

(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13日(13.02.2020)



(10) 国際公開番号

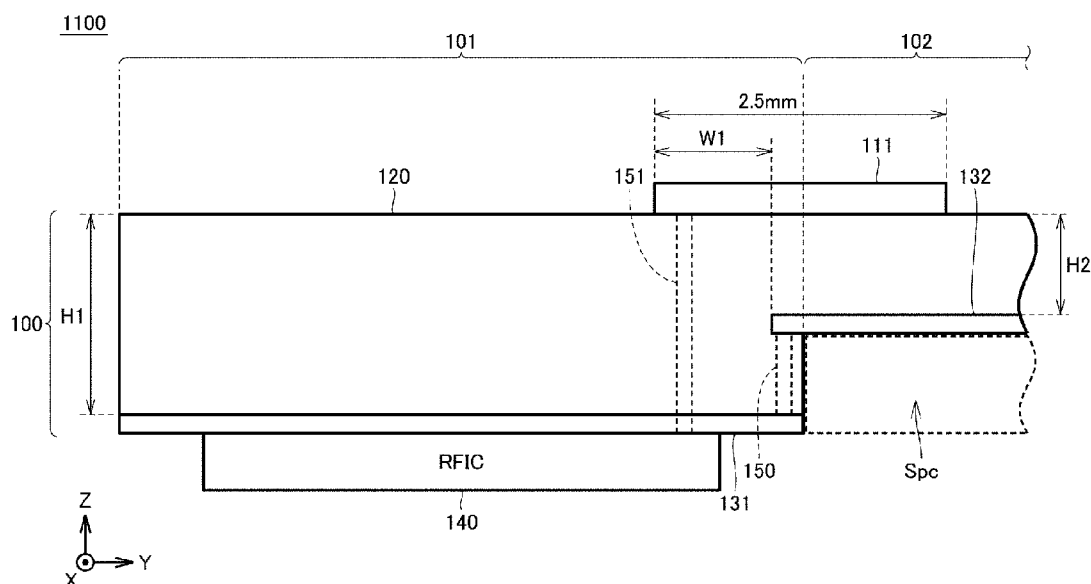
WO 2020/031876 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 13/08 (2006.01) *H01Q 23/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030419
- (22) 国際出願日: 2019年8月2日(02.08.2019)
- (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 2018-150512 2018年8月9日(09.08.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 須藤 薫(SUDO, Kaoru); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 森 弘嗣(MORI, Hirotsugu); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 尾仲 健吾(ONAKA, Kengo); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (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,

(54) Title: ANTENNA ELEMENT, ANTENNA MODULE AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ素子、アンテナモジュールおよび通信装置

FIG.2



(57) Abstract: This antenna element (100) comprises a dielectric substrate (120), a first ground electrode (131), a second ground electrode (132), a via conductor (150) and a radiation electrode (111). The dielectric substrate (120) has a flat first portion (101) and a second portion (102) that is thinner than the first portion (101). The first ground electrode (131) is positioned to the first portion (101). The second ground electrode (132) is positioned to the second portion (102). The via conductor (150) connects the first ground electrode (131) and the second ground electrode (132). The distance (H1)

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

between the radiation electrode (111) and the first ground electrode (131) in a first thickness direction is larger than the distance (H2) between the radiation electrode (111) and the second ground electrode (132) in a second thickness direction. Part of the radiation electrode (111) is not opposite the second ground electrode (132) and is opposite the first ground electrode (131).

(57) 要約: アンテナ素子 (100) は、誘電体基板 (120) と、第1接地電極 (131) と、第2接地電極 (132) と、ビア導体 (150) と、放射電極 (111) とを備える。誘電体基板 (120) は、平板状の第1部分 (101)、および第1部分 (101) より薄い第2部分 (102) を有する。第1接地電極 (131) は、第1部分 (101) に配置されている。第2接地電極 (132) は、第2部分 (102) に配置されている。ビア導体 (150) は、第1接地電極 (131) と第2接地電極 (132) とを接続する。放射電極 (111) と第1接地電極 (131) との第1厚み方向の距離 (H1) は、放射電極 (111) と第2接地電極 (132) との第2厚み方向の距離 (H2) より大きい。放射電極 (111) の一部は、第2接地電極 (132) と対向せず、かつ第1接地電極 (131) と対向する。

明 細 書

発明の名称： アンテナ素子、アンテナモジュールおよび通信装置
技術分野

[0001] 本発明は、放射電極および接地電極が対向するように配置されたアンテナ素子、当該アンテナ素子を備えるアンテナモジュール、および当該アンテナモジュールを備える通信装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、放射電極および接地電極が対向するように配置されたアンテナ素子が知られている。たとえば、国際公開第2012/081288号（特許文献1）には、放射電極および接地導体板が対向するように配置されたアンテナを備える高周波用パッケージが開示されている。当該アンテナは、無給電素子を含むスタック型パッチアンテナとして形成され、多層基板においてキャビティと異なる位置に設けられている。当該高周波用パッケージによれば、厚さを抑制しつつ、受信可能な高周波信号の帯域を広げることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2012/081288号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] アンテナ素子において、対向するように放射電極および接地電極が配置される場合、放射電極と接地電極との容量結合を適切な強さに保つため、接地電極から或る程度の距離だけ離間させる必要があることが知られている。たとえば、特許文献1に開示されている高周波パッケージにおいて、キャビティが形成されている多層基板の部分は、キャビティが形成されていない多層基板の部分よりも薄い。放射電極は、キャビティが形成されていない多層基板の部分に配置されることにより、接地導体板から或る程度の距離だけ離されている。

[0005] 特許文献 1 に開示されている高周波パッケージのように、厚さの異なる部分を有する誘電体基板に放射電極と接地電極とを対向するように配置する場合、放射電極と接地電極とをより離間させるために、厚い部分に両者を配置するのが通常である。しかし、アンテナ素子が配置されるスペースによっては、誘電体基板において厚く成形可能な部分が制限される場合がある。そのような場合、誘電体基板の薄い部分に放射電極と接地電極とを対向するように配置せざるを得ず、放射電極と接地電極との距離を確保できない可能性がある。その結果、アンテナ素子の放射特性の改善が困難になり得る。

[0006] 本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あり、その目的は放射電極および接地電極が対向するように配置されたアンテナ素子において、放射特性を改善することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一実施の形態に係るアンテナ素子は、誘電体基板と、第 1 接地電極と、第 2 接地電極と、ビア導体と、放射電極とを備える。誘電体基板は、第 1 部分および第 2 部分を有する。第 1 部分は、平板状である。第 2 部分は、第 1 部分よりも薄い。第 1 接地電極は、第 1 部分に配置されている。第 2 接地電極は、第 2 部分に配置されている。ビア導体は、第 1 接地電極と第 2 接地電極とを接続する。放射電極は、第 1 部分において第 1 部分の第 1 厚み方向に第 1 接地電極と対向する。放射電極は、第 2 部分において第 2 部分の第 2 厚み方向に第 2 接地電極と対向する。放射電極と第 1 接地電極との第 1 厚み方向の距離は、放射電極と第 2 接地電極との第 2 厚み方向の距離より大きい。放射電極の一部は、第 2 接地電極と対向せず、かつ第 1 接地電極と対向する。

発明の効果

[0008] 本発明の一実施の形態に係るアンテナ素子によれば、放射電極の一部が第 2 接地電極と対向せず、かつ第 1 接地電極と対向することにより、放射特性を改善することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]アンテナ素子を備える通信装置のブロック図である。

[図2]実施の形態1に係るアンテナ素子を備えるアンテナモジュールをX軸方向から平面視した図である。

[図3]図2に示される間隔W1を変化させた場合の、放射電極の反射特性のシミュレーション結果を示す図である。

[図4]実施の形態1の変形例1に係るアンテナ素子を備えるアンテナモジュールをX軸方向から平面視した図である。

[図5]実施の形態1の変形例2に係るアンテナ素子を備えるアンテナモジュールをX軸方向から平面視した図である。

[図6]図5に示される間隔W1を変化させた場合の、放射電極の反射特性のシミュレーション結果を示す図である。

[図7]図5に示される間隔W1を変化させた場合の、2つの放射電極のアイソレーション特性のシミュレーション結果を示す図である。

[図8]実施の形態2に係るアンテナ素子を備えるアンテナモジュールの外観斜視図である。

[図9]図8のアンテナモジュールをX軸方向から平面視した図である。

[図10]実施の形態2の変形例1に係るアンテナモジュールをX軸方向から平面視した図である。

[図11]実施の形態2の変形例2に係るアンテナモジュールをX軸方向から平面視した図である。

[図12]実施の形態3に係る通信装置をX軸方向から平面視した図である。

[図13]実施の形態3の変形例1に係る通信装置をX軸方向から平面視した図である。

[図14]実施の形態3の変形例2に係る通信装置をX軸方向から平面視した図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則として繰り返さ

ない。

[0011] 図1は、アンテナ素子10を備える通信装置3000のブロック図である。通信装置3000としては、携帯電話、スマートフォン、タブレットなどの携帯端末、あるいは通信機能を有するパーソナルコンピュータなどを挙げることができる。

[0012] 図1に示されるように、通信装置3000は、アンテナモジュール1100と、ベースバンド信号処理回路を構成するBBIC (Baseband Integrated Circuit) 2000とを備える。アンテナモジュール1100は、高周波素子の一例であるRFIC (Radio Frequency Integrated Circuit) 140と、アンテナ素子10とを備える。

[0013] 通信装置3000は、BBIC 2000からアンテナモジュール1100へ伝達されたベースバンド信号を高周波信号にアップコンバートしてアンテナ素子10から放射する。通信装置3000は、アンテナ素子10で受信した高周波信号をベースバンド信号にダウンコンバートしてBBIC 2000にて信号処理する。

[0014] アンテナ素子10は、複数の平板状のアンテナ素子（放射導体）が、規則的に配置されたアンテナアレイである。図1においては、アンテナ素子10に含まれる複数の放射電極110のうち、点線で囲まれた4つの放射電極110に対応するRFIC 140の構成が示されている。

[0015] RFIC 140は、スイッチ31A～31D、33A～33D、37と、パワーアンプ32AT～32DTと、ローノイズアンプ32AR～32DRと、減衰器34A～34Dと、移相器35A～35Dと、信号合成／分波器36と、ミキサ38と、増幅回路39とを備える。

[0016] RFIC 140は、たとえば、アンテナ素子10に含まれる複数の放射電極110に対応する回路要素（スイッチ、パワーアンプ、ローノイズアンプ、減衰器、および移相器）を含む1チップの集積回路部品として形成される。あるいは、当該回路要素については、RFIC 140とは別に、放射電極110毎に1チップの集積回路部品として形成されてもよい。

[0017] 高周波信号を受信する場合、スイッチ31A～31D, 33A～33Dがローノイズアンプ32AR～32DR側へ切換えられるとともに、スイッチ37が増幅回路39の受信側アンプに接続される。

[0018] 放射電極110によって受信された高周波信号は、スイッチ31A～31Dから移相器35A～35Dまでの各信号経路を経由し、信号合成／分波器36によって合波され、ミキサ38によってベースバンド信号にダウンコンバートされ、増幅回路39によって増幅されてBBIC2000へ伝達される。

[0019] 高周波信号をアンテナ素子10から送信する場合には、スイッチ31A～31D, 33A～33Dがパワーアンプ32AT～32DT側へ切換えられるとともに、スイッチ37が増幅回路39の送信側アンプに接続される。

[0020] BBIC2000から伝達されたベースバンド信号は、増幅回路39によって増幅され、ミキサ38によってアップコンバートされる。アップコンバートされた高周波信号は、信号合成／分波器36によって4分波され、移相器35A～35Dからスイッチ31A～31Dまでの各信号経路を通過して放射電極110に給電される。各信号経路に配置された移相器35A～35Dの移相度が個別に調整されることにより、アンテナ素子10の指向性を調整することが可能となる。

[0021] [実施の形態1]

図2は、実施の形態1に係るアンテナ素子100を備えるアンテナモジュール1100をX軸方向から平面視した図である。図2において、X軸、Y軸、およびZ軸は互いに直交している。図4, 図5, 図8～図14においても同様である。

[0022] 図2に示されるように、アンテナモジュール1100は、アンテナ素子100と、RFIC140とを備える。アンテナ素子100は、放射電極111と、接地電極131（第1接地電極）と、接地電極132（第2接地電極）と、ビア導体150, 151と、誘電体基板120とを備える。放射電極111の法線方向は、Z軸方向である。

- [0023] 誘電体基板 120 は、平板状の部分 101（第 1 部分）と、部分 102（第 2 部分）とを有する。Z 軸方向において、部分 102 は、部分 101 より薄い。誘電体基板 120 は、一体の誘電体から形成されている。すなわち、誘電体基板 120 は、或る誘電率を有する誘電体材料によって一体成型された基板である。
- [0024] 接地電極 131, 132 は、部分 101, 102 にそれぞれ配置されている。接地電極 131 と 132 とは、ビア導体 150 によって接続されている。誘電体基板 120 は、一体の誘電体から形成されている。
- [0025] 放射電極 111 は、部分 101 において部分 101 の厚み方向（Z 軸方向）に接地電極 131 と対向するとともに、部分 102 において部分 102 の厚み方向（Z 軸方向）に接地電極 132 と対向するように、部分 101 から 102 に亘って誘電体基板 120 に配置されている。Z 軸方向における放射電極 111 と接地電極 131, 132 との距離は、それぞれ $H1$, $H2$ （ $= H1 / 2$ ）である。放射電極 111 の Y 軸方向の幅は、2.5 mm である。放射電極 111 は、全体が接地電極 132 と対向するのではなく、放射電極 111 の一部が接地電極 132 とは対向せずに接地電極 131 と対向する。Y 軸方向において放射電極 111 が接地電極 132 と対向せずに接地電極 132 と対向する間隔は、 $W1$ である。
- [0026] ビア導体 151 は、接地電極 131 を貫通し、放射電極 111 と RFIC 140 とを接続している。ビア導体 151 は、接地電極 131 から絶縁されている。
- [0027] RFIC 140 は、ビア導体 151 を介して放射電極 111 に高周波信号を供給する。RFIC 140 は、ビア導体 151 を介して放射電極 111 から高周波信号を受ける。
- [0028] 部分 102 において接地電極 132 が配置されている側には、スペース Sp_c が形成されている。スペース Sp_c には他の回路素子が配置されるため、放射電極 111 と接地電極 132 との距離を $H2$ より長くすることができない。

[0029] そこで、実施の形態 1 においては、接地電極 132 に加えて接地電極 131 とも対向するように放射電極 111 を配置する。放射電極 111 と接地電極 131 との距離 H_1 は、距離 H_2 よりも長い。そのため、放射電極 111 の一部を接地電極 131 と対向させることにより、放射電極 111 の全部が接地電極 132 と対向している場合よりも、アンテナ素子 100 の放射特性を改善することができる。

[0030] 図 3 は、図 2 に示される間隔 W_1 を変化させた場合の、放射電極 111 の反射特性（周波数と反射損失（ RL : Return Loss）との関係）のシミュレーション結果を示す図である。図 3 においては、間隔 W_1 が、1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm である各場合の反射特性が示されている。

[0031] 反射損失が大きい程、RFIC 140 から放射電極 111 に供給された高周波信号のうち、放射電極 111 から外部に放射された信号の割合が大きいことを意味する。そのため、しきい値以上の反射損失が実現される帯域幅の広さは、アンテナ素子 100 の放射特性の評価指標の 1 つになる。すなわち、当該帯域幅が広いほど、アンテナ素子 100 の放射特性は良好といえる。そこで、図 3 においては、反射損失が 6 dB 以上となる帯域幅の広さに着目して、間隔 W_1 を変化させた場合のアンテナ素子 100 の放射特性を比較する。

[0032] 図 3 に示されるように、間隔 W_1 が広いほど、接地電極 131 と対向する放射電極 111 の部分が大きいため、反射損失が 6 dB 以上となる帯域幅は広い。すなわち、接地電極 131 と対向する放射電極 111 の部分が大きいほど、アンテナ素子 100 の放射特性は改善される。

[0033] [実施の形態 1 の変形例 1]

実施の形態 1 においては、誘電体基板が一体の誘電体から形成されている場合について説明した。誘電体基板は、複数の誘電体層から形成されてもよい。

[0034] 図 4 は、実施の形態 1 の変形例 1 に係るアンテナ素子 100A を備えるア

ンテナモジュール１１００ＡをＸ軸方向から平面視した図である。アンテナモジュール１１００Ａの構成は、図２のアンテナ素子１００が１００Ａに置き換えられた構成である。図４のアンテナ素子１００Ａの構成は、図２の誘電体基板１２０が１２０Ａに置き換えられた構成である。これら以外の構成は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0035] 図４に示されるように、誘電体基板１２０Ａは、誘電体層１２１（第１誘電体層）と誘電体層１２２（第２誘電体層）とを含む。誘電体層１２１は、第１誘電率を有する誘電体材料によって成型された第１基板である。誘電体層１２２は、第２誘電率を有する誘電体材料によって成型された第２基板である。誘電体基板１２０は、誘電体層１２１と１２２とが熱による溶着あるいは接続部材（たとえばはんだバンプ）による接着等により一体化された基板である。第１誘電率と第２誘電率とは異なってもよい。

[0036] 誘電体層１２１は、部分１０１および１０２に亘って形成されている。誘電体層１２２は、部分１０１に形成されている。接地電極１３１は、部分１０１において誘電体層１２２に配置されている。接地電極１３２は、部分１０２において誘電体層１２１に配置されている。誘電体層１２１と１２２とは、熱によって互いに溶着されてもよいし、はんだバンプなどの接続部材によって接着されてもよい。誘電体層１２１の誘電率は、誘電体層１２２の誘電率と異なってもよい。

[0037] [実施の形態１の変形例２]

実施の形態１および変形例１においては、１つの放射電極を備えるアンテナ素子について説明した。放射電極の数は、２以上であってもよい。実施の形態１の変形例２においては、２つの放射電極を備えるアンテナ素子について説明する。

[0038] 図５は、実施の形態１の変形例２に係るアンテナ素子１００Ｂを備えるアンテナモジュール１１００ＢをＸ軸方向から平面視した図である。アンテナモジュール１１００Ｂの構成は、図２のアンテナ素子１００が１００Ｂに置き換えられた構成である。図５のアンテナ素子１００Ｂの構成は、図２のＡ

ンテナ素子 100 の構成に放射電極 112 およびビア導体 152 が追加された構成である。これら以外の構成は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0039] 図 5 に示されるように、放射電極 112 は、放射電極 111 から離間して部分 101 に配置されている。ビア導体 152 は、接地電極 131 を貫通し、放射電極 112 と R F I C 140 とを接続している。ビア導体 152 は、接地電極 131 から絶縁されている。

[0040] R F I C 140 は、ビア導体 152 を介して放射電極 112 に高周波信号を供給する。R F I C 140 は、ビア導体 152 を介して放射電極 112 から高周波信号を受ける。

[0041] 図 6 は、図 5 に示される間隔 W 1 を変化させた場合の、放射電極 112 の反射特性のシミュレーション結果を示す図である。図 6 においては、間隔 W 1 が、1.0 mm, 1.50 mm, 2.0 mm, 2.5 mm である各場合の反射特性が示されている。各場合の反射特性は、ほとんど同じ変化の態様を示すため、各反射特性は、図 6 において同一の曲線として描かれている。すなわち、放射電極 112 の反射特性は、間隔 W 1 にほとんど影響されない。

[0042] 図 7 は、間隔 W 1 を変化させた場合の、2つの放射電極 111, 112 のアイソレーション特性（アイソレーションと周波数との関係）のシミュレーション結果を示す図である。図 7 においては、間隔 W 1 が、1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm である各場合のアイソレーション特性が示されている。

[0043] 2つの放射電極のアイソレーションとは、当該2つの放射電極がどれだけ分離されているかを示す指標である。すなわち、2つの放射電極のアイソレーションが大きいほど、一方の放射電極から入力された信号のうち、他方の放射電極から出力されない信号の割合が大きい。

[0044] 図 7 に示される周波数帯において、各アイソレーション特性の極小値は、1 dB 程度の範囲内に収まっている。すなわち、放射電極 111, 112 のアイソレーション特性は、間隔 W 1 にほとんど影響されない。

[0045] 以上、実施の形態 1 および変形例 1, 2 に係るアンテナ素子によれば、放

射特性を改善することができる。

[0046] [実施の形態 2]

実施の形態 2 においては、アンテナ素子の誘電体基板が屈曲している場合について説明する。

[0047] 図 8 は、実施の形態 2 に係るアンテナ素子 200 を備えるアンテナモジュール 1200 の外観斜視図である。図 9 は、図 8 のアンテナモジュール 1200 を X 軸方向から平面視した図である。なお、図 8 においては、各構成要素の接続関係を見易くするため、図 9 に示される接地電極 281～284、および接地電極 281～284 に接続される複数のビア導体が表示されていない。

[0048] 図 8 および図 9 に示されるように、アンテナモジュール 1200 は、アンテナ素子 200 と、RFIC 240 とを備える。アンテナ素子 200 は、放射電極 201～212 と、誘電体基板 220 と、接地電極 231（第 1 接地電極）と、接地電極 232（第 2 接地電極）と、ビア導体 251～266 と、線路導体パターン 271～274 と、接地電極 281～284 とを備える。

[0049] 誘電体基板 220 は、平板上の部分 291（第 1 部分）と、部分 292（第 2 部分）と、平板状の部分 293 とを有する。部分 292 は、部分 291 および 293 よりも薄い。誘電体基板 220 は、部分 292 において屈曲している。

[0050] 誘電体基板 220 は、誘電体層 221（第 1 誘電体層）と、誘電体層 222（第 2 誘電体層）と、誘電体層 223 とを含む。誘電体層 221 は、部分 291～293 に亘って形成されている。誘電体層 221 は、柔軟性のある素材（フレキシブル素材）から形成されている。誘電体層 221 は、部分 292 において屈曲している。誘電体層 222 は、部分 291 に形成されている。誘電体層 223 は、部分 293 に形成されている。なお、誘電体基板 220 は、一体の誘電体から形成されていてもよい。

[0051] 放射電極 201，204，207，210 は、部分 291 において X 軸に

沿うように配置されている。放射電極 201, 204, 207, 210 の法線方向は、Z 軸方向である。

[0052] 接地電極 231 は、Z 軸方向において放射電極 201, 204, 207, 210 の各々と対向するように誘電体層 222 に配置されている。

[0053] ビア導体 251, 255, 259, 263 は、接地電極 231 を貫通し、放射電極 201, 204, 207, 210 と R F I C 240 とをそれぞれ接続している。ビア導体 251, 255, 259, 263 は、接地電極 231 から絶縁されている。

[0054] R F I C 240 は、ビア導体 251, 255, 259, 263 を介して、放射電極 201, 204, 207, 210 に高周波信号をそれぞれ供給する。R F I C 240 は、ビア導体 251, 255, 259, 263 を介して、放射電極 201, 204, 207, 210 から高周波信号をそれぞれ受ける。

[0055] 放射電極 203, 206, 209, 212 は、部分 293 において X 軸に沿うように配置されている。放射電極 203, 206, 209, 212 の法線方向は、Y 軸方向である。

[0056] 接地電極 232 は、部分 291 ~ 293 に亘って誘電体層 221 に形成されている。接地電極 232 は、Y 軸方向において放射電極 203, 206, 209, 212 と対向している。接地電極 232 は、接地電極 231 に接続されている。

[0057] 接地電極 281 ~ 284 は、部分 291 ~ 293 に亘って形成され、X 軸に沿うように誘電体層 221 に配置されている。接地電極 281 ~ 284 は、複数のビア導体によって接地電極 232 に接続されている。

[0058] 放射電極 202, 205, 208, 211 は、部分 291 から 292 に亘って形成され、X 軸に沿うように配置されている。放射電極 202, 205, 208, 211 は、部分 291 において Z 軸方向に接地電極 231 と対向している。放射電極 202, 205, 208, 211 は、部分 292 において部分 292 の厚み方向に接地電極 232 に対向している。放射電極 202

、 205、208、211と接地電極231とのZ軸方向の距離は、放射電極202、205、208、211と接地電極232との部分292の厚み方向の距離よりも大きい。アンテナモジュール1200においては、放射電極202、205、208、211の各放射電極の一部が、部分291において接地電極232と対向せず、かつ接地電極231と対向している。

[0059] ビア導体252、256、260、264は、接地電極231を貫通し、放射電極202、205、208、211とRFIC240とをそれぞれ接続している。ビア導体252、256、260、264は、接地電極231から絶縁されている。

[0060] 線路導体パターン271～274は、部分291～293に亘って誘電体層221に形成されている。線路導体パターン271は、接地電極232と281との間に形成されている。線路導体パターン272は、接地電極232と282との間に形成されている。線路導体パターン273は、接地電極232と283との間に形成されている。線路導体パターン274は、接地電極232と284との間に形成されている。

[0061] ビア導体253、257、261、265は、接地電極231を貫通し、線路導体パターン271～274とRFIC240とをそれぞれ接続している。ビア導体253、257、261、265は、接地電極231から絶縁されている。

[0062] ビア導体254は、線路導体パターン271と放射電極203とを接続している。ビア導体258は、線路導体パターン272と放射電極206とを接続している。ビア導体262は、線路導体パターン273と放射電極209とを接続している。ビア導体266は、線路導体パターン274と放射電極212とを接続している。

[0063] RFIC240は、線路導体パターン271～274を介して、放射電極203、206、209、212に高周波信号をそれぞれ供給する。RFIC240は、線路導体パターン271～274を介して、放射電極203、206、209、212から高周波信号をそれぞれ受ける。

[0064] アンテナ素子 200 においては、誘電体基板 220 が部分 292 において屈曲しているため、放射電極 201, 204, 207, 210 の法線方向（Z 軸方向）、放射電極 202, 205, 208, 211 の法線方向（部分 292 の厚み方向）、および放射電極 203, 206, 209, 212 の法線方向（Y 軸方向）が互いに異なる。アンテナモジュール 1200 においては、複数の放射電極の法線が平行である場合に比べて、励振方向が異なる偏波を有する高周波信号の送信および受信が容易になる。

[0065] また、アンテナ素子 200 においては、誘電体層 221 がフレキシブル素材から形成されているため、屈曲している部分 292 において発生する応力を低減することができる。そのため、部分 291 および 293 において、誘電体基板 220 の表面の平面性を維持することができる。そのため、放射電極 201～212 の法線方向が所望の方向からずれることを抑制することができる。その結果、誘電体基板 220 を屈曲することによるアンテナ素子 200 の特性の低下を抑制することができる。

[0066] [実施の形態 2 の変形例 1]

アンテナモジュール 1200 においては、放射電極 202, 205, 208, 211 の各放射電極の一部が、部分 291 において接地電極 232 と対向せず、かつ接地電極 231 および RFIC 240 と対向している。RFIC 240 は、部分 291 に配置されている必要はない。実施の形態 2 の変形例においては、RFIC 240 が部分 293 に配置されている構成について説明する。

[0067] 図 10 は、実施の形態 2 の変形例 1 に係るアンテナモジュール 1200A を X 軸方向から平面視した図である。アンテナモジュール 1200A においては、図 9 のアンテナモジュール 1200 の構成からビア導体 253, 257, 261, 265、および線路導体パターン 271～274 が除かれている。アンテナモジュール 1200A においては、図 9 のアンテナモジュール 1200 のビア導体 251, 255, 259, 263 がビア導体 251A, 255A, 259A, 263A にそれぞれ置き換えられている。アンテナモ

ジュール１２００Ａにおいては、図９のアンテナモジュール１２００のビア導体２５２、２５６、２６０、２６４がビア導体２５２Ａ、２５６Ａ、２６０Ａ、２６４Ａにそれぞれ置き換えられている。アンテナモジュール１２００Ａにおいては、図９のアンテナモジュール１２００のビア導体２５４、２５８、２６２、２６６がビア導体２５４Ａ、２５８Ａ、２６２Ａ、２６６Ａにそれぞれ置き換えられている。アンテナモジュール１２００Ａにおいては、ＲＦＩＣ２４０が２４０Ａに置き換えられている。アンテナモジュール１２００Ａには、線路導体パターン２７１Ａ～２７４Ａ、２７５～２７８、ビア導体２５１Ｂ、２５５Ｂ、２５９Ｂ、２６３Ｂ、およびビア導体２５２Ｂ、２５６Ｂ、２６０Ｂ、２６４Ｂが追加されている。これら以外の構成は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0068] 図１０に示されるように、ＲＦＩＣ２４０Ａは、部分２９３において接地電極２３２と対向するように誘電体層２２３に配置されている。

[0069] 線路導体パターン２７１Ａ～２７４Ａは、部分２９１～２９３に亘って誘電体層２２１に形成されている。線路導体パターン２７１Ａは、接地電極２３２と２８１との間に形成されている。線路導体パターン２７２Ａは、接地電極２３２と２８２との間に形成されている。線路導体パターン２７３Ａは、接地電極２３２と２８３との間に形成されている。線路導体パターン２７４Ａは、接地電極２３２と２８４との間に形成されている。

[0070] ビア導体２５１Ａは、線路導体パターン２７１Ａと放射電極２０１とを接続している。ビア導体２５５Ａは、線路導体パターン２７２Ａと放射電極２０４とを接続している。ビア導体２５９Ａは、線路導体パターン２７３Ａと放射電極２０７とを接続している。ビア導体２６３Ａは、線路導体パターン２７４Ａと放射電極２１０とを接続している。

[0071] ビア導体２５１Ｂ、２５５Ｂ、２５９Ｂ、２６３Ｂは、接地電極２３２を貫通し、線路導体パターン２７１Ａ～２７４ＡとＲＦＩＣ２４０Ａとをそれぞれ接続している。ビア導体２５１Ｂ、２５５Ｂ、２５９Ｂ、２６３Ｂは、接地電極２３２から絶縁されている。

- [0072] R F I C 2 4 0 A は、線路導体パターン 2 7 1 A ~ 2 7 4 A を介して、放射電極 2 0 1, 2 0 4, 2 0 7, 2 1 0 に高周波信号をそれぞれ供給する。
- R F I C 2 4 0 A は、線路導体パターン 2 7 1 A ~ 2 7 4 A を介して、放射電極 2 0 1, 2 0 4, 2 0 7, 2 1 0 から高周波信号をそれぞれ受ける。
- [0073] 線路導体パターン 2 7 5 ~ 2 7 8 は、部分 2 9 1 ~ 2 9 3 に亘って誘電体層 2 2 1 に形成されている。線路導体パターン 2 7 5 は、接地電極 2 3 2 と 2 8 1 との間に形成されている。線路導体パターン 2 7 6 は、接地電極 2 3 2 と 2 8 2 との間に形成されている。線路導体パターン 2 7 7 は、接地電極 2 3 2 と 2 8 3 との間に形成されている。線路導体パターン 2 7 8 は、接地電極 2 3 2 と 2 8 4 との間に形成されている。
- [0074] ビア導体 2 5 2 A は、線路導体パターン 2 7 5 と放射電極 2 0 2 とを接続している。ビア導体 2 5 6 A は、線路導体パターン 2 7 6 と放射電極 2 0 5 とを接続している。ビア導体 2 6 0 A は、線路導体パターン 2 7 7 と放射電極 2 0 8 とを接続している。ビア導体 2 6 4 A は、線路導体パターン 2 7 8 と放射電極 2 1 1 とを接続している。
- [0075] ビア導体 2 5 2 B, 2 5 6 B, 2 6 0 B, 2 6 4 B は、接地電極 2 3 2 を貫通し、線路導体パターン 2 7 5 ~ 2 7 8 と R F I C 2 4 0 A とをそれぞれ接続している。ビア導体 2 5 2 B, 2 5 6 B, 2 6 0 B, 2 6 4 B は、接地電極 2 3 2 から絶縁されている。
- [0076] R F I C 2 4 0 A は、線路導体パターン 2 7 5 ~ 2 7 8 を介して、放射電極 2 0 2, 2 0 5, 2 0 8, 2 1 1 に高周波信号をそれぞれ供給する。R F I C 2 4 0 A は、線路導体パターン 2 7 5 ~ 2 7 8 を介して、放射電極 2 0 2, 2 0 5, 2 0 8, 2 1 1 から高周波信号をそれぞれ受ける。
- [0077] ビア導体 2 5 4 A, 2 5 8 A, 2 6 2 A, 2 6 6 A は、接地電極 2 3 2 を貫通し、放射電極 2 0 3, 2 0 6, 2 0 9, 2 1 2 と R F I C 2 4 0 A とをそれぞれ接続している。ビア導体 2 5 4 A, 2 5 8 A, 2 6 2 A, 2 6 6 A は、接地電極 2 3 2 から絶縁されている。
- [0078] R F I C 2 4 0 A は、ビア導体 2 5 4 A, 2 5 8 A, 2 6 2 A, 2 6 6 A

を介して、放射電極 203, 206, 209, 212 に高周波信号をそれぞれ供給する。RFIC 240A は、ビア導体 254A, 258A, 262A, 266A を介して、放射電極 203, 206, 209, 212 から高周波信号をそれぞれ受ける。

[0079] [実施の形態 2 の変形例 2]

実施の形態 2 および変形例 1 においては、アンテナ素子の誘電体基板が屈曲している部分を 1 つ有する場合について説明した。当該誘電体基板は、屈曲している部分を複数有していてもよい。実施の形態 2 の変形例 2 においては、当該誘電体基板が屈曲している部分を 2 つ有している場合について説明する。

[0080] 図 11 は、実施の形態 2 の変形例 2 に係るアンテナモジュール 1200B を X 軸方向から平面視した図である。アンテナモジュール 1200B の構成は、図 9 のアンテナモジュール 1200 のアンテナ素子 200 が 200B に置き換えられた構成である。アンテナ素子 200B の構成は、誘電体基板 220 が 220B に置き換えられているとともに、放射電極 202B, 205B, 208B, 211B, 放射電極 203B, 206B, 209B, 212B, 接地電極 232B, 281B~284B, ビア導体 252B, 256B, 260B, 264B, ビア導体 253B, 257B, 261B, 265B, ビア導体 254B, 258B, 262B, 266B, 線路導体パターン 271B~274B が追加された構成である。誘電体基板 220B の構成は、誘電体基板 220 の誘電体層 221 が 221B に置き換えられているとともに、誘電体基板 220 に部分 292B, 293B, および誘電体層 223B が追加された構成である。これら以外は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0081] 図 11 に示されるように、部分 293B は、平板状である。部分 292B は、部分 291 および 293B よりも薄い。誘電体基板 220B において、部分 292B は、Y 軸方向に延在する部分 291 と Z 軸方向に延在する部分 293B とを接続している。

- [0082] 誘電体層 221B は、柔軟性のある素材（フレキシブル素材）から形成されている。誘電体基板 220B は、部分 292 に加えて部分 292B（第 2 部分）においても屈曲している。誘電体層 223B は、部分 293B に形成されている。なお、誘電体基板 220B は、一体の誘電体から形成されていてもよい。
- [0083] 放射電極 203B, 206B, 209B, 212B は、部分 293B において X 軸に沿うように配置されている。放射電極 203B, 206B, 209B, 212B の法線方向は、Y 軸方向である。
- [0084] 接地電極 232B は、部分 291, 292B, 293B に亘って誘電体層 221B に形成されている。接地電極 232B は、Y 軸方向において放射電極 203B, 206B, 209B, 212B と対向している。接地電極 232B は、接地電極 231B に接続されている。
- [0085] 接地電極 281B～284B は、部分 291, 292B, 293B に亘って形成され、X 軸に沿うように誘電体層 221B に配置されている。接地電極 281B～284B は、複数のビア導体によって接地電極 232B に接続されている。
- [0086] 放射電極 202B, 205B, 208B, 211B は、部分 291 から 292B に亘って形成され、X 軸に沿うように配置されている。放射電極 202B, 205B, 208B, 211B は、部分 291 において Z 軸方向に接地電極 231 と対向している。放射電極 202B, 205B, 208B, 211B は、部分 292B において部分 292B の厚み方向に接地電極 232B に対向している。放射電極 202B, 205B, 208B, 211B と接地電極 231 との Z 軸方向の距離は、放射電極 202B, 205B, 208B, 211B と接地電極 232B との部分 292B の厚み方向の距離よりも大きい。アンテナモジュール 1200B においては、放射電極 202B, 205B, 208B, 211B の各放射電極の一部が、部分 291 において接地電極 232B と対向せず、かつ接地電極 231 と対向している。
- [0087] ビア導体 252B, 256B, 260B, 264B は、接地電極 231 を

貫通し、放射電極 202B, 205B, 208B, 211B と RFIC 240 とをそれぞれ接続している。ビア導体 252B, 256B, 260B, 264B は、接地電極 231 から絶縁されている。

[0088] 線路導体パターン 271B ~ 274B は、部分 291, 292B, 293B に亘って誘電体層 221B に形成されている。線路導体パターン 271B は、接地電極 232B と 281B との間に形成されている。線路導体パターン 272B は、接地電極 232B と 282B との間に形成されている。線路導体パターン 273B は、接地電極 232B と 283B との間に形成されている。線路導体パターン 274B は、接地電極 232B と 284B との間に形成されている。

[0089] ビア導体 253B, 257B, 261B, 265B は、接地電極 231 を貫通し、線路導体パターン 271B ~ 274B と RFIC 240 とをそれぞれ接続している。ビア導体 253B, 257B, 261B, 265B は、接地電極 231 から絶縁されている。

[0090] ビア導体 254B は、線路導体パターン 271B と放射電極 203B とを接続している。ビア導体 258B は、線路導体パターン 272B と放射電極 206B とを接続している。ビア導体 262B は、線路導体パターン 273B と放射電極 209B とを接続している。ビア導体 266B は、線路導体パターン 274B と放射電極 212B とを接続している。

[0091] RFIC 240 は、線路導体パターン 271B ~ 274B を介して、放射電極 203B, 206B, 209B, 212B に高周波信号をそれぞれ供給する。RFIC 240 は、線路導体パターン 271B ~ 274B を介して、放射電極 203B, 206B, 209B, 212B から高周波信号をそれぞれ受ける。

[0092] アンテナ素子 200B においては、誘電体基板 220B が部分 292, 292B において屈曲しているため、放射電極 201, 204, 207, 210 の法線方向（Z 軸方向）、放射電極 202, 205, 208, 211 の法線方向（部分 292 の厚み方向）、放射電極 203, 206, 209, 21

2, 203B, 206B, 209B, 212Bの法線方向(Y軸方向)、および放射電極202B, 205B, 208B, 211Bの法線方向(部分292Bの厚み方向)が互いに異なる。アンテナモジュール1200Bにおいては、複数の放射電極の法線が平行である場合に比べて、励振方向が異なる偏波を有する高周波信号の送信および受信が容易になる。

[0093] また、アンテナ素子200Bにおいては、誘電体層221Bがフレキシブル素材から形成されているため、屈曲している部分292, 292Bにおいて発生する応力を低減することができる。そのため、部分291, 293, 293Bにおいて、誘電体基板220Bの表面の平面性を維持することができる。そのため、放射電極201~212, 放射電極202B, 205B, 208B, 211B, 放射電極203B, 206B, 209B, 212Bの法線方向が所望の方向からずれることを抑制することができる。その結果、誘電体基板220Bを屈曲することによるアンテナ素子200Bの特性の低下を抑制することができる。

[0094] 以上、実施の形態2および変形例1, 2に係るアンテナ素子によれば、放射特性を改善することができる。

[0095] [実施の形態3]

実施の形態3においては、実施の形態2に係るアンテナ素子を備える通信装置について説明する。

[0096] 図12は、実施の形態3に係る通信装置3000をX軸方向から平面視した図である。図12に示されるように、通信装置3000は、BBIC2000と、アンテナモジュール1300と、実装基板320とを備える。アンテナモジュール1300の構成は、図9に示されるアンテナモジュール1200にコネクタ321が追加された構成である。これ以外は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0097] 図12に示されるように、コネクタ321は、部分291の誘電体層222に配置されている。コネクタ321は、誘電体層222の内部に形成された給電配線によってRFIC240に接続されている。実装基板320には

、コネクタ 3 2 2 が配置されている。コネクタ 3 2 2 は、コネクタ 3 2 1 に着脱可能に接続されている。

[0098] BBIC2000 は、はんだバンプなどの接続部材によって、実装基板 3 2 0 の表面に配置されている。BBIC2000 は、実装基板 3 2 0 の内部に形成された給電配線によってコネクタ 3 2 2 に接続されている。BBIC2000 は、当該給電配線およびコネクタ 3 2 2 を介して、RFIC240 にベースバンド信号を送信するとともに RFIC240 からベースバンド信号を受信する。なお、BBIC2000 と RFIC240 とは、FPC (Flexible Printed Circuits) を引き回すことにより、より遠くから接続され得る。

[0099] [実施の形態 3 の変形例 1]

図 1 3 は、実施の形態 3 の変形例 1 に係る通信装置 3 0 0 0 A を X 軸方向から平面視した図である。図 1 3 に示されるように、通信装置 3 0 0 0 A は、BBIC2000 と、アンテナモジュール 1 3 0 0 A と、実装基板 3 2 0 A とを備える。アンテナモジュール 1 3 0 0 A の構成は、図 9 のアンテナモジュール 1 2 0 0 のアンテナ素子 2 0 0 が 2 0 0 A に置き換えられた構成である。図 1 3 のアンテナ素子 2 0 0 A は、図 9 のアンテナ素子 2 0 0 から放射電極 2 0 3, 2 0 6, 2 0 9, 2 1 2、ビア導体 2 5 4, 2 5 8, 2 6 2, 2 6 6、および誘電体層 2 2 3 が除かれているとともに、コネクタ 3 3 1 が追加された構成である。これら以外は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0100] 図 1 3 に示されるように、コネクタ 3 3 1 は、部分 2 9 3 の誘電体層 2 2 1 に配置されている。コネクタ 3 3 1 は、線路導体パターン 2 7 1 ~ 2 7 4 に接続されている。BBIC2000 は、はんだバンプなどの接続部材によって、実装基板 3 2 0 A の表面に配置されている。実装基板 3 2 0 A には、コネクタ 3 3 2 が配置されている。コネクタ 3 3 2 は、コネクタ 3 3 1 に着脱可能に接続されている。

[0101] BBIC2000 は、実装基板 3 2 0 A の内部に形成された給電配線によ

ってコネクタ 332 に接続されている。BBIC2000 は、当該給電配線、コネクタ 332、331、線路導体パターン 271～274、およびビア導体 253、257、261、265 を介して、RFIC240 にベースバンド信号を送信するとともに RFIC240 からベースバンド信号を受信する。

[0102] [実施の形態 3 の変形例 2]

実施の形態 3 および変形例 1 においては、アンテナ素子を形成する複数の誘電体層のうち、フレキシブル素材から形成された誘電体層が、屈曲する部分を 1 つ有する構成について説明した。実施の形態 3 の変形例 2 においては、当該誘電体層が 2 つの屈曲する部分を有し、実装基板の端部を巻回するように屈曲している構成について説明する。

[0103] 図 14 は、実施の形態 3 の変形例 2 に係る通信装置 3000B を X 軸方向から平面視した図である。通信装置 3000B は、図 12 の通信装置 3000 のアンテナモジュール 1300 が 1300B に置き換えられた構成である。アンテナモジュール 1300B の構成は、アンテナモジュール 1300 のアンテナ素子 200 および RFIC240 がアンテナ素子 200C および RFIC240B にそれぞれ置き換えられた構成である。

[0104] アンテナ素子 200C においては、アンテナ素子 200 の放射電極 203、206、209、212、誘電体基板 220、線路導体パターン 271～274、接地電極 232、ビア導体 253、257、261、265、およびビア導体 254、258、262、266 が、放射電極 203C、206C、209C、212C、誘電体基板 220C、線路導体パターン 271C～274C、接地電極 232C、ビア導体 253C、257C、261C、265C、およびビア導体 254C、258C、262C、266C にそれぞれ置き換えられている。また、アンテナ素子 200C には、放射電極 203D、206D、209D、212D、ビア導体 253D、257D、261D、265D、およびビア導体 254D、258D、262D、266D、線路導体パターン 271D～274D、および接地電極 281C～284

Cが追加されている。誘電体基板220Cの構成は、誘電体層221, 223および部分293が誘電体層221C, 223Cおよび部分293Cにそれぞれ置き換えられているとともに、誘電体層224および部分294, 295が追加された構成である。これら以外は同様であるため、説明を繰り返さない。

[0105] 図14に示されるように、誘電体層221C（第1誘電体層）は、フレキシブル素材から形成されている。誘電体層221Cは、部分292, 294において屈曲している。平板状の部分295は、部分294に接続し、Y軸方向に延在している。誘電体層224は、部分295に形成されている。誘電体層223Cは、部分293に形成されている。誘電体基板220Cは、実装基板320の端部を巻回するように形成されている。なお、誘電体基板220Cは、一体の誘電体から形成されていてもよい。部分295は、接着層を介して不図示の筐体に固定されてもよい。部分295は、実装基板320に近接するように形成されてもよい。

[0106] 放射電極203C, 206C, 209C, 212Cは、部分293Cから294に亘って形成され、X軸に沿うように配置されている。放射電極203C, 206C, 209C, 212Cは、部分293CにおいてY軸方向に接地電極232Cに対向している。放射電極203C, 206C, 209C, 212Cは、部分294において部分294の厚み方向に接地電極232Cに対向している。

[0107] 放射電極203D, 206D, 209D, 212Dは、部分295においてX軸に沿うように配置されている。放射電極203D, 206D, 209D, 212Dの法線方向は、Z軸方向である。

[0108] 接地電極232Cは、部分291, 292, 293C, 294, 295に亘って誘電体層221Cに形成されている。接地電極232Cは、Z軸方向において放射電極203D, 206D, 209D, 212Dと対向している。接地電極232Cは、接地電極231に接続されている。

[0109] 接地電極281C~284Cは、部分293C, 294, 295に亘って

形成され、X軸に沿うように誘電体層221Cに配置されている。接地電極281C～284Cは、複数のビア導体によって接地電極232Cに接続されている。

[0110] 線路導体パターン271C～274Cは、部分291, 292, 293Cに亘って誘電体層221Cに形成されている。線路導体パターン271Cは、接地電極232Cと281との間に形成されている。線路導体パターン272Cは、接地電極232Cと282との間に形成されている。線路導体パターン273Cは、接地電極232Cと283との間に形成されている。線路導体パターン274Cは、接地電極232Cと284との間に形成されている。

[0111] ビア導体253C, 257C, 261C, 265Cは、接地電極231を貫通し、線路導体パターン271C～274CとRFIC240Bとをそれぞれ接続している。ビア導体253C, 257C, 261C, 265Cは、接地電極231から絶縁されている。

[0112] ビア導体254Cは、線路導体パターン271Cと放射電極203Cとを接続している。ビア導体258Cは、線路導体パターン272Cと放射電極206Cとを接続している。ビア導体262Cは、線路導体パターン273Cと放射電極209Cとを接続している。ビア導体266Cは、線路導体パターン274Cと放射電極212Cとを接続している。

[0113] RFIC240Bは、線路導体パターン271C～274Cを介して、放射電極203C, 206C, 209C, 212Cに高周波信号をそれぞれ供給する。RFIC240Bは、線路導体パターン271C～274Cを介して、放射電極203C, 206C, 209C, 212Cから高周波信号をそれぞれ受ける。

[0114] 線路導体パターン271D～274Dは、部分291, 292, 293C, 294, 295に亘って誘電体層221Cに形成されている。線路導体パターン271Dは、接地電極232Cと281との間に形成されているとともに、接地電極232Cと281Cとの間に形成されている。線路導体パタ

ーン 272D は、接地電極 232C と 282 との間に形成されているとともに、接地電極 232C と 282C との間に形成されている。線路導体パターン 273D は、接地電極 232C と 283 との間に形成されているとともに、接地電極 232C と 283C との間に形成されている。線路導体パターン 274D は、接地電極 232C と 284 との間に形成されているとともに、接地電極 232C と 284C との間に形成されている。

[0115] ビア導体 253D, 257D, 261D, 265D は、接地電極 231 を貫通し、線路導体パターン 271D ~ 274D と RFIC240B とをそれぞれ接続している。ビア導体 253D, 257D, 261D, 265D は、接地電極 231 から絶縁されている。

[0116] ビア導体 254D は、線路導体パターン 271D と放射電極 203D とを接続している。ビア導体 258D は、線路導体パターン 272D と放射電極 206D とを接続している。ビア導体 262D は、線路導体パターン 273D と放射電極 209D とを接続している。ビア導体 266D は、線路導体パターン 274D と放射電極 212D とを接続している。

[0117] RFIC240B は、線路導体パターン 271D ~ 274D を介して、放射電極 203D, 206D, 209D, 212D に高周波信号をそれぞれ供給する。RFIC240B は、線路導体パターン 271D ~ 274D を介して、放射電極 203D, 206D, 209D, 212D から高周波信号をそれぞれ受ける。

[0118] アンテナ素子 200C においては、誘電体基板 220C が部分 292, 294 において屈曲しているため、放射電極 201, 204, 207, 210, 203D, 206D, 209D, 212D の法線方向 (Z 軸方向)、放射電極 202, 205, 208, 211 の法線方向 (部分 292 の厚み方向)、放射電極 203C, 206C, 209C, 212C の部分 293C における法線方向 (Y 軸方向)、および放射電極 203C, 206C, 209C, 212C の部分 294 における法線方向 (部分 294 の厚み方向) が互いに異なる。アンテナモジュール 1200B においては、複数の放射電極の法線

が平行である場合に比べて、励振方向が異なる偏波を有する高周波信号の送信および受信が容易になる。

[0119] また、アンテナ素子 200C においては、誘電体層 221C がフレキシブル素材から形成されているため、屈曲している部分 292, 294 において発生する応力を低減することができる。部分 291, 293C、および 295 において、誘電体基板 220C の表面の平面性を維持することができる。そのため、各放射電極の法線方向が所望の方向からずれることを抑制することができる。その結果、誘電体基板 220C を屈曲することによるアンテナ素子 200C の特性の低下を抑制することができる。

[0120] 以上、実施の形態 3 および変形例 1, 2 に係る通信装置によれば、アンテナ素子の放射特性を改善することができる。

[0121] 今回開示された各実施の形態は、矛盾しない範囲で適宜組み合わせられて実施されることも予定されている。今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0122] 10, 100, 100A, 100B, 200, 200A, 200B, 200C アンテナ素子、31A, 31D, 33A, 33D, 37 スイッチ、32AR, 32DR ローノイズアンプ、32AT, 32DT パワーアンプ、34A, 34D 減衰器、35A, 35D 移相器、36 分波器、38 ミキサ、39 増幅回路、101, 102, 291~294, 292B, 293B, 293C 部分、110~112, 201~212, 202B, 203B~203D, 205B, 206B~206D, 208B, 209B~209D, 211B, 212B~212D 放射電極、120, 120A, 220, 220B, 220C 誘電体基板、121, 122, 221~224, 221B, 221C, 223B, 223C 誘電体層、131, 132, 231, 231B, 232, 232B, 232C, 281~284,

281B~284B, 281C~284C 接地電極、150~152, 251~266, 251A, 251B, 252A, 252B~266B, 253C, 253D, 254A~256A, 254C, 254D, 257C, 257D, 258A~260A, 258C, 258D, 261C, 261D, 262A~264A, 262B, 262D, 265C, 265D, 266A, 266C, 266D ビア導体、271~274, 271A~274A, 271B~274B, 271C~274C, 271D~274D, 275~278 線路導体パターン、320, 320A 実装基板、321, 322, 331, 332 コネクタ、1100, 1100A, 1100B, 1200, 1200A, 1200B, 1300, 1300A, 1300B アンテナモジュール、3000, 3000A, 3000B 通信装置。

請求の範囲

- [請求項1] 平板状の第1部分、および前記第1部分よりも薄い第2部分を有する誘電体基板と、
- 前記第1部分に配置された第1接地電極と、
- 前記第2部分に配置された第2接地電極と、
- 前記第1接地電極と前記第2接地電極とを接続するビア導体と、
- 前記第1部分において前記第1部分の第1厚み方向に前記第1接地電極と対向するとともに、前記第2部分において前記第2部分の第2厚み方向に前記第2接地電極と対向するように配置された放射電極とを備え、
- 前記放射電極と前記第1接地電極との前記第1厚み方向の距離は、前記放射電極と前記第2接地電極との前記第2厚み方向の距離より大きく、
- 前記放射電極の一部は、前記第2接地電極と対向せず、かつ前記第1接地電極と対向する、アンテナ素子。
- [請求項2] 前記誘電体基板は、一体の誘電体から形成されている、請求項1に記載のアンテナ素子。
- [請求項3] 前記誘電体基板は、
- 前記第1部分および前記第2部分に亘って形成された第1誘電体層と、
- 前記第1部分に形成された第2誘電体層とを含み、
- 前記放射電極および前記第2接地電極は、前記第1誘電体層に配置され、
- 前記第1接地電極は、前記第2誘電体層に配置されている、請求項1に記載のアンテナ素子。
- [請求項4] 前記誘電体基板は、前記第2部分において屈曲している、請求項2または3に記載のアンテナ素子。
- [請求項5] 前記第2部分は、柔軟性を有する素材から形成されている、請求項

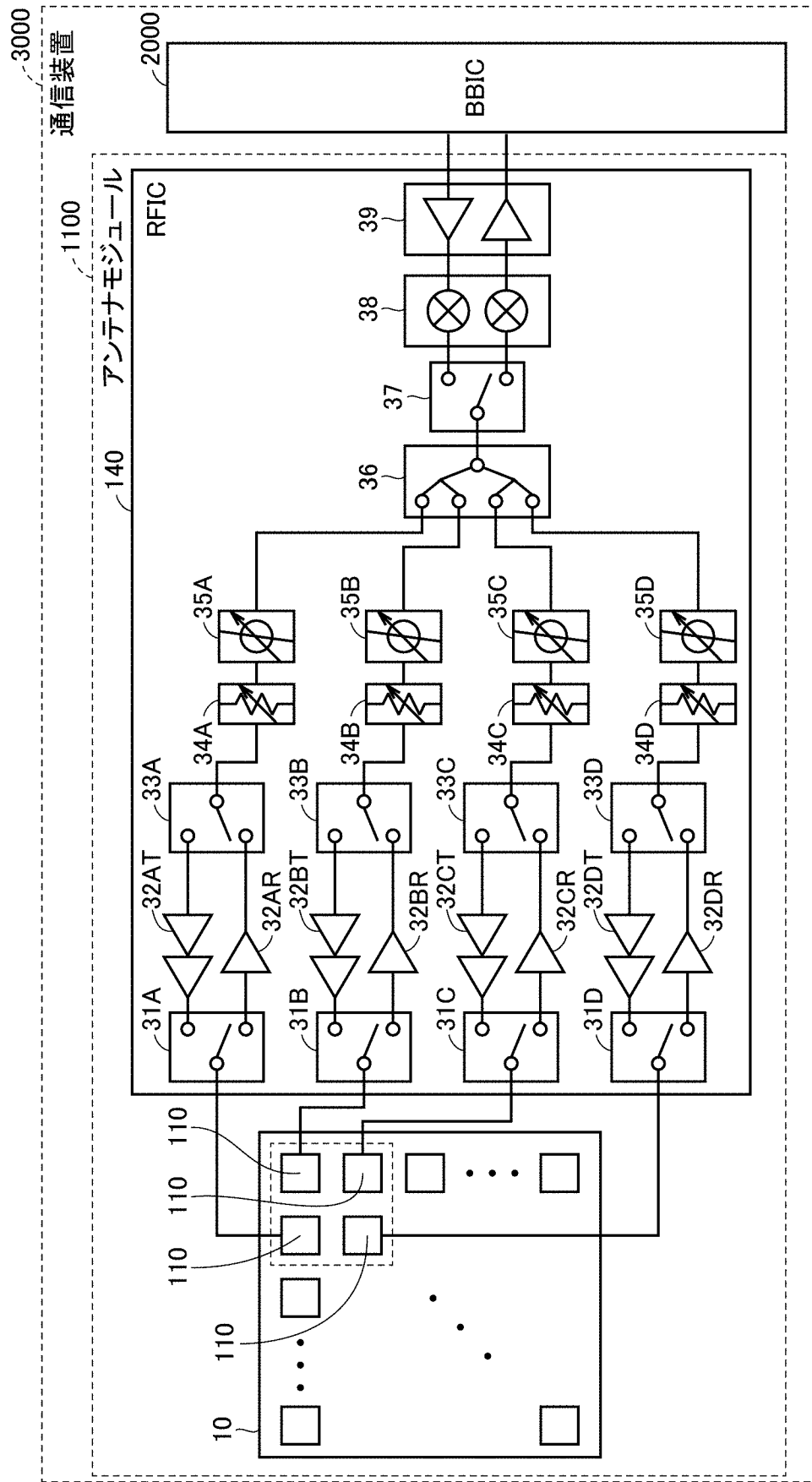
4 に記載のアンテナ素子。

[請求項6] 請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ素子と、
前記アンテナ素子に高周波信号を供給する高周波素子とを備える、
アンテナモジュール。

[請求項7] 請求項 6 に記載のアンテナモジュールを備える、通信装置。

[図1]

FIG.1



[FIG.2]

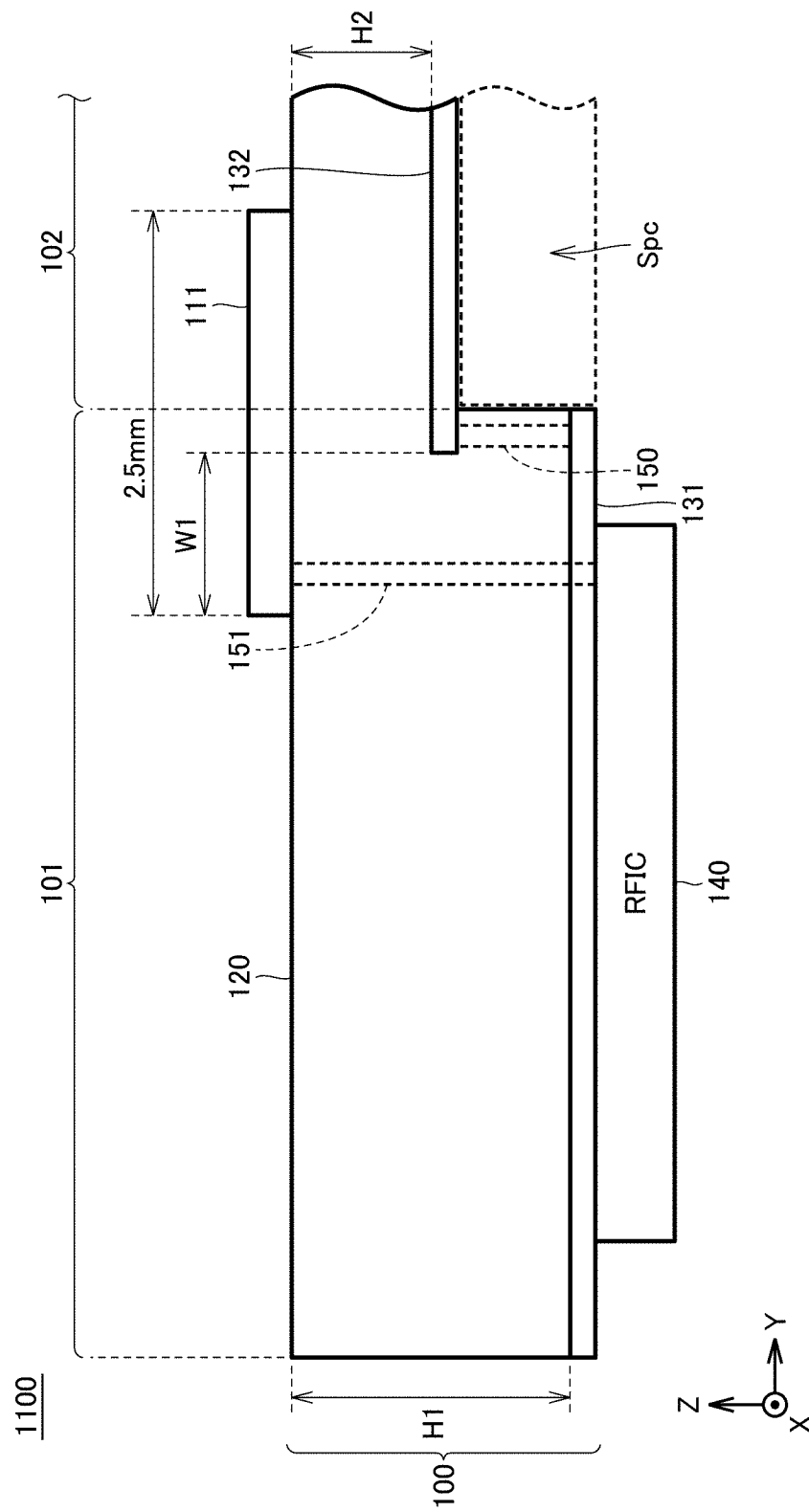
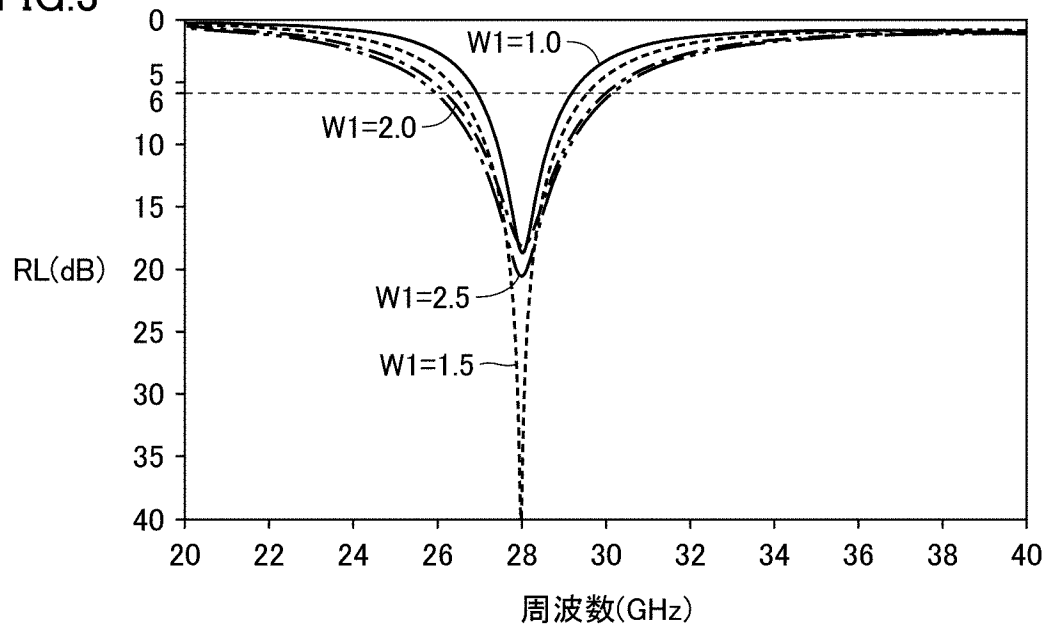


FIG.2

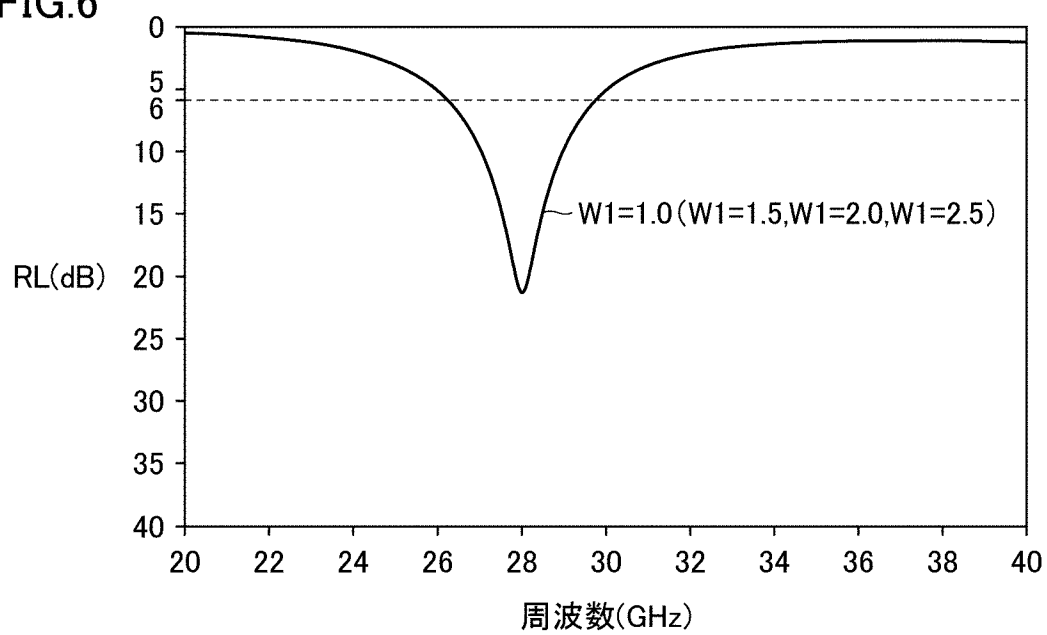
[図3]

FIG.3



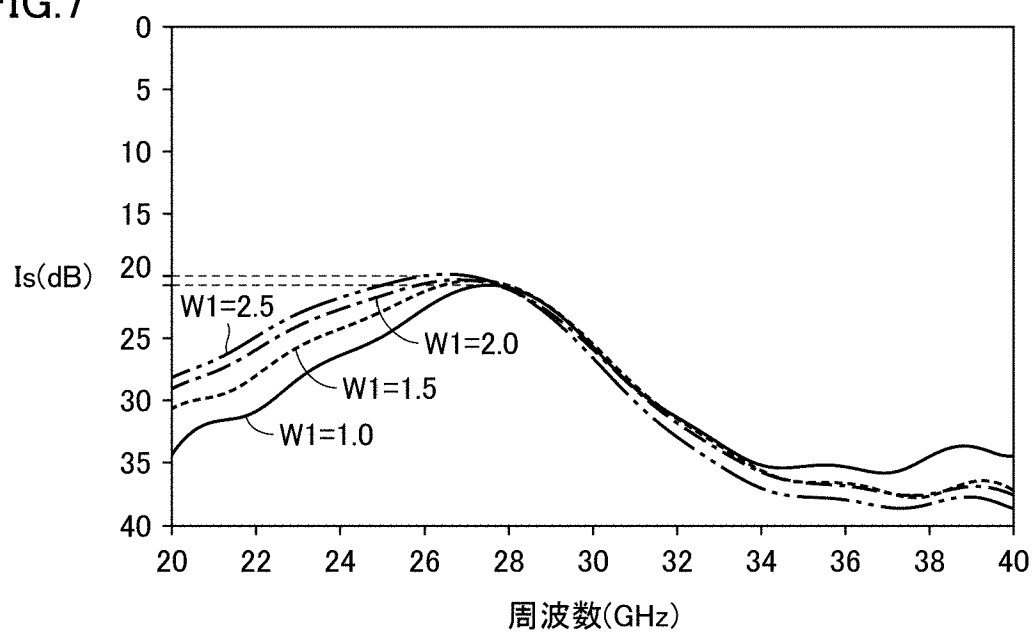
[図6]

FIG.6

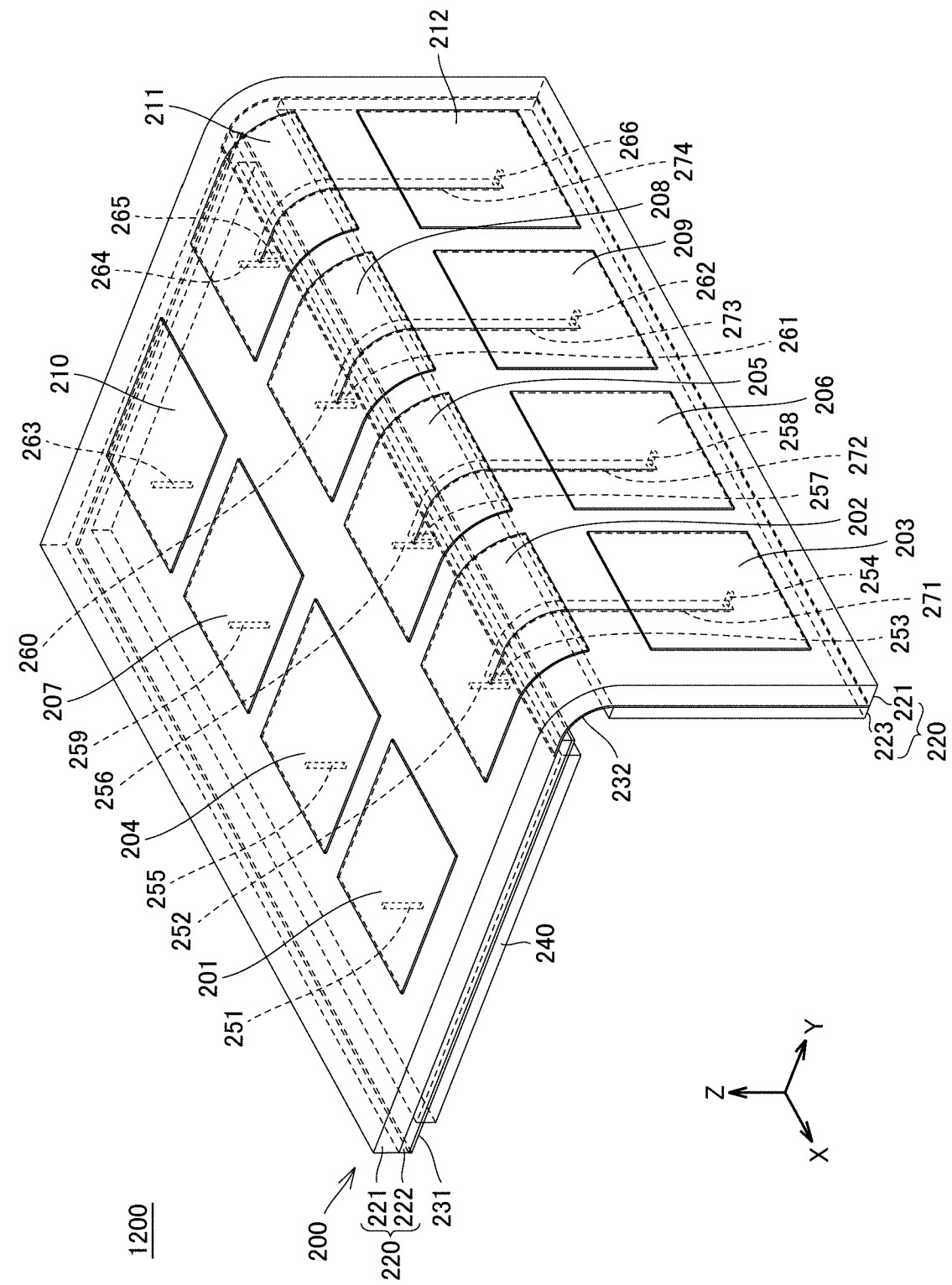


[図7]

FIG.7

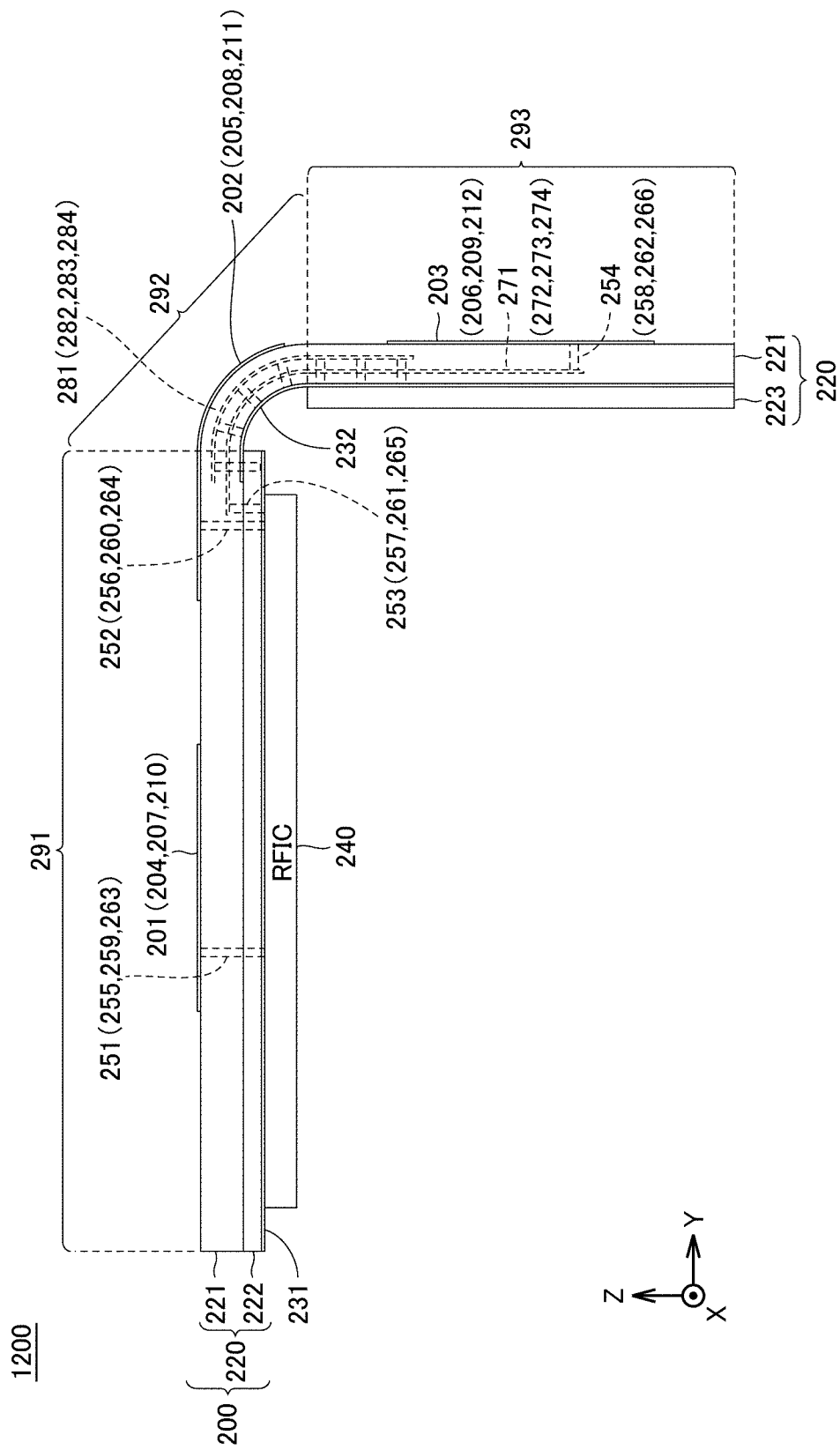


[図8]



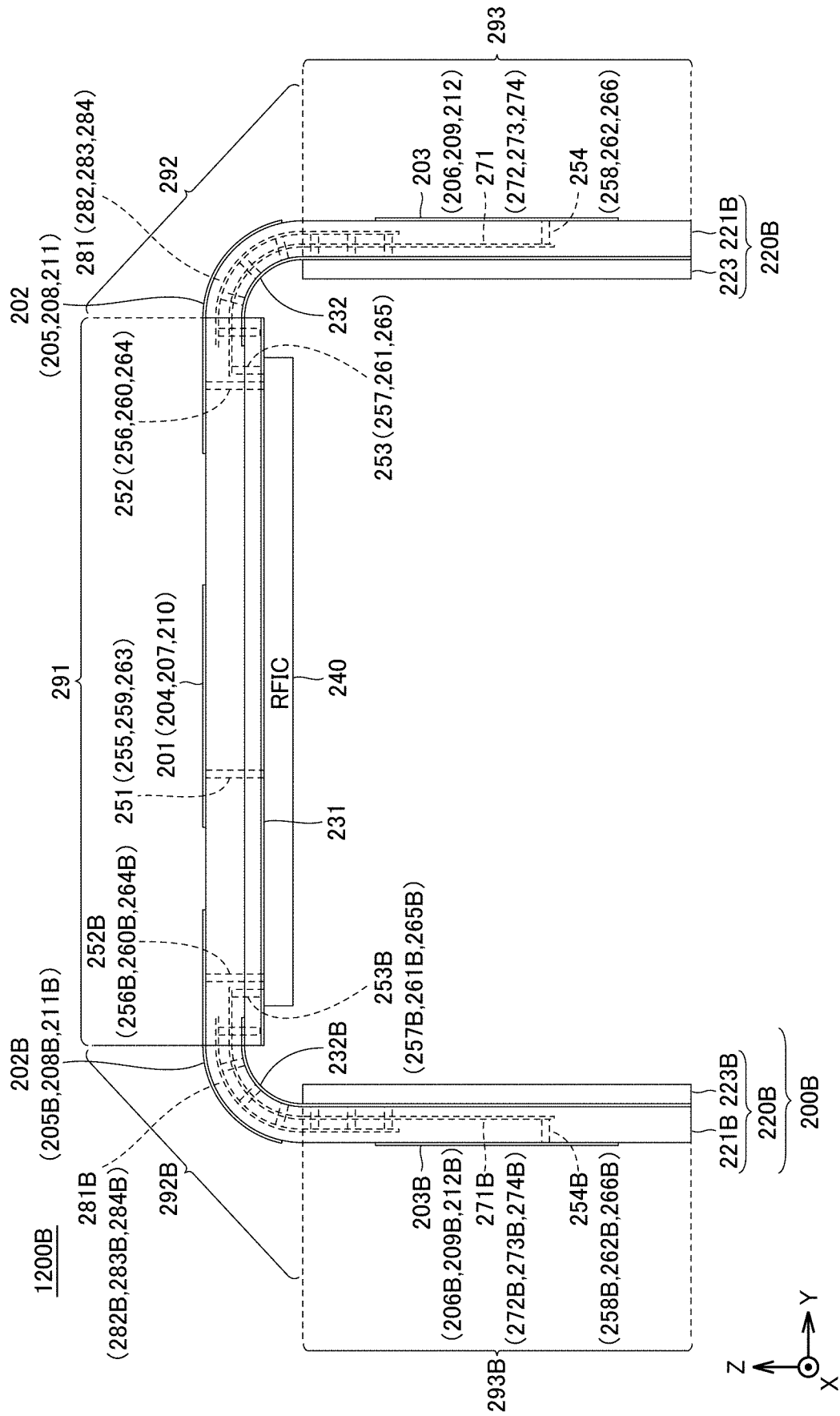
[図9]

FIG.9



[図11]

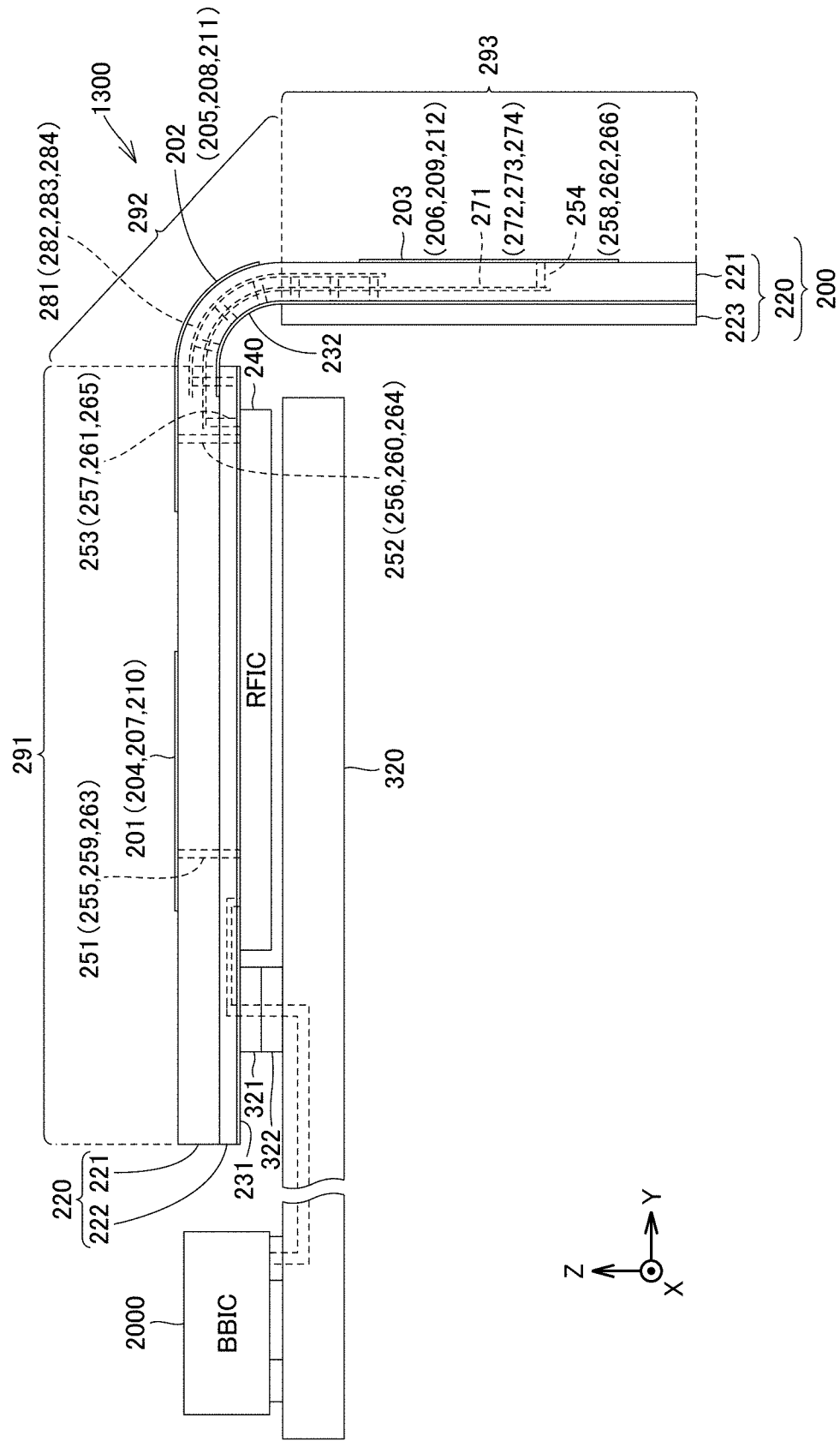
FIG.11



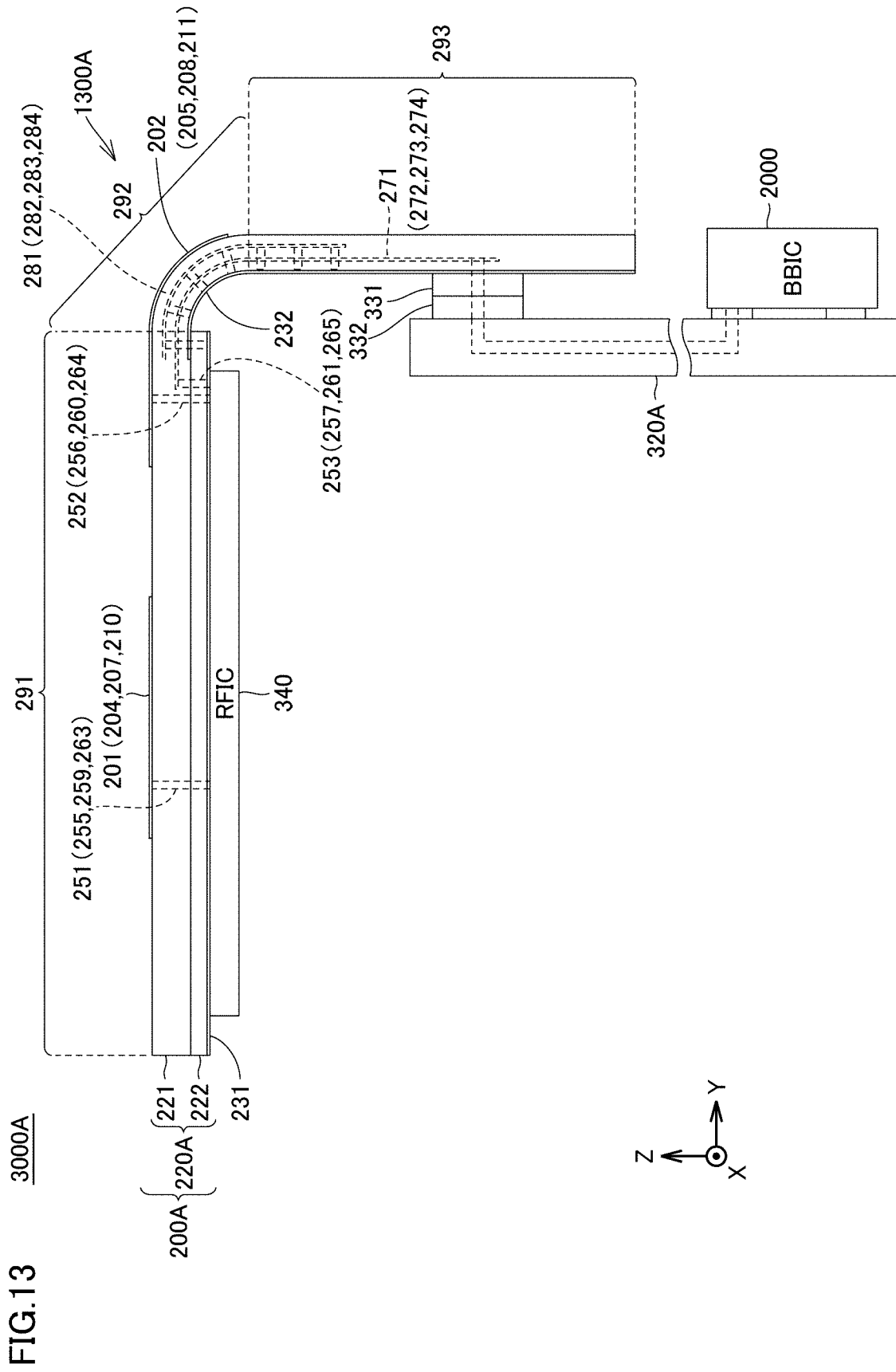
[図12]

FIG.12

3000



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01Q13/08 (2006.01) i, H01Q23/00 (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. H01Q13/08, H01Q23/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	WO 2006/011459 A1 (OSAKA UNIVERSITY) 02 February 2006, paragraphs [0039]-[0041], [0047], [0053], fig. 1, 2 & US 2008/0204324 A1, paragraphs [0065]-[0068], [0075], [0081], fig. 1, 2 & WO 2006/011459 A1	1-7
Y	JP 2009-38696 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.) 19 February 2009, paragraph [0019] (Family: none)	1-7



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
17 September 2019 (17.09.2019)

Date of mailing of the international search report
01 October 2019 (01.10.2019)

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/JP2019/030419

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-13327 A (TDK CORPORATION) 18 January 2007, paragraph [0028] (Family: none)	1-7
Y	US 2013/0249740 A1 (APPLE INC.) 26 September 2013, fig. 1-3 (Family: none)	4-5
Y	JP 9-64636 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 07 March 1997, paragraphs [0004], [0017], [0028], fig. 1, 6 (Family: none)	1-3, 6-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01Q13/08(2006.01)i, H01Q23/00(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. H01Q13/08, H01Q23/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y	WO 2006/011459 A1（国立大学法人大阪大学）2006.02.02, 段落 [0039]-[0041], [0047], [0053], 図 1, 2 & US 2008/0204324 A1, 段落 [0065]-[0068], [0075], [0081], FIG. 1, 2 & WO 2006/011459 A1	1-7
Y	JP 2009-38696 A（株式会社豊田中央研究所）2009.02.19, 段落 [0019]（ファミリーなし）	1-7

☒ 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、国際出願日以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

17.09.2019

国際調査報告の発送日

01.10.2019

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）

久々宇 篤志

5 K

4678

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
Y	JP 2007-13327 A (T D K株式会社) 2007.01.18, 段落[0028] (ファミリーなし)	1-7
Y	US 2013/0249740 A1 (APPLE INC.,) 2013.09.26, FIG. 1-3 (ファミリーなし)	4-5
Y	JP 9-64636 A (松下電器産業株式会社) 1997.03.07, 段落[0004], [0017], [0028], 図 1, 6 (ファミリーなし)	1-3, 6-7