角 θ が、 -75 [deg] $< \theta < +75$ [deg] の範囲において、 0 [dBi] 以上の高利得になることを示している。

図9は、第1の誘電体1の厚さ t が $0.35\lambda_g$ であり、直径 ϕd が $2.7\lambda_g$ であるときの放射パターンについてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図9でのシミュレーションは、図8でのシミュレーションと比べて、第1の誘電体1の厚さ t が厚くなっている。直径 ϕd は、同じである。

第1の誘電体1の厚さ t が厚くなることで、天頂角 θ が $\pm 50 [deg]$ 付近の利得が増加し、天頂角 θ が $\pm 20 [deg]$ 付近の利得が低下する傾向がある。

この傾向は、厚さ t が厚くなることで、励振素子2と地導体3との間の距離が長くなり、励振素子2と地導体3との間に生じる磁流の強度が弱まるために、天頂方向への電磁波の放射が小さくなる。そして、第1の給電ピン5a、第2の給電ピン5b、第3の給電ピン5c及び第4の給電ピン5dを流れる電流の強度が、磁流の強度よりも大きくなることで、第1の給電ピン5a等からの電磁波の放射が支配的となり、天頂角 θ が $\pm 50 [deg]$ 付近への電磁波の放射が強まったからであると考えられる。

[0043] 図10は、図2に示すインタフェース回路7からPort (5)～(8)に電力が分配される振幅についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図11は、図2に示すインタフェース回路7からPort (5)～(8)に電力が分配される際、Port (5)～(8)において、隣接しているポート間の励振位相差についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図10及び図11では、電磁波の所望の周波数範囲である目標帯域幅が14.7%であるとしている。

図10及び図11のシミュレーションでは、第1の180度ハイブリッド11、第2の180度ハイブリッド12、第1の90度ハイブリッド13及び第2の90度ハイブリッド14の間の伝送線路の這い回しなどは考慮していない。

第1の180度ハイブリッド11、第2の180度ハイブリッド12、第

1の90度ハイブリッド13及び第2の90度ハイブリッド14におけるそれぞれの寸法は、電磁波の中心周波数によって決定されている。また、インタフェース回路7が形成される第2の誘電体4の比誘電率が3.62、第2の誘電体4の誘電正接が0.005であるとしている。

目標帯域幅が14.7%である場合、図10に示すように、帯域端での振幅バラつきが0.58[dB]である。

また、目標帯域幅が14.7%である場合、図11に示すように、隣接しているポート間の励振位相差が0.4[deg]である。

[0044] 図2に示すインタフェース回路7は、2つの180度ハイブリッドと、2つの90度ハイブリッドとを備えている。

図2に示すインタフェース回路7は、図12に示すように、4つの90度ハイブリッドを備えるものであってもよい。

図12は、実施の形態1によるアンテナ装置の他のインタフェース回路7を示す構成図である。

図12において、90度ハイブリッド31は、第1の端子31a、第2の端子31b、第3の端子31c及び第4の端子31dを有している。

第1の端子31aは、Port(1)と接続され、第2の端子31bは、Port(2)と接続されている。

第3の端子31cは、90度ハイブリッド33の第1の端子33aと接続され、第4の端子31dは、90度ハイブリッド34の第2の端子34bと接続されている。

90度ハイブリッド31は、送受信部21からPort(1)を介して第1の端子31aに電力が与えられると、第3の端子31cから位相が-90度の電力を出力するとともに、第4の端子31dから位相が-180度の電力を出力する。

第3の端子31cから出力された位相が-90度の電力は、90度ハイブリッド33の第1の端子33aに入力される。

第4の端子31dから出力された位相が-180度の電力は、90度ハイ

ブリッド34の第2の端子34bに入力される。

[0045] 90度ハイブリッド32は、第1の端子32a、第2の端子32b、第3の端子32c及び第4の端子32dを有している。

第1の端子32aは、Port (3)と接続され、第2の端子32bは、Port (4)と接続されている。

第3の端子32cは、90度ハイブリッド34の第1の端子34aと接続され、第4の端子32dは、90度ハイブリッド33の第2の端子33bと接続されている。

90度ハイブリッド32は、送受信部21からPort (3)を介して第1の端子32aに電力が与えられると、第3の端子32cから位相が-90度の電力を出力するとともに、第4の端子32dから位相が-180度の電力を出力する。

第3の端子32cから出力された位相が-90度の電力は、90度ハイブリッド34の第1の端子34aに入力される。

第4の端子32dから出力された位相が-180度の電力は、90度ハイブリッド33の第2の端子33bに入力される。

[0046] 90度ハイブリッド33は、第1の端子33a、第2の端子33b、第3の端子33c及び第4の端子33dを有している。

第1の端子33aは、90度ハイブリッド31の第3の端子31cと接続され、第2の端子33bは、90度ハイブリッド32の第4の端子32dと接続されている。

第3の端子33cは、Port (5)と接続され、第4の端子33dは、Port (6)と接続されている。

90度ハイブリッド33は、90度ハイブリッド31の第3の端子31cから第1の端子33aに位相が-90度の電力が与えられると、第3の端子33cから位相が-180度の電力を出力するとともに、第4の端子33dから位相が-270度の電力を出力する。

第3の端子33cから出力された位相が-180度の電力は、Port (

5) を介して給電点 6 a に入力される。

第 4 の端子 3 3 d から出力された位相が -270 度の電力は、Port (6) を介して給電点 6 b に入力される。

90 度ハイブリッド 3 3 は、90 度ハイブリッド 3 2 の第 4 の端子 3 2 d から第 2 の端子 3 3 b に位相が -180 度の電力が与えられると、第 3 の端子 3 3 c から位相が 0 度の電力を出力するとともに、第 4 の端子 3 3 d から位相が -270 度の電力を出力する。

第 3 の端子 3 3 c から出力された位相が 0 度の電力は、Port (5) を介して給電点 6 a に入力される。

第 4 の端子 3 3 d から出力された位相が -270 度の電力は、Port (6) を介して給電点 6 b に入力される。

[0047] 90 度ハイブリッド 3 4 は、第 1 の端子 3 4 a、第 2 の端子 3 4 b、第 3 の端子 3 4 c 及び第 4 の端子 3 4 d を有している。

第 1 の端子 3 4 a は、90 度ハイブリッド 3 2 の第 3 の端子 3 2 c と接続され、第 2 の端子 3 4 b は、90 度ハイブリッド 3 1 の第 4 の端子 3 1 d と接続されている。

第 3 の端子 3 4 c は、Port (7) と接続され、第 4 の端子 3 4 d は、180 度遅延線路 3 5 の一端と接続されている。

90 度ハイブリッド 3 4 は、90 度ハイブリッド 3 1 の第 4 の端子 3 1 d から第 2 の端子 3 4 b に位相が -180 度の電力が与えられると、第 3 の端子 3 4 c から位相が 0 度の電力を出力するとともに、第 4 の端子 3 4 d から位相が -270 度の電力を出力する。

第 3 の端子 3 4 c から出力された位相が 0 度の電力は、Port (7) を介して給電点 6 c に入力される。

第 4 の端子 3 4 d から出力された位相が -270 度の電力は、180 度遅延線路 3 5 の一端に入力される。

90 度ハイブリッド 3 4 は、90 度ハイブリッド 3 2 の第 3 の端子 3 2 c から第 1 の端子 3 4 a に位相が -90 度の電力が与えられると、第 3 の端子

34 c から位相が -180 度の電力を出力するとともに、第4の端子34 d から位相が -270 度の電力を出力する。

第3の端子34 c から出力された位相が -180 度の電力は、Port (7) を介して給電点6 c に入力される。

第4の端子34 d から出力された位相が -270 度の電力は、 180 度遅延線路35の一端に入力される。

180 度遅延線路35は、一端が 90 度ハイブリッド34の第4の端子34 d と接続され、他端がPort (8) と接続されている。

180 度遅延線路35は、 90 度ハイブリッド34の第4の端子34 d から出力された電力の位相を 180 度だけ遅延し、Port (1) を介して第1の端子31 a に電力を与えた場合、およびPort (3) を介して第1の端子32 a に電力を与えた場合には位相が -90 度の電力をPort (8) に出力する。

[0048] 図13は、図12に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される振幅についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図14は、図12に示すインタフェース回路7からPort (5) ~ (8) に電力が分配される際、Port (5) ~ (8) において、隣接しているポート間の励振位相差についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図13及び図14では、図10及び図11と同様に、目標帯域幅が 14.7% であるとしている。

図13及び図14のシミュレーションでは、 90 度ハイブリッド31、 90 度ハイブリッド32、 90 度ハイブリッド33及び 90 度ハイブリッド34の間の伝送線路の這い回しなどは考慮していない。

90 度ハイブリッド31 ~ 34 におけるそれぞれの寸法は、電磁波の中心周波数によって決定されている。また、インタフェース回路7が形成される第2の誘電体4の比誘電率が 3.62 、第2の誘電体4の誘電正接が 0.0

0.5 であるとしている。

[0049] 目標帯域幅が14.7%である場合、図13に示すように、帯域端での振幅バラつきが1.24 [dB] であり、図2に示すインタフェース回路7よりも、特性が悪くなっている。

また、目標帯域幅が14.7%である場合、図14に示すように、隣接しているポート間の励振位相差が16.6 [deg] であり、図2に示すインタフェース回路7よりも、特性が悪くなっている。

特性が悪くなっている要因として、90度ハイブリッド31, 32は、比帯域が約10%であるため、第1の180度ハイブリッド11及び第2の180度ハイブリッド12よりも、帯域端での振幅特性が悪くなることが考えられる。

また、特性が悪くなっている要因として、180度遅延線路35が接続されていることで、Port (8) の位相傾きが、Port (5) ~ (7) の位相傾きと比べて急峻になっていることが考えられる。位相傾き急峻になっていることで、中心周波数においては良好な特性が得られるが、中心周波数から離れるにつれて位相特性が大きく劣化するためである。

[0050] 図2に示すインタフェース回路7は、図15に示すように、4つの180度ハイブリッドを備えるものであってもよい。

図15は、実施の形態1によるアンテナ装置の他のインタフェース回路7を示す構成図である。

180度ハイブリッド41は、第1の端子41a、第2の端子41b、第3の端子41c及び第4の端子41dを有している。

第1の端子41aは、Port (1) と接続され、第2の端子41bは、Port (2) と接続されている。

第3の端子41cは、90度ハイブリッド44の第2の端子44bと接続され、第4の端子41dは、90度遅延線路45の一端と接続されている。

180度ハイブリッド41は、送受信部21からPort (1) を介して第1の端子41aに電力が与えられると、第3の端子41cから位相が-9

0度の電力を出力するとともに、第4の端子41dから位相が -270 度の電力を出力する。

第3の端子41cから出力された位相が -90 度の電力は、 90 度ハイブリッド44の第2の端子44bにされる。

第4の端子41dから出力された位相が -270 度の電力は、 90 度遅延線路45にされる。

[0051] 180 度ハイブリッド42は、第1の端子42a、第2の端子42b、第3の端子42c及び第4の端子42dを有している。

第1の端子42aは、Port (3)と接続され、第2の端子42bは、Port (4)と接続されている。

第3の端子42cは、 90 度ハイブリッド43の第2の端子43bと接続され、第4の端子42dは、 90 度遅延線路46の一端と接続されている。

180 度ハイブリッド42は、送受信部21からPort (3)を介して第1の端子42aに電力が与えられると、第3の端子42cから位相が -90 度の電力を出力するとともに、第4の端子42dから位相が -90 度の電力を出力する。

第3の端子42cから出力された位相が -90 度の電力は、 90 度ハイブリッド43の第2の端子43bにされる。

第4の端子42dから出力された位相が -90 度の電力は、 90 度遅延線路46にされる。

[0052] 90 度遅延線路45は、一端が 180 度ハイブリッド41の第4の端子41dと接続され、他端が 180 度ハイブリッド43の第1の端子43aと接続されている。

90 度遅延線路45は、 180 度ハイブリッド41の第4の端子41dから出力された電力の位相を 90 度だけ遅延し、位相遅延後の電力を 180 度ハイブリッド43の第1の端子43aに出力する。

90 度遅延線路46は、一端が 180 度ハイブリッド42の第4の端子42dと接続され、他端が 180 度ハイブリッド44の第1の端子44aと接

続されている。

90度遅延線路46は、180度ハイブリッド42の第4の端子42dから出力された電力の位相を90度だけ遅延し、位相遅延後の電力を180度ハイブリッド44の第1の端子44aに出力する。

[0053] 180度ハイブリッド43は、第1の端子43a、第2の端子43b、第3の端子43c及び第4の端子43dを有している。

第1の端子43aは、90度遅延線路45の他端と接続され、第2の端子43bは、180度ハイブリッド42の第3の端子42cと接続されている。

第3の端子43cは、90度遅延線路47の一端と接続され、第4の端子43dは、Port (6)と接続されている。

180度ハイブリッド43は、90度遅延線路45から位相遅延後の電力が第1の端子43aに与えられると、第3の端子43cから位相が-90度の電力を出力するとともに、第4の端子43dから位相が-90度の電力を出力する。

第3の端子43cから出力された位相が-90度の電力は、90度遅延線路47に入力される。

第4の端子43dから出力された位相が-90度の電力は、Port (6)を介して給電点6bに入力される。

180度ハイブリッド43は、180度ハイブリッド42の第3の端子42cから第2の端子43bに位相が-90度の電力が与えられると、第3の端子43cから位相が0度の電力を出力するとともに、第4の端子43dから位相が-180度の電力を出力する。

第3の端子43cから出力された位相が0度の電力は、90度遅延線路47に入力される。

第4の端子43dから出力された位相が-180度の電力は、Port (6)を介して給電点6bに入力される。

[0054] 180度ハイブリッド44は、第1の端子44a、第2の端子44b、第

3の端子44c及び第4の端子44dを有している。

第1の端子44aは、90度遅延線路46の他端と接続され、第2の端子44bは、180度ハイブリッド41の第3の端子41cと接続されている。

第3の端子44cは、Port (7)と接続され、第4の端子44dは、90度遅延線路48の一端と接続されている。

180度ハイブリッド44は、90度遅延線路46から位相遅延後の電力が第1の端子44aに与えられると、第3の端子44cから位相が -270 度の電力を出力するとともに、第4の端子44dから位相が -270 度の電力を出力する。

第3の端子44cから出力された位相が -270 度の電力は、Port (7)を介して給電点6cに入力される。

第4の端子44dから出力された位相が -270 度の電力は、90度遅延線路48に入力される。

180度ハイブリッド44は、180度ハイブリッド41の第3の端子41cから第2の端子44bに位相が -90 度の電力が与えられると、第3の端子44cから位相が0度の電力を出力するとともに、第4の端子44dから位相が -180 度の電力を出力する。

第3の端子44cから出力された位相が0度の電力は、Port (7)を介して給電点6cに入力される。

第4の端子44dから出力された位相が -180 度の電力は、90度遅延線路48に入力される。

[0055] 90度遅延線路47は、一端が180度ハイブリッド43の第3の端子43cと接続され、他端がPort (5)と接続されている。

90度遅延線路47は、180度ハイブリッド43の第3の端子43cから出力された電力の位相を90度だけ遅延し、Port (1)を介して第1の端子41aに電力を与えた場合には位相が -180 度、Port (3)を介して第1の端子42aに電力を与えた場合には位相が -90 度の電力をP

o r t (5) に出力する。

90度遅延線路48は、一端が180度ハイブリッド44の第4の端子44dと接続され、他端がP o r t (8) と接続されている。

90度遅延線路48は、180度ハイブリッド44の第4の端子44dから出力された電力の位相を90度だけ遅延し、P o r t (1) を介して第1の端子41aに電力を与えた場合には位相が-270度、P o r t (3) を介して第1の端子42aに電力を与えた場合には位相が0度の電力をP o r t (8) に出力する。

[0056] 図16は、図15に示すインタフェース回路7からP o r t (5) ~ (8) に電力が分配される振幅についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図17は、図15に示すインタフェース回路7からP o r t (5) ~ (8) に電力が分配される際、P o r t (5) ~ (8) において、隣接しているポート間の励振位相差についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図16及び図17では、図10及び図11と同様に、目標帯域幅が14.7%であるとしている。

図16及び図17のシミュレーションでは、180度ハイブリッド41、180度ハイブリッド42、180度ハイブリッド43及び180度ハイブリッド44の間の伝送線路の這い回しなどは考慮していない。

180度ハイブリッド41~44におけるそれぞれの寸法は、電磁波の中心周波数によって決定されている。また、インタフェース回路7が形成される第2の誘電体4の比誘電率が3.62、第2の誘電体4の誘電正接が0.005であるとしている。

[0057] 目標帯域幅が14.7%である場合、図16に示すように、帯域端での振幅バラつきが1.27[dB]であり、図2に示すインタフェース回路7よりも、特性が悪くなっている。

また、目標帯域幅が14.7%である場合、図17に示すように、隣接し

ているポート間の励振位相差が14.4 [deg]であり、図2に示すインタフェース回路7よりも、特性が悪くなっている。

特性が悪くなっている要因として、90度遅延線路47, 48が接続されていることで、Port (5), (8)の位相傾きが、Port (6), (7)の位相傾きと比べて急峻になっていることが考えられる。位相傾き急峻になっていることで、中心周波数においては良好な特性が得られるが、中心周波数から離れるにつれて位相特性が大きく劣化するためである。

[0058] 以上より、インタフェース回路7の構成として、図2に示す構成、図12に示す構成又は図15に示す構成などを用いることができる。図2に示す構成、図12に示す構成又は図15に示す構成の中で、図2に示す構成を用いる場合に、最も良好な特性が得られる。

[0059] 以上の実施の形態1は、第1の平面1aの直径 ϕd 、第2の平面1bの直径 ϕd 及び第1の誘電体1の厚さ t のそれぞれが、電磁波のビーム幅及び電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されているように、アンテナ装置22を構成した。したがって、アンテナ装置22は、使用可能な電磁波の狭帯域化を招くことなく、高仰角通信衛星及び低仰角通信衛星の双方との無線通信を実現することができる。

[0060] 図1に示すアンテナ装置22では、マイクロストリップ線路又はコプレーナ線路などによって、インタフェース回路7を実現することができる。

しかし、これは一例にすぎず、図18に示すように、第3の誘電体9と地導体10とを設けることで、トリプレート線路によって、インタフェース回路7を実現するようにしてもよい。

[0061] 図18Aは、実施の形態1による他のアンテナ装置を示す平面図であり、図18Bは、図18AにおけるX-X'断面を示す断面図である。

図18において、図1と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

第3の誘電体9は、平面形状が円形の誘電体である。第2の誘電体4と第3の誘電体9がインタフェース回路7を挟む位置に、第3の誘電体9が設け

られている。

地導体 10 は、第 3 の誘電体 9 における 2 つの平面のうち、インタフェース回路 7 と接している側の平面と反対側の平面に設けられている。

地導体 10 の平面形状は、円形である。地導体 10 には、グランドビア 8 の他端が接続されている。

図 18 に示すアンテナ装置 22 では、インタフェース回路 7 が、第 2 の誘電体 4 と第 3 の誘電体 9 とに挟まれている。したがって、図 18 に示すアンテナ装置 22 が、図示せぬ金属構造物に設置される場合でも、インタフェース回路 7 と金属構造物との短絡を防ぐことができる。よって、インタフェース回路 7 と金属構造物との短絡に伴うアンテナ性能の劣化を防止することができる。

[0062] 実施の形態 1 のアンテナ装置 22 は、送受信部 21 が、通信信号の電力の出力先として、Port (1) と Port (3) を切り替えることで、放射する偏波を切り替えることが可能なインタフェース回路 7 を備えている。

放射する偏波の切り替えが不要である場合、図 19 に示すように、1 入力 4 出力のインタフェース回路 7、即ち、第 1 の 180 度ハイブリッド 11、第 1 の 90 度ハイブリッド 13 及び第 2 の 90 度ハイブリッド 14 を備えるアンテナ装置 22 であってもよい。

[0063] 実施の形態 2.

実施の形態 2 では、第 1 の誘電体 1 の第 1 の平面 1a に、励振素子 2 と電磁結合する非励振リング 51 を備えるアンテナ装置 22 について説明する。

図 20A は、実施の形態 2 によるアンテナ装置を示す平面図であり、図 20B は、図 20A における X-X' 断面を示す断面図である。

図 20 において、図 1 と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

[0064] 非励振リング 51 は、励振素子 2 と同心円状に、励振素子 2 を囲むように第 1 の平面 1a に設けられており、励振素子 2 と電磁結合する。

電磁波の中心周波数において、自由空間における電磁波の波長が λ_0 である

とき、非励振リング51は、励振素子2の端部から非励振リング51の中心径までの距離 δ が $0.20\lambda_0 \sim 0.30\lambda_0$ の範囲の位置に設けられている。

[0065] 図21は、電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の動作利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図21におけるシミュレーションでは、距離 δ と、非励振リング51の線幅 W とをパラメータとして、最低動作利得を計算している。

図21におけるシミュレーションでは、第1の誘電体1の厚さ t が $0.25\lambda_g$ 、第1の平面の直径 d が $2.7\lambda_g$ であるとしている。

図21において、横軸は、非励振リング51の線幅 W を波長 λ_g で除算した値であり、縦軸は、距離 δ を波長 λ_0 で除算した値である。

[0066] 励振素子2の端部から非励振リング51の中心径までの距離 δ と、非励振リング51の線幅 W とには、動作利得が増加するための最適値が存在し、図21に示すように、距離 δ が $0.25\lambda_0$ のときに動作利得が最大になる。

距離 δ が $0.25\lambda_0$ のときに動作利得が最大になる理由は、以下の通りである。

距離 δ が $0.25\lambda_0$ のときに、励振素子2に流れる電流の位相と非励振リング51に流れる電流の位相とが同相になる。電流の位相が同相になることで、第1の給電ピン5a、第2の給電ピン5b、第3の給電ピン5c及び第4の給電ピン5dのそれぞれから放射される電磁波が同相となり、それぞれの電磁波が互いに強め合って放射されることが、最大になる理由である。

[0067] ここで、距離 δ が小さく、非励振リング51の線幅 W が大きい場合、励振素子2と非励振リング51との間の電磁結合が強まるため、天頂方向の利得が低下して、低仰角方向の利得が上昇する。

一方、距離 δ が大きく、非励振リング51の線幅 W が小さい場合、励振素子2と非励振リング51との間の電磁結合が弱いため、非励振リング51による効果を十分に得られない。

[0068] 図22は、励振素子2からの電磁波の放射と、第1の給電ピン5a、第2

の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d からの電磁波の放射と、非励振リング 5 1 からの電磁波の放射とを示す説明図である。

非励振リング 5 1 が第 1 の平面 1 a に設けられることで、図 2 2 に示すように、電磁波の放射として、非励振リング 5 1 からの放射が加わり、アンテナ装置 2 2 は、広い仰角範囲で高利得なアンテナとして動作する。非励振リング 5 1 からの電磁波の放射は、TM₂₁モードでの電磁波の放射である。

[0069] 図 2 3 は、第 1 の誘電体 1 の厚さ t が $0.25\lambda_g$ 、直径 ϕd が $2.7\lambda_g$ 、距離 δ が $0.25\lambda_0$ 、非励振リング 5 1 の線幅 W が $0.175\lambda_g$ であるときの放射パターンについてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図 2 3 に示すシミュレーション結果は、天頂角が、 $-90 [deg] < \theta < +90 [deg]$ の範囲において、 $0 [dBi]$ 以上の高利得が得られており、図 8 に示すシミュレーション結果よりも、低仰角方向の利得が高くなっている。

即ち、図 2 3 に示すシミュレーション結果は、天頂角が、 $-90 [deg] < \theta < -75 [deg]$ の範囲及び $+75 [deg] < \theta < +90 [deg]$ の範囲においても、 $0 [dBi]$ 以上の高利得が得られている。したがって、図 2 3 に示すシミュレーション結果は、図 8 に示すシミュレーション結果よりも、低仰角方向の利得が高くなっている。

[0070] 以上の実施の形態 2 は、励振素子 2 と同心円状に、励振素子 2 を囲むように第 1 の平面 1 a に設けられ、励振素子 2 と電磁結合する非励振リング 5 1 を備えるように、アンテナ装置 2 2 を構成した。したがって、アンテナ装置 2 2 は、実施の形態 1 のアンテナ装置 2 2 と同様に、高仰角通信衛星及び低仰角通信衛星の双方との無線通信を実現することができるほか、実施の形態 1 のアンテナ装置 2 2 よりも、覆域を拡大することができる。

[0071] 実施の形態 3.

実施の形態 3 では、第 1 の誘電体 1 の第 1 の平面 1 a に、リング状の誘電体 6 1 を備えるアンテナ装置 2 2 について説明する。

図24Aは、実施の形態3によるアンテナ装置を示す平面図であり、図24Bは、図24AにおけるX-X'断面を示す断面図である。

図24において、図1と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

リング状の誘電体（以下、「リング状誘電体」と称する）61は、励振素子2と同心円状に、励振素子2を囲むように第1の平面1aに設けられている。

リング状誘電体61の厚さは、 t' である。

電磁波の中心周波数において、自由空間における電磁波の波長が λ_0 であるとき、リング状誘電体61は、励振素子2の端部からリング状誘電体61の内径までの距離 Δ が $0.50\lambda_0$ 以上の位置に設けられている。

[0072] 図25は、電磁波のビーム幅が140度であるときのアンテナ装置の最低の動作利得についてのシミュレーション結果を示す説明図である。

図25におけるシミュレーションでは、距離 Δ と、リング状誘電体61の厚さ t' とをパラメータとして、最低動作利得を計算している。

図25におけるシミュレーションでは、第1の誘電体1の厚さ t が $0.25\lambda_g$ 、第1の平面の直径 d が $2.7\lambda_g$ であるとしている。また、リング状誘電体61の比誘電率が3.62、リング状誘電体61の誘電正接が0.005であるとしている。リング状誘電体61の比誘電率は、第1の誘電体1の比誘電率と同じであってもよいし、異なってもよい。

図25において、横軸は、距離 Δ を波長 λ_0 で除算した値であり、縦軸は、リング状誘電体61の厚さ t' を波長 λ_g で除算した値である。

[0073] 励振素子2の端部からリング状誘電体61の内径までの距離 Δ と、リング状誘電体61の厚さ t' とには、動作利得が増加するための最適値が存在し、図25に示すように、距離 Δ が $0.50\lambda_0$ 以上では、 $0.75[\text{dBi}]$ 以上の高利得になっている。

第1の平面1aにリング状誘電体61を設けることで、リング状誘電体61が設けられている位置の誘電体の厚さが $t+t'$ となり、リング状誘電体

6 1 が設けられていない位置の誘電体の厚さ t よりも厚くなる。したがって、誘電体の厚さが不連続になる。

誘電体の厚さが不連続である場合、厚さが厚い範囲であるリング状誘電体 6 1 が設けられている位置に磁気エネルギーが集中する。即ち、リング状誘電体 6 1 と地導体 3 との間に磁気エネルギーが集中する。

[0074] 励振素子 2 の端部からリング状誘電体 6 1 の内径までの距離 Δ が $0.50\lambda_0$ の位置にリング状誘電体 6 1 が設けられる場合、励振素子 2 と地導体 3 との間に蓄積される磁流の位相と、リング状誘電体 6 1 と地導体 3 との間に蓄積される磁流の位相とが同相となる。

磁流の位相が同相となることで、励振素子 2 からの電磁波の放射と、第 1 の給電ピン 5 a、第 2 の給電ピン 5 b、第 3 の給電ピン 5 c 及び第 4 の給電ピン 5 d のそれぞれからの電磁波の放射とが重ね合わされて、アンテナ装置 2 2 が広覆域化されている。

[0075] 以上の実施の形態 3 は、励振素子 2 と同心円状に、励振素子 2 を囲むように第 1 の平面 1 a に設けられているリング状誘電体 6 1 を備えるように、アンテナ装置 2 2 を構成した。したがって、アンテナ装置 2 2 は、実施の形態 1 のアンテナ装置 2 2 と同様に、高仰角通信衛星及び低仰角通信衛星の双方との無線通信を実現することができるほか、実施の形態 1 のアンテナ装置 2 2 よりも、覆域を拡大することができる。

[0076] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0077] この発明は、誘電体の平面に励振素子が設けられているアンテナ装置に適している。

また、この発明は、アンテナ装置を備える通信装置に適している。

符号の説明

[0078] 1 第 1 の誘電体、1 a 第 1 の平面、1 b 第 2 の平面、2 励振素子

、 3 地導体、 4 第 2 の誘電体、 5 a 第 1 の給電ピン、 5 b 第 2 の給電ピン、 5 c 第 3 の給電ピン、 5 d 第 4 の給電ピン、 6 a, 6 b, 6 c, 6 d 給電点、 7 インタフェース回路、 8 グランドビア、 9 第 3 の誘電体、 10 地導体、 11 第 1 の 180 度ハイブリッド、 11 a 第 1 の端子、 11 b 第 2 の端子、 11 c 第 3 の端子、 11 d 第 4 の端子、 12 第 2 の 180 度ハイブリッド、 12 a 第 1 の端子、 12 b 第 2 の端子、 12 c 第 3 の端子、 12 d 第 4 の端子、 13 第 1 の 90 度ハイブリッド、 13 a 第 1 の端子、 13 b 第 2 の端子、 13 c 第 3 の端子、 13 d 第 4 の端子、 14 第 2 の 90 度ハイブリッド、 14 a 第 1 の端子、 14 b 第 2 の端子、 14 c 第 3 の端子、 14 d 第 4 の端子、 21 送受信部、 22 アンテナ装置、 31 90 度ハイブリッド、 31 a 第 1 の端子、 31 b 第 2 の端子、 31 c 第 3 の端子、 31 d 第 4 の端子、 32 90 度ハイブリッド、 32 a 第 1 の端子、 32 b 第 2 の端子、 32 c 第 3 の端子、 32 d 第 4 の端子、 33 90 度ハイブリッド、 33 a 第 1 の端子、 33 b 第 2 の端子、 33 c 第 3 の端子、 33 d 第 4 の端子、 34 第 2 の 90 度ハイブリッド、 34 a 第 1 の端子、 34 b 第 2 の端子、 34 c 第 3 の端子、 34 d 第 4 の端子、 35 180 度遅延線路、 41 180 度ハイブリッド、 41 a 第 1 の端子、 41 b 第 2 の端子、 41 c 第 3 の端子、 41 d 第 4 の端子、 42 180 度ハイブリッド、 42 a 第 1 の端子、 42 b 第 2 の端子、 42 c 第 3 の端子、 42 d 第 4 の端子、 43 180 度ハイブリッド、 43 a 第 1 の端子、 43 b 第 2 の端子、 43 c 第 3 の端子、 43 d 第 4 の端子、 44 180 度ハイブリッド、 44 a 第 1 の端子、 44 b 第 2 の端子、 44 c 第 3 の端子、 44 d 第 4 の端子、 45 ~ 48 90 度遅延線路、 51 非励振リング、 61 リング状誘電体。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の平面と、前記第1の平面と反対側の面である第2の平面とを有し、前記第1及び第2の平面の形状が円形である第1の誘電体と、前記第1の平面に設けられ、電磁波を放射又は受信する励振素子と、
前記第2の平面に設けられている地導体と、
前記地導体における2つの平面のうち、前記第2の平面と接している側の平面と反対側の平面に設けられている第2の誘電体と、
一端が前記励振素子と接続され、他端が給電点であり、前記地導体と電氣的に非接触の状態で、前記第1の誘電体及び前記第2の誘電体のそれぞれを貫通している給電ピンとを備え、
前記第1及び第2の平面の直径、及び、前記第1の誘電体の厚さのそれぞれは、前記電磁波のビーム幅及び前記電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されていることを特徴とするアンテナ装置。
- [請求項2] 前記励振素子の平面形状が円形であり、
前記励振素子と同心円状に、前記励振素子を囲むように前記第1の平面に設けられ、前記励振素子と電磁結合する非励振リングを備えたことを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記励振素子の平面形状が円形であり、
前記励振素子と同心円状に、前記励振素子を囲むように前記第1の平面に設けられているリング状の誘電体を備えたことを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記給電ピンを複数備えており、前記複数の給電ピンの一端が回転対称な位置に配置されていることを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記複数の給電ピンのそれぞれ他端に、振幅が同じで、位相が異なる電力を与えるインタフェース回路を備えたことを特徴とする請求項4記載のアンテナ装置。

[請求項6] 前記複数の給電ピンとして、第1の給電ピン、第2の給電ピン、第3の給電ピン及び第4の給電ピンを備えており、

前記インタフェース回路は、前記第1の給電ピンの他端に位相が -180 度の電力、前記第2の給電ピンの他端に位相が -270 度の電力、前記第3の給電ピンの他端に位相が 0 度の電力及び前記第4の給電ピンの他端に位相が -90 度の電力を与え、または、前記第1の給電ピンの他端に位相が -270 度の電力、前記第2の給電ピンの他端に位相が -180 度の電力、前記第3の給電ピンの他端に位相が -90 度の電力及び前記第4の給電ピンの他端に位相が 0 度の電力を与えることを特徴とする請求項5記載のアンテナ装置。

[請求項7] 前記複数の給電ピンとして、第1の給電ピン、第2の給電ピン、第3の給電ピン及び第4の給電ピンを備えており、

前記インタフェース回路は、

第1の端子から第4の端子を有しており、第1の端子に電力が与えられると、第3の端子から位相が -90 度の電力を出力するとともに、第4の端子から位相が -270 度の電力を出力する第1の 180 度ハイブリッドと、

第1の端子から第4の端子を有しており、第1の端子に電力が与えられると、第3の端子から位相が -90 度の電力を出力するとともに、第4の端子から位相が -270 度の電力を出力する第2の 180 度ハイブリッドと、

第1の端子が前記第1の 180 度ハイブリッドの第3の端子と接続され、第2の端子が前記第2の 180 度ハイブリッドの第3の端子と接続され、第3の端子が前記第1の給電ピンの他端と接続され、第4の端子が前記第2の給電ピンの他端と接続されており、前記第1の 180 度ハイブリッドの第3の端子から第1の端子に位相が -90 度の電力が与えられると、第3の端子から位相が -180 度の電力を出力するとともに、第4の端子から位相が -270 度の電力を出力し、前

記第2の180度ハイブリッドの第3の端子から第2の端子に位相が-90度の電力が与えられると、第3の端子から位相が-270度の電力を出力するとともに、第4の端子から位相が-180度の電力を出力する第1の90度ハイブリッドと、

第1の端子が前記第1の180度ハイブリッドの第4の端子と接続され、第2の端子が前記第2の180度ハイブリッドの第4の端子と接続され、第3の端子が前記第3の給電ピンの他端と接続され、第4の端子が前記第4の給電ピンの他端と接続されており、前記第1の180度ハイブリッドの第4の端子から第1の端子に位相が-270度の電力が与えられると、第3の端子から位相が0度の電力を出力するとともに、第4の端子から位相が-90度の電力を出力し、前記第2の180度ハイブリッドの第4の端子から第2の端子に位相が-270度の電力が与えられると、第3の端子から位相が-90度の電力を出力するとともに、第4の端子から位相が0度の電力を出力する第2の90度ハイブリッドとを備えていることを特徴とする請求項5記載のアンテナ装置。

[請求項8]

通信信号を送受信する送受信部と、

前記送受信部から送信された通信信号を電磁波として空間に放射する一方、空間を伝搬している電磁波を受信し、受信した電磁波を通信信号として前記送受信部に出力するアンテナ装置とを備え、

前記アンテナ装置は、

第1の平面と、前記第1の平面と反対側の面である第2の平面とを有し、前記第1及び第2の平面の形状が円形である第1の誘電体と、

前記第1の平面に設けられ、電磁波を放射又は受信する励振素子と、

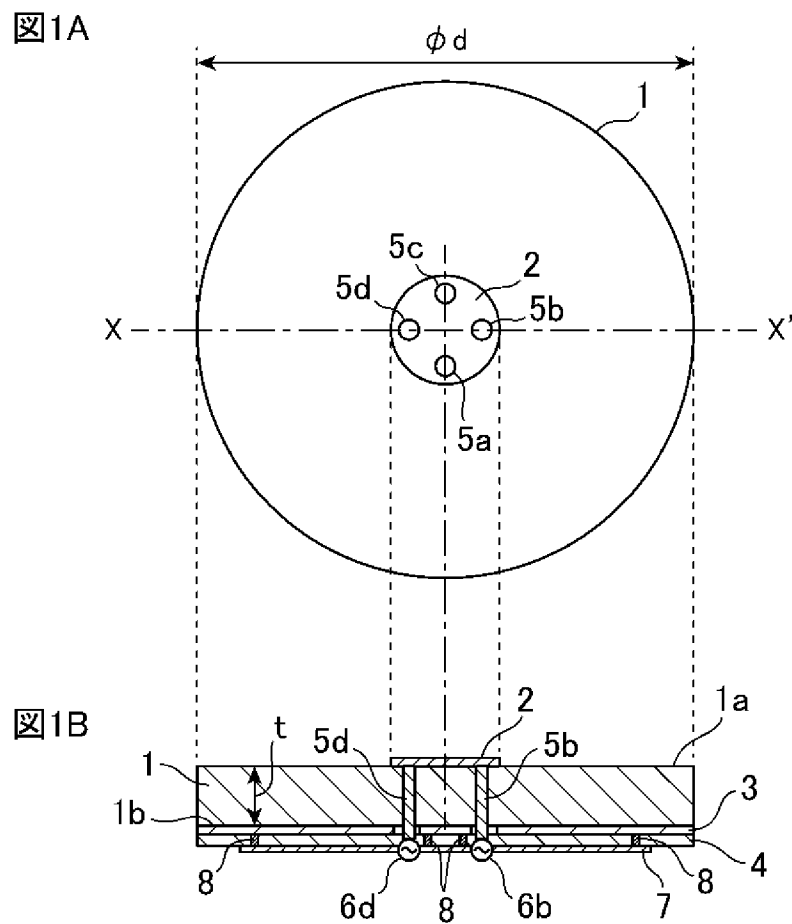
前記第2の平面に設けられている地導体と、

前記地導体における2つの平面のうち、前記第2の平面と接している側の平面と反対側の平面に設けられている第2の誘電体と、

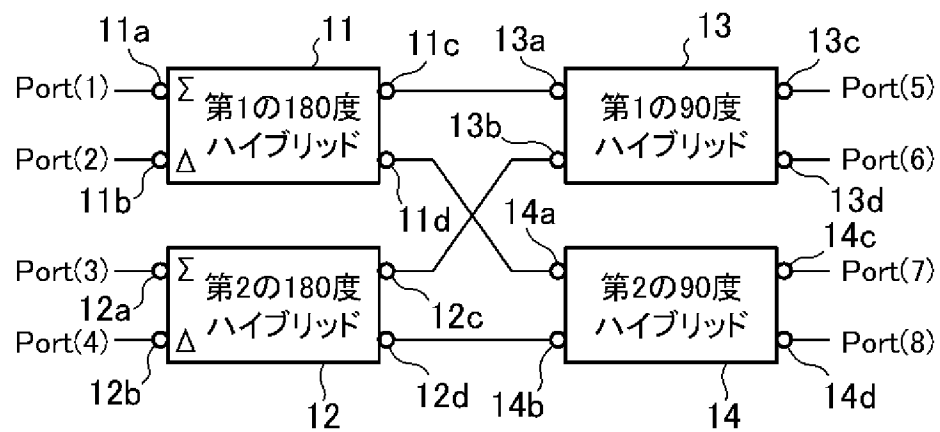
一端が前記励振素子と接続され、他端が給電点であり、前記地導体と電氣的に非接触の状態で、前記第 1 の誘電体及び前記第 2 の誘電体のそれぞれを貫通している給電ピンとを備え、

前記第 1 及び第 2 の平面の直径、及び、前記第 1 の誘電体の厚さのそれぞれは、前記電磁波のビーム幅及び前記電磁波の帯域幅のそれぞれに基づいて決定されていることを特徴とする通信装置。

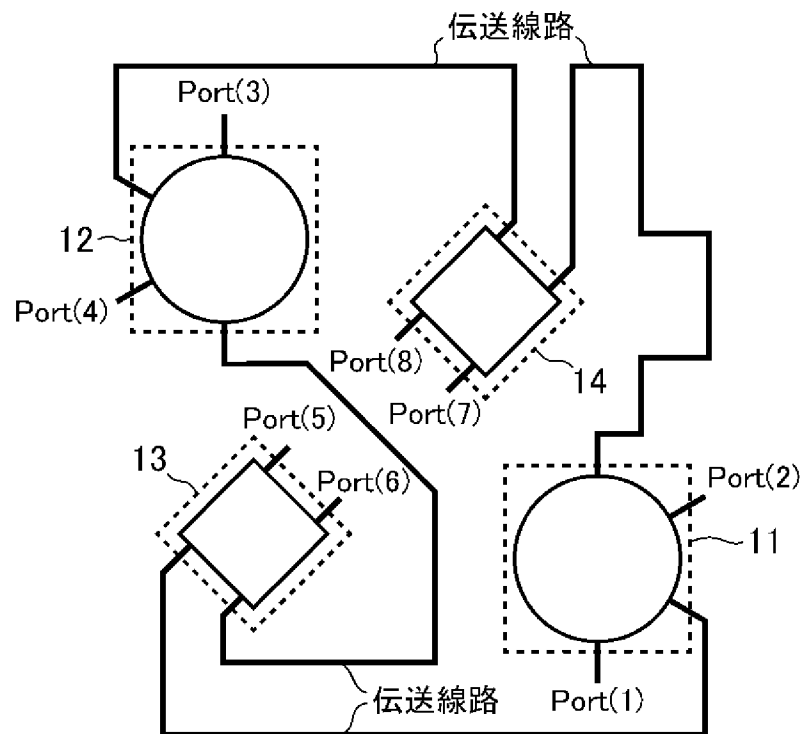
[図1]



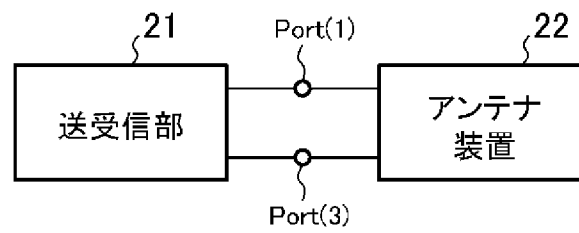
[図2]



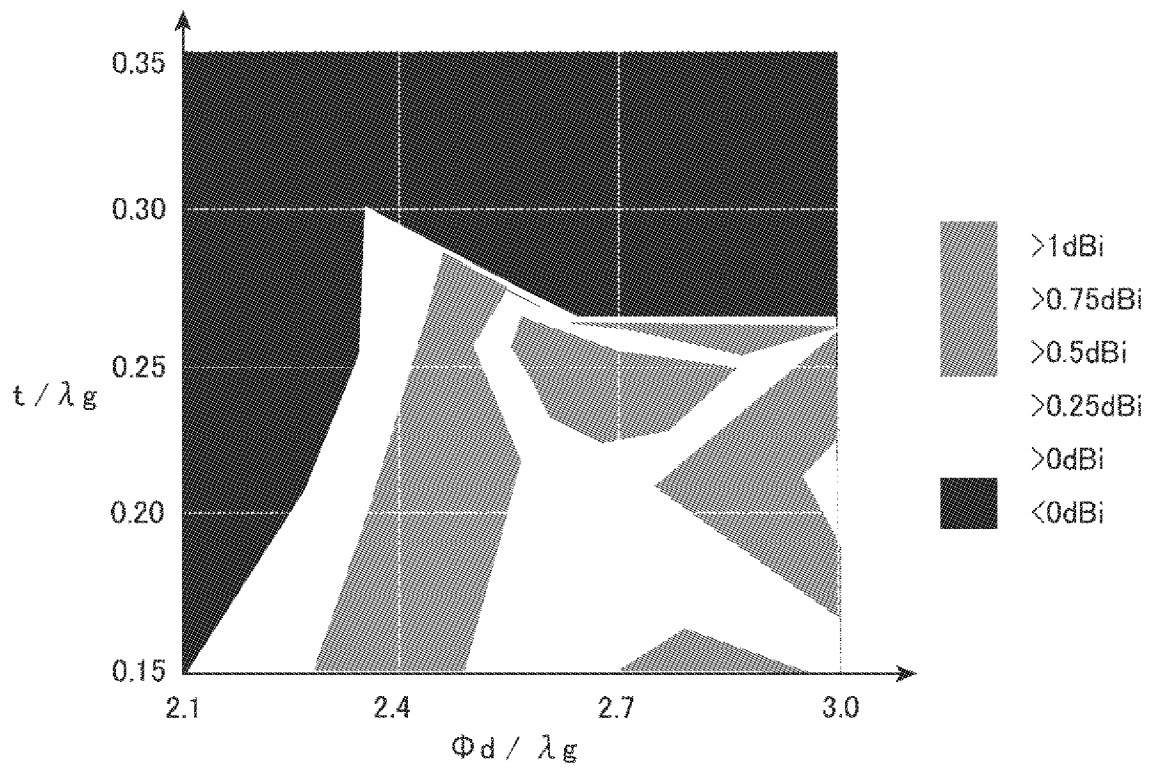
[図3]



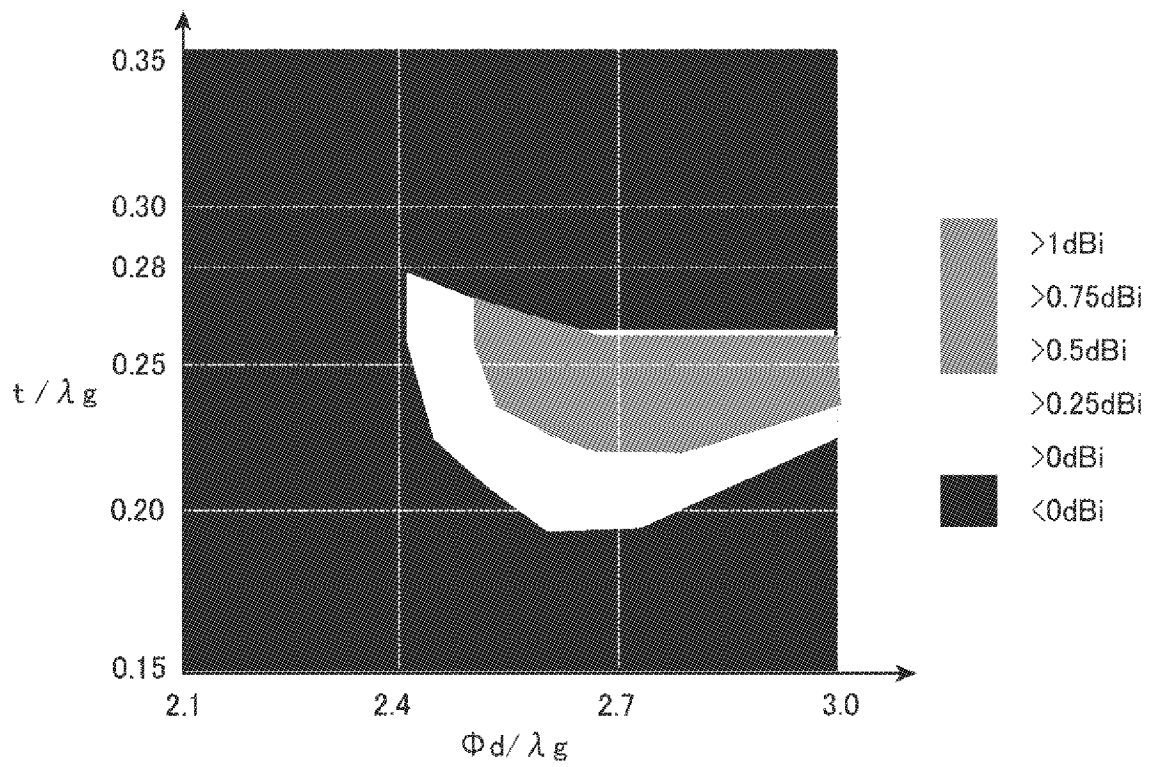
[図4]



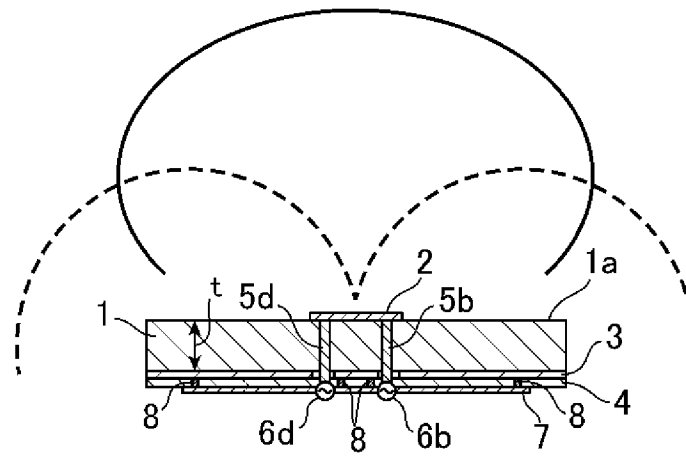
[図5]



[図6]

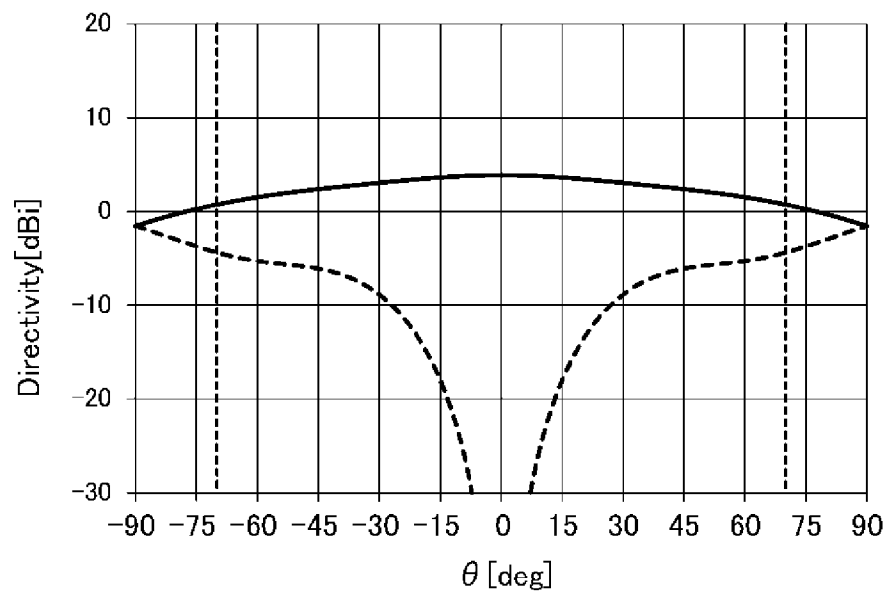


[図7]

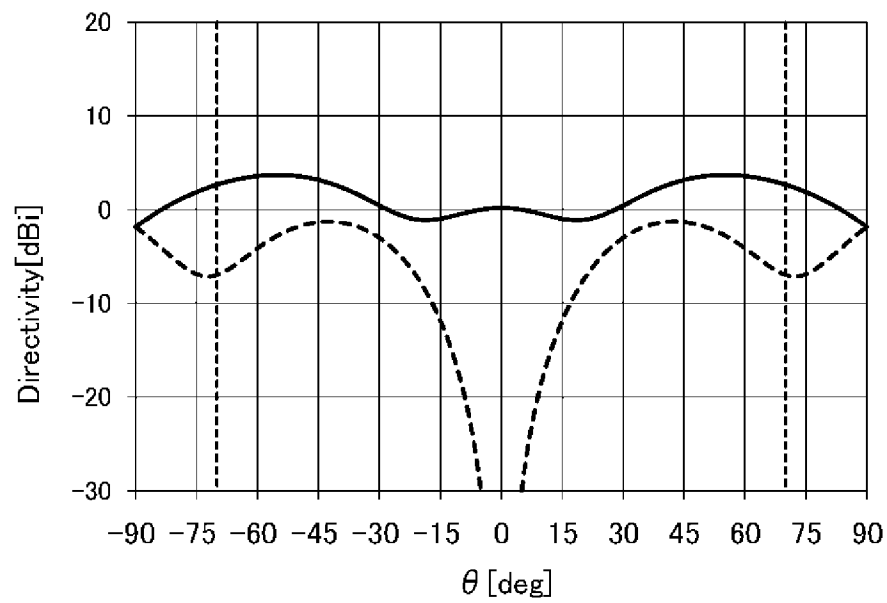


— 励振素子からの電磁波の放射
--- 給電ピンからの電磁波の放射

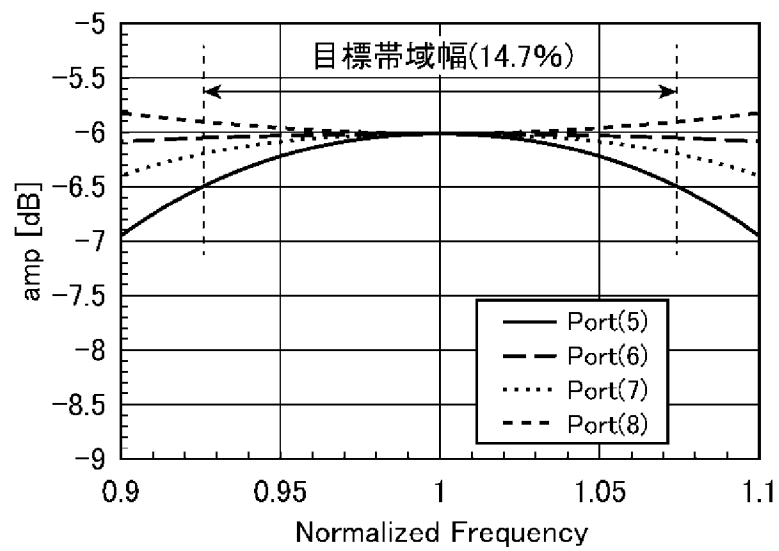
[図8]



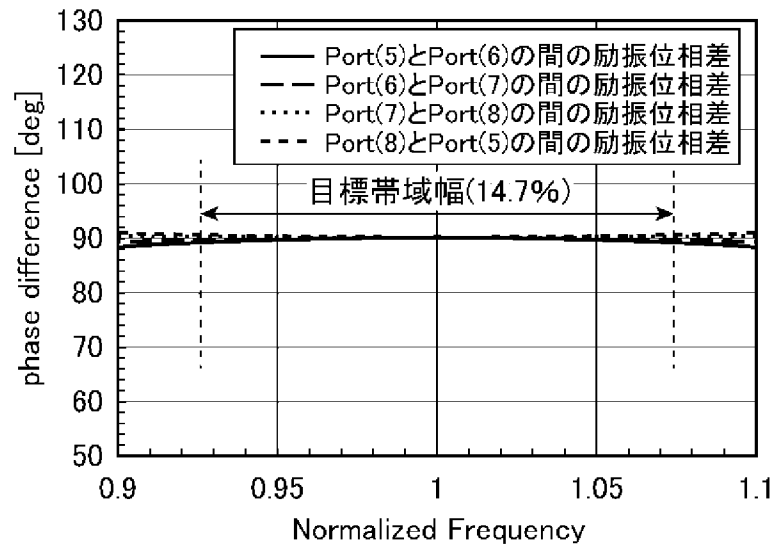
[図9]



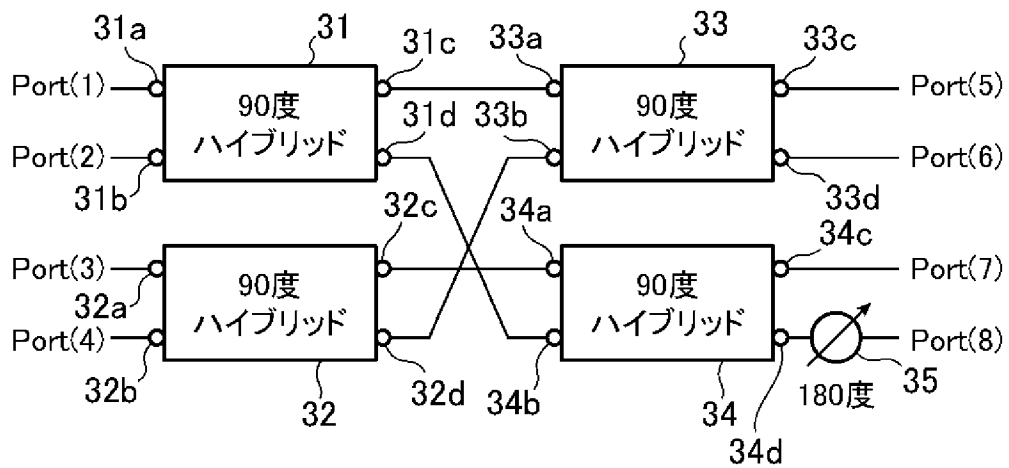
[図10]



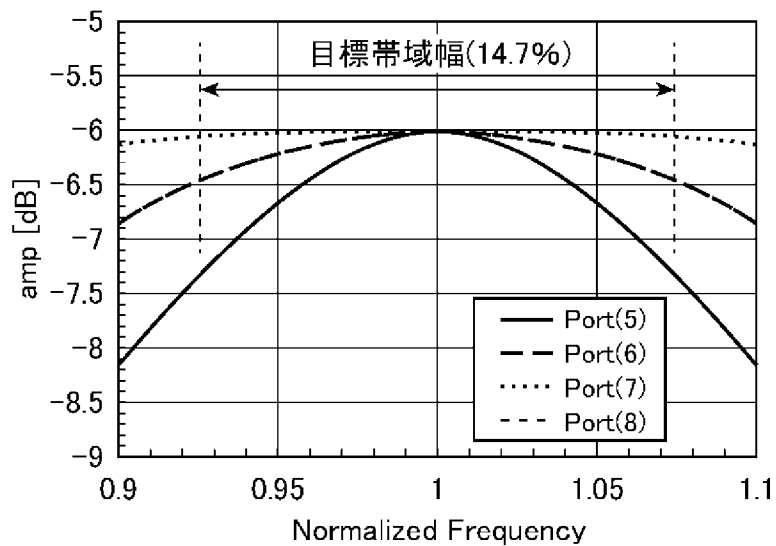
[図11]



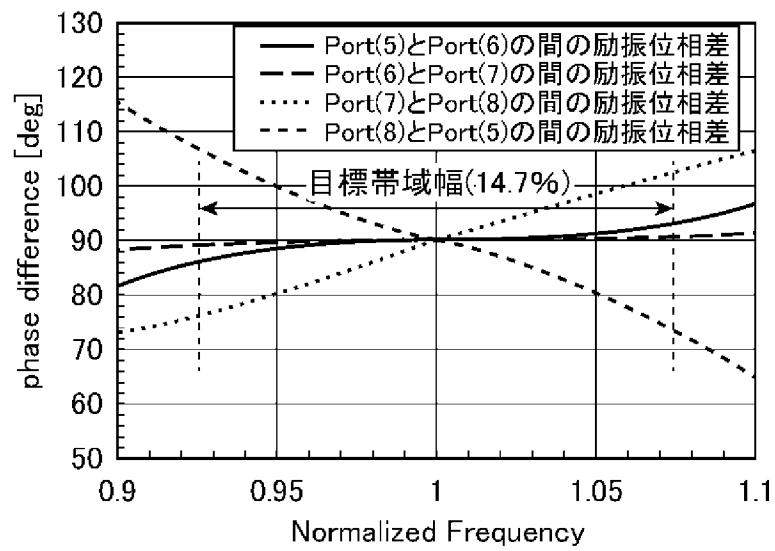
[図12]



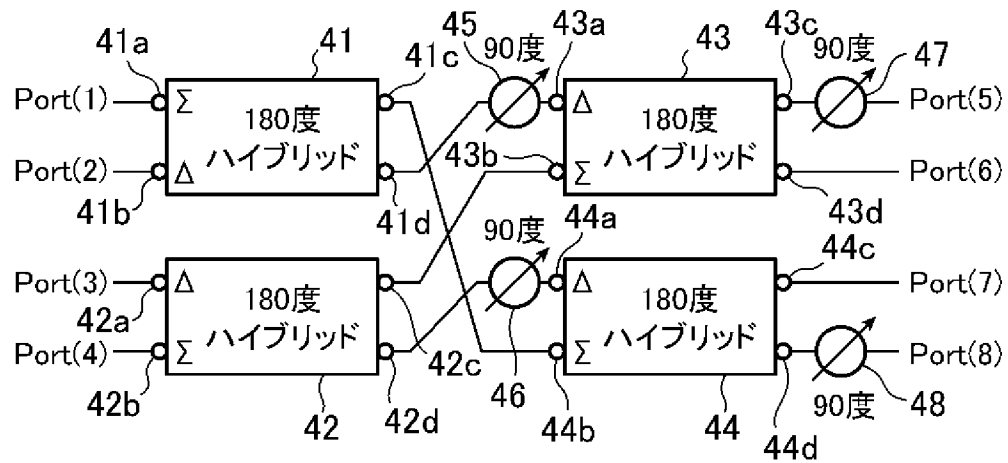
[図13]



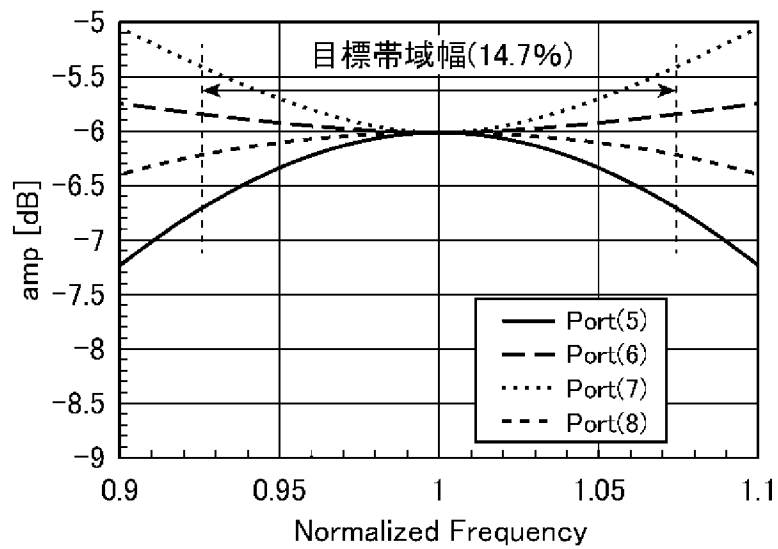
[図14]



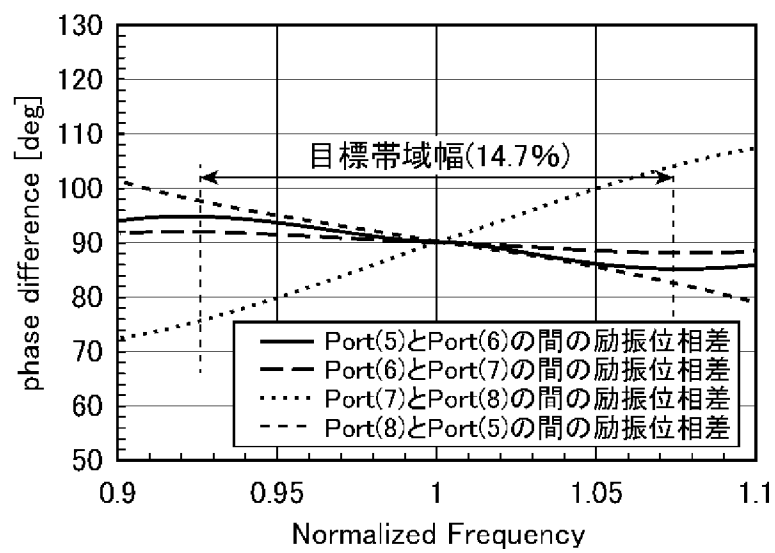
[図15]



[図16]



[図17]



[図18]

図18A

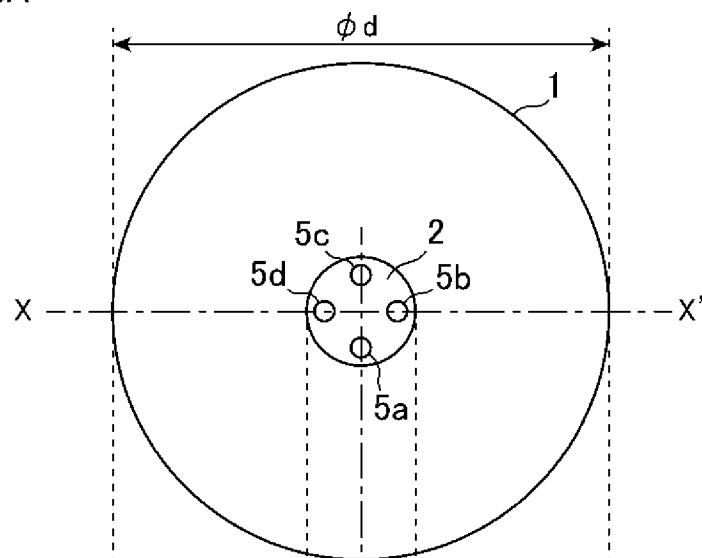
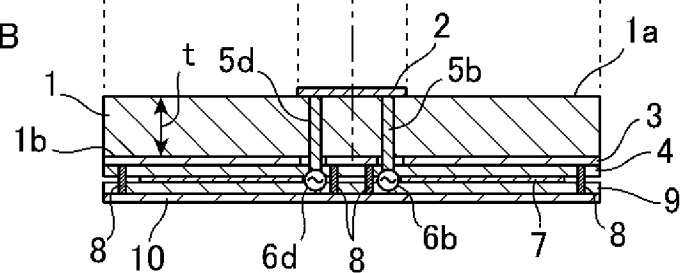
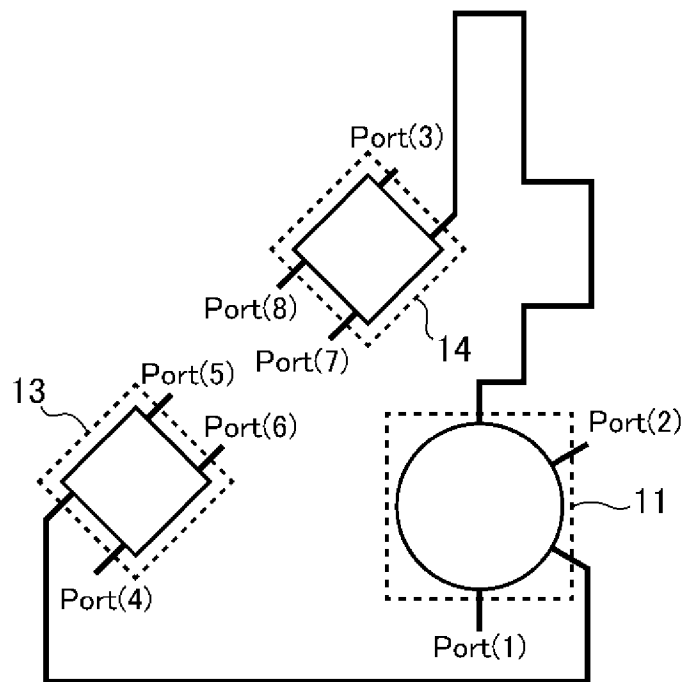


図18B



[図19]



[図20]

図20A

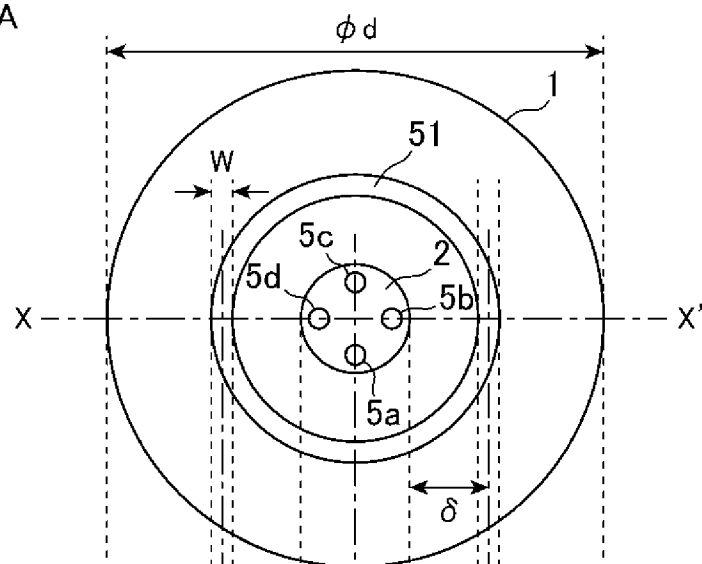
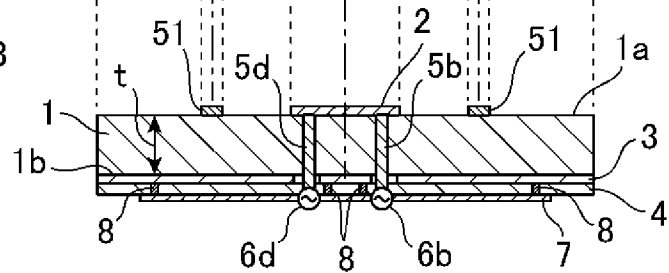
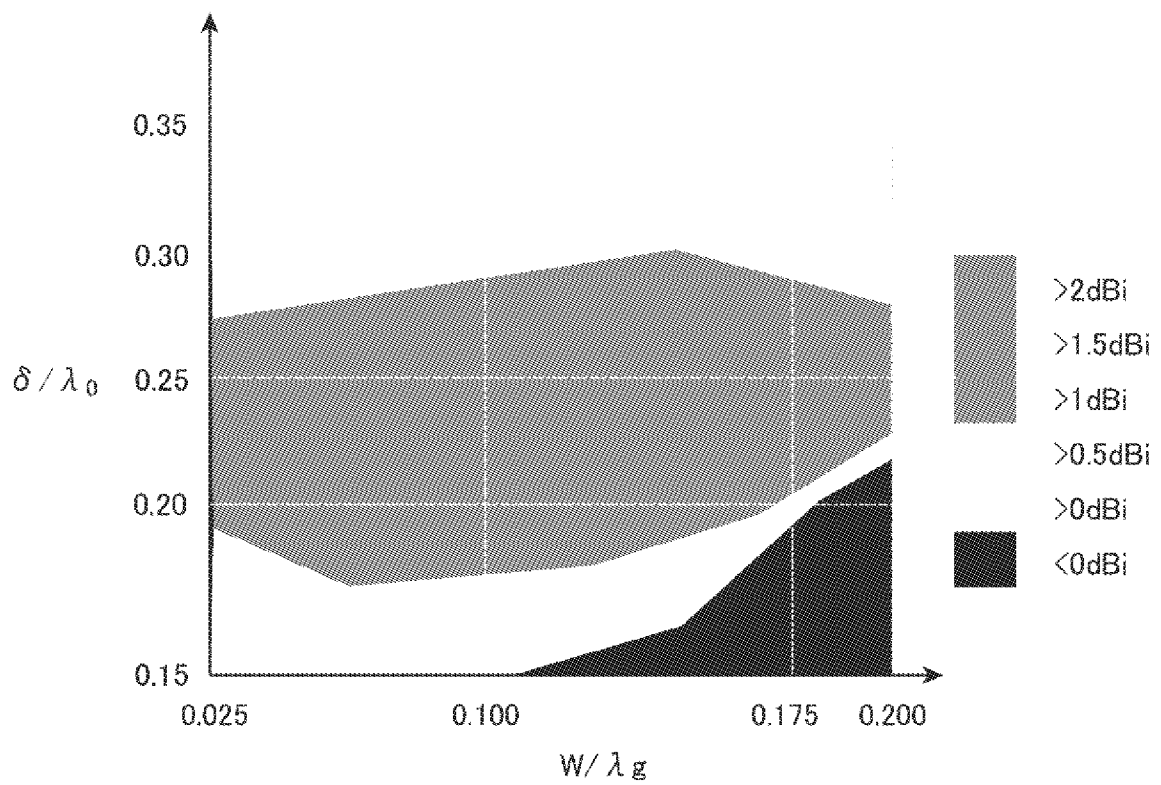


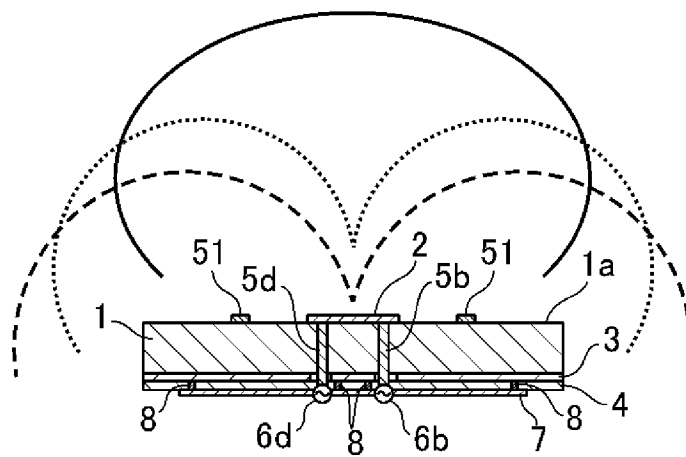
図20B



[図21]

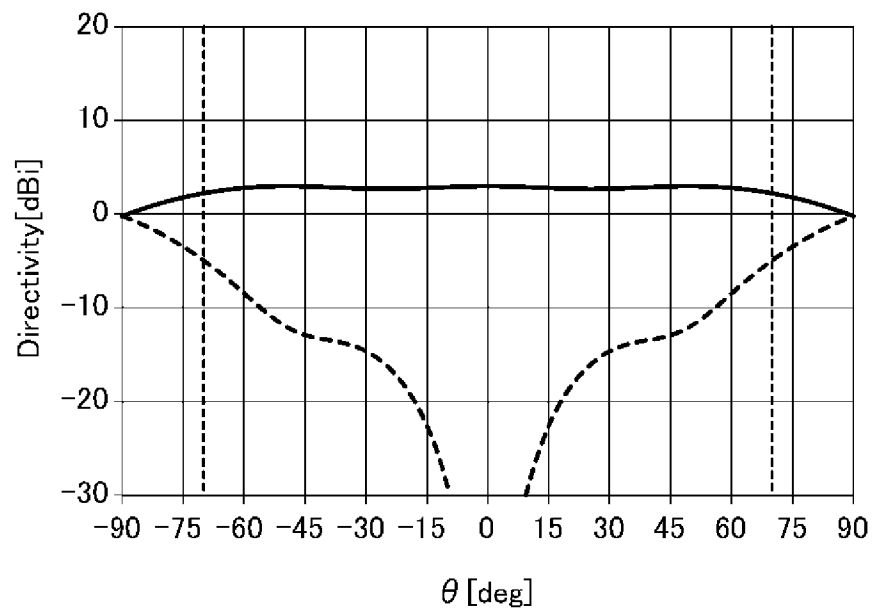


[図22]



- 励振素子からの電磁波の放射
- 給電ピンからの電磁波の放射
- 非励振リングからの電磁波の放射

[図23]



[図24]

図24A

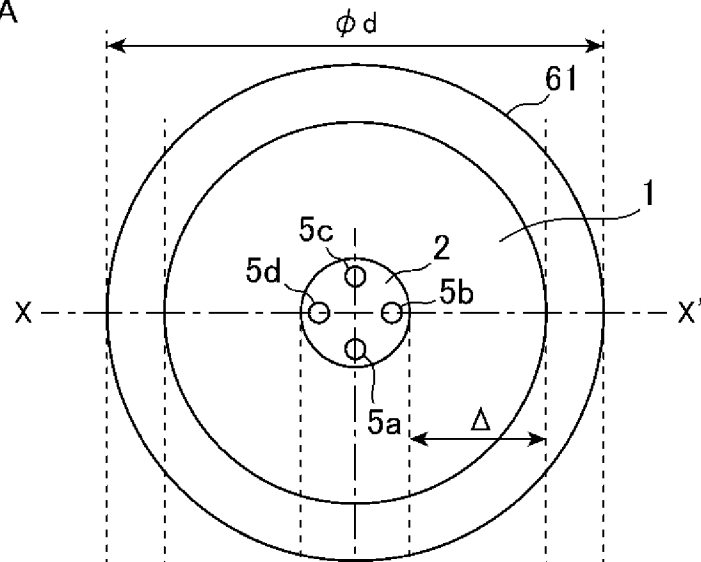
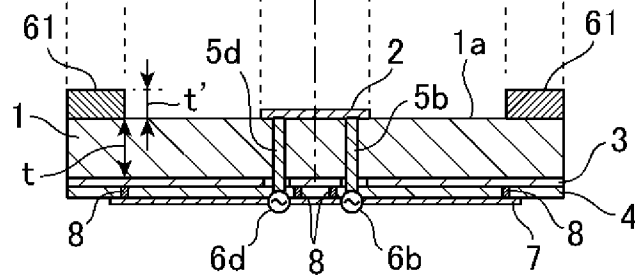
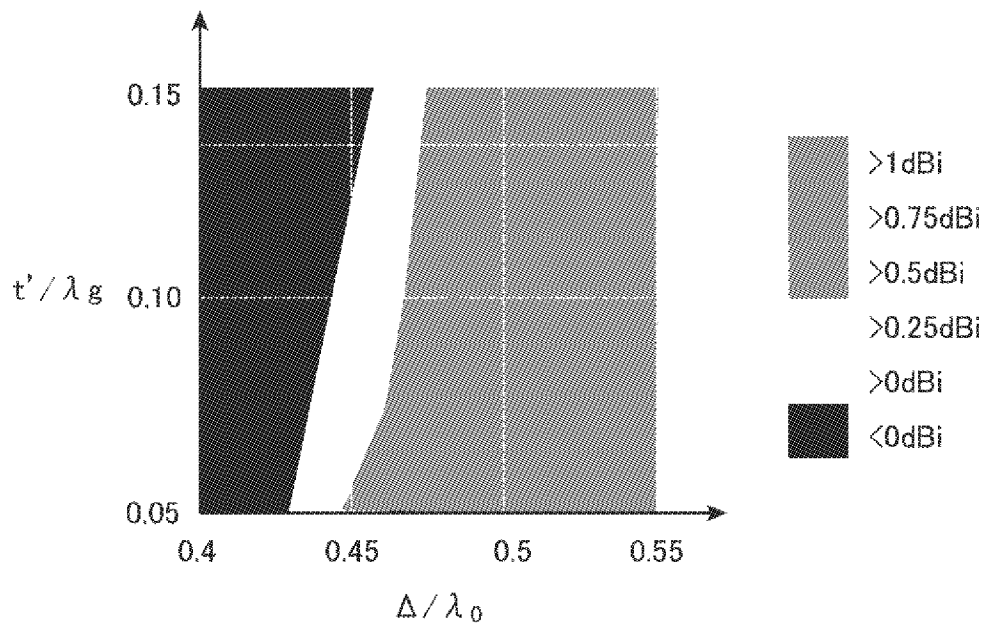


図24B



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028582

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01Q9/04 (2006.01) i, H01Q13/08 (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)

Int. Cl. H01Q9/04, H01Q13/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	US 6466171 B1 (SHERMAN, Donald LeRoy, HOPKINS, Glenn Daniel, PULLEN, Kerry Philip) 15 October 2002 (Family: none)	1-8
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 082298/1987 (Laid-open No. 192712/1988) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 December 1988 (Family: none)	1-8



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
13.09.2018

Date of mailing of the international search report
02.10.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028582

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HA, Jaegeun, ELMANSOURI, Mohamed A., PRASANNAKUMAR, Prathap Valale, FILIPOVIC, Dejan S.; Monostatic Co-Polarized Full-Duplex Antenna With Left- or Right-Hand Circular Polarization; IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION; vol. 65, no. 10; 2017; pp. 5103-5111	1-8
A	US 9825373 B1 (SMITH, Richard Sharp) 21 November 2017 (Family: none)	1-8
A	US 2013/0076585 A1 (KIM, Joung Myoun) 28 March 2013 (Family: none)	1-8
A	WO 2014/098958 A2 (RAYTHEON COMPANY) 26 June 2014 & US 2014/0176373 A1 & US 2016/0104936 A1	1-8
A	US 2017/0301998 A1 (DESCLOS, Laurent, SHAMBLIN, Jeffrey) 19 October 2017 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q9/04(2006.01)i, H01Q13/08(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 (IPC))

Int.Cl. H01Q9/04, H01Q13/08

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使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
A	US 6466171 B1 (DONALD LEROY SHERMAN, GLENN DANIEL HOPKINS, KERRY PHILIP PULLEN) 2002. 10. 15 (ファミリーなし)	1-8
A	日本国実用新案登録出願62-082298号(日本国実用新案登録出願公開63-192712号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (三菱電機株式会社) 1988. 12. 12 (ファミリーなし)	1-8

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	「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
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13. 09. 2018

国際調査報告の発送日

02. 10. 2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

佐藤 当秀

5 K

3784

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 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
A	JAEGEUN HA, MOHAMED A. ELMANSOURI, PRATHAP VALALE PRASANNAKUMAR, DEJAN S. FILIPOVIC; Monostatic Co-Polarized Full-Duplex Antenna With Left- or Right-Hand Circular Polarization; IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION; Vol. 65; No. 10; 2017; pp. 5103 - 5111	1-8
A	US 9825373 B1 (RICHARD SHARP SMITH) 2017. 11. 21 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2013/0076585 A1 (JOUNG MYOUN KIM) 2013. 03. 28 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2014/098958 A2 (RAYTHEON COMPANY) 2014. 06. 26 & US 2014/0176373 A1 & US 2016/0104936 A1	1-8
A	US 2017/0301998 A1 (LAURENT DESCLOS, JEFFREY SHAMBLIN) 2017. 10. 19 (ファミリーなし)	1-8