

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7618934号
(P7618934)

(45)発行日 令和7年1月22日(2025.1.22)

(24)登録日 令和7年1月14日(2025.1.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 Q 1/38 (2006.01)

H 0 1 Q 1/24 (2006.01)

H 0 1 Q 1/44 (2006.01)

H 0 1 Q 1/38

H 0 1 Q 1/24

H 0 1 Q 1/44

Z

請求項の数 13 (全33頁)

(21)出願番号	特願2021-575680(P2021-575680)	(73)特許権者	000000044
(86)(22)出願日	令和3年1月13日(2021.1.13)		A G C 株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/000849		東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
(87)国際公開番号	WO2021/157303	(74)代理人	110001519
(87)国際公開日	令和3年8月12日(2021.8.12)		弁理士法人太陽国際特許事務所
審査請求日	令和5年8月7日(2023.8.7)	(74)代理人	100107766
(31)優先権主張番号	特願2020-16621(P2020-16621)		弁理士 伊東 忠重
(32)優先日	令和2年2月3日(2020.2.3)	(74)代理人	100070150
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 伊東 忠彦
		(72)発明者	森本 康夫
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内
		(72)発明者	熊谷 翔
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンテナ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子機器のガラス製又は樹脂製の透明カバーの外表面とは反対の内表面側に設けられる透明なフレキシブル基板と、

前記フレキシブル基板のうちの前記透明カバーの外側から見える位置に設けられ、前記電子機器の外側を向く指向性を有する透明なアンテナエレメントと

を含み、

前記アンテナエレメントの指向性は、エンドファイア方向であり、当該エンドファイア方向は、前記電子機器の外側を向いている、アンテナ装置。

【請求項2】

前記フレキシブル基板に設けられるグランド層及び伝送路を有し、所定の特性インピーダンスを有する給電線路であって、前記アンテナエレメントに給電する給電線路をさらに含み、

前記フレキシブル基板は、前記アンテナエレメントの先端側と、前記グランド層の前記アンテナエレメントに対して遠い側の端部との間で折り曲げられており、

前記エンドファイア方向は、前記透明カバーの外表面から放射される方向である、請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項3】

電子機器のガラス製又は樹脂製の透明カバーの外表面とは反対の内表面側に設けられる透明なフレキシブル基板と、

前記フレキシブル基板のうちの前記透明カバーの外側から見える位置に設けられ、前記電子機器の外側を向く指向性を有する透明なアンテナエレメントと

を含み、

前記アンテナエレメントの指向性は、バックファイア方向であり、当該バックファイア方向は、前記電子機器の外側を向いている、アンテナ装置。

【請求項 4】

前記フレキシブル基板に設けられるグラウンド層及び伝送路を有し、所定の特性インピーダンスを有する給電線路であって、前記アンテナエレメントに給電する給電線路をさらに含み、

前記フレキシブル基板は、前記アンテナエレメントの先端側と、前記グラウンド層の前記アンテナエレメントに対して遠い側の端部との間で折り曲げられており、

前記バックファイア方向は、前記透明カバーの外表面から放射される方向である、請求項 3 記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記透明カバーは、三次元的に湾曲した湾曲部を有し、

前記電子機器は、前記湾曲した透明カバーの内表面に沿って湾曲したディスプレイパネルを含み、

前記フレキシブル基板の折り曲げられている部分は、前記ディスプレイパネルの湾曲部の裏側に設けられる、請求項 2 又は 4 記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

電子機器のガラス製又は樹脂製の透明カバーの外表面とは反対の内表面側に設けられる透明なフレキシブル基板と、

前記フレキシブル基板のうちの前記透明カバーの外側から見える位置に設けられ、前記電子機器の外側を向く指向性を有する透明なアンテナエレメントと

を含み、

前記アンテナエレメントの指向性は、前記フレキシブル基板の表面から放射される方向であり、

前記フレキシブル基板のうち前記アンテナエレメントが設けられる区間は、前記透明カバーの内表面に沿っており、

前記アンテナエレメントの指向性は、前記透明カバーの外表面から放射される方向である、アンテナ装置。

【請求項 7】

前記アンテナエレメントは、所定値以上の透過率を有する、メッシュ状の導電線路によって実現される、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載のアンテナ装置。

【請求項 8】

前記給電線路のうちの前記透明カバーの外側から見える位置に設けられる区間は、透明である、請求項 2 又は 4 記載のアンテナ装置。

【請求項 9】

前記給電線路のうちの前記透明カバーの外側から見える位置に設けられる区間は、所定値以上の透過率を有する、メッシュ状の導電線路によって実現される、請求項 8 記載のアンテナ装置。

【請求項 10】

前記給電線路のうちの前記透明カバーの外側から見えない位置に設けられる区間は、前記フレキシブル基板の両面に設けられる一対の導電層と、前記フレキシブル基板を貫通して前記一対の導電層を接続する複数の円柱状又は円筒状の導体とを有し、前記一対の導電層と、前記複数の円柱状又は円筒状の導体とでシールドされた伝送線路で構成される、請求項 2、4、8、及び 9 のいずれか一項記載のアンテナ装置。

【請求項 11】

前記透明カバーは、三次元的に湾曲した湾曲部を有し、

前記電子機器は、前記湾曲した透明カバーの内表面に沿って湾曲したディスプレイパネ

10

20

30

40

50

ルを含み、

前記フレキシブル基板は、前記透明カバーと前記ディスプレイパネルの間に設けられ、前記ディスプレイパネルの表示面の全体を覆っており、

前記フレキシブル基板の端辺は、前記透明カバーの外表面から見て、前記ディスプレイパネルの裏側に設けられる、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項記載のアンテナ装置。

【請求項 12】

前記アンテナエレメントは、ダイポールアンテナ、Vivaldi アンテナ、八木宇田アンテナ、モノポールアンテナ、テーパスロットアンテナ、スロットアンテナ、又はログペリアンテナである、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項記載のアンテナ装置。

【請求項 13】

前記アンテナエレメントから給電される 1 又は複数の無給電素子をさらに含み、

前記アンテナエレメントと前記 1 又は複数の無給電素子とによって、前記電子機器の外側を向く指向性の実現される、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、スマートフォン等の電子機器に用いるアンテナ装置であって、グランドプレーンと、前記グランドプレーンに間隔をあけて対向する部位を有する板状導体と、前記グランドプレーンをグランド基準とする給電点に接続された給電素子と、前記板状導体に接続された線条の放射素子とを備え、前記放射素子は、前記給電素子によって非接触で給電され放射導体として機能する、アンテナ装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2014／203976 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、従来のアンテナ装置は、電子機器の透明カバーの外側から見える位置に配置すると、ディスプレイパネルの表示を妨げるため、透明カバーの外側から見える位置への配置には適していない。

【0005】

そこで、電子機器の透明カバーの外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメントを含むアンテナ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施の形態のアンテナ装置は、電子機器のガラス製又は樹脂製の透明カバーの外表面とは反対の内表面側に設けられる透明なフレキシブル基板と、前記フレキシブル基板のうちの前記透明カバーの外側から見える位置に設けられ、前記電子機器の外側を向く指向性を有する透明なアンテナエレメントとを含む。

【発明の効果】

【0007】

電子機器の透明カバーの外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメントを含むアンテナ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】アンテナ装置 100 を含む電子機器 200 の断面の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

- 【図 2】電子機器 200 の断面の一部を拡大して示す図である。
- 【図 3】図 1 の点線部 A を拡大して示す図である。
- 【図 4】アンテナ装置 100 を示す図である。
- 【図 5】アンテナ装置 100 を示す図である。
- 【図 6】透明導体 300A を示す図である。
- 【図 7】基板 101 に形成された導波管 300B を示す図である。
- 【図 8】アンテナ装置 100 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。
- 【図 9】アンテナ装置 100 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す。
- 【図 10】電子機器 200 の例示的な断面にアンテナ装置 100 の指向性を記した図である。 10
- 【図 11】実施の形態の変形例の電子機器 200A を示す断面図である。
- 【図 12】アンテナ装置 100M1 を示す図である。
- 【図 13】アンテナ装置 100M1 を示す図である。
- 【図 14】アンテナ装置 100M1 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。
- 【図 15】アンテナ装置 100M1 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。
- 【図 16】アンテナ装置 100M2 を示す図である。
- 【図 17】アンテナ装置 100M2 を示す図である。
- 【図 18】導波器 115 の数と、間隔 G と、指向性及びゲインとの関係を示す図である。 20
- 【図 19】導波器 115 が 1 個で間隔 G を 4 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。
- 【図 20】導波器 115 が 1 個で間隔 G を 4 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。
- 【図 21】導波器 115 が 5 個で間隔 G を 1 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。
- 【図 22】導波器 115 が 5 個で間隔 G を 1 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。 30
- 【図 23】電子機器 200A の例示的な断面にアンテナ装置 100M2 の指向性を記した図である。
- 【図 24】実施の形態の変形例の電子機器 200B を示す断面図である。
- 【図 25】アンテナ装置 100M2 を示す図である
- 【図 26】アンテナ装置 100M2 を折り曲げる手法を説明する図である。
- 【図 27】アンテナ装置 100M2 の折り曲げモデルを示す図である。
- 【図 28】折り曲げ位置の異なるアンテナ装置 100M2 の指向性を示す図である。
- 【図 29】実施の形態の変形例によるアンテナ装置 100M3 を示す図である。
- 【図 30】アンテナ装置 100M3 のモデルを示す図である。
- 【図 31】Z = 1 mm の位置で折り曲げたアンテナ装置 100M3 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。 40
- 【図 32】Z = 1 mm の位置で折り曲げたアンテナ装置 100M3 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。
- 【図 33】アンテナ装置 100M4 を示す図である。
- 【図 34】アンテナ装置 100M4 を示す図である。
- 【図 35】導波器 115 が 1 個の Sub 6 用のアンテナ装置 100M4 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。
- 【図 36】導波器 115 が 1 個の Sub 6 用のアンテナ装置 100M4 の共振周波数を 3.5 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。
- 【図 37】実施の形態の変形例の電子機器 200C を示す図である。 50

【図 38】実施の形態の変形例の電子機器 200D を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明のアンテナ装置を適用した実施の形態について説明する。

【0010】

＜実施の形態＞

図 1 は、アンテナ装置 100 を含む電子機器 200 の断面の一例を示す図である。図 2 は、電子機器 200 の断面の一部を拡大して示す図である。以下では、XYZ 座標系を定義して説明する。また、以下では、説明の便宜上、平面視とは YZ 面視をいい、+X 方向側を上側、-X 方向側を下側とする上下方向と、上下方向に対する横方向（側方）とを用いて説明するが、普遍的な上下方向と横方向を表すものではない。

10

【0011】

また、平行、直角、直交、水平、垂直、上下、左右等の方向には、実施の形態における開示の効果を損なわない程度のずれが許容される。また、X 方向、Y 方向、Z 方向は、それぞれ、X 軸に平行な方向、Y 軸に平行な方向、Z 軸に平行な方向を表す。X 方向と Y 方向と Z 方向は、互いに直交する。XY 平面、YZ 平面、ZX 平面は、それぞれ、X 方向及び Y 方向に平行な仮想平面、Y 方向及び Z 方向に平行な仮想平面、Z 方向及び X 方向に平行な仮想平面を表す。

【0012】

また、以下では、実質的に同一の構成については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く場合がある。

20

【0013】

アンテナ装置 100 は、マイクロ波やミリ波等の高周波帯（例えば、1GHz 超～300GHz）の電波の送受に好適である。アンテナ装置 100 は、一例として、第 5 世代移動通信システム（5G）、又は、第 6 世代移動通信システム（6G）等に適用可能であるが、適用可能なシステムはこれらに限られない。なお、第 5 世代移動通信システム（5G）には、例えば、28GHz 帯と、6GHz 未満の帯域（Sub 6）とが含まれる。

【0014】

図 1 及び図 2 には、アンテナ装置 100 の部分 100A と部分 100B を示す。部分 100A は、アンテナ装置 100 の第 1 部分の一例であり、部分 100B は、第 2 部分の一例である。部分 100A と部分 100B の位置を分かり易くするために、部分 100A を白抜きで示し、部分 100B をグレーで示す。

30

【0015】

アンテナ装置 100 の詳細な構成については後述するが、アンテナ装置 100 は、例えば、フレキシブル基板、アンテナエレメント、及び給電線路を有し、折り曲げ可能である。図 1 及び図 2 では、アンテナ装置 100 は、部分 100A と部分 100B との間で折り畳まれるように折り曲げられている。また、部分 100B は、収納部 210B の内部でさらに折り曲げられている。

【0016】

部分 100A は、フレキシブル基板に少なくともアンテナエレメントが設けられる部分であり、アンテナエレメントに加えて給電線路の一部が設けられていてもよい。部分 100B は、フレキシブル基板に少なくとも給電線路の一部（給電線路の全部、又は、部分 100A に設けられない給電線路の残りの部分）が設けられる部分である。

40

【0017】

アンテナ装置 100 の部分 100A は、表示操作部 230 に含まれるディスプレイパネルの上側（表示面側）に配置される。アンテナ装置 100 の部分 100A は、透明カバー 220 を介して電子機器 200 の外から見えるため、透明である。部分 100B は、表示操作部 230 の裏側に配置され、電子機器 200 の外から見えないため、透明ではなくてもよい。

【0018】

50

図１及び図２では、説明の便宜上、アンテナ装置１００の部分１００Ａを透明カバー２２０と表示操作部２３０との間に示すが、アンテナ装置１００の部分１００Ａは、表示操作部２３０と透明カバー２２０との間に限らず、表示操作部２３０に含まれるタッチパネル、偏光板、及びディスプレイパネルの間のいずれかに配置してもよい。なお、アンテナ装置１００の部分１００Ａと、透明カバー２２０と、表示操作部２３０との位置関係については後述する。

【００１９】

また、アンテナ装置１００は、電子機器２００の外側を向く指向性を有する。アンテナ装置１００の指向性は、メインローブの指向性である。外側を向く指向性とは、アンテナ装置１００のメインローブの指向性が、電子機器２００の筐体２１０及び透明カバー２２０の外側を向いていることである。外側を向くとは、例えば、電子機器２００の内部から見て、透明カバー２２０の＋Ｘ方向、透明カバー２２０の外側でＹＺ平面に平行な方向、又は、透明カバー２２０の＋Ｘ方向と透明カバー２２０の外側でＹＺ平面に平行な方向との間の方向等を向いていることをいう。また、筐体２１０の一部に誘電体製の部分がある場合には、誘電体製の部分を通じて筐体２１０の外側を向いていてもよい。

【００２０】

電子機器２００は、例えば、スマートフォン、タブレットコンピュータ、ノートブック型ＰＣ(Personal Computer)等の情報処理端末機である。また、電子機器２００は、これらに限られず、例えば、柱や壁等の構造物、デジタルサイネージ、電車内のディスプレイパネルを含む電子機器、又は、車両の中の様々なディスプレイパネルを含む電子機器等であってよい。

【００２１】

電子機器２００は、アンテナ装置１００の他に、筐体２１０、透明カバー２２０、表示操作部２３０、配線基板２４０、電子部品２５０Ａ、２５０Ｂ、及びバッテリー２６０等を含む。表示操作部２３０は、ディスプレイパネルを有する。このように、電子機器２００は、電子機器２００は、筐体２１０、透明カバー２２０、及びディスプレイパネルを含む電子機器であればよい。

【００２２】

筐体２１０は、例えば金属製及び／又は樹脂製のケースであり、電子機器２００の下面側及び側面側を覆っている。筐体２１０は、上側に開口部２１０Ａを有し、開口部２１０Ａには、透明カバー２２０が取り付けられている。筐体２１０は、開口部２１０Ａに連通する内部空間である収納部２１０Ｂを有し、収納部２１０Ｂには、配線基板２４０、電子部品２５０Ａ、２５０Ｂ、及びバッテリー２６０等が収納されている。

【００２３】

透明カバー２２０は、平面視で矩形状の透明なガラス板であり、平面視で開口部２１０Ａに合わせられたサイズを有する。透明カバー２２０は、一例として平板状のガラス板である。ここでは、透明カバー２２０がガラス製である形態について説明するが、透明カバー２２０は、樹脂製であってもよい。

【００２４】

透明カバー２２０が筐体２１０の開口部２１０Ａに取り付けられることにより、筐体２１０の収納部２１０Ｂは封止される。

【００２５】

透明カバー２２０の上面は、透明カバー２２０の外表面の一例であり、透明カバー２２０の下面は、透明カバー２２０の内表面の一例である。透明カバー２２０の内表面側には、表示操作部２３０が設けられる。電子機器２００の外部からは、透明カバー２２０を介して内部に設けられる表示操作部２３０が見える。

【００２６】

表示操作部２３０は、タッチパネル、偏光板、及びディスプレイパネル等を重ねた構成物である。電子機器２００は、透明カバー２２０の上面に触れることによって、表示操作部２３０のディスプレイパネルに表示されるＧＵＩ(Graphical User Interface)のボタン

10

20

30

40

50

等を操作できる。利用者の操作は、表示操作部 230 のタッチパネルによって検出される。

【0027】

表示操作部 230 の最も下側にはディスプレイパネルが配置される。アンテナ装置 100 が存在しない部分では、ディスプレイパネルの上に、タッチパネルと偏光板が重ねられる。タッチパネルと偏光板は、どちらが上であってもよい。アンテナ装置 100 が存在する部分では、ディスプレイパネルの上側のいずれかの位置に、アンテナ装置 100 が設けられる。

【0028】

配線基板 240 には、電子部品 250A、250B が実装される。配線基板 240 には、アンテナ装置 100 の部分 100B の給電線路等が接続される。配線基板 240 と部分 100B とは、コネクタや ACF (Anisotropic Conductive Film) 等を用いて接続されていてもよく、その他の構成要素を用いて接続されていてもよい。

10

【0029】

電子部品 250A は、一例として、電子機器 200 の動作に関連する情報処理等を行う部品であり、例えば、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、入出力インターフェース、及び内部バス等を含むコンピュータによって実現される。

【0030】

電子部品 250B は、一例として、配線基板 240 の配線を介してアンテナ装置 100 の部分 100B に接続されており、アンテナ装置 100 を介して送信又は受信する信号の処理を行う通信モジュールである。

20

【0031】

バッテリー 260 は、充電可能な二次電池であり、アンテナ装置 100、表示操作部 230、及び電子部品 250A、250B 等の動作に必要な電力を供給する。

【0032】

次に、アンテナ装置 100 と表示操作部 230 の位置関係について説明する。図 3 は、図 1 の点線部 A を拡大して示す図である。

【0033】

表示操作部 230 は、ディスプレイパネル 231、層 232、層 233、及び接着層 234 を有する。接着層 234 は、表示操作部 230 を透明カバー 220 に接着するために設けられている接着材製の層である。

30

【0034】

ディスプレイパネル 231 は、例えば、液晶ディスプレイパネル、有機 EL (Electro-luminescence)、又は、OLED (Organic Light Emitting Diode) ディスプレイパネルであり、表示操作部 230 の最も下側に配置される。

【0035】

層 232 及び 233 は、少なくとも、タッチパネルと、偏光板と、複数の接着層とを含む。層 232 にタッチパネルと接着層とが含まれ、層 233 に偏光板と接着層が含まれる場合がある。また、これとは逆に、層 232 に偏光板と接着層が含まれ、層 233 にタッチパネルと接着層とが含まれる場合がある。

40

【0036】

図 3 では、一例として、アンテナ装置 100 の部分 100A を層 232 及び 233 の間に示すが、部分 100A は、層 233 と接着層 234 の間に配置されてもよく、層 232 とディスプレイパネル 231 との間に配置されてもよい。

【0037】

なお、アンテナ装置 100 の部分 100A が存在しない位置では、透明カバー 220 と表示操作部 230 との断面構造は、図 3 からアンテナ装置 100 の部分 100A を取り除いた構造である。

【0038】

図 4 及び図 5 は、アンテナ装置 100 を示す図である。図 4 及び図 5 には、図 1 及び図

50

2に示すように部分100Bを折り曲げる前の状態をYZ平面に平行に示す。

【0039】

アンテナ装置100は、基板101、アンテナエレメント110、及びマイクロストリップライン120を含む。図5(A)には、基板101と、基板101の+X方向側の表面に配置される構成要素を示し、図5(B)には、基板101の+X方向側の表面に配置される構成要素を示す。なお、図5(B)には、基板101の位置を破線で示す。

【0040】

マイクロストリップライン120のうちの部分100Aに含まれる部分は、一例として、マイクロストリップライン120のZ方向における全体のうちの+Z方向側の $1/2 \sim 3/4$ 程度である。このため、マイクロストリップライン120のZ方向における全体のうちの部分100Bに含まれる部分は、一例として、 $1/4$ から $1/2$ 程度である。

10

【0041】

すなわち、図1及び図2に示す部分100Aと部分100Bとの境界は、Z方向におけるマイクロストリップライン120の+Z方向側の端部から $1/2 \sim 3/4$ 程度の位置である。部分100Bは、図3に示すディスプレイパネル231の上に位置するので、表示を妨げないようにするために透明であればよい。部分100Bは、透明ではなくてもよい。

【0042】

図4及び図5では、一例として、部分100Aと部分100Bとの境界がZ方向におけるマイクロストリップライン120の+Z方向側の端部から $1/2$ の構成を示す。

【0043】

20

基板101は、一例としてポリイミド製のフレキシブル基板であり、Z方向及び／又はY方向に折り曲げ可能である。基板101は、無色透明である。

【0044】

アンテナエレメント110は、ダイポール型のアンテナであり、エレメント111及び112を有する。エレメント111は、基板101の+X方向側の表面に設けられ、給電点111A、折り曲げ部111B、及び開放端111Cを有するL字型の素子である。エレメント111は、給電点111Aから折り曲げ部111Bに向かって+Z方向に延在し、折り曲げ部111Bで+Y方向に折れ曲げられ、開放端111Cまで延在している。

【0045】

エレメント112は、基板101の-X方向側の表面に設けられ、給電点112A、折り曲げ部112B、及び開放端112Cを有するL字型の素子である。給電点112Aと折り曲げ部112Bとの間の区間は、エレメント111の給電点112Aと折り曲げ部112Bとの間の区間と平面視で重ねて配置されており、折り曲げ部112Bと開放端112Cとの間の区間は、エレメント111の折り曲げ部111Bと開放端111Cとの間の区間とは反対方向に-Y方向に延在している。なお、開放端111Cと開放端112Cとの間のY方向の長さは、アンテナ装置100の共振周波数における波長 λ の電気長 λ_e の約 $1/2$ ($\lambda_e/2$)の長さに設定されている。

30

【0046】

マイクロストリップライン120は、伝送路121とグランド層122とを有する給電線路である。伝送路121は、基板101の+X方向側の表面に設けられ、エレメント111の給電点111Aに接続されている。

40

【0047】

グランド層122は、基板101の-X方向側の表面において平面視で伝送路121と重ねて設けられている。グランド層122の+Z方向側の端辺は、エレメント112の給電点112Aに接続されている。

【0048】

このような構成を有するアンテナ装置100のうち、Z方向においてアンテナエレメント110と、マイクロストリップライン120のうちの+Z方向側の部分とが設けられる区間は、図1及び図2に示す部分100Aである。また、アンテナ装置100のうち、Z方向においてマイクロストリップライン120の残りの部分が設けられる区間は、図1及

50

び図 2 に示す部分 1 0 0 B である。

【 0 0 4 9 】

アンテナ装置 1 0 0 は、図 1 及び図 2 に示す部分 1 0 0 A と部分 1 0 0 B との間で折り曲げられているため、アンテナ装置 1 0 0 の基板 1 0 1 は、アンテナエレメント 1 1 0 の先端側と、グランド層 1 2 2 のアンテナエレメント 1 1 0 に対して遠い側の端部との間で折り曲げられている。

【 0 0 5 0 】

図 6 は、透明導体 3 0 0 A を示す図である。透明導体 3 0 0 A は、透明な基板 1 0 1 の表面に形成されており、一例として、図 4 及び図 5 に示す部分 1 0 0 A に含まれるアンテナエレメント 1 1 0 及びマイクロストリップライン 1 2 0 として用いられるものである。

10

透明導体 3 0 0 A は、人間の視力では確認が難しいほど光透過性が高い導体である。

【 0 0 5 1 】

このような透明導体 3 0 0 A は、光透過性を高くするために、一例としてメッシュ状に形成されている導電線路である。ここで、メッシュとは、透明導体 3 0 0 A に網目状の透孔 3 0 1 が空いた状態をいう。

【 0 0 5 2 】

透明導体 3 0 0 A がメッシュ状に形成される場合、メッシュの目は方形であってもよく、菱形であってもよい。メッシュの目を方形に形成する場合、メッシュの目は正方形が好ましく、意匠性が良い。また、メッシュの目は、自己組織化法によるランダム形状でもよく、そうすることでモアレを抑制できる。メッシュの線幅 w_1 、 w_2 は、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましい。また、メッシュの線間隔 p_1 、 p_2 は、 $300 \sim 500 \mu\text{m}$ が好ましい。

20

【 0 0 5 3 】

透明導体 3 0 0 A の開口率は、 80% 以上が好ましく、 90% 以上がより好ましい。開口率は、透明導体 3 0 0 A の開口部（透孔 3 0 1）を含めた面積当たりの開口部の面積の割合である。透明導体 3 0 0 A の開口率を大きくするほど、透明導体 3 0 0 A の可視光透過率を高くできる。

【 0 0 5 4 】

透明導体 3 0 0 A の厚さは、可視光透過率を高くするために 400 nm 以下が好ましく、 300 nm 以下がより好ましい。透明導体 3 0 0 A の厚さの下限は特に限定されないが、放射特性を向上するために 2 nm 以上であってよく、 10 nm 以上であってよく、 30 nm 以上であってよい。

30

【 0 0 5 5 】

また、透明導体 3 0 0 A がメッシュ状に形成される場合、透明導体 3 0 0 A の厚さは、 $1 \sim 40 \mu\text{m}$ であってよい。透明導体 3 0 0 A がメッシュ状に形成されることにより、透明導体 3 0 0 A が厚くても、可視光透過率を高くできる。透明導体 3 0 0 A の厚さは、 $5 \mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $8 \mu\text{m}$ 以上がさらに好ましい。また、透明導体 3 0 0 A の厚さは、 $30 \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $20 \mu\text{m}$ 以下がさらに好ましく、 $15 \mu\text{m}$ 以下が特に好ましい。

【 0 0 5 6 】

なお、透明導体 3 0 0 A の導体材料としては銅が挙げられるが、他にも、金、銀、白金、アルミニウム、クロム等を使用でき、また、これらの材料に限られない。

40

【 0 0 5 7 】

アンテナ装置 1 0 0 の部分 1 0 0 A は、ディスプレイパネル 2 3 1（図 3 参照）の上に位置するので、部分 1 0 0 A に含まれる導体（アンテナエレメント 1 1 0 及びマイクロストリップライン 1 2 0 等）は、一例として透明導体 3 0 0 A で実現すればよい。

【 0 0 5 8 】

透明導体 3 0 0 A で実現されるアンテナエレメント 1 1 0 と、マイクロストリップライン 1 2 0 の一部分とは、透明であり、人間の視力では確認が難しいほど光透過性が高いアンテナエレメント及び給電線路である。

【 0 0 5 9 】

50

また、アンテナ装置 100 の部分 100 B に含まれるマイクロストリップライン 120 の残りの部分は、ディスプレイパネル 231（図 3 参照）の裏側に位置するため、透明である必要はなく、銅等のソリッドパターン（ベタパターン）であってよい。

【0060】

また、部分 100 B に含まれるマイクロストリップライン 120 の残りの部分については、図 7 に示すような導波管 300 B を用いてもよい。図 7 は、基板 101 に形成された導波管 300 B を示す図である。図 7（A）は、導波管 300 B を平面視で示し、図 7（B）は、図 7（A）における A-A 矢視断面を示す。なお、図 7 では、一例として図示するように X Y Z 座標系を定義する。

【0061】

導波管 300 B は、基板 101 に形成されており、導電層 301 B 及び 302 B と、T H (Through Hole) 303 B とを含む。導波管 300 B は、単層の基板 101 の両面に設けられる導電層 301 B 及び 302 B と、T H 303 B とを含む、所謂 S I W (Substrate Integrated Waveguide) である。

【0062】

導電層 301 B 及び 302 B は、基板 101 の - X 方向側の表面と、+ X 方向側の表面との一部の領域内に形成されているソリッドパターン（ベタパターン）である。導電層 301 B 及び 302 B は、平面視におけるサイズが等しく、互いに位置を合わせた状態で基板 101 の両面に設けられている。

【0063】

T H 303 B は、基板 101 を X 方向に貫通する貫通孔の内側に、めっき処理等で形成される円柱状又は円筒状の導体である。T H 303 B は、導電層 301 B 及び 302 B を接続する。T H 303 B は、電波の伝搬方向（ここでは一例として + Z 方向）に沿って、導電層 301 B 及び 302 B の両側に等間隔で設けられている。隣り合う T H 303 B 同士の Z 方向における隙間は、伝搬する電波の波長未満に設定されている。これにより、導電層 301 B 及び 302 B と T H 303 B とで囲まれた空間をシールドすることができる。

【0064】

このような導電層 301 B 及び 302 B と T H 303 B とで囲まれた空間は、シールドされた伝送路であり、電波を閉じ込めて Z 方向に伝搬可能である。このような導波管 300 B をアンテナ装置 100 の部分 100 B（図 1 及び図 2 参照）における給電線路として、マイクロストリップライン 120 の残りの部分の変わりに用いてもよい。

【0065】

図 8 は、アンテナ装置 100 の S 11 パラメータの周波数特性を示す図である。図 8 には、アンテナ装置 100 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた S 11 パラメータの周波数特性を示す。S 11 パラメータが 28 GHz の前後の広範囲にわたって - 5 dB 以下になる良好な特性が得られた。

【0066】

図 9 は、アンテナ装置 100 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す。図 9 に示す指向性は、アンテナ装置 100 のメインローブの指向性である。なお、0 度の方向は + Z 方向に相当し、90 度の方向は + X 方向に相当する。図 9 に示すように、+ Z 方向（0 度の方向）の指向性が得られていることが分かる。

【0067】

図 10 は、電子機器 200 の例示的な断面にアンテナ装置 100 の指向性を記した図である。図 9 に示す指向性は、図 10 では（1）で示す方向に電波を放射可能であり、（1）で示す方向の電波を受信可能であることを表す。（1）で示す方向は、電子機器 200 の透明カバー 220 の表面（電子機器 200 の表面）から、透明カバー 220 の表面に沿って放射される方向である。このような方向（1）を向く指向性を有するので、アンテナ装置 100 は、電子機器 200 の外部の通信機と通信しやすい。

【0068】

以上のように、アンテナ装置 100 は、透明な基板 101 に透明なアンテナエレメント 110 を設けた構成を有する。透明なアンテナエレメント 110 は、透明カバー 220 の外側から見える位置に設けられており、ディスプレイパネル 231（図 3 参照）に重ねて設けられている。

【0069】

したがって、電子機器 200 の透明カバー 220 の外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメント 110 と、マイクロストリップライン 120 のうちの部分 100A に含まれる透明な部分と、透明な基板 101 とを含むアンテナ装置 100 を提供できる。

【0070】

また、ダイポール型のアンテナエレメント 110 マイクロストリップライン 120、非常に薄く形成できる。例えば、アンテナ装置 100 に許容される厚さが $100\mu\text{m}$ 以下のように制約が大きい場合には、パッチアンテナのようにグラウンド層にある程度の厚さが必要なアンテナ装置を用いることは困難である。その点において、非常に薄く形成可能なダイポール型のアンテナエレメント 110 とマイクロストリップライン 120 を含むアンテナ装置 100 は、薄型化の観点で非常に有利である。

【0071】

なお、以上では、電子機器 200 の透明カバー 220 が平板状である形態について説明したが、透明カバー 220 は湾曲していてもよい。

【0072】

また、以上では、アンテナエレメント 110 がダイポール型のアンテナである形態について説明したが、モノポールアンテナ、テーパスロットアンテナ、スロットアンテナ、又はログペリアンテナであってもよい。

【0073】

また、アンテナ装置 100 は、アンテナエレメント 110 を介して給電される 1 又は複数の無給電素子をさらに含んでもよい。この場合に、アンテナエレメント 110 と 1 又は複数の無給電素子との位置関係を調整することによって、電子機器 200 の外側を向く指向性を実現するようにしてもよい。

【0074】

図 11 は、実施の形態の変形例の電子機器 200A を示す断面図である。図 11 には、図 1 に対応する断面を示す。電子機器 200A は、図 1 に示す電子機器 200 の平板状の透明カバー 220 及び表示操作部 230 の代わりに、平面視における端部が湾曲した透明カバー 220A 及び表示操作部 230A を含む。部分 100A と部分 100B の位置を分かり易くするために、部分 100A を白抜きで示し、部分 100B をグレーで示す。

【0075】

透明カバー 220 は、XZ 断面視では、Z 方向の両端が -X 方向に湾曲している。これは、YZ 断面においても同様である。表示操作部 230A は、一例としてディスプレイパネルとして OLED を含んでおり、透明カバー 220A と同様に湾曲した形状を有する。

【0076】

図 11 では、アンテナ装置 100 の部分 100A は、透明カバー 220A の平坦な上面の部分と湾曲した部分とにわたって設けられている。

【0077】

図 11 では、説明の便宜上、アンテナ装置 100 の部分 100A を透明カバー 220A と表示操作部 230A との間に示すが、アンテナ装置 100 の部分 100A は、表示操作部 230A と透明カバー 220A との間に限らず、図 3 に示す層 232 及び 233 の間、層 233 と接着層 234 の間、又は、層 232 とディスプレイパネル 231 との間に配置してもよい。

【0078】

また、電子機器 200 又は 200A は、図 4 及び図 5 に示すアンテナ装置 100 の代わりに、図 12 及び図 13 に示すアンテナ装置 100M1 を含んでもよい。図 12 及び図 13 は、アンテナ装置 100M1 を示す図である。

【0079】

図12及び図13は、アンテナ装置100M1を示す図である。図12及び図13には、折り曲げる前の状態のアンテナ装置100M1をYZ平面に平行に示す。アンテナ装置100M1は、部分100M1A及び100M1Bを含む。部分100M1A及び100M1Bは、図1、図2、図4、及び図5に示す部分100A及び100Bと同様であり、部分100M1Aは、電子機器200又は200Aの透明カバー220又は220Aを介して電子機器200又は200Aの外から見える部分であり、部分100M1Bは、表示操作部230又は230Aの裏側に配置され、電子機器200又は200Aの外から見えない部分である。

【0080】

図12及び図13では、一例として、部分100M1Aと部分100M1Bとの境界がZ方向におけるマイクロストリップライン120M1の+Z方向側の端部から1/2の構成を示す。

【0081】

アンテナ装置100M1は、基板101、アンテナエレメント110M1、及びマイクロストリップライン120M1を含む。図13(A)には、基板101と、基板101の+X方向側の表面に配置される構成要素を示し、図13(B)には、基板101の+X方向側の表面に配置される構成要素を示す。なお、図13(B)には、基板101の位置を破線で示す。

【0082】

アンテナエレメント110M1は、Vivaldi型のアンテナであり、エレメント111M1及び112M1を有する。アンテナエレメント110M1は、透明導体300A(図6参照)によって実現される。

【0083】

エレメント111M1は、基板101の+X方向側の表面に設けられ、給電点111M1A及び開放端111M1Cを有する。エレメント111M1は、給電点111M1Aから開放端111M1Cまで延在している。

【0084】

エレメント112M1は、基板101の-X方向側の表面に設けられ、給電点112M1A及び開放端112M1Cを有する。給電点112M1Aは、エレメント111M1の給電点111M1Aと平面視で重ねて配置されている。エレメント112M1を-X方向から見た形状、サイズ、及び基板101に対する位置は、エレメント111M1を+X方向から見た形状、サイズ、及び基板101に対する位置と等しい。

【0085】

マイクロストリップライン120M1は、伝送路121M1A、121M1Bとグラウンド層122M1A、122M1Bとを有する。伝送路121M1A及び121M1Bは、基板101の+X方向側の表面に設けられる。伝送路121M1Aは、グラウンド層122M1Aと重ねて設けられる。伝送路121M1Bは、伝送路121M1Aの+Z方向側に接続され、グラウンド層122M1Bと重ねて設けられ、エレメント111M1の給電点111M1Aに接続されている。

【0086】

グラウンド層122M1Aは、基板101の-X方向側の表面において平面視で伝送路121M1Aと重ねて設けられている矩形状のグラウンドパターンである。グラウンド層122M1Bは、グラウンド層122M1Aの+Z方向側に連続的に形成されており、+Z方向側に行くに従ってY方向の幅が徐々に狭くなっている。グラウンド層122M1Bの+Z方向側の端部は、基板101のY方向の中央に位置し、グラウンド層122M1Bの+Z方向側の端部のY方向の幅は、エレメント112M1の給電点112M1AのY方向の幅と等しい。グラウンド層122M1Bの+Z方向側の端部は、エレメント112M1の給電点112M1Aに接続されている。

【0087】

このような構成を有するアンテナ装置 100M1 のうち、Z 方向においてアンテナエレメント 110M1 と、マイクロストリップライン 120M1 の + Z 方向側の一部分とが設けられる部分は、図 1 及び図 2 に示す部分 100A である。また、アンテナ装置 100M1 のうち、マイクロストリップライン 120M1 のうちの残りの部分が設けられる区間は、図 1 及び図 2 に示す部分 100B である。部分 100A は、図 3 に示すディスプレイパネル 231 の上に位置するので、表示を妨げないようにするために透明であればよい。

【0088】

図 14 は、アンテナ装置 100M1 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。図 14 には、アンテナ装置 100M1 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた S11 パラメータの周波数特性を示す。S11 パラメータが 28 GHz の前後で -5 dB 以下になる良好な帯域が得られた。なお、約 41 GHz 前後における -5 dB 以下の帯域は、意図せずに生じたものである。

10

【0089】

図 15 は、アンテナ装置 100M1 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。図 15 に示す指向性は、アンテナ装置 100M1 のメインローブの指向性である。なお、0 度の方向は + Z 方向に相当し、90 度の方向は + X 方向に相当する。図 15 に示すように、+ Z 方向（0 度の方向）の指向性が得られていることが分かる。

【0090】

電子機器 200 にアンテナ装置 100M1 を取り付け付けた場合の指向性は、図 10 に示すように電子機器 200 にアンテナ装置 100 を取り付け付けた場合の指向性と略同様になると考えられる。

20

【0091】

アンテナ装置 100M1 は、アンテナ装置 100 と同様に、透明な基板 101 に透明なアンテナエレメント 110M1 を設けた構成を有する。透明なアンテナエレメント 110M1 は、透明カバー 220 の外側から見える位置に設けられており、ディスプレイパネル 231（図 3 参照）に重ねて設けられている。

【0092】

したがって、電子機器 200 の透明カバー 220 の外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメント 110M1 と、マイクロストリップライン 120M1 のうちの + Z 方向側の透明な部分と、透明な基板 101 とを含むアンテナ装置 100M1 を提供できる。

30

【0093】

また、Vivaldi 型のアンテナエレメント 110M1 とマイクロストリップライン 120M1 は、非常に薄く形成できる。例えば、アンテナ装置 100M1 に許容される厚さが 100 μm 以下のように制約が大きい場合には、パッチアンテナのようにグランド層にある程度の厚さが必要なアンテナ装置を用いることは困難である。その点において、非常に薄く形成可能な Vivaldi 型のアンテナエレメント 110M1 とマイクロストリップライン 120M1 を含むアンテナ装置 100M1 は、薄型化の観点で非常に有利である。

40

【0094】

図 16 及び図 17 は、アンテナ装置 100M2 を示す図である。図 16 及び図 17 には、折り曲げる前の状態のアンテナ装置 100M2 を YZ 平面に平行に示す。アンテナ装置 100M2 は、部分 100M2A 及び 100M2B を含む。部分 100M2A 及び 100M2B は、図 1、図 2、図 4、及び図 5 に示す部分 100A 及び 100B と同様であり、部分 100M2A は、電子機器 200 又は 200A の透明カバー 220 又は 220A を介して電子機器 200 又は 200A の外から見える部分であり、部分 100M2B は、表示操作部 230 又は 230A の裏側に配置され、電子機器 200 又は 200A の外から見えない部分である。

【0095】

50

図 1 6 及び図 1 7 では、一例として、部分 1 0 0 M 2 A と部分 1 0 0 M 2 B との境界が Z 方向におけるマイクロストリップライン 1 2 0 の + Z 方向側の端部から 1 / 2 の構成を示す。

【 0 0 9 6 】

アンテナ装置 1 0 0 M 2 は、基板 1 0 1、アンテナエレメント 1 1 0、導波器 1 1 5、及びマイクロストリップライン 1 2 0 を含む。アンテナ装置 1 0 0 M 2 は、図 4 及び図 5 に示すアンテナ装置 1 0 0 に導波器 1 1 5 を追加した八木宇田アンテナである。

【 0 0 9 7 】

導波器 1 1 5 は、アンテナエレメント 1 1 0 と同様に、透明導体 3 0 0 A (図 6 参照) によって実現される。また、伝送路 1 2 1 及びグランド層 1 2 2 を有するマイクロストリップライン 1 2 0 の Z 方向の長さは、図 4 及び図 5 に示すアンテナ装置 1 0 0 のマイクロストリップライン 1 2 0 の Z 方向の長さよりも短い、構成は同様である。

【 0 0 9 8 】

図 1 7 (A) には、基板 1 0 1 と、基板 1 0 1 の + X 方向側の表面に配置される構成要素を示し、図 1 7 (B) には、基板 1 0 1 の + X 方向側の表面に配置される構成要素を示す。なお、図 1 7 (B) には、基板 1 0 1 の位置を破線で示す。

【 0 0 9 9 】

導波器 1 1 5 は、2 つの導波器 1 1 5 A、1 1 5 B を有する。以下では、2 つの導波器 1 1 5 A、1 1 5 B を区別しない場合には、単に導波器 1 1 5 と称す。図 1 6 及び図 1 7 には、導波器 1 1 5 が 2 つの導波器 1 1 5 A、1 1 5 B を有する構成を示すが、導波器 1 1 5 の数は、1 つであってもよく、3 つ以上であってもよい。

【 0 1 0 0 】

導波器 1 1 5 A、1 1 5 B の Y 方向の長さは、アンテナエレメント 1 1 0 の開放端 1 1 1 C と開放端 1 1 2 C との間の長さよりも少し短い。導波器 1 1 5 A と導波器 1 1 5 B の Z 方向の間隔 G は、アンテナエレメント 1 1 0 の開放端 1 1 1 C 及び 1 1 2 C の間の区間と、導波器 1 1 5 A との Z 方向の間隔 G と等しい。

【 0 1 0 1 】

このような構成を有するアンテナ装置 1 0 0 M 2 のうち、Z 方向においてアンテナエレメント 1 1 0 と導波器 1 1 5 と、マイクロストリップライン 1 2 0 のうちの + Z 方向側の一部分とが設けられる部分は、図 1 及び図 2 に示す部分 1 0 0 A である。また、アンテナ装置 1 0 0 M 2 のうち、マイクロストリップライン 1 2 0 の残りの部分が設けられる部分は、図 1 及び図 2 に示す部分 1 0 0 B である。部分 1 0 0 A は、図 3 に示すディスプレイパネル 2 3 1 の上に位置するので、表示を妨げないようにするために透明であればよい。

【 0 1 0 2 】

図 1 8 は、導波器 1 1 5 の数と、間隔 G と、指向性及びゲインとの関係を示す図である。図 1 8 (A) には、間隔 G に対する指向性の特性を示す。図 1 8 (B) には、間隔 G に対するゲインの特性を示す。導波器 1 1 5 の数は、0 個、1 個、3 個、5 個である。導波器 1 1 5 が 0 個の場合は、アンテナエレメント 1 1 0 はダイポールアンテナ(Dipole)であり、導波器 1 1 5 が 1 個、3 個、5 個の場合は、アンテナエレメント 1 1 0 は八木宇田アンテナである。また、指向性は、メインローブの角度 (deg.) を表し、ゲインは、メインローブのゲイン (dBi) を表す。

【 0 1 0 3 】

図 1 8 (A) に示すように、間隔 G が 1 mm と 2 mm の場合には、導波器 1 1 5 が 1 個、3 個、5 個のいずれの場合においても 9 0 度前後の指向性が得られた。これは、図 1 6 及び図 1 7 において + X 方向の指向性が得られていることを意味する。

【 0 1 0 4 】

また、導波器 1 1 5 が 1 個の場合は、間隔 G を 3 mm 以上にすると、約 1 0 度前後の指向性が得られた。導波器 1 1 5 が 3 個の場合は、間隔 G を 3 mm と 4 mm にすると、約 1 0 度前後の指向性が得られ、5 mm 以上では、約 9 0 度又はそれ以上の指向性が得られた。導波器 1 1 5 が 5 個の場合は、間隔 G を 3 にすると、約 1 0 度前後の指向性が得られ、

10

20

30

40

50

4 mm以上では、約 7.5 度又はそれ以上の指向性が得られた。

【0105】

ダイポールアンテナの指向性は約 3.5 度であることから、導波器 115 の数と個数を選択することによって、指向性を調節できることが分かった。

【0106】

また、図 18 (B) に示すように、導波器 115 が 1 個の場合は、間隔 G を 1 mm から 4 mm まで広げると、ゲインが約 2 dBi から約 5 dBi まで増大し、間隔 G が 5 mm 以上では、ゲインは約 3.5 dBi に低下する特性が得られた。

【0107】

導波器 115 が 3 個と 5 個の場合は、間隔 G が 1 mm と 2 mm の場合には、約 4.5 dBi のゲインが得られ、間隔 G を 3 mm 以上から 5 mm まで広げると、ゲインが約 2 dBi まで徐々に低下し、間隔 G が 6 mm になると、再びゲインは少し増大する特性が得られた。

10

【0108】

導波器 115 の個数がいずれである場合においても、間隔 G を選択することで、ダイポールアンテナのゲイン (約 3.7 dBi) 以上のゲインが得られることを確認することができた。

【0109】

図 19 は、導波器 115 が 1 個で間隔 G を 4 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。導波器 115 が 1 個で間隔 G を 4 mm に設定したアンテナ装置 100M2 は、導波器 115 が 1 個の場合に最大のゲインが得られた構成である (図 18 (B) 参照)。

20

【0110】

図 19 には、アンテナ装置 100M2 の共振周波数を 2.8 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた S11 パラメータの周波数特性を示す。S11 パラメータが 2.8 GHz の前後で -5 dB 以下になる良好な帯域が得られた。

【0111】

図 20 は、導波器 115 が 1 個で間隔 G を 4 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の共振周波数を 2.8 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。図 20 に示す指向性は、アンテナ装置 100M2 のメインローブの指向性である。なお、0 度の方向は +Z 方向に相当し、90 度の方向は +X 方向に相当する。図 20 に示すように、+Z 方向 (0 度の方向) の指向性が得られていることが分かる。

30

【0112】

電子機器 200 に導波器 115 が 1 個で間隔 G を 4 mm に設定したアンテナ装置 100M2 を取り付けた場合の指向性は、図 10 に示すように電子機器 200 にアンテナ装置 100 を取り付けた場合の指向性と略同様になると考えられる。

【0113】

図 21 は、導波器 115 が 5 個で間隔 G を 1 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。導波器 115 が 5 個で間隔 G を 1 mm に設定したアンテナ装置 100M2 は、導波器 115 が 5 個の場合に最大のゲインが得られた構成である (図 18 (B) 参照)。

40

【0114】

図 21 には、アンテナ装置 100M2 の共振周波数を 2.8 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた S11 パラメータの周波数特性を示す。S11 パラメータが 2.8 GHz の前後で -5 dB 以下になる良好な帯域が得られた。

【0115】

図 22 は、導波器 115 が 5 個で間隔 G を 1 mm に設定したアンテナ装置 100M2 の共振周波数を 2.8 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。図 22 に示す指向性は、アンテナ装置 100M2 のメインローブの指向性である。図 22 に示すように、+X 方向 (90 度の方向) の指向性が得られていることが分か

50

る。

【0116】

電子機器200に導波器115が5個で間隔Gを1mmに設定したアンテナ装置100M2を取り付けた場合の指向性は、電子機器200の透明カバー220から鉛直上方を向く指向性になる。

【0117】

図23は、電子機器200Aの例示的な断面にアンテナ装置100M2の指向性を記した図である。部分100M2Aと部分100M2Bの位置を分かり易くするために、部分100M2Aを白抜きで示し、部分100M2Bをグレーで示す。

【0118】

図23では、透明カバー220Aの上面部220A1と-Z方向側の湾曲部220A2とにわたって、アンテナ装置100M2の部分100M2Aが設けられている。部分100M2Aは、図16及び図17に示すアンテナエレメント110と、導波器115と、マイクロストリップライン120のうちの+Z方向側の一部分とが設けられている部分であり、透明な部分である。また、アンテナ装置100M2の部分100M2Bは、表示操作部230Aの裏側に設けられている。部分100M2Bは、図16及び図17に示すマイクロストリップライン120のうちの部分100Aに含まれない残りの部分が設けられている部分であり、透明ではない部分である。

【0119】

図23では、説明の便宜上、アンテナ装置100M2の部分100M2Aを透明カバー220Aと表示操作部230Aとの間に示すが、アンテナ装置100M2の部分100M2Aは、表示操作部230Aと透明カバー220Aとの間に限らず、図3に示す層232及び233の間、層233と接着層234の間、又は、層232とディスプレイパネル231との間に配置してもよい。

【0120】

このようにアンテナ装置100M2を含む電子機器200Aにおいて、図22に示す指向性は、図23では(2)で示す方向になる。すなわち、アンテナ装置100M2は、(2)で示す方向に電波を放射可能であり、(2)で示す方向の電波を受信可能である。(2)で示す方向は、電子機器200Aの透明カバー220Aの上面部220A1の法線方向に沿って放射される方向である。透明カバー220Aの上面部220A1は、透明カバー220Aの表面の一部であり、電子機器200Aの表面の一部である。このような方向(2)を向く指向性を有するので、アンテナ装置100は、電子機器200の外部の通信機と通信しやすい。

【0121】

アンテナ装置100M2は、アンテナ装置100に、導波器115を追加した構成を有する。透明なアンテナエレメント110と、導波器115と、マイクロストリップライン120のうちの部分100M2Aに含まれる部分とは、透明カバー220の外側から見える位置に設けられており、ディスプレイパネル231(図3参照)に重ねて設けられている。

【0122】

したがって、電子機器200の透明カバー220の外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメント110と、透明な導波器115と、マイクロストリップライン120のうちの部分100M2Aに含まれる透明な部分と、透明な基板101を含むアンテナ装置100M2を提供できる。

【0123】

また、アンテナエレメント110と、導波器115と、マイクロストリップライン120とは、非常に薄く形成できる。例えば、アンテナ装置100M2に許容される厚さが100μm以下のように制約が大きい場合には、パッチアンテナのようにグランド層にある程度の厚さが必要なアンテナ装置を用いることは困難である。その点において、非常に薄く形成可能なアンテナエレメント110と、導波器115と、マイクロストリップライン

10

20

30

40

50

１２０とを含むアンテナ装置１００Ｍ２は、薄型化の観点で非常に有利である。

【０１２４】

図２４は、実施の形態の変形例の電子機器２００Ｂを示す断面図である。図２４には、図１１に対応する断面を示す。電子機器２００Ｂは、アンテナ装置１００とアンテナ装置１００Ｍ２とを含む。アンテナ装置１００及びアンテナ装置１００Ｍ２は、図４、図５、図１６、及び図１７に示す基板１０１の変わりに、共通の基板１０１Ｂを含む。アンテナ装置１００及びアンテナ装置１００Ｍ２は、互いに共振周波数が異なる構成を有していてもよい。

【０１２５】

基板１０１Ｂは、平面視で表示操作部２３０Ａよりも大きく、透明カバー２２０Ａと表示操作部２３０Ａとの間の全体にわたって設けられている。基板１０１Ｂの端部１０１Ｂ１、１０１Ｂ２は、折り曲げられて表示操作部２３０Ａの裏側に位置しており、配線基板２４０に接続されている。アンテナ装置１００は、－Ｚ方向側の上面部２２０Ａ１と湾曲部２２０Ａ２とに設けられている。アンテナ装置１００Ｍ２は、＋Ｚ方向側の上面部２２０Ａ１と湾曲部２２０Ａ３とに設けられている。このため、Ｚ方向においてアンテナ装置１００及びアンテナ装置１００Ｍ２が設けられていない部分では、透明カバー２２０Ａと表示操作部２３０Ａとの間に基板１０１Ｂのみが設けられている。

10

【０１２６】

基板１０１Ｂを平面視で表示操作部２３０Ａよりも大きくして、基板１０１Ｂの端部１０１Ｂ１、１０１Ｂ２を表示操作部２３０Ａの裏側に位置させたのは、基板１０１Ｂの端部１０１Ｂ１、１０１Ｂ２が目立つような場合を考慮して、端部１０１Ｂ１、１０１Ｂ２が透明カバー２２０Ａの外側から見えないようにするためである。

20

【０１２７】

このため、端部１０１Ｂ１、１０１Ｂ２は、ディスプレイパネル２３１（図３参照）を含む表示操作部２３０Ａの裏側に位置していればよく、図２４に示すように配線基板２４０に接続されていなくてもよい。

【０１２８】

また、基板１０１Ｂの端部は、ＸＹ断面においても、折り曲げられて表示操作部２３０Ａの裏側に位置している。基板１０１Ｂの端部が透明カバー２２０Ａの外側から見えないようにするためである。

30

【０１２９】

図２４では、アンテナ装置１００の部分１００Ａは、透明カバー２２０Ａの平坦な上面部２２０Ａ１と湾曲部２２０Ａ２とにわたって設けられている。部分１００Ａの範囲は、図１１と同様である。また、部分１００Ｂの範囲も図１１と同様である。図２４では、説明の便宜上、アンテナ装置１００の部分１００Ａを透明カバー２２０Ａと表示操作部２３０Ａとの間に示すが、アンテナ装置１００の部分１００Ａは、表示操作部２３０Ａと透明カバー２２０Ａとの間に限らず、図３に示す層２３２及び２３３の間、層２３３と接着層２３４の間、又は、層２３２とディスプレイパネル２３１との間に配置してもよい。

【０１３０】

また、図２４では、透明カバー２２０Ａの＋Ｚ方向側の湾曲部２２０Ａ３と上面部２２０Ａ１とにわたって、アンテナ装置１００Ｍ２の部分１００Ｍ２Ａが設けられている。図２４では、説明の便宜上、アンテナ装置１００Ｍ２の部分１００Ｍ２Ａを透明カバー２２０Ａと表示操作部２３０Ａとの間に示すが、アンテナ装置１００Ｍ２の部分１００Ｍ２Ａは、表示操作部２３０Ａと透明カバー２２０Ａとの間に限らず、図３に示す層２３２及び２３３の間、層２３３と接着層２３４の間、又は、層２３２とディスプレイパネル２３１との間に配置してもよい。

40

【０１３１】

アンテナ装置１００及びアンテナ装置１００Ｍ２は、表示操作部２３０Ａよりも大きい基板１０１Ｂを有し、基板１０１Ｂの端部１０１Ｂ１、１０１Ｂ２を表示操作部２３０Ａの裏側に位置させている。

50

【0132】

このため、基板101Bの端部101B1、101B2が透明カバー220Aの外側から見えない意匠製の高いアンテナ装置100及びアンテナ装置100M2を提供できる。

【0133】

また、ここでは、電子機器200Bがアンテナ装置100及びアンテナ装置100M2を含む形態について説明したが、アンテナ装置100及びアンテナ装置100M2のいずれか1つを含む構成であってもよい。また、電子機器200Bは、アンテナ装置100及びアンテナ装置100M2以外のアンテナ装置を含んでいてもよいし、3つ以上のアンテナ装置を含んでいてもよい。

【0134】

電子機器200Bが共振周波数の異なる複数のアンテナ装置を含む場合には、複数の通信帯域で通信可能な電子機器200Bを提供できる。

【0135】

図25は、アンテナ装置100M2を示す図である。アンテナ装置100M2は、基板101、アンテナエレメント110、導波器115、及びマイクロストリップライン120を含む。アンテナエレメント110は、エレメント111及び112を有し、マイクロストリップライン120は、伝送路121及びグランド層122を有する。

【0136】

ここでは、Z方向における給電点111Aにおいて、アンテナ装置100M2を折り曲げたモデルについて検討を行う。図26は、アンテナ装置100M2を折り曲げる手法を説明する図である。図26(A)、(B)には、例示的な部分100M2A、100M2Bを示す。

【0137】

図26(A)には、折り曲げていない状態のアンテナ装置100M2を示し、図26(B)には折り曲げた状態のアンテナ装置100M2を示す。このようなアンテナ装置100M2の折り曲げは、シミュレーションのモデルを使って行うものであるが、ここでは説明を分かり易くするために、仮想的な治具105を用いてアンテナ装置100M2の折り曲げについて説明する。

【0138】

また、アンテナ装置100M2のモデルは、図26(A)、(B)に示すように、カバー102及び103を含む。カバー102及び103は、それぞれ、接着層102A及び103Aでアンテナ装置100M2の+X方向側と-X方向側の表面に貼り付けられている。なお、カバー102及び103のサイズは、基板101のサイズと等しい。

【0139】

治具105は、XZ断面において半径1mmで湾曲し、Y方向に長い端部105Aを有する。図26(A)に示すように、端部105Aをアンテナ装置100M2の-X方向側の表面に押し当てる。端部105AのZ方向における位置がZ=0mmのときに、端部105Aは給電点111Aの位置にある。すなわち、端部105AのZ方向における位置がZ=0mmのときに、端部105AのZ方向における位置は、アンテナエレメント110とマイクロストリップライン120の境界の位置に等しい。

【0140】

図26(B)に示すように、アンテナ装置100M2のアンテナエレメント110側をマイクロストリップライン120側に対して図26(B)における時計回りの方向に90度折り曲げる。このときに、XYZ座標も同様に90度回転させる。すなわち、折り曲げた後も+Z方向はアンテナエレメント110のエンドファイア方向になる。

【0141】

このようなアンテナ装置100M2の折り曲げを治具105の位置をZ=0mm、Z=2mm、Z=4mmの3種類の位置に設定して行ったところ、図27(A)～(C)に示すモデルを得た。図27は、アンテナ装置100M2の折り曲げモデルを示す図である。

【0142】

図 27 (A) に示すモデルは、 $Z = 0 \text{ mm}$ の位置で折り曲げたアンテナ装置 100M2 のモデルである。図 27 (B) に示すモデルは、 $Z = 2 \text{ mm}$ の位置で折り曲げたアンテナ装置 100M2 のモデルである。図 27 (C) に示すモデルは、 $Z = 4 \text{ mm}$ の位置で折り曲げたアンテナ装置 100M2 のモデルである。

【0143】

治具 105 の位置が $Z = 0 \text{ mm}$ から、 $Z = 2 \text{ mm}$ 、 $Z = 4 \text{ mm}$ になると、治具 105 の位置は、アンテナエレメント 110 とマイクロストリップライン 120 の境界よりも +Z 方向側にシフトする。このため、 $Z = 2 \text{ mm}$ 、 $Z = 4 \text{ mm}$ の場合には、アンテナエレメント 110 の途中で折り曲げられることになる。

【0144】

図 28 は、折り曲げ位置の異なるアンテナ装置 100M2 の指向性を示す図である。図 28 には、折り曲げ位置が $Z = 0 \text{ mm}$ 、 $Z = 2 \text{ mm}$ 、 $Z = 4 \text{ mm}$ 、 $Z = 6 \text{ mm}$ の 4 種類のアンテナ装置 100M2 のモデルで得た指向性を示す。

【0145】

$Z = 0 \text{ mm}$ では、 180° の方向 (−Z 方向) のバックファイア方向の指向性を示すのに対して、 $Z = 2 \text{ mm}$ 、 4 mm 、 6 mm では、 90° の方向 (+X 方向) の鉛直上向きの指向性を示すことが分かる。

【0146】

このように、折り曲げ位置を変えることにより、アンテナ装置 100M2 の指向性を調節できることが分かった。

【0147】

図 29 は、実施の形態の変形例によるアンテナ装置 100M3 を示す図である。アンテナ装置 100M3 は、基板 101、アンテナエレメント 110、反射器 116、及びマイクロストリップライン 120 を含む。アンテナ装置 100M3 は、図 16 及び図 17 に示すアンテナ装置 100M2 の導波器 115 の代わりに反射器 116 を含む構成を有する。反射器 116 は、アンテナエレメント 110 と同様に、透明導体 300A (図 6 参照) によって実現される。

【0148】

アンテナ装置 100M3 は、部分 100M3A 及び 100M3B を含む。部分 100M3A 及び 100M3B は、図 1、図 2、図 4、及び図 5 に示す部分 100A 及び 100B と同様であり、部分 100M3A は、電子機器 200 又は 200A に取り付けられた場合に、電子機器 200 又は 200A の透明カバー 220 又は 220A を介して電子機器 200 又は 200A の外から見える部分であり、部分 100M3B は、表示操作部 230 又は 230A の裏側に配置され、電子機器 200 又は 200A の外から見えない部分である。

【0149】

図 29 では、一例として、部分 100M3A と部分 100M3B との境界が Z 方向におけるマイクロストリップライン 120 の +Z 方向側の端部から 1/2 の構成を示す。

【0150】

反射器 116 の Y 方向の長さは、アンテナエレメント 110 の開放端 111C と開放端 112C との間の Y 方向の長さよりも少し長い。

【0151】

図 30 は、アンテナ装置 100M3 のモデルを示す図である。図 30 に示すアンテナ装置 100M3 は、 $Z = 1 \text{ mm}$ の位置で折り曲げてある。 $Z = 1 \text{ mm}$ の位置は、給電点 111A よりも +Z 方向側に 1 mm の位置である。

【0152】

図 31 は、 $Z = 1 \text{ mm}$ の位置で折り曲げたアンテナ装置 100M3 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。図 31 には、アンテナ装置 100M3 の共振周波数を 28 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた S11 パラメータの周波数特性を示す。S11 パラメータが 28 GHz の前後で -5 dB 以下になる良好な帯域が得られた。なお、約 41 GHz 前後における -5 dB 以下の帯域は、意図せずに生じたものであ

10

20

30

40

50

る。

【0153】

図32は、 $Z = 1\text{ mm}$ の位置で折り曲げたアンテナ装置100M3の共振周波数を28GHzに設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。図32に示す指向性は、アンテナ装置100M3のメインローブの指向性である。なお、0度の方向は+Z方向（エンドファイア方向）に相当し、90度の方向は+X方向に相当し、180度は-Z方向（バックファイア方向）に相当する。図32に示すように、-Z方向（バックファイア方向）の指向性が得られていることが分かる。

【0154】

このようにバックファイア方向の指向性が得られたのは、アンテナ装置100M3が反射器116を含むことと、グラウンド層122がアンテナエレメント110に対して90度折り曲げられてアンテナエレメント110のバックファイア方向からずれたこととの相乗効果であると考えられる。

【0155】

アンテナ装置100M3は、アンテナ装置100に、反射器116を追加して折り曲げた構成を有する。透明なアンテナエレメント110及び反射器116は、透明カバー220の外側から見える位置に設けることができる。

【0156】

したがって、電子機器200の透明カバー220の外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメント110と、透明な反射器116と、マイクロストリップライン120のうちの+Z方向側の透明な一部分と、透明な基板101とを含むアンテナ装置100M3を提供できる。

【0157】

また、アンテナエレメント110と、反射器116と、マイクロストリップライン120とは、非常に薄く形成できる。例えば、アンテナ装置100M3に許容される厚さが $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下のように制約が大きい場合には、パッチアンテナのようにグラウンド層にある程度の厚さが必要なアンテナ装置を用いることは困難である。その点において、非常に薄く形成可能なアンテナエレメント110と、反射器116と、マイクロストリップライン120とを含むアンテナ装置100M3は、薄型化の観点で非常に有利である。

【0158】

図33及び図34は、アンテナ装置100M4を示す図である。アンテナ装置100M4は、基板101、アンテナエレメント110、導波器115、及びマイクロストリップライン120を含む。アンテナ装置100M4は、八木宇田アンテナであり、第5世代移動通信システム（5G）の6GHz未満の帯域（Sub 6）用の構成を有する。

【0159】

アンテナ装置100M4は、部分100M4A及び100M4Bを含む。部分100M4A及び100M4Bは、図1、図2、図4、及び図5に示す部分100A及び100Bと同様であり、部分100M4Aは、電子機器200又は200Aに取り付けた場合に、電子機器200又は200Aの透明カバー220又は220Aを介して電子機器200又は200Aの外から見える部分であり、部分100M4Bは、表示操作部230又は230Aの裏側に配置され、電子機器200又は200Aの外から見えない部分である。

【0160】

図33及び図34では、一例として、部分100M4Aと部分100M4Bとの境界がZ方向におけるマイクロストリップライン120の+Z方向側の端部から1/2の構成を示す。

【0161】

図34（A）には、基板101と、基板101の+X方向側の表面に配置される構成要素を示し、図34（B）には、基板101の+X方向側の表面に配置される構成要素を示す。なお、図34（B）には、基板101の位置を破線で示す。

【0162】

アンテナ装置 100M4 が含む導波器 115 は、一例として 1 つである。

【0163】

図 35 は、導波器 115 が 1 個の Sub 6 用のアンテナ装置 100M4 の S11 パラメータの周波数特性を示す図である。図 35 には、アンテナ装置 100M4 の共振周波数を 3.5 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた S11 パラメータの周波数特性を示す。S11 パラメータが 3.5 GHz の前後で -5 dB 以下になる良好な帯域が得られた。

【0164】

図 36 は、導波器 115 が 1 個の Sub 6 用のアンテナ装置 100M4 の共振周波数を 3.5 GHz に設定して行った電磁界シミュレーションで求めた指向性を示す図である。図 36 に示す指向性は、アンテナ装置 100M4 のメインローブの指向性である。なお、0 度の方向は +Z 方向に相当し、90 度の方向は +X 方向に相当する。図 36 に示すように、+Z 方向（0 度の方向）の指向性が得られていることが分かる。

【0165】

電子機器 200 に導波器 115 が 1 個の Sub 6 用のアンテナ装置 100M4 を取り付けつけた場合の指向性は、図 10 に示すように電子機器 200 にアンテナ装置 100 を取り付けつけた場合の指向性と略同様になると考えられる。

【0166】

アンテナ装置 100M4 は、アンテナ装置 100 に、導波器 115 を追加して Sub 6 用のサイズにした構成を有する。透明なアンテナエレメント 110 及び導波器 115 は、透明カバー 220 の外側から見える位置に設けられており、ディスプレイパネル 231（図 3 参照）に重ねて設けられている。

【0167】

したがって、電子機器 200 の透明カバー 220 の外側から見える位置に配置可能な透明なアンテナエレメント 110 と、透明な導波器 115 と、マイクロストリップライン 120 のうちの +Z 方向側の透明な一部分と、透明な基板 101 とを含むアンテナ装置 100M4 を提供できる。

【0168】

また、アンテナエレメント 110 と、導波器 115 と、マイクロストリップライン 120 とは、非常に薄く形成できる。例えば、アンテナ装置 100M4 に許容される厚さが 100 μm 以下のように制約が大きい場合には、パッチアンテナのようにグラウンド層にある程度の厚さが必要なアンテナ装置を用いることは困難である。その点において、非常に薄く形成可能なアンテナエレメント 110 と、導波器 115 と、マイクロストリップライン 120 とを含むアンテナ装置 100M4 は、薄型化の観点で非常に有利である。

【0169】

図 37 は、実施の形態の変形例の電子機器 200C を示す図である。電子機器 200C は、図 11 に示す電子機器 200A のアンテナ装置 100 の変わりに、バックファイアの方向の指向性を有するアンテナ装置 100M3（図 29 参照）を含む。

【0170】

アンテナ装置 100M3 は、透明カバー 220A の -Z 方向側の湾曲部 220A2 の裏側に、アンテナ装置 100M3 の折り曲げられた部分が位置するように配設されており、(3) で示す方向に電波を放射可能であり、(3) で示す方向の電波を受信可能である。(3) で示す方向は、電子機器 200A の透明カバー 220 の湾曲部 220A2 から、電子機器 200A の外側に向かって放射される方向である。このような方向 (3) を向く指向性を有するので、アンテナ装置 100M3 は、電子機器 200A の外部の通信機と通信しやすい。

【0171】

このように、バックファイアの方向の指向性を有するアンテナ装置 100M3 を透明カバー 220A の湾曲部 220A2 の裏側に配設すれば、透明カバー 220 や筐体 210 からより離れて外側を向く指向性を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0172】

図38は、実施の形態の変形例の電子機器200Dを示す図である。電子機器200Dは、図37に示す電子機器200Cのアンテナ装置100M3を図4及び図5に示すアンテナ装置100に変更したものである。アンテナ装置100は、エンドファイアの方

【0173】

向性を有する。アンテナ装置100は、透明カバー220Aの-Z方向側の湾曲部220A2の裏側において、部分100Aと部分100Bとの間で緩やかに折り曲げられて配設されており、(4)で示す方向に電波を放射可能であり、(4)で示す方向の電波を受信可能である。(4)で示す方向は、電子機器200Aの透明カバー220の上面部220A1及び湾曲部220A2から、電子機器200Aの外側に向かって放射される方向である。このような方向(4)を向く指向性を有するので、アンテナ装置100M3は、電子機器200Aの外部の通信機と通信しやすい。

【0174】

このように、エンドファイアの方

【0175】

向性を有するアンテナ装置100を透明カバー220Aの湾曲部220A2の裏側に配設すれば、透明カバー220や筐体210からより離れて外側を向く指向性を得ることができる。

【0176】

以上、本発明の例示的な実施の形態のアンテナ装置について説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

【符号の説明】

【0177】

100、100M1、100M2、100M3、100M4 アンテナ装置
101、101B 基板
110、110M1 アンテナエレメント
111、111M1、112、112M1 エレメント
120、120M1 マイクロストリップライン
121 伝送路
122 グランド層
200、200A、200B、200C、200D 電子機器
210 筐体
220 透明カバー
230 表示操作部

10

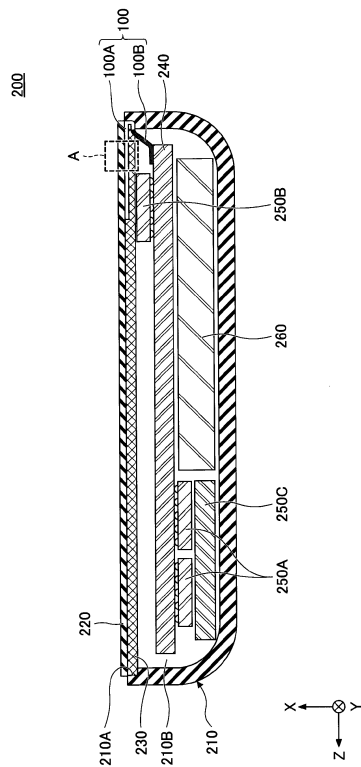
20

30

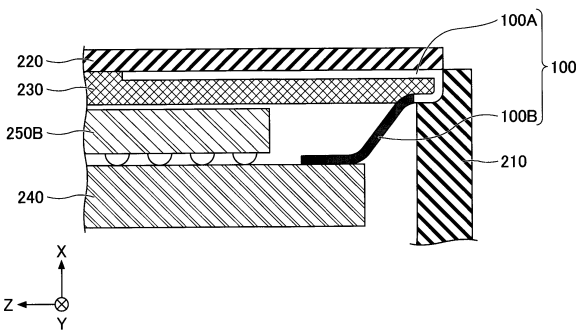
40

50

【図面】
【図 1】



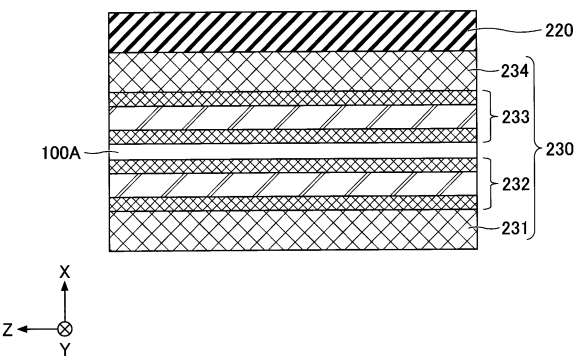
【図 2】



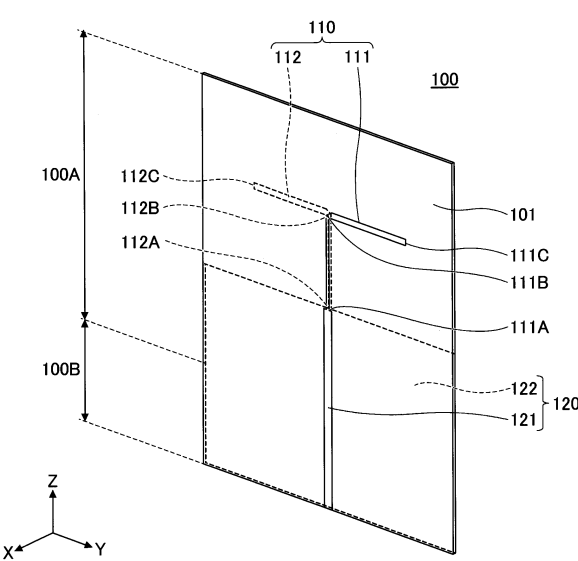
10

20

【図 3】



【図 4】

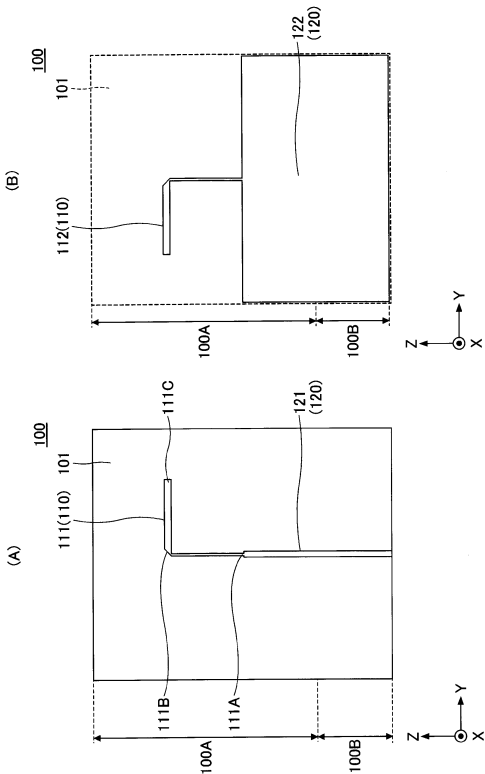


30

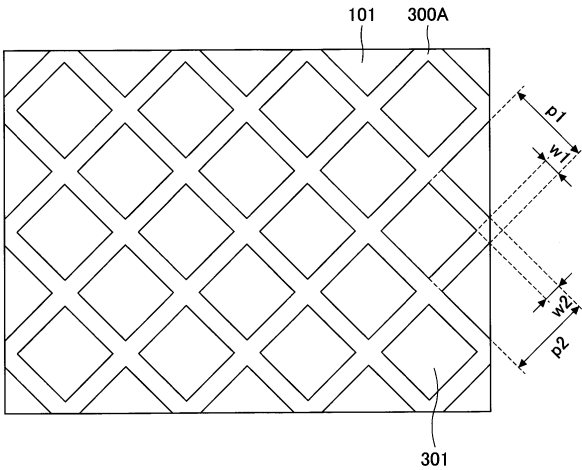
40

50

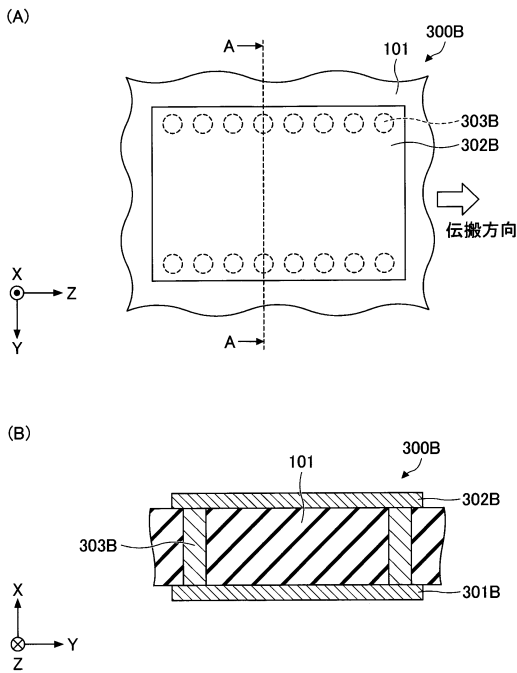
【図 5】



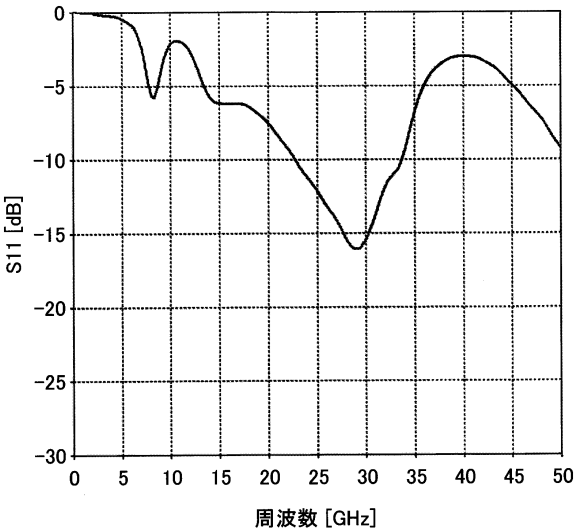
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

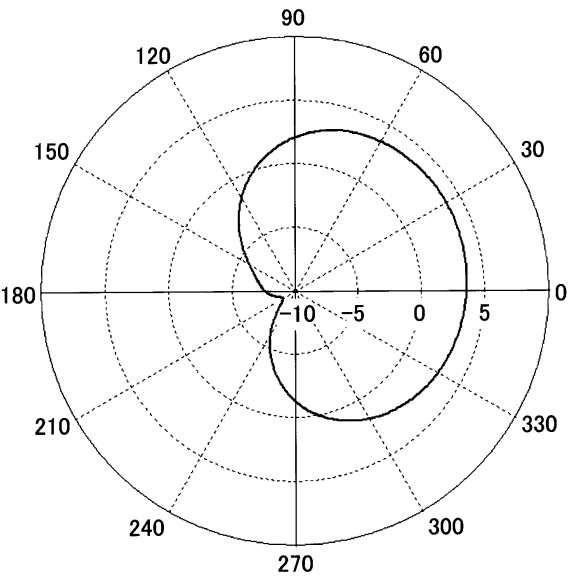
20

30

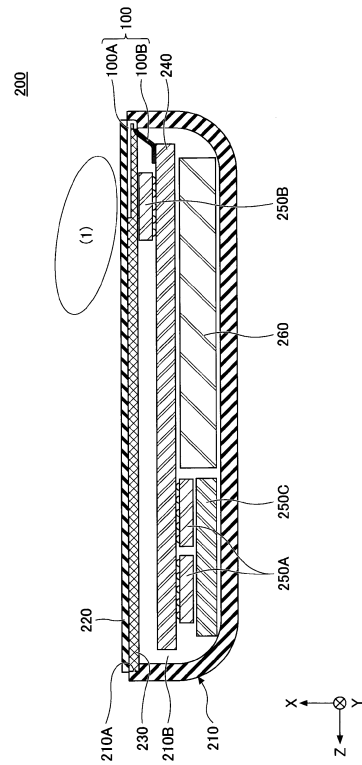
40

50

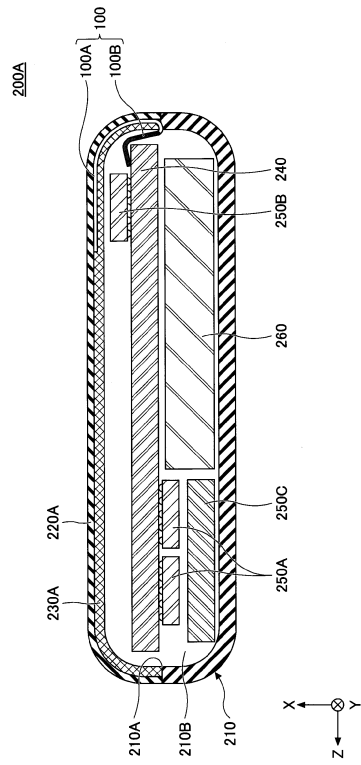
【図 9】



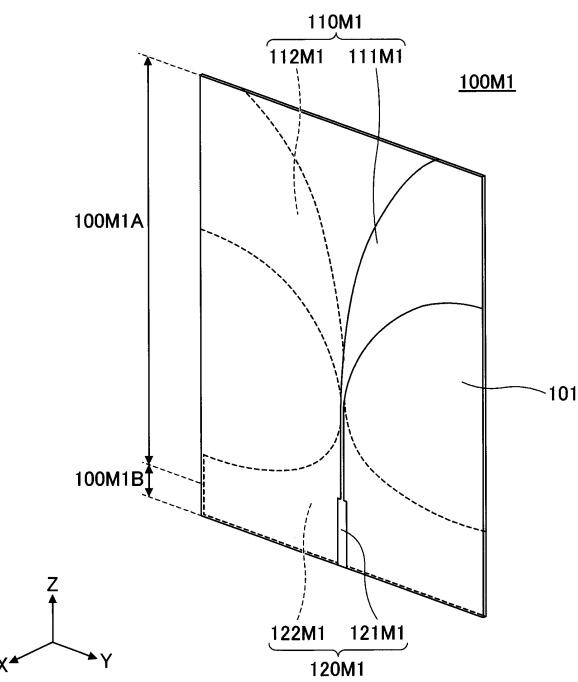
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

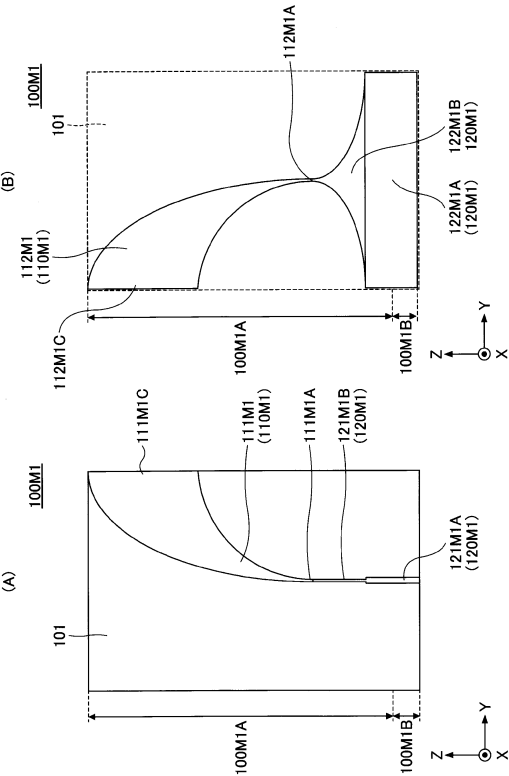
20

30

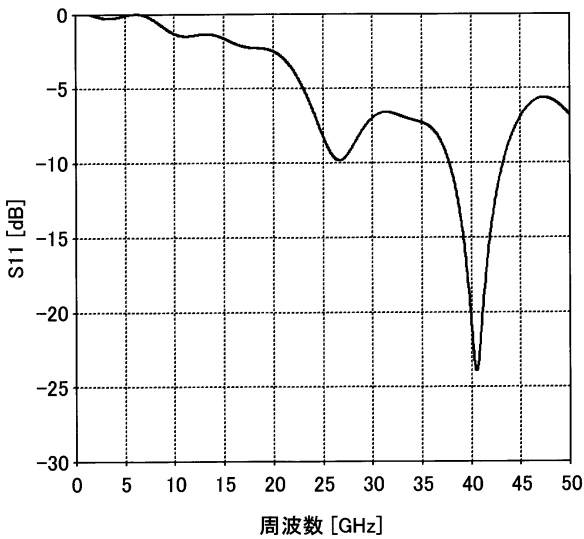
40

50

【図 1 3】



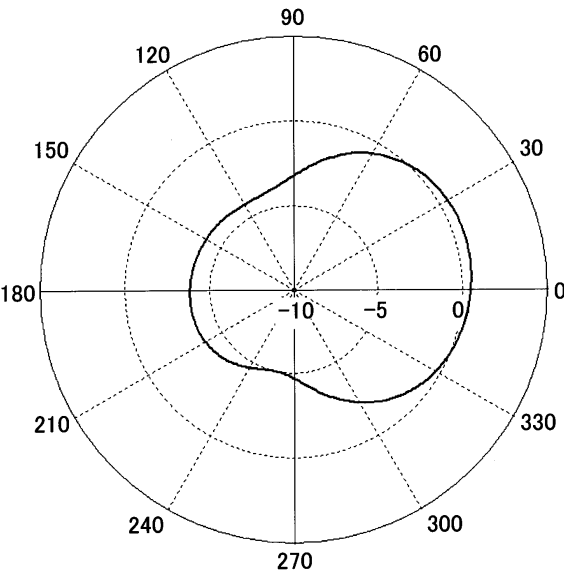
【図 1 4】



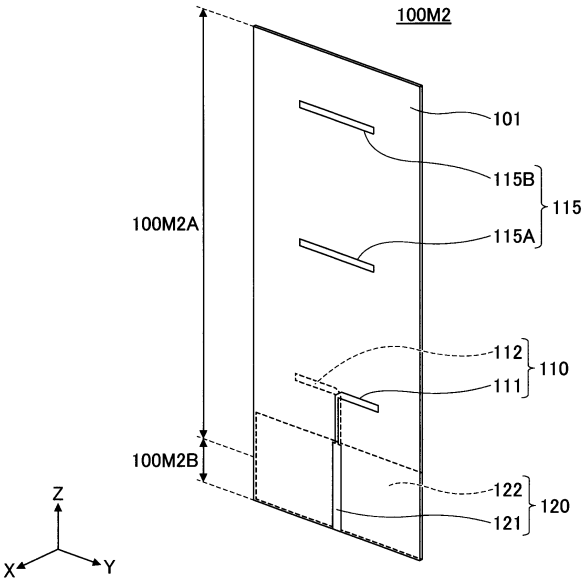
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

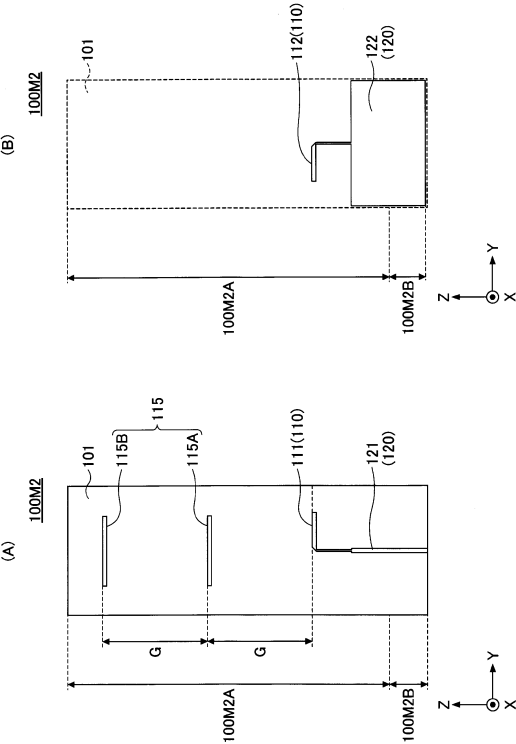


30

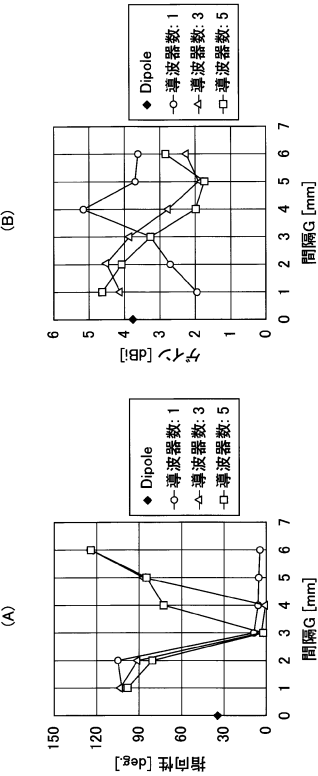
40

50

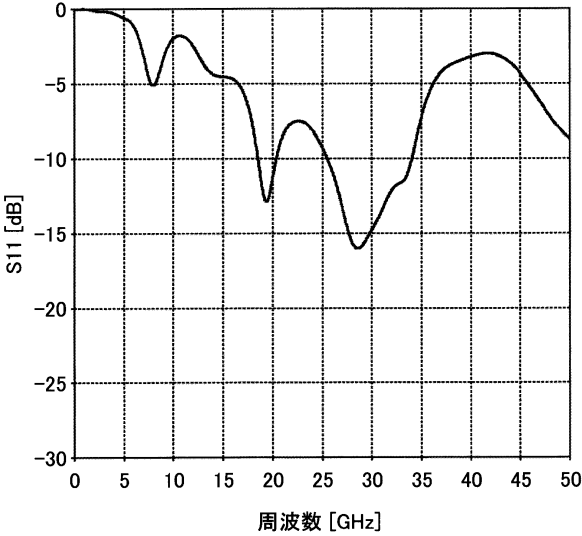
【図 17】



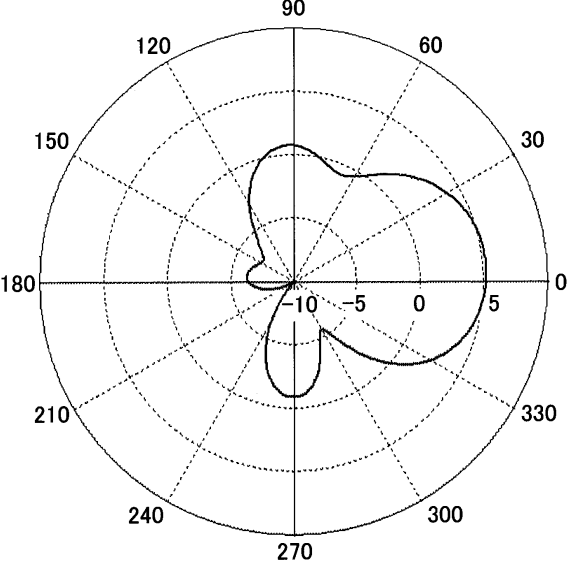
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

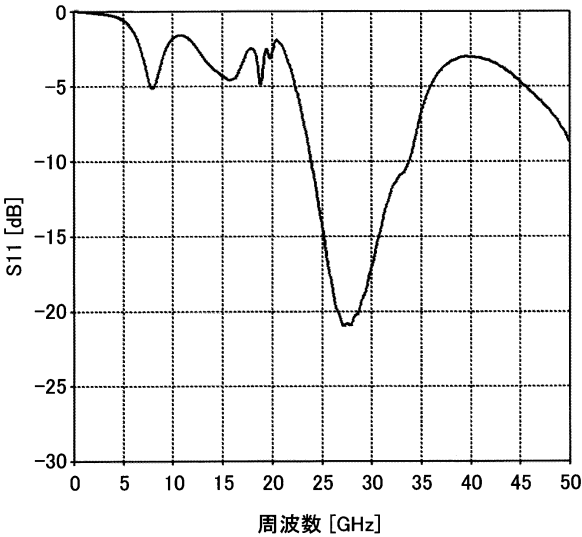
20

30

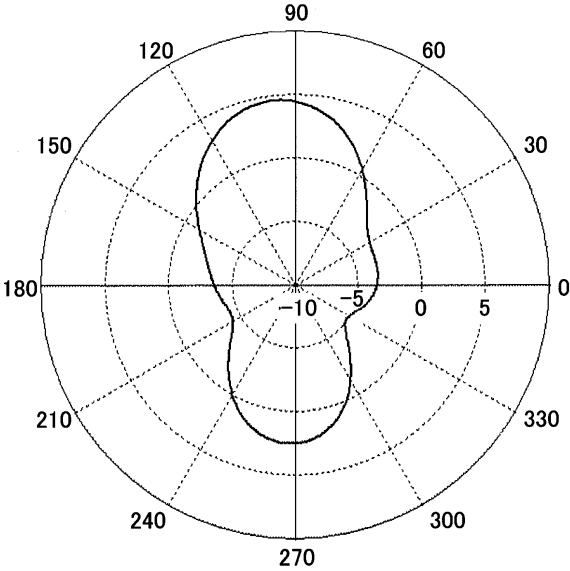
40

50

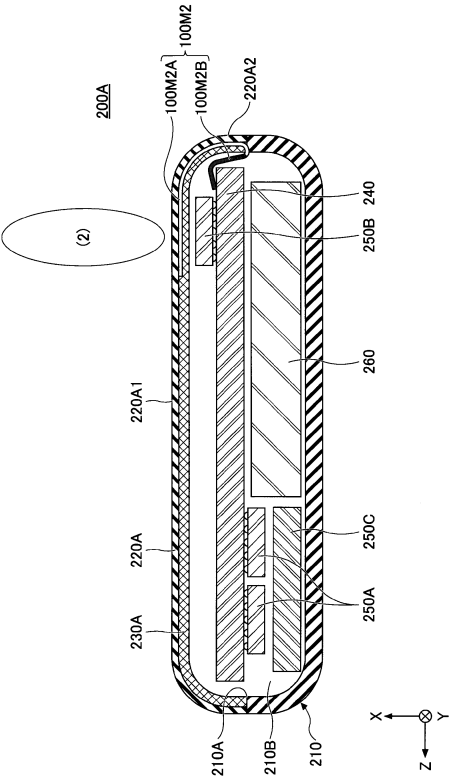
【図 2 1】



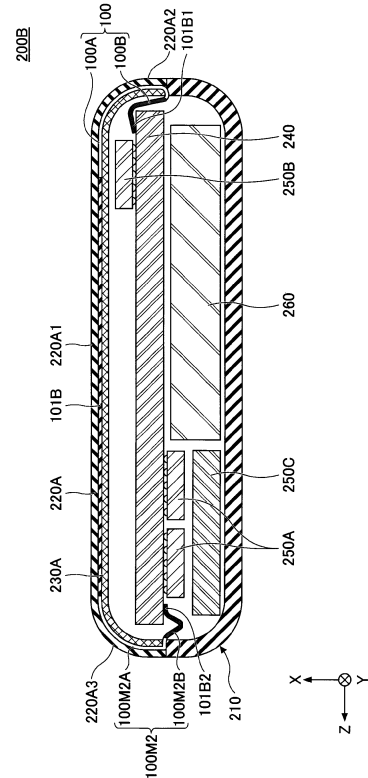
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

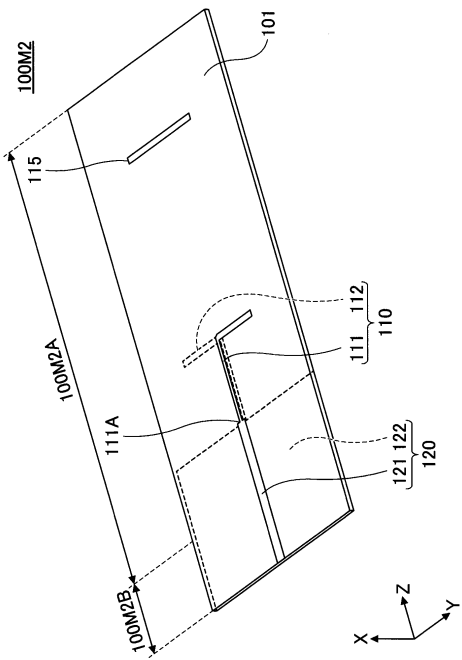
20

30

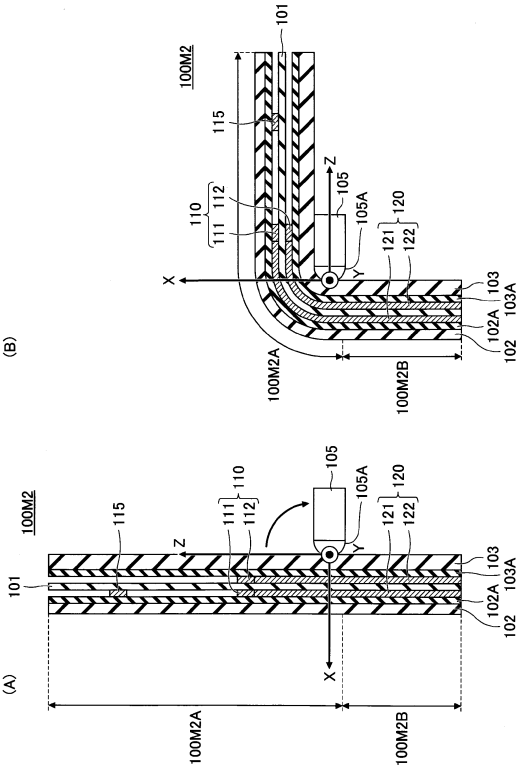
40

50

【図 2 5】



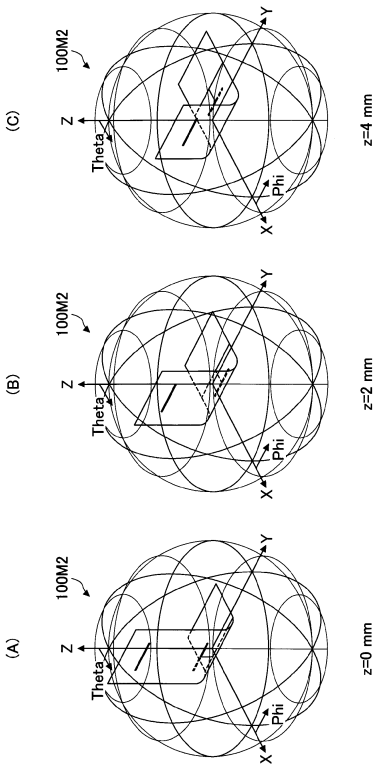
【図 2 6】



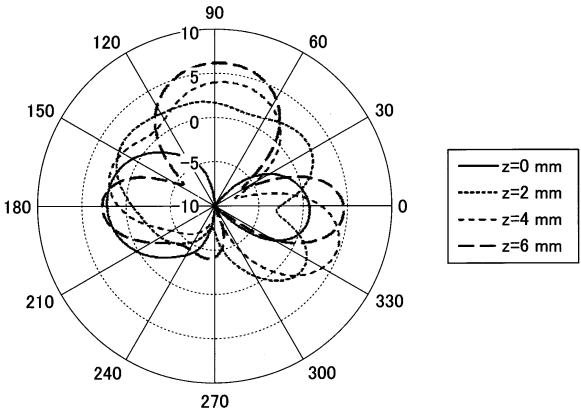
10

20

【図 2 7】



【図 2 8】

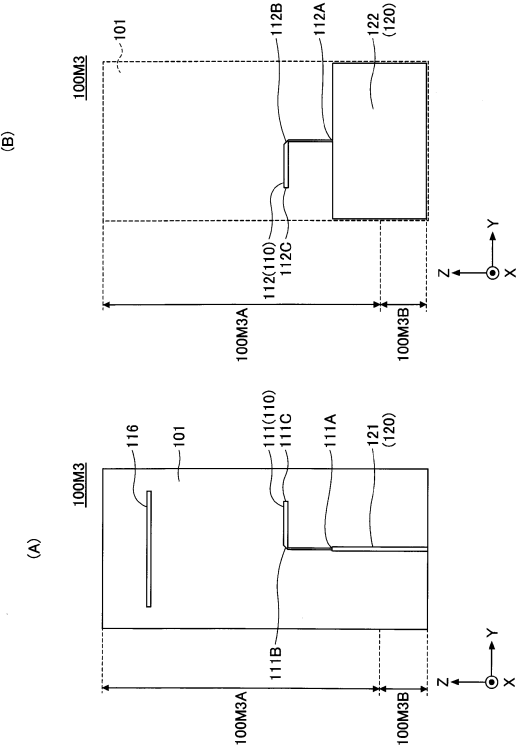


30

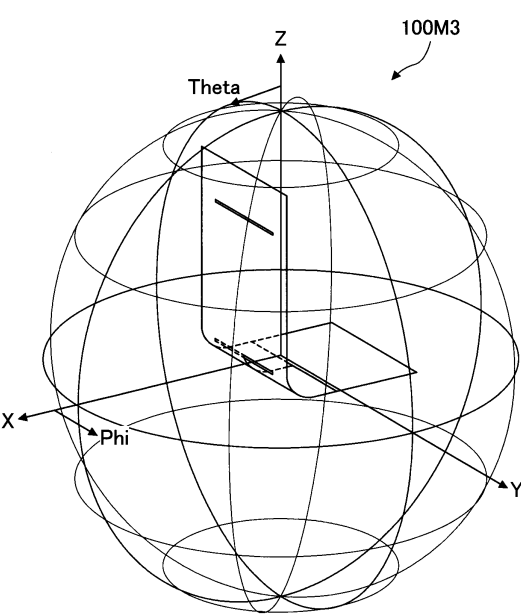
40

50

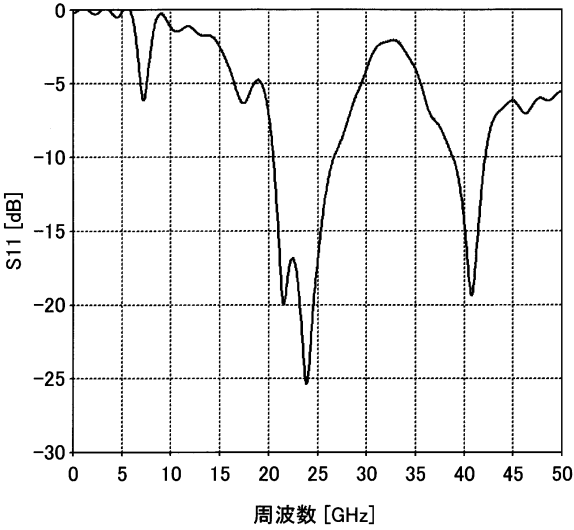
【図 29】



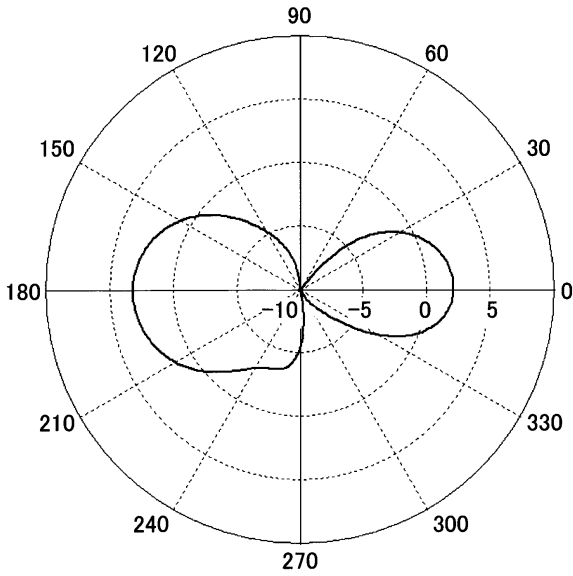
【図 30】



【図 31】



【図 32】



10

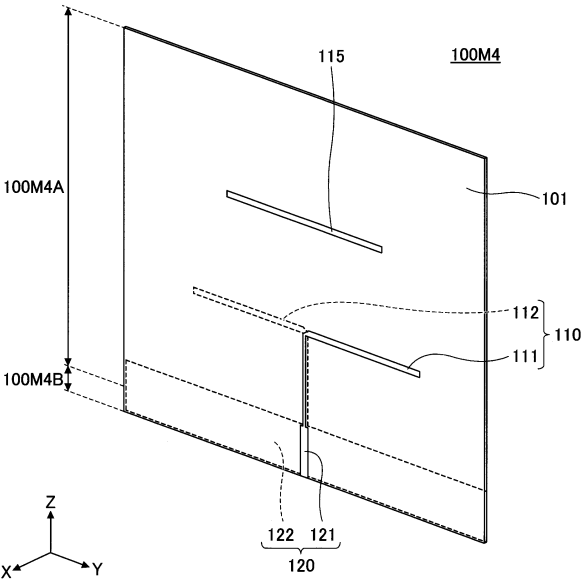
20

30

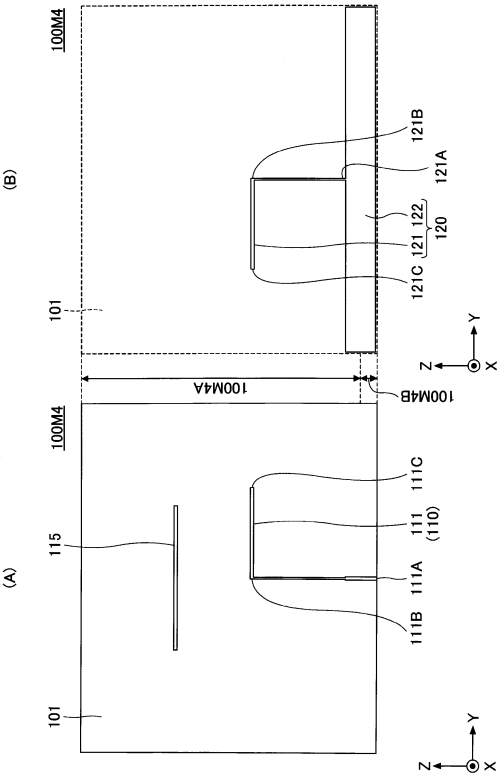
40

50

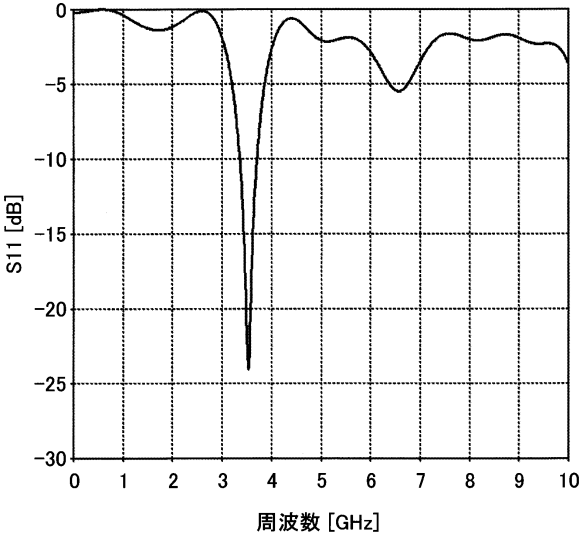
【図 3 3】



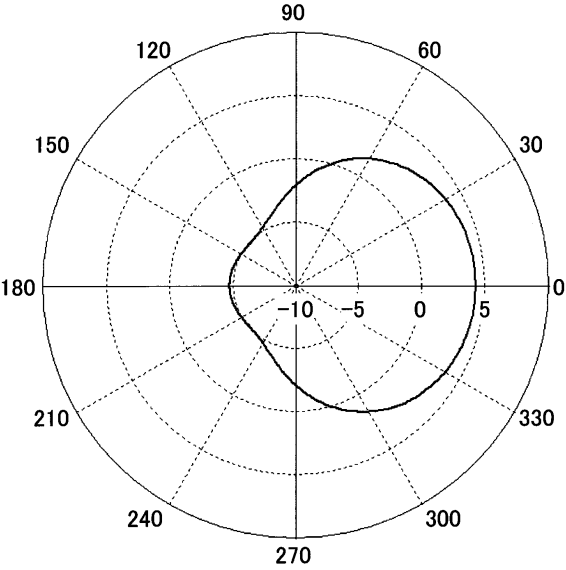
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 3 6】



10

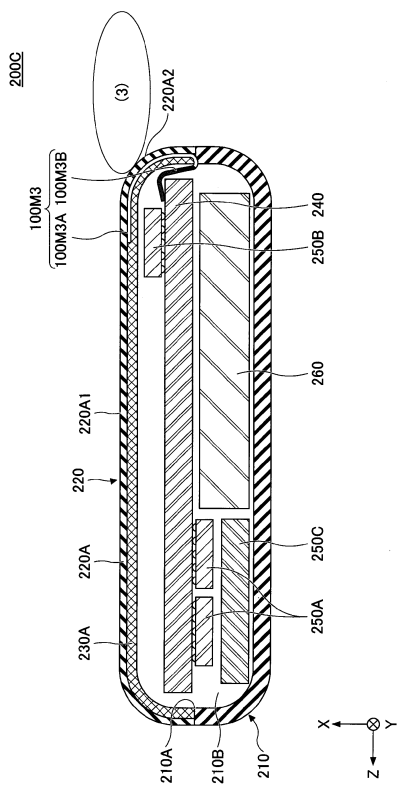
20

30

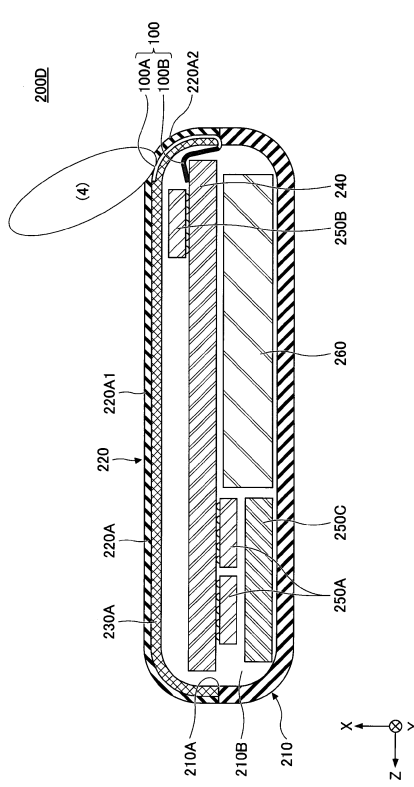
40

50

【図 37】



【図 38】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 茂木 健
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C株式会社内
- (72)発明者 庭野 和彦
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C株式会社内
- (72)発明者 ▲高▼橋 幸一郎
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C株式会社内
- 審査官 佐藤 当秀
- (56)参考文献 特表2019-506771(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|---------|
| H 0 1 Q | 1 / 3 8 |
| H 0 1 Q | 1 / 2 4 |
| H 0 1 Q | 1 / 4 4 |