

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6288317号
(P6288317)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int.Cl.		F I	
H O 1 Q 9/26	(2006.01)	H O 1 Q 9/26	
H O 1 Q 1/38	(2006.01)	H O 1 Q 1/38	
H O 1 Q 1/22	(2006.01)	H O 1 Q 1/22	Z
G O 6 K 19/077	(2006.01)	G O 6 K 19/077	2 4 8

請求項の数 22 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2016-575711 (P2016-575711)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成28年7月14日(2016.7.14)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/070861		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02017/014151	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成29年1月26日(2017.1.26)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成28年12月27日(2016.12.27)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	特願2015-143881 (P2015-143881)		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成27年7月21日(2015.7.21)	(74) 代理人	100132241
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 岡部 博史
(31) 優先権主張番号	特願2016-34658 (P2016-34658)	(72) 発明者	加藤 登
(32) 優先日	平成28年2月25日(2016.2.25)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		株式会社村田製作所内
早期審査対象出願		審査官	橘 均憲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信デバイスおよびそれを備えた物品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物品の金属面に取り付けられた状態で使用可能な無線通信デバイスであって、
 第1および第2の端子電極を備えるRFIC素子と、
 前記RFIC素子の前記第1の端子電極に接続されている第1の放射電極と、
 前記第1の放射電極に対して独立した状態で、前記第1の放射電極と同層に設けられ、
 前記RFIC素子の前記第2の端子電極に接続されている第2の放射電極と、
 前記第2の放射電極に対して距離をあけて対向するように設けられ、前記第2の放射電極に接続され、且つ前記金属面に対向するように前記金属面に取り付けられる裏面電極と、
 を有し、

前記第1および第2の放射電極が第1の方向に距離をあけて前記同層上で対向し、
 前記第2の放射電極において、前記第1の方向のサイズに比べて、前記第1の方向と直交する第2の方向のサイズが小さく、

前記第1の放射電極は、前記第1の端子電極との接続点から見て、一方向に延在する第1の帯状部と前記一方向とは反対方向に延在する第2の帯状部とを備え、

前記第1および第2の帯状部は、前記第2の放射電極に対して前記第2の方向に対向することなくそれぞれ延在し、

前記第1の放射電極の面積が、前記第2の放射電極の面積に比べて小さい、無線通信デバイス。

【請求項 2】

表面と裏面とを備える誘電体基板を有し、
前記第 1 および第 2 の放射電極が前記誘電体基板の前記表面上に設けられ、
前記裏面電極が前記誘電体基板の前記裏面上に設けられている、請求項 1 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 3】

前記誘電体基板、前記第 1 の放射電極、前記第 2 の放射電極、前記裏面電極、および前記 R F I C 素子が可撓性を備える、請求項 2 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 4】

前記第 1 および第 2 の放射電極と前記裏面電極との間が空気層である、請求項 1 に記載の無線通信デバイス。

10

【請求項 5】

前記裏面電極および前記第 2 の放射電極は、一つの金属膜によって構成されている、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 6】

前記第 2 の放射電極と前記裏面電極が、前記誘電体基板の一端で折り返された 1 つの金属シートによって構成され、

前記誘電体基板の前記一端に、前記誘電体基板に比べて高い剛性を備え、且つ、前記金属シートの折り目の延在方向に延在する芯部材が設けられている、請求項 2 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 7】

20

前記裏面電極が前記第 1 の放射電極に対して対向しないように設けられている、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 8】

前記 R F I C 素子が、
前記第 1 および第 2 の端子電極を備える素子基板と、
前記素子基板上に設けられた R F I C チップと、
前記素子基板上に設けられ、前記 R F I C チップと前記第 1 および第 2 の放射電極との間でインピーダンス整合をとるための整合回路とを備える、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 9】

30

前記第 1 の放射電極が、前記第 2 の放射電極に比べて小さい幅で前記 R F I C 素子から離れる方向に延在している、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 10】

前記第 1 の放射電極の前記第 1 の方向のサイズが前記第 2 の方向のサイズに比べて小さい、請求項 9 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 11】

前記第 2 の放射電極が、前記第 1 の放射電極と前記第 1 の方向に対向する部分に対して前記第 1 の方向の反対側の部分で、前記裏面電極に接続する、請求項 10 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 12】

40

前記第 1 の放射電極の第 1 の方向のサイズが、前記第 2 の放射電極の第 2 の方向のサイズに比べて小さい、請求項 10 または 11 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 13】

前記第 2 の放射電極が、前記第 2 の方向の一方の端に設けられて前記第 2 の方向の中央に向かって延在する第 1 の切り欠き部を備える、請求項 10 から 12 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 14】

前記第 2 の放射電極が、前記第 2 の方向の他方の端に設けられて前記第 2 の方向の中央に向かって延在する第 2 の切り欠き部を備え、

前記第 1 の切り欠き部と前記第 2 の切り欠き部とが、前記第 1 の方向に間隔をあけて並

50

んでいる、請求項 13 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 15】

前記第 1 の方向について、前記第 1 の放射電極のサイズが前記第 2 の放射電極のサイズの 50 分の 1 に比べて小さい、請求項 10 から 14 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 16】

前記第 1 の方向について、前記第 1 の放射電極のサイズが前記第 2 の放射電極のサイズの 100 分の 1 に比べて小さい、請求項 15 に記載の無線通信デバイス。

【請求項 17】

前記第 1 の放射電極が、前記第 2 の方向の両端それぞれから前記第 1 の方向に延在する折れ曲がり部を備える、請求項 10 から 16 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

10

【請求項 18】

前記第 1 の放射電極が、貫通穴を備える、請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 19】

前記裏面電極に対して対向するように設けられ、非磁性金属材料から作製され、且つ物品に対して取り付けられるときに使用される取り付け部を有する、請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載の無線通信デバイス。

【請求項 20】

前記取り付け部がリング状である、請求項 19 に記載の無線通信デバイス。

20

【請求項 21】

少なくとも一部に金属面を備え、前記金属面に取り付けられた無線通信デバイスを有する物品であって、

前記無線通信デバイスが、

第 1 および第 2 の端子電極を備える R F I C 素子と、

前記 R F I C 素子の前記第 1 の端子電極に接続されている第 1 の放射電極と、

前記第 1 の放射電極に対して独立した状態で、前記第 1 の放射電極と同層に設けられ、前記 R F I C 素子の前記第 2 の端子電極に接続されている第 2 の放射電極と、

前記第 2 の放射電極に対して距離をあけて対向するように設けられ、前記第 2 の放射電極に接続されている裏面電極と、を有し、

30

前記第 1 および第 2 の放射電極が第 1 の方向に距離をあけて前記同層上で対向し、

前記第 2 の放射電極において、前記第 1 の方向のサイズに比べて、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向のサイズが小さく、

前記第 1 の放射電極は、前記第 1 の端子電極との接続点から見て、一方向に延在する第 1 の帯状部と前記一方向とは反対方向に延在する第 2 の帯状部とを備え、

前記第 1 および第 2 の帯状部は、前記第 2 の放射電極に対して前記第 2 の方向に対向することなくそれぞれ延在し、

前記無線通信デバイスが、前記裏面電極が前記金属面に対向するように前記金属面に取り付けられ、

前記第 1 の放射電極の面積が、前記第 2 の放射電極の面積に比べて小さい、物品。

40

【請求項 22】

前記物品の金属面が、非磁性金属材料の表面である、請求項 21 に記載の物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信デバイス、特に物品の金属面に取り付けても無線通信可能な無線通信デバイスおよびそれを備えた物品に関する。

【背景技術】

【0002】

物品の金属面に取り付けても無線通信可能な無線通信デバイスとして、例えば特許文献

50

1に記載されたものがある。

【0003】

特許文献1に記載された無線通信デバイスは、誘電体素体と、誘電体素体の上面に設けられた上面電極と、誘電体素体の下面に設けられ且つ上面電極に電氣的に接続された下面電極とを有する。これらの上面電極と下面電極は、誘電体素体の下面から上面にわたって延在する1つの金属パターンによって提供されている。また、上面電極には、開口とその開口から電極の側端まで延在するスリットとが形成されている。スリットの対向部分それぞれに、無線IC素子の端子が接続されている。

【0004】

開口の周囲は、ループ状電極として機能する。高周波信号を受信した場合、ループ状電極に電流が誘起され、その電流がスリットの対向部分を介して無線IC素子に供給される。このとき、ループ状電極は、金属パターンと無線IC素子との間でインピーダンス整合をとる。

10

【0005】

このような無線通信デバイスであれば、その下面電極側で物品の金属面に取り付けられても通信特性が変わらない。すなわち、物品の金属面に取り付けられても、その物品に取り付けられていない場合と同様に、無線通信を行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【特許文献1】特許第5170156号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、近年、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能であって、且つ、より高い通信能力を備える無線通信デバイスが求められている。すなわち、より高い放射効率で電波を放射できる無線通信デバイスが求められている。

【0008】

そこで、本発明は、無線通信デバイスを、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能とし、且つ、より高い放射効率で電波を放射できるようにすることを課題とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記技術的課題を解決するために、本発明の一態様によれば、

第1および第2の端子電極を備えるRFIC素子と、

前記RFIC素子の前記第1の端子電極に接続されている第1の放射電極と、

前記第1の放射電極に対して独立した状態で、前記第1の放射電極と同層に設けられ、前記RFIC素子の前記第2の端子電極に接続されている第2の放射電極と、

前記第2の放射電極に対して距離をあけて対向するように設けられ、前記第2の放射電極に接続されている裏面電極と、を有し、

前記第1の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積が、前記第2の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積に比べて小さい、無線通信デバイスが提供される。

40

【0010】

また、本発明の別の態様によれば、

少なくとも一部に金属面を備え、前記金属面に取り付けられた無線通信デバイスを有する物品であって、

前記無線通信デバイスが、

第1および第2の端子電極を備えるRFIC素子と、

前記RFIC素子の前記第1の端子電極に接続されている第1の放射電極と、

前記第1の放射電極に対して独立した状態で、前記第1の放射電極と同層に設けられ、前記RFIC素子の前記第2の端子電極に接続されている第2の放射電極と、

50

前記第 2 の放射電極に対して距離をあけて対向するように設けられ、前記第 2 の放射電極に接続されている裏面電極と、を有し、

前記無線通信デバイスが、前記裏面電極が前記金属面に対向するように前記金属面に取り付けられ、

前記第 1 の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積が、前記第 2 の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積に比べて小さい、物品が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、無線通信デバイスは、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能であって、且つ、より高い放射効率で電波を放射することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る無線通信デバイスの斜視図

【図 2】無線通信デバイスの無線通信モジュールの斜視図

【図 3】無線通信モジュールの断面図

【図 4 A】無線通信モジュールの作製ステップを説明するための図

【図 4 B】図 4 A に続く、無線通信モジュールの作製ステップを説明するための図

【図 4 C】図 4 B に続く、無線通信モジュールの作製ステップを説明するための図

【図 4 D】図 4 C に続く、無線通信モジュールの作製ステップを説明するための図

【図 5】無線通信デバイスの等価回路を示す図

20

【図 6】無線通信モジュールの上面図

【図 7】R F I C 素子の斜視図

【図 8】図 7 に示す R F I C 素子の内部構造を示す斜視図

【図 9 A】多層基板として構成されている R F I C 素子における上側の絶縁層の上面図

【図 9 B】R F I C 素子における中央の絶縁層の上面図

【図 9 C】R F I C 素子における下側の絶縁層の上面図

【図 1 0 A】図 9 A に示す B 1 - B 1 線に沿った上側絶縁層の断面図

【図 1 0 B】図 9 B に示す B 2 - B 2 線に沿った中央絶縁層の断面図

【図 1 0 C】図 9 C に示す B 3 - B 3 線に沿った下側絶縁層の断面図

【図 1 1】物品に取り付けられた状態の無線通信デバイスを示す図

30

【図 1 2】別の実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの斜視図

【図 1 3】さらに別の実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの上面図

【図 1 4】図 1 3 に示す無線通信モジュールの変形例の上面図

【図 1 5】図 1 3 に示す無線通信モジュールのさらなる変形例の上面図

【図 1 6】さらに別の実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの上面図

【図 1 7】さらに別の実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの部分上面図

【図 1 8】異なる実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの上面図

【図 1 9】さらに異なる実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの上面図

40

【図 2 0】図 1 9 に示す無線通信モジュールの断面図

【図 2 1】よりさらに異なる実施の形態に係る無線通信デバイスの断面図

【図 2 2】誘電体基板を備えていない一実施の形態に係る無線通信デバイスの断面図

【図 2 3】誘電体基板を備えていない代わりに実施の形態に係る無線通信デバイスの断面図

【図 2 4】アンテナとして機能する取り付け部を備える一実施の形態に係る無線通信デバイスの斜視図

【図 2 5】アンテナとして機能する取り付け部を備える代わりに実施の形態に係る無線通信デバイスの斜視図

【図 2 6】よりさらに異なる実施の形態に係る無線通信モジュールの上面図

50

【図 27】図 26 に示す無線通信デバイスの通信信号の周波数特性を示す図

【図 28】よりさらに異なる実施の形態に係る無線通信モジュールの上面図

【図 29】図 28 に示す無線通信モジュールの断面図

【図 30】図 28 に示す無線通信モジュールの作製方法の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の一態様の無線通信デバイスは、第 1 および第 2 の端子電極を備える R F I C 素子と、前記 R F I C 素子の前記第 1 の端子電極に接続されている第 1 の放射電極と、前記第 1 の放射電極に対して独立した状態で、前記第 1 の放射電極と同層に設けられ、前記 R F I C 素子の前記第 2 の端子電極に接続されている第 2 の放射電極と、前記第 2 の放射電極に対して距離をあけて対向するように設けられ、前記第 2 の放射電極に接続されている裏面電極と、を有し、前記第 1 の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積が、前記第 2 の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積に比べて小さい。

10

【0014】

この態様によれば、無線通信デバイスは、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能であって、且つ、より高い放射効率で電波を放射することができる。

【0015】

無線通信デバイスが、表面と裏面とを備える誘電体基板を有し、前記第 1 および第 2 の放射電極が前記誘電体基板の前記表面上に設けられ、前記裏面電極が前記誘電体基板の前記裏面上に設けられてもよい。

20

【0016】

前記誘電体基板、前記第 1 の放射電極、前記第 2 の放射電極、前記裏面電極、および前記 R F I C 素子が可撓性を備えてもよい。これにより、平面に取り付けられてもあるいは曲面に取り付けられても密着でき、物品と無線通信デバイスとの間の高周波伝送特性が変化せずに維持される。したがって、取り付けられる物品の形状に影響されずに、無線通信デバイスは、通信能力を発揮することができる。

【0017】

前記第 1 および第 2 の放射電極と前記裏面電極との間が空気層であってもよい。この場合、第 1 の放射電極と裏面電極との間の浮遊容量が小さくなる（これらの間に誘電体（物体）が存在する場合に比べて）。その結果、第 1 の放射電極はより高い放射効率で電波を放射することができる。

30

【0018】

前記裏面電極および前記第 2 の放射電極は、前記誘電体基板の裏面側から表面側にわたって延在する一つの金属膜によって構成されてもよい。これにより、裏面電極と第 2 の放射電極との間での高周波の伝送損失が抑制される。したがって、これらの間でインピーダンス整合をとる必要がなくなる。

【0019】

前記第 2 の放射電極と前記放射電極が、前記誘電体基板の一端で折り返された 1 つの金属シートによって構成され、前記誘電体基板の前記一端に、前記誘電体基板に比べて高い剛性を備え、且つ、前記金属シートの折り目の延在方向に延在する芯部材が設けられてもよい。この芯部材により、金属シートの折り返し部内において誘電体基板の変形が抑制され、それにより金属シートの折り返し部にき裂が発生することが抑制される。これにより、第 2 の放射電極と放射電極との間の電氣的な接続特性が維持される。

40

【0020】

前記裏面電極が前記第 1 の放射電極に対して対向しないように設けられてもよい。これにより、第 1 の放射電極と裏面電極との間の浮遊容量が最小化され、第 1 の放射電極はより高い放射効率で電波を放射することができる。

【0021】

前記 R F I C 素子が、前記第 1 および第 2 の端子電極を備える素子基板と、前記素子基板上に設けられた R F I C チップと、前記素子基板上に設けられ、前記 R F I C チップと

50

前記第 1 および第 2 の放射電極との間でインピーダンス整合をとるための整合回路とを備えてもよい。これにより、R F I C チップと第 1 および第 2 の放射電極との間でインピーダンス整合をとることができる。それにより、無線通信デバイスは、より高い放射効率で電波を放射できる。

【 0 0 2 2 】

前記第 1 の放射電極が、前記第 2 の放射電極に比べて小さい幅で前記 R F I C 素子から離れる方向に延在してもよい。これにより、第 2 の放射電極に比べて強い電波強度で第 1 の放射電極は電波を放射することができる。

【 0 0 2 3 】

前記同層で前記第 1 および第 2 の放射電極が対向する方向である第 1 の方向と前記同層で前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向とがあつて、前記第 1 の放射電極の前記第 1 の方向のサイズが前記第 2 の方向のサイズに比べて小さく、前記第 2 の放射電極が、前記第 1 の放射電極と前記第 1 の方向に対向する部分に対して前記第 1 の方向の反対側の部分で、前記裏面電極に接続してもよい。これにより、第 1 の放射電極を流れる電流の方向と第 2 の放射電極を流れる電流の方向とが 9 0 度異なり、その結果として、無線通信デバイスは、例えば 9 m 以上の長い距離の無線通信を実行することができる。

【 0 0 2 4 】

前記第 2 の放射電極が、前記第 2 の方向の一方の端に設けられて前記第 2 の方向の中央に向かって延在する第 1 の切り欠き部を備えてもよい。これにより、無線通信デバイスの通信周波数の帯域を拡げることができる。

【 0 0 2 5 】

前記第 1 の切り欠き部に加えて、前記第 2 の放射電極は、前記第 2 の方向の他方の端に設けられて前記第 2 の方向の中央に向かって延在する第 2 の切り欠き部を備えてもよく、この場合には、前記第 1 の切り欠き部と前記第 2 の切り欠き部とが、前記第 1 の方向に間隔をあけて並んでいる。これにより、無線通信デバイスの通信周波数の帯域を拡げることができる。

【 0 0 2 6 】

前記第 1 の方向について、前記第 1 の放射電極のサイズが前記第 2 の放射電極のサイズの 5 0 分の 1 に比べて小さい方が好ましい。これにより、第 1 の放射電極を流れる電流の方向と第 2 の放射電極を流れる電流の方向とがより確実に 9 0 度異なる。

【 0 0 2 7 】

前記第 1 の方向について、前記第 1 の放射電極のサイズが前記第 2 の放射電極のサイズの 1 0 0 分の 1 に比べて小さい方が好ましい。これにより、第 1 の放射電極を流れる電流の方向と第 2 の放射電極を流れる電流の方向とが、さらにより確実に 9 0 度異なる。

【 0 0 2 8 】

前記第 1 の放射電極の前記第 1 の方向のサイズが前記第 2 の方向のサイズに比べて小さい場合、前記第 1 の放射電極が、前記第 2 の方向の両端それぞれから前記第 1 の方向に延在する折れ曲がり部を備えてもよい。これにより、無線通信デバイスの第 2 の方向のサイズが制限されている場合であっても、長い通信距離を実現することができる。

【 0 0 2 9 】

前記第 1 の放射電極が、貫通穴を備えてもよい。これにより、第 1 の放射電極と裏面電極との間の浮遊容量が減少し、第 1 の放射電極の電波の放射効率がさらに向上する。

【 0 0 3 0 】

前記裏面電極に対して対向するように設けられ、非磁性金属材料から作製され、且つ物品に対して取り付けられるときに使用される取り付け部を有してもよい。これにより、どのような物品に取り付けられても、無線通信デバイスは、同様に無線通信を実行することができる。

【 0 0 3 1 】

前記取り付け部がリング状であってもよい。これにより、例えば動物の手首や足首に無線通信デバイスを装着することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

本発明の別態様の物品は、少なくとも一部に金属面を備え、前記金属面に取り付けられた無線通信デバイスを有する物品であって、前記無線通信デバイスが、第1および第2の端子電極を備えるRFIC素子と、前記RFIC素子の前記第1の端子電極に接続されている第1の放射電極と、前記第1の放射電極に対して独立した状態で、前記第1の放射電極と同層に設けられ、前記RFIC素子の前記第2の端子電極に接続されている第2の放射電極と、前記第2の放射電極に対して距離をあけて対向するように設けられ、前記第2の放射電極に接続されている裏面電極と、を有し、前記無線通信デバイスが、前記裏面電極が前記金属面に対向するように前記金属面に取り付けられ、前記第1の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積が、前記第2の放射電極に対向する前記裏面電極の部分の面積に比べて小さい。

10

【 0 0 3 3 】

この態様によれば、無線通信デバイスは、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能であって、且つ、より高い放射効率で電波を放射することができる。また、金属面をアンテナとして利用し、長距離の無線通信を無線通信デバイスは行うことができる。

【 0 0 3 4 】

前記物品の金属面が非磁性金属材料の表面であってもよい。鋼などの磁性金属材料の表面の場合に比べて、無線通信デバイスは、長距離の無線通信を行うことができる。

【 0 0 3 5 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

20

【 0 0 3 6 】

図1は、本発明の一実施の形態に係る無線通信デバイスの斜視図である。なお、図面には、発明の理解を助けるために、互いに直交し合うX軸、Y軸、およびZ軸を備えるX-Y-Z座標系を示している。なお、本明細書においては、Z軸方向を無線通信デバイスの厚さ方向とし、X軸方向を幅方向（第2の方向）とし、Y軸方向を長さ方向（第1の方向）とする。

【 0 0 3 7 】

図1に示す無線通信デバイス10は、UHF帯、例えば900MHzのキャリア周波数で無線通信を行うRFID（Radio Frequency Identification）タグであって、様々な物品に取り付けられて使用される。本実施の形態に係る無線通信デバイス10は、詳細は後述するが、物品の金属面（例えば金属体）に取り付けられても無線通信可能に構成されている。

30

【 0 0 3 8 】

図1に示すように、無線通信デバイス10は、無線通信を行う無線通信モジュール12と、無線通信モジュール12を収容して保護する保護ケース14と、保護ケース14を物品に取り付けるためのシール部材16とを有する。

【 0 0 3 9 】

無線通信モジュール12については後述する。

【 0 0 4 0 】

保護ケース14は、可撓性材料、例えばエポキシ樹脂から作製され、無線通信モジュール12全体を覆うように該モジュール12を収容する。また、保護ケース14は、物品に取り付けられる取り付け部14aを備える。その取り付け部14aには、無線通信デバイス10を物品に貼り付けるためのシール部材16が設けられている。

40

【 0 0 4 1 】

図2は、無線通信デバイスの無線通信モジュール12の斜視図である。図3は、無線通信モジュール12の断面図である。

【 0 0 4 2 】

図2および図3に示すように、無線通信モジュール12は、誘電体基板20と、誘電体基板20の表面20a側に設けられた第1および第2の放射電極22、24と、誘電体基板20の裏面20b側に設けられ、第2の放射電極24に接続された裏面電極26とを有

50

する。すなわち、第１および第２の放射電極２２、２４は同層に設けられ、これらの放射電極２２、２４に対して裏面電極２６は距離をあけて設けられている。無線通信モジュール１２はまた、誘電体基板２０の表面２０ａ側に設けられたＲＦＩＣ（Radio Frequency Integrated Circuit）素子１００を有する。

【００４３】

無線通信モジュール１２の誘電体基板２０は、表面２０ａと裏面２０ｂとを備える平面視で矩形状の薄板形状であって、低誘電率（好ましくは比誘電率が１０以下）の誘電材料から作製されている。誘電体基板２０は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、フッ素系樹脂、ウレタン系樹脂、紙などの誘電材料から作製される。また、誘電体基板２０は、磁性体材料から作製されてもよい。

10

【００４４】

誘電体基板２０の表面２０ａ側に設けられている第１および第２の放射電極２２、２４は、例えば銅膜、アルミ膜などであって、可撓性且つ導電性の材料によって作製されている。本実施の形態の場合、第１の放射電極２２および第２の放射電極２４は、矩形状である。

【００４５】

また、第１の放射電極２２は、無線通信デバイス１０の長さ方向（Ｙ軸方向）の一方側である誘電体基板２０の部分に配置されている。第２の放射電極２４は、第１の放射電極２２に対して独立した状態で、すなわち第１の放射電極２２から形状的に距離をあけて離れた状態で、長さ方向の他方側である誘電体基板２０の部分に配置されている。すなわち、無線通信デバイス１０の長さ方向と第１および第２の放射電極２２、２４の対向方向とが一致する。また、第１の放射電極２２と第２の放射電極２４とは、誘電体基板２０の表面においては直流的には接続されていない。詳細は後述するが、ＲＦＩＣ素子１００の第１の端子電極１０２が第１の放射電極２２に接続され、第２の端子電極１０４が第２の放射電極２４に接続されている。

20

【００４６】

誘電体基板２０の裏面２０ｂ側に設けられている裏面電極２６は、例えば銅膜、アルミ膜などであって、可撓性且つ導電性の材料によって作製されている。本実施の形態の場合、裏面電極２６は、矩形状であって、誘電体基板２０の裏面２０ｂのほぼ全体にわたって設けられている。また、裏面電極２６は、第１の放射電極２２と対向する第２の放射電極２４の部分に対して反対側の該第２の放射電極２４の部分に接続されている。なお、本実施の形態の場合、詳細は後述するが、第２の放射電極２４と裏面電極２６とは一体である。

30

【００４７】

なお、本実施の形態の場合、無線通信モジュール１２の製造方法に起因して、第１および第２の放射電極２２、２４と裏面電極２６は、支持フィルム２８を介して、誘電体基板２０に設けられている。その無線通信モジュール１２の製造方法について説明する。

【００４８】

具体的には、図４Ａに示すように、第１および第２の放射電極２２、２４と裏面電極２６は、まず、ポリエチレンテレフタレートなどの可撓性材料から作製された帯状の支持フィルム２８の表面２８ａ上に形成される。なお、第２の放射電極２４と裏面電極２６は、一つの帯状の金属膜によって構成されている。

40

【００４９】

次に、図４Ｂに示すように、ＲＦＩＣ素子１００が、第１の放射電極２２と第２の放射電極２４とに接続した状態で支持フィルム２８上に取り付けられる。より具体的には、はんだ等の導電性接合材を介して、ＲＦＩＣ素子１００が支持フィルム２８に実装される。

【００５０】

続いて、図４Ｃに示すように、ＲＦＩＣ素子１００が取り付けられた支持フィルム２８の裏面２８ｂの一部に、誘電体基板２０の表面２０ａ側が貼り付けられる。

【００５１】

50

そして、図４Ｄに示すように、支持フィルム２８の残りの裏面２８ｂの部分誘電体基板２０の裏面２０ｂ側に貼り付けるために、支持フィルム２８が折り曲げられる。そして、図２に示すように、無線通信モジュール１２が完成する。

【００５２】

図４Ａ～図４Ｄに示すような製造方法によれば、第２の放射電極２４と裏面電極２６とを一つの金属膜によって構成することができる。これにより、簡易な方法で各電極を形成することができるとともに、第２の放射電極２４と裏面電極２６との間での高周波の伝送損失が抑制される。

【００５３】

なお、図３に示すように、誘電体基板２０における無線通信デバイス１０の長さ方向（Ｙ軸方向）の端面２０ｃから離れた状態で、支持フィルム２８は誘電体基板２０の裏面２０ｂから表面２０ａにわたって貼り付けられる。その理由は、支持フィルム２８の端面２０ｃにも支持フィルム２８を貼り付けると、無線通信デバイス１０（すなわち無線通信モジュール１２の誘電体基板２０）が曲げられたときに、誘電体基板２０の表面２０ａおよび裏面２０ｂの少なくとも一方から支持フィルム２８が部分的に剥がれる可能性があるからである。支持フィルム２８の一部が剥離すると、第１および第２の放射電極２２、２４と裏面電極２６との間の距離が変化し、それによりこの間の浮遊容量が変化する。その結果、無線通信モジュール１２の通信特性が変化し、第１および第２の放射電極２２、２４からの電波の放射効率が低下する可能性がある。

【００５４】

図５は、無線通信デバイス１０の等価回路を示している。

【００５５】

図５に示すように、第１の放射電極２２と裏面電極２６の一部（第１の放射電極２２と対向する部分）との間には浮遊容量Ｃ１が存在する。

【００５６】

また、第２の放射電極２４と裏面電極２６の一部（第２の放射電極２４と対向する部分）との間には、浮遊容量Ｃ２が存在する。この浮遊容量Ｃ１、第２の放射電極２４の寄生インダクタＬ５、および第２の放射電極２４と裏面電極２６との間の接続部の寄生インダクタＬ６により、共振周波数が所定の周波数（例えば９００ＭＨｚ）の並列共振回路が形成されている。

【００５７】

また、第１の放射電極２２とそれに対向する裏面電極２６の部分との間の浮遊容量Ｃ１が、第２の放射電極２４とそれに対向する裏面電極２６の部分との間の浮遊容量Ｃ２に比べて小さくされている。

【００５８】

具体的に説明すると、無線通信モジュール１２の上面図である図６から明らかであるように、第１の放射電極２２と第２の放射電極２４は、相互に独立している（形状的に距離をあけて離れている）。また、第１の放射電極２２と第２の放射電極２４とは同層に設けられているものの、第１の放射電極２２に対向する裏面電極２６の部分の面積が、第２の放射電極２４に対向する裏面電極２６の部分の面積が小さい。その結果、第１の放射電極２２とそれに対向する裏面電極２６の部分との間の浮遊容量Ｃ１が、第２の放射電極２４と対向する裏面電極２６の部分との間の浮遊容量Ｃ２に比べて小さい。このように第１の放射電極２２に対する浮遊容量Ｃ１を第２の放射電極２４に対する浮遊容量Ｃ２に比べて小さくする理由は後述する。

【００５９】

次に、ＲＦＩＣ素子１００について説明する。

【００６０】

図５に示すＲＦＩＣ素子１００は、例えば、９００ＭＨｚ帯、すなわちＵＨＦ帯の通信周波数に対応するＲＦＩＣ素子である。また、ＲＦＩＣ素子１００は、詳細は後述するが、可撓性を備える。さらに、ＲＦＩＣ素子１００は、ＲＦＩＣチップ１０６と、ＲＦＩＣ

10

20

30

40

50

チップ１０６と第１および第２の放射電極２２、２４との間でインピーダンス整合をとるための整合回路１０８とを有する。

【００６１】

R F I Cチップ１０６はまた、第１および第２の入出力端子１０６ a、１０６ bを備える。第１の入出力端子１０６ aは、整合回路１０８を介して第１の放射電極２２に接続されている。第２の入出力端子１０６ bは、整合回路１０８介して第２の放射電極２４に接続されている。

【００６２】

R F I Cチップ１０６は、アンテナとして機能する第１および第２の放射電極２２、２４が外部から高周波信号を受信すると、その受信によって誘起された電流の供給を受けて起動する。また、起動したR F I Cチップ１０６は、高周波信号を生成し、その生成信号を第１及び第２の放射電極２２、２４を介して電波として外部に出力する。

【００６３】

ここからは、R F I C素子１００の具体的な構成について説明する。

【００６４】

図７は、R F I C素子１００の斜視図である。本実施の形態の場合、R F I C素子１００は、R F I Cチップ１０６と整合回路１０８とが設けられる素子基板として多層基板１２０を有する。多層基板１２０は、可撓性を備える複数の絶縁層を積層して構成されている。複数の絶縁層は、例えば、ポリイミドや液晶ポリマ等の可撓性を有する樹脂絶縁層である。

【００６５】

図８は、図７に示すR F I C素子の内部構造を示す斜視図である。なお、ここからは、第１および第２の端子電極１０２、１０４が設けられている側、すなわち無線通信モジュール１２において誘電体基板２０と対向する側をR F I C素子１００の上側として説明を行う。

【００６６】

図９ Aは、多層基板１２０の上側の絶縁層の上面図である。図９ Bは、多層基板１２０の中央の絶縁層の上面図である。図９ Cは、多層基板１２０の下側の絶縁層の上面図である。図１０ Aは、図９ Aに示すB １ - B １線に沿った絶縁層の断面図である。図１０ Bは、図９ Bに示すB ２ - B ２線に沿った絶縁層の断面図である。図１０ Cは、図９ Cに示すB ３ - B ３線に沿った絶縁層の断面図である。

【００６７】

多層基板１２０には、図８に示すように、R F I Cチップ１０６と、整合回路１０８として機能する給電回路１２２とが内蔵されている。また、多層基板１２０には、第１の端子電極１０２および第２の端子電極１０４が形成されている。

【００６８】

R F I Cチップ１０６は、シリコン等の半導体を素材とする半導体基板に各種の素子を内蔵した構造を有する。また、R F I Cチップ１０６には、図９ Cに示すように、第１の入出力端子１０６ aおよび第２の入出力端子１０６ bが形成されている。

【００６９】

給電回路１２２は、図８に示すように、コイル導体１２４および層間接続導体１２６、１２８によって構成されている。コイル導体１２４は、図９ Bまたは図９ Cに示すコイルパターン１２４ a ~ １２４ cによって構成されている。コイルパターン１２４ aは、第１のコイル部C I L １を構成する。コイルパターン１２４ bは、第２のコイル部C I L ２を構成する。コイルパターン１２４ cは、第３のコイル部C I L ３および第４のコイル部C I L ４を構成する。

【００７０】

第１のコイル部C I L １、第３のコイル部C I L ３、および層間接続導体１２６は、長さ方向（Y軸方向）の一方側の位置において、厚さ方向（Z軸方向）に並ぶように配置されている。第２のコイル部C I L ２、第４のコイル部C I L ４、および層間接続導体１２

10

20

30

40

50

8 は、長さ方向（Ｙ軸方向）の他方側の位置において、厚さ方向（Ｚ軸方向）に並ぶように配置されている。

【 0 0 7 1 】

R F I C チップ 1 0 6 は、多層基板 1 2 0 を高さ方向（Ｚ軸方向）に見たとき、第 1 コイル部 C I L 1 と第 2 コイル部 C I L 2 との間に配置されている。また、R F I C チップ 1 0 6 は、第 3 のコイル部 C I L 3 と第 4 のコイル部 C I L 4 との間にも配置されている。

【 0 0 7 2 】

第 1 の端子電極 1 0 2 は長さ方向（Ｙ軸方向）の一方側の位置に配置され、第 2 の端子電極 1 0 4 は他方側の位置に配置されている。第 1 および第 2 の端子電極 1 0 2、1 0 4 は、可撓性を備える銅箔から作製され、同一サイズの短冊状に形成されている。

10

【 0 0 7 3 】

多層基板 1 2 0 は、図 9 A ~ 図 9 C に示すように、積層された 3 つのシート状の絶縁層 1 2 0 ~ 1 2 0 c によって構成されている。上側の絶縁層 1 2 0 a と下側の絶縁層 1 2 0 c との間に絶縁層 1 2 0 b が位置する。

【 0 0 7 4 】

絶縁層 1 2 0 a には、第 1 の端子電極 1 0 2 および第 2 の端子電極 1 0 4 が形成されている。

【 0 0 7 5 】

絶縁層 1 2 0 b の中央には、矩形断面を備える貫通孔 H L 1 が形成されている。貫通孔 H L 1 は、R F I C チップ 1 0 6 を収容するサイズに形成されている。また、絶縁層 1 2 0 b の貫通孔 H L 1 の周辺には、帯状のコイルパターン 1 2 4 c が形成されている。コイルパターン 1 2 4 c は、可撓性を有する銅箔を素材として構成されている。

20

【 0 0 7 6 】

コイルパターン 1 2 4 c の一端部は、厚さ方向視（Ｚ軸方向視）において第 1 の端子電極 1 0 2 と重なり、厚さ方向（Ｚ軸方向）に延在する層間接続導体 1 3 0 によって第 1 の端子電極 1 0 2 と接続されている。また、コイルパターン 1 2 4 c の他端部は、厚さ方向視において第 2 の端子電極 1 0 4 と重なり、厚さ方向に延在する層間接続導体 1 3 2 によって第 2 の端子電極 1 0 4 と接続されている。層間接続導体 1 3 0、1 3 2 は、S n を主成分とする金属バルクで構成されている。

30

【 0 0 7 7 】

コイルパターン 1 2 4 c は、一端部の周りを反時計回りの方向に 2 回転し、その後、屈曲して長さ方向（Ｙ軸方向）に延在する。その長さ方向（Ｙ軸方向）に延在したコイルパターン 1 2 4 c は、幅方向（Ｙ軸方向）に屈曲し、他端部の周りを反時計回りの方向に 2 回転してから他端部に達する。

【 0 0 7 8 】

絶縁層 1 2 0 c には、帯状のコイルパターン 1 2 4 a、1 2 4 b が形成されている。コイルパターン 1 2 4 a、1 2 4 b は、可撓性を有する銅箔を素材として構成されている。

【 0 0 7 9 】

コイルパターン 1 2 4 a の外側の端部（第 1 のコイル端 T 1）は、矩形状貫通孔 H L 1 の 1 つのコーナー部と重なる位置に配置されている。また、コイルパターン 1 2 4 b の外側の端部（第 2 のコイル端 T 2）は、矩形状貫通孔 H L 1 の 4 つのコーナー部のうち、第 1 のコイル端 T 1 が配置されているコーナー部に対して長さ方向（Ｙ軸方向）に並ぶコーナー部と重なる位置に配置されている。

40

【 0 0 8 0 】

コイルパターン 1 2 4 a の中心側の端部を起点としたとき、コイルパターン 1 2 4 a は、中心側端部の周りを時計回りの方向に 2 . 5 回転し、その後に幅方向（Ｙ軸方向）に屈曲して他端部（第 1 のコイル端 T 1）に達する。同様に、コイルパターン 1 2 4 b の中心側の端部を起点としたとき、コイルパターン 1 2 4 b は、中心側端部の周りを反時計回りの方向に 2 . 5 回転し、その後に幅方向（Ｙ軸方向）に屈曲して他端部（第 2 のコイル端

50

T 2) に達する。また、コイルパターン 1 2 4 a の中心側端部は、厚さ方向 (Z 軸方向) に延在する延びる層間接続導体 1 2 6 によってコイルパターン 1 2 4 c の一端部と接続されている。コイルパターン 1 2 4 b の中心側端部は、厚さ方向に延びる層間接続導体 1 2 8 によってコイルパターン 1 2 4 c の他端部と接続されている。層間接続導体 1 2 6、1 2 8 は、S n を主成分とする金属バルクで構成されている。

【 0 0 8 1 】

ここで、コイルパターン 1 2 4 a の中心側端部またはコイルパターン 1 2 4 c の一端部の位置を “ 第 1 の位置 P 1 ” といい、コイルパターン 1 2 4 b の中心側端部またはコイルパターン 1 2 4 c の他端部の位置を “ 第 2 の位置 P 2 ” と定義する。

【 0 0 8 2 】

絶縁層 1 2 0 c には、ダミー導体 1 3 4、1 3 6 が形成されている。ダミー導体 1 3 4、1 3 6 は、可撓性を有する銅箔を素材として構成されている。絶縁層 1 2 0 b、1 2 0 c を厚さ方向視 (Z 軸方向視) したとき、ダミー導体 1 3 4、1 3 6 は、矩形状貫通孔 H L 1 の 4 つのコーナー部のうち、第 1 および第 2 のコイル端 T 1、T 2 が配置されているコーナー部と幅方向 (X 軸方向) に対向するコーナー部にそれぞれ重なるように配置されている。

【 0 0 8 3 】

R F I C チップ 1 0 6 は、その 4 つのコーナー部が第 1 のコイル端 T 1、第 2 のコイル端 T 2、およびダミー導体 1 3 4、1 3 6 とそれぞれ対向するように、絶縁層 1 2 0 c に実装されている。第 1 の入出力端子 1 0 6 a が第 1 のコイル端 T 1 に接続され、第 2 の入出力端子 1 0 6 b が第 2 のコイル端 T 2 に接続されている。

【 0 0 8 4 】

なお、絶縁層 1 2 0 a ~ 1 2 0 c の厚さは、1 0 μ m 以上 1 0 0 μ m 以下である。このため、多層基板 1 2 0 に内蔵された R F I C チップ 1 0 6 および給電回路 1 2 2 は、外側から透けて見える。従って、R F I C チップ 1 0 6 および給電回路 1 2 2 の接続状態 (断線の有無) を容易に確認することができる。

【 0 0 8 5 】

図 5 において等価回路で示される R F I C 素子 1 0 0 において、インダクタ L 1 は、第 1 コイル部 C I L 1 に対応している。インダクタ L 2 は、第 2 コイル部 C I L 2 に対応している。インダクタ L 3 は、第 3 コイル部 C I L 3 に対応している。インダクタ L 4 は、第 4 コイル部 C I L 4 に対応している。給電回路 1 2 2 によるインピーダンス整合の特性は、インダクタ L 1 ~ L 4 の値によって規定される。

【 0 0 8 6 】

インダクタ L 1 の一端部は、R F I C チップ 1 0 6 の第 1 の入出力端子 1 0 6 a に接続されている。インダクタ L 2 の一端部は、R F I C チップ 1 0 6 の第 2 の入出力端子 1 0 6 b に接続されている。インダクタ L 1 の他端部は、インダクタ L 3 の一端部に接続されている。インダクタ L 2 の他端部は、インダクタ L 4 の一端部に接続されている。インダクタ L 3 の他端部は、インダクタ L 4 の他端部に接続されている。第 1 の端子電極 1 0 2 は、インダクタ L 1、L 3 の接続点に接続されている。第 2 の端子電極 1 0 4 は、インダクタ L 2、L 4 の接続点に接続されている。

【 0 0 8 7 】

また、図 5 に示す等価回路から分かるように、第 1 のコイル部 C I L 1、第 2 のコイル部 C I L 2、第 3 のコイル部 C I L 3、および第 4 のコイル部 C I L 4 は、磁界が同相となるように巻回され且つ互いに直列接続されている。したがって、これらのコイル部 C I L 1 ~ C I L 4 から発生する磁界は、同一方向に向く。

【 0 0 8 8 】

また、図 9 B および図 9 C から分かるように、第 1 のコイル部 C I L 1 および第 3 のコイル部 C I L 3 は、ほぼ同一のループ形状で且つ同一の第 1 の巻回軸を有している。同様に、第 2 のコイル部 C I L 2 および第 4 のコイル部 C I L 4 は、ほぼ同一のループ形状で且つ同一の第 2 の巻回軸を有している。第 1 の巻回軸および第 2 の巻回軸は、R F I C チ

10

20

30

40

50

チップ 106 を挟む位置に配置されている。

【0089】

すなわち、第1のコイル部C I L 1および第3のコイル部C I L 3は、磁氣的且つ容量的に結合している。同様に、第2のコイル部C I L 2および第4のコイル部C I L 4は、磁氣的且つ容量的に結合している。

【0090】

R F I Cチップ106は、半導体基板で構成されている。そのため、第1のコイル部C I L 1、第2のコイル部C I L 2、第3のコイル部C I L 3、および第4のコイル部C I L 4に対して、R F I Cチップ106は、グランド又はシールドとして機能する。その結果、第1のコイル部C I L 1と第2のコイル部C I L 2は、また、第3のコイル部C I L 3と第4のコイル部C I L 4は、磁氣的にも容量的にも互いに結合し難くなる。これによって、通信信号の通過帯域が狭くなる懸念を軽減することができる。

【0091】

以上、上述した構成によれば、無線通信デバイス10は、物品の金属面に取り付けられても通信可能であって、且つ、より高い通信能力を備える、すなわちより高い放射効率で電波を放射することができる。このことについて具体的に説明する。

【0092】

上述したようにおよび図5に示すように、R F I C素子100の整合回路108が、第1および第2の放射電極22、24とR F I C素子100のR F I Cチップ106との間でインピーダンス整合をとる。また、第2の放射電極24の寄生インダクタL5、第2の放射電極24と裏面電極26との間の接続部の寄生インダクタンスL6、および第2の放射電極24とそれに対向する裏面電極26との間の浮遊容量C2により、共振回路が形成されている。したがって、無線通信デバイス10は、例えばU H F帯の周波数（例えば900 M H z）で良好な通信特性を示す。

【0093】

また、無線通信デバイス10は、図1に示すように、保護ケース14の取り付け部14aを介して物品に取り付けられる。すなわち、裏面電極26が、物品に対して容量結合し、それにより接地される。

【0094】

このような構成の無線通信デバイス10は、物品がその少なくとも一部に金属面を備え、その金属面に対して裏面電極26が容量結合しても、その通信特性は変化しない。例えば、図11に示すように、無線通信デバイス10は、取り付け部14a（その裏のシール部材16）を介して金属材料から作製されたガスボンベGCの表面（金属面）に貼り付けられ、そのガスボンベGCの表面と裏面電極26とが容量結合しても、無線通信デバイス10の通信特性は変化しない。すなわち、物品の金属面に取り付けられても、その物品に取り付けられていない場合と同様に、無線通信デバイス10は高い放射効率で無線通信を行うことができる。なお、物品の金属面に取り付けられた無線通信デバイス10（すなわち無線通信デバイス10を備える物品）は、その金属面をアンテナとして利用して長距離の無線通信を行うことができる。

【0095】

また、接地される裏面電極26に対して、第1の放射電極22は、第2の放射電極24に比べて電流経路的に離れた位置に設けられている。したがって、無線通信デバイス10から放射される電波は、第1の放射電極22から主に放射される。

【0096】

その第1の放射電極22と第2の放射電極24とは、図6に示すように互いに独立している（すなわち形状的に距離をあけて離れている）。そのため、図5に示すように、第1の放射電極22と対向する裏面電極26の部分との間に浮遊容量C1が発生し、第2の放射電極24と対向する裏面電極26の部分との間に浮遊容量C2が発生する。

【0097】

その第1の放射電極22に対する浮遊容量C1は、第2の放射電極24に対する浮遊容

10

20

30

40

50

量C 2に比べて小さい。すなわち、図6に示すように、第1の放射電極22に対向する裏面電極26の部分の面積が、第2の放射電極24に対向する裏面電極26の部分の面積に比べて小さい。それにより、第2の放射電極24からの電波の放射効率に比べて、第1の放射電極22からの電波の放射効率が高い。

【0098】

具体的に説明すると、放射電極に対してRFIC素子100から供給された電力は、一部が電波の放射に使用され、残りが裏面電極との間の浮遊容量での電界形成や熱の発生に使用される。浮遊容量が大きいほど、多くの電力が電界形成に使用される。したがって、浮遊容量が小さい第1の放射電極22の方が、供給された電力の多くが電波の放射に使用される。すなわち、第1の放射電極22の放射効率がより高い。

10

【0099】

言い換えると、放射電極を第1の放射電極22と第2の放射電極24とに分けて互いに独立させる(形状的に距離をあけて離す)とともに、第1の放射電極22に対する浮遊容量C1を第2の放射電極24に対する浮遊容量C2に比べて小さくすることにより、放射電極全体において電波を放射しやすい局所的な部分として第1の放射電極22が設けられる。したがって、接地される裏面電極26から離れているために無線通信デバイス10において電波を主に放射する第1の放射電極22は、より電波を放射する。

【0100】

それにより、放射電極が第1の放射電極22と第2の放射電極24とに分かれていない場合に比べて、より高い放射効率で無線通信デバイス10は電波を放射することができる。その結果、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能な無線通信デバイス10は、より高い通信能力を備える。

20

【0101】

また、無線通信デバイス10がより高い通信能力を備えるために、本実施の形態の場合、図6に示すように、第1の放射電極22は、第2の放射電極24に比べて小さい幅(X軸方向のサイズ)でRFIC素子100から離れる方向に延在する。これにより、第2の放射電極24に比べて強い電波強度で、放射効率が高い第1の放射電極22は電波を放射することができる。

【0102】

また、本実施の形態の場合、無線通信デバイス10は可撓性を備える。すなわち、無線通信デバイス10の構成要素である、保護ケース14、誘電体基板20、第1の放射電極22、第2の放射電極24、裏面電極26、およびRFIC素子100(その内部の多層基板120など)が、可撓性の材料から作製されている。したがって、無線通信デバイス10は、平面のみならず曲面にも取り付け可能である。例えば、図11に示すように、ガスボンベGCの湾曲面にも取り付け可能である。そのため、平面に取り付けられてもあるいは曲面に取り付けられても密着でき、物品と無線通信デバイス10との間の高周波伝送特性が変わらない。したがって、取り付けられる物品の形状に影響されずに、無線通信デバイス10は、その高い通信能力を発揮することができる。

30

【0103】

このような本実施の形態によれば、無線通信デバイス10は、物品の金属面に取り付けられても無線通信可能であって、且つ、より高い放射効率で電波を放射することができる。

40

【0104】

以上、上述の実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明の実施の形態はこれに限らない。

【0105】

例えば、上述の実施の形態の場合、図5に示すように、RFIC素子100は、RFICチップ106と、そのRFICチップ106と第1および第2の放射電極22、24との間でインピーダンス整合をとる整合回路108とを有する。しかしながら、本発明の実施の形態は、これに限らない。RFICチップ106自体のインピーダンスによって該R

50

F I Cチップ106と第1および第2の放射電極22、24との間でインピーダンス整合をとることができるのであれば、整合回路108を省略してもよい。この場合、R F I Cチップ106そのものがR F I C素子100を構成する。

【0106】

また、上述の実施の形態の場合、図6に示すように、第1の放射電極22は矩形状であるが、本発明の実施の形態における第1の放射電極の形状は矩形状に限らない。

【0107】

例えば、図12に示すように、別の実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュール212は、蛇行しつつR F I C素子100から離れる方向（無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向））に延在するミアンダ状の第1の放射電極222を有する。このミアンダ状の第1の放射電極222は、第2の放射電極224に比べて小さい幅で蛇行しつつ延在している。そのため、第2の放射電極224に比べて、第1の放射電極222は強い電波強度で電波を放射することができる。

10

【0108】

また例えば、図13～図15に示すさらに別の実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュール312～512は、「T」字形状の第1の放射電極322～522を有する。例えば、図13を用いて説明すると、この「T」字形状の第1の放射電極322は、R F I C素子100から誘電体基板320における無線通信デバイスの幅方向（X軸方向）の両側端それぞれに向かって延在している。この場合、第1の放射電極322は、無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向）ではなく、幅方向（X軸方向）に延在するので、誘電体基板320の長さ方向のサイズ、すなわち無線通信モジュール312の長さ方向のサイズを小さくすることができる。

20

【0109】

なお、図13～図15に示すような「T」字形状の第1の放射電極322～522の場合、具体的には第1の放射電極の長さ（無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向）のサイズ）が幅（無線通信デバイスの幅方向（X軸方向）のサイズ）に比べて小さい場合、そうでない場合に比べて無線通信デバイスの通信距離を長くすることが可能である。

【0110】

このことについて、図14に示す無線通信デバイスの無線通信モジュール412を参照しながら具体的に説明する。まず、無線通信モジュール412の第1の放射電極422（具体的にはR F I C素子100と接続するランド部422bを除く直線部422a）において、無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向）のサイズS11は、幅方向（X軸方向）のサイズS12に比べて小さい。すなわち、第1の放射電極422と第2の放射電極424との対向方向の該第1の放射電極422のサイズS11は、その対向方向と直交する方向のサイズS12に比べて小さい。

30

【0111】

また、誘電体基板420の表面上で第1の放射電極422と対向する第2の放射電極424の部分に対して長さ方向（Y軸方向）の反対側の部分で、第2の放射電極424が裏面電極426に接続されている。すなわち、1つの帯状の金属膜が第1の放射電極422に対して無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向）に遠い側の誘電体基板420の端で折り返され、それにより第2の放射電極424と裏面電極426とが設けられている。

40

【0112】

このような第1の放射電極422と第2の放射電極424とによれば、図14に示すように、第1の放射電極422に流れる電流I1の方向と第2の放射電極424に流れる電流I2の方向とが実質的に90度異なる。

【0113】

具体的には、第1の放射電極422の無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向）のサイズS11が幅方向（X軸方向）のサイズS12に比べて小さいために、第1の放射電極422では、主に幅方向（X軸方向）に、電流I1が流れる。

【0114】

50

一方、第2の放射電極424では、第1の放射電極422と対向する部分からその反対側の部分（すなわち裏面電極426）に向かって電流I2が流れるために、その電流I2の流れ方向は、主に無線通信デバイスの長さ方向（Y軸方向）である。

【0115】

このように、第1の放射電極422を流れる電流I1の方向と第2の放射電極424を流れる電流I2の方向とが実質的に90度異なる場合、その無線通信デバイスは長い通信距離を備える。このことをテストによって発明者は確認している。

【0116】

表1は、発明者がテストした複数の無線通信モジュールのサンプルA～Gの形状的特徴と、そのテスト結果である最大通信距離dとを示している。

【表1】

サンプル		A	B	C	D	E	F	G
第1の放射電極	長さ S11(mm)	0.5	0.5	0.5	10	0.5	0.5	0.5
	幅 S12(mm)	40	17	4	40	7	4	4
	折れ曲がり長さ S13(mm)	—	—	—	—	2	2	2
第2の放射電極	長さ S21(mm)	67	67	64	67	64	63	67
	幅 S22(mm)	40	17	4	40	7	4	4
誘電体基板厚さ t(mm)		2	2	2	2	2	2	5
最大通信距離 d(m)		9.3	7.0	4.1	5.0	5.8	5.0	7.0

【0117】

サンプルA～Dは、図14に示すように、第1の放射電極422が「T」字形状である無線通信モジュールである。一方、サンプルE～Gは、図16に示すように、第1の放射電極622が「E」字形状である無線通信モジュール612である。すなわち、図16に示すように、「E」字形状の第1の放射電極622は、第1の放射電極622における無線通信デバイスの幅方向（X軸方向）の両端（直線部622aの先端）それぞれから長さ方向（Y軸方向）に延在する折れ曲がり部622cを備える。

【0118】

これらの無線通信モジュールのサンプルA～Gの電極は、アルミニウム膜から作製されている。また、誘電体基板は、2.8の誘電率を備える多孔性のEVA樹脂から作製されている。さらに、通信距離の測定は、サンプルA～Gそれぞれの裏面電極を15cm×15cmのアルミニウム箔の中央に配置した状態で実施した。

【0119】

図14に示すような「T」字形状の第1の放射電極422を備える無線通信モジュール412のサンプルA～Cを参照すると、これらは、第1の放射電極422の幅（無線通信デバイスの幅方向（X軸方向）のサイズ）S12（40、17、4mm）と第2の放射電極424の幅S22（40、17、4mm）とを除いて、ほぼ同一形状である。

【0120】

また、図16に示すような「E」字形状の第1の放射電極622を備える無線通信モジュール612のサンプルE、Fを参照すると、これらは、第1の放射電極622の幅（無線通信デバイスの幅方向（X軸方向）のサイズ）S12（7、4mm）と第2の放射電極624の幅S22（7、4mm）とを除いて、ほぼ同一形状である。

【0121】

サンプルA～Cそれぞれの最大通信距離dの測定結果から、第1の放射電極422の幅S12が大きいと、最大通信距離dが長いことがわかる。また同様に、サンプルE、Fの最大通信距離dの測定結果から、第1の放射電極622の幅S12が大きいと、最大通信距離dが長いことが分かる。したがって、第1の放射電極の幅が大きくなれば、通信距離が延びることが分かる。

【0122】

10

20

30

40

50

サンプル A と D とを参照すると、これらは、第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ（無線通信デバイスの長さ方向（Y 軸方向）のサイズ） S_{11} （0.5、10 mm）と第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} （0.5、10 mm）とを除いて、ほぼ同一形状である。

【0123】

サンプル A、D それぞれの最大通信距離 d の測定結果から、第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} が小さいと、最大通信距離 d が長いことが分かる。したがって、第 1 の放射電極の長さが小さくなれば、通信距離が延びることが分かる。

【0124】

これらの結果を踏まえると、無線通信モジュールに対してより長い通信距離が望まれる場合、図 1 4 に示すように、第 1 の放射電極 4 2 2 について、その幅 S_{12} は大きい方が好ましく、その長さ S_{11} は小さい方が好ましい。

【0125】

第 1 の放射電極 4 2 2 の幅 S_{12} が大きくなればなるほど、第 1 の放射電極 4 2 2 から多くの電波が放射され（高い電波強度で電波が放射され）、通信距離がより長くされる。

【0126】

第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} が小さくなればなるほど、電流 I_1 の流れ方向が、第 2 の放射電極 4 2 4 を流れる電流 I_2 の方向と 90 度異なる方向になるように、より規制され、通信距離がより長くされる。

【0127】

しかしながら、無線通信デバイスはより小型なものが望まれていることから、第 1 の放射電極 4 2 2 の幅 S_{12} を大きくすることには限界がある。したがって、第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} を基準にして、第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} が、第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} に比べて小さくされ、好ましくは第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} の 50 分の 1 に比べて小さくされ、さらに好ましくは 100 分の 1 に比べて小さくされる。これにより、第 1 の放射電極 4 2 2 を流れる電流 I_1 の流れ方向が、第 2 の放射電極 4 2 4 を流れる電流 I_2 の方向に対してより確実に 90 度異なる。逆の観点から言えば、第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} が、第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} に比べて大きいほど（好ましくは 50 倍以上、より好ましくは 100 倍であれば）、第 2 の放射電極 4 2 4 を流れる電流 I_2 の流れ方向は、第 1 の放射電極 4 2 2 の電流 I_1 の流れ方向に対してより確実に 90 度異なる。

【0128】

このことは、テスト結果から明らかである。例えば、最大通信距離 d が 9.3 m であるサンプル A の場合、第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} （0.5 mm）は、第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} （6.7 mm）の 13.4 分の 1 である。一方、最大通信距離 d がサンプル A より短い 5.0 m であるサンプル D の場合、第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} （1.0 mm）は、第 2 の放射電極 4 2 4 の長さ S_{21} （6.7 mm）の 50 分の 1 より大きい。

【0129】

第 1 の放射電極 4 2 2 の長さ S_{11} と通信距離との関係以外にも、表 1 に示す無線通信モジュールのサンプル A ~ G の通信距離の測定結果から、以下のことが分かる。

【0130】

例えば、表 1 に示す無線通信モジュールのサンプル F、G は、図 1 6 に示すように、「E」字形状の第 1 の放射電極 6 2 2 を備える無線通信モジュール 6 1 2 であって、誘電体基板 6 2 0 の厚さ t 以外は、実質的に同一形状である。サンプル F、G によれば、誘電体基板 6 2 0 の厚さ t が大きくなると、最大通信距離 d が延びることが分かる。これは、誘電体基板 6 2 0 の厚さ t が大きくなると、第 1 の放射電極 6 2 2 と裏面電極 6 2 6 との間の浮遊容量が小さくなり、それにより、第 1 の放射電極 6 2 2 からの電波の放射効率上がることによる。

【0131】

また、表 1 に示す無線通信モジュールのサンプル C、F は、図 1 6 に示すように折り曲

10

20

30

40

50

がり部 6 2 2 c をサンプル F が備える点を除いて、実質的に同一形状である。折り曲がり部 6 2 2 c を備えるサンプル F の方が、折り曲がり部を備えていないサンプル C に比べて最大通信距離 d が長い。これは、折り曲がり部を備えている分だけ第 1 の放射電極が大きく、それにより多くの電波（高い電波強度の電波）を放射することができることによる。このように、無線通信デバイスの長さ方向（Y 軸方向）に延在する折り曲げ部を第 1 の放射電極が備えることにより、無線通信デバイスの幅方向（X 軸方向）のサイズが制限されている場合であっても、長い通信距離を実現することが可能である。

【 0 1 3 2 】

なお、無線通信デバイスの幅方向（X 軸方向）のサイズが制約されている上で長い通信距離を実現する方法は、図 1 6 に示すように、第 1 の放射電極 6 2 2 の幅方向の両端それぞれに長さ方向（Y 軸方向）に延在する折り曲がり部 6 2 2 c を設ける以外にも可能である。

10

【 0 1 3 3 】

例えば、図 1 7 に示す実施の形態に係る無線通信モジュール 7 1 2 は、R F I C 素子 1 0 0 に接続されるランド部 7 2 2 b から無線通信デバイスの幅方向（X 軸方向）に延在しつつ蛇行するミアンダ部 7 2 2 a を備える。このようなミアンダ部 7 2 2 a を第 1 の放射電極 7 2 2 が備えることによっても、無線通信デバイスの幅方向（X 軸方向）のサイズが制限されている場合に長い通信距離を実現することができる。

【 0 1 3 4 】

さらに例えば、図 1 8 に示す異なる実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュール 8 1 2 は、貫通穴 8 2 2 a を備える第 1 の放射電極 8 2 2 を有する。すなわち、第 1 の放射電極 8 2 2 は環状である。これにより、貫通穴 8 2 2 a が無い場合に比べて、第 1 の放射電極 8 2 2 と裏面電極 8 2 6 との間の浮遊容量が減少する。その結果、貫通穴 8 2 2 a が無い場合に比べて、第 1 の放射電極 8 2 2 の電波の放射効率が向上する。

20

【 0 1 3 5 】

第 1 の放射電極と裏面電極との間の浮遊容量に関して、それらの間の誘電体基板の厚さが非常に薄い場合、第 1 の放射電極に対向する裏面電極の部分の面積を、非常に小さく、例えばゼロにしてもよい。すなわち、裏面電極が、第 1 の放射電極に対して対向しないように設けられる。

【 0 1 3 6 】

30

図 1 9 および図 2 0 は、さらに異なる実施の形態に係る無線通信デバイスの無線通信モジュールの上面図および断面図である。

【 0 1 3 7 】

図 1 9 および図 2 0 に示す無線通信モジュール 9 1 2 において、第 1 の放射電極 9 2 2 に対向する裏面電極 9 2 6 の部分の面積はゼロである。すなわち、第 1 の放射電極 9 2 2 と裏面電極 9 2 6 は厚さ方向（Z 軸方向）に対向していない。そのため、第 1 の放射電極 9 2 2 と裏面電極 9 2 6 との間の浮遊容量が最小化される。これにより、誘電体基板 9 2 0 が非常に薄い場合でも、第 1 の放射電極 9 2 2 は、高い放射効率で電波を放射することができる。

【 0 1 3 8 】

40

なお、無線通信モジュール 9 1 2 を有する無線通信デバイスが物品の金属面、例えば図 1 1 に示すようにガスボンベ G C に取り付けられた場合、第 1 の放射電極 9 2 2 とその物品の金属面との間に浮遊容量が発生する。しかしながら、第 1 の放射電極 9 2 2 と物品の金属面との間には、非常に薄い誘電体基板 9 2 0、保護ケース 1 4 の取り付け部 1 4 a、およびシール部材 1 6 とが存在する。そのため、第 1 の放射電極 9 2 2 と物品の金属面との間は、十分に離れている。

【 0 1 3 9 】

したがって、第 1 の放射電極 9 2 2 と裏面電極 9 2 6 が非常に薄い誘電体基板 9 2 0 のみを挟んで厚さ方向に対向する場合の浮遊容量と、第 1 の放射電極 9 2 2 が、誘電体基板 9 0、保護ケース 1 4 の取り付け部 1 4 a、およびシール部材 1 6 を介して物品の金属面

50

に対向する場合の浮遊容量とを比較した場合、後者の浮遊容量の方が小さい。それゆえ、図 19 および図 20 に示すように、第 1 の放射電極 922 に対して裏面電極 926 が厚さ方向に対向しない無線通信デバイスは、物品の金属面に取り付けられても、高い放射効率で電波を放射することができる。すなわち、放射効率を考慮すると、誘電体基板が非常に薄い場合には、第 1 の放射電極に対向する裏面電極の部分の面積をゼロにするのが好ましい。

【0140】

補足すると、上述したようにまた図 5 に示すように、第 2 の放射電極とそれに対向する裏面電極の部分とによって共振回路が構成され、それにより無線通信デバイスの共振周波数が決定されている。したがって、第 1 の放射電極に対向する裏面電極の部分の面積がゼロであっても（第 1 の放射電極に対して厚さ方向に対向する位置に裏面電極がなくても）、無線通信デバイスの通信特性は実質的には変わらない。

10

【0141】

また、上述の実施の形態の場合、図 4A に示すように、第 1 の放射電極 22、第 2 の放射電極 24、および裏面電極 26 は、支持フィルム 28 上に形成されている。そして、支持フィルム 28 が誘電体基板 20 に貼り付けられることにより、これらの電極 22、24、26 が誘電体基板 20 上に設けられる。また、第 2 の放射電極 24 と裏面電極 26 は、支持フィルム 28 上の一つの金属膜によって構成されている。しかしながら、本発明の実施の形態は、これに限らない。

【0142】

20

例えば、支持フィルムを使用することなく、第 1 の放射電極、第 2 の放射電極、および裏面電極それぞれを、直接的に誘電体基板に設けてもよい。この場合、誘電体基板の表面上の第 2 の放射電極と、裏面上の裏面電極は、例えばスルーホールまたはビアホールによって電氣的に接続されてもよい。

【0143】

さらに、上述の実施の形態の場合、図 1 に示すように、無線通信デバイス 10 の無線通信モジュール 12 は、保護ケース 14 内に収容されて保護されている。しかしながら、本発明の実施の形態はこれに限らない。

【0144】

図 21 は、よりさらに異なる実施の形態に係る無線通信デバイス 1010 を示している。無線通信デバイス 1010 においては、第 1 の放射電極 1022、第 2 の放射電極 1024、および裏面電極 1026 は、支持フィルム 1028 上に形成されている。この点については、図 4A に示すように、第 1 の放射電極 22、第 2 の放射電極 24、および裏面電極 26 が支持フィルム 28 上に形成されている上述の実施の形態の無線通信デバイス 10 と同じである。

30

【0145】

ただし、その支持フィルム 1028 の誘電体基板 1020 への貼り付けが、上述の実施の形態に係る無線通信デバイス 10 における支持フィルム 28 の誘電体基板 20 への貼り付けとは異なる。

【0146】

40

具体的には、上述の実施の形態の無線通信デバイス 10 と異なり、本実施の形態の無線通信デバイス 1010 においては、支持フィルム 1028 と誘電体基板 1020 との間に、第 1 の放射電極 1022、第 2 の放射電極 1024、および裏面電極 1026 が配置されるように、支持フィルム 1028 が誘電体基板 1020 に貼り付けられる。すなわち、誘電体基板 1020 の表面 1020a に第 1 および第 2 の放射電極 1022、1024 が直接的に貼り付けられ、裏面 1020b に裏面電極 1026 が直接的に貼り付けられる。

【0147】

これにより、支持フィルム 1028 は、第 1 の放射電極 1022、第 2 の放射電極 1024、裏面電極 1026、および R F I C 素子 100 を保護する役割をする。その結果、無線通信デバイス 1010 においては、保護ケースが不要になる。なお、この場合、図 2

50

1に示すように、誘電体基板1020は、RFIC素子100を収容する凹部1020dを備える。

【0148】

さらにまた、上述の実施の形態の場合、第1の放射電極、第2の放射電極、および裏面電極は、誘電体基板に設けられている。例えば、図3に示す無線通信モジュール12の場合、第1の放射電極22、第2の放射電極24、および裏面電極26は、誘電体基板20に設けられている。しかしながら、本発明の実施の形態は、これに限らない。

【0149】

図22は、誘電体基板に代わって電極間に空気層が設けられた、すなわち誘電体基板を備えていない本発明の一実施の形態に係る無線通信モジュール1112の断面を示している。

10

【0150】

図22に示すように、無線通信モジュール1112において、第1の放射電極1122と裏面電極1126との間および第2の放射電極1124と裏面電極1126との間には、空気層Rが設けられている。また、第1の放射電極1122と裏面電極1126との間と第2の放射電極1124と裏面電極1126との間に、電極支持部材1130が設けられている。この電極支持部材1130により、第1の放射電極1122と裏面電極1126との間と第2の放射電極1124と裏面電極1126との間に、一定の厚さの空気層Rが設けられる。その結果、これらの間に一定の浮遊容量が形成される。

【0151】

20

第1の放射電極1122と裏面電極1126とが誘電率が略1の空気層Rを介して対向することにより、その間の浮遊容量の容量が、誘電体（物体）が間に存在するときの容量に比べて小さくされる。これにより、第1の放射電極1122は、より高い放射効率で電波を放射することができる（第1の放射電極1122と裏面電極1126との間に誘電体（物体）が存在する場合に比べて）。

【0152】

なお、第1の放射電極と裏面電極との間の空気層および第2の放射電極と裏面電極との間の空気層を維持する方法は、図22に示すように電極支持部材1130を用いる方法に限らない。

【0153】

30

例えば、図23は、図22に示す実施の形態に代わる実施の形態の無線通信デバイス1210の断面を示している。

【0154】

図23に示す無線通信デバイス1210は、内部空間Rを備える保護ケース1232を有する。その内部空間Rを画定する保護ケース1232の内面に、第1の放射電極1222、第2の放射電極1224、および裏面電極1226が設けられている。このような無線通信デバイス1210においても、第1の放射電極1222は、より高い放射効率で電波を放射することができる（第1の放射電極1222と裏面電極1226との間に誘電体（物体）が存在する場合に比べて）。

【0155】

40

さらに、上述したように、本発明の実施の形態に係る無線通信デバイスは、金属材料から作製された物品や誘電材料から作製された物品に取り付けられても使用可能である。例えば、図11に示すようなガスボンベGC、台車、電化製品など、様々な物品に取り付けて使用可能である。

【0156】

また、物品が金属材料から作製されている場合（すなわち金属面を備える場合）、無線通信デバイスは、その裏面電極が金属面と容量結合して該金属面をアンテナとして使用することにより、長距離無線通信を実行することが可能である。特に、その物品がアルミニウム、銀、銅などの非磁性金属材料から部分的に作製されている場合、無線通信デバイスは、鋼などの磁性金属材料から作製された物品に取り付けられる場合に比べて、より長い

50

距離の無線通信を実行することが可能である。

【0157】

このように、無線通信デバイスが取り付けられる物品の種類により、その無線通信デバイスの通信距離が異なる。

【0158】

どのような物品に取り付けられても同様の長距離無線通信が実行できるように、無線通信デバイスを構成してもよい。

【0159】

図24は、どのような物品に取り付けられても同様の長距離無線通信が実行できる、本発明の一実施の形態に係る無線通信デバイス1310を示している。

10

【0160】

図24に示すように、無線通信デバイス1310は、無線通信モジュール412と、無線通信モジュール412の裏面電極426にシール部材1336を介して貼り付けられたプレート状の取り付け部1334とを有する。

【0161】

取り付け部1334は、例えばアルミニウムなどの非磁性金属材料から作製された薄く可撓性のプレートであって、シール部材1336を介することによって無線通信モジュール412に裏面電極426と容量結合している。なお、導電性接着剤などを介して接着されることにより、取り付け部1334と裏面電極426とが直流的に接続されてもよい。

【0162】

20

また、取り付け部1334は、例えば両面テープなどを介して物品Gに貼り付けられる。

【0163】

このような取り付け部1334は、物品Gに貼り付けられるとアンテナとして機能する。また、無線通信デバイス1310が取り付け部1334を介してどのような物品Gに取り付けられても、取り付け部1334は、同様にアンテナとして機能する。したがって、無線通信デバイス1310は、どのような物品Gに取り付けられても、同様に長距離無線通信を実行することができる。

【0164】

なお、取り付け部1334は、無線通信モジュール412に対して別の部品であってもよい。取り付け部1334を物品Gに貼り付けることにより、物品Gは非磁性金属材料の表面からなる金属面を備えることができる。その金属面に対して裏面電極426が対向する状態で無線通信デバイス1310が物品Gに取り付けられることにより、無線通信デバイス1310は長距離無線通信を実行することができる。

30

【0165】

また、物品への取り付け部は、図24に示すようなプレート状に限らない。例えば、図25に示す無線通信デバイス1410は、リング状の取り付け部1438を備える。リング状の取り付け部1438は、アルミニウムなどの非磁性金属材料から作製された可撓性のリング（短筒）である。その外側面1438aに対して裏面電極が対向するように、無線通信モジュール412がリング状取り付け部1438に取り付けられている。それにより、取り付け部1438の外側面1438aがアンテナとして機能する。なお、リング状の取り付け部1438の内側面1438bは、樹脂層などによって保護されてもよい。

40

【0166】

このような取り付け部1438は、様々な物体に外挿することができる。また、非生物に限らず、植物や動物、例えば、動物の手首や足首に装着することもできる。また、アンテナとして機能する取り付け部1438の外側面1438aが無端状であるため、その外側面1438aを介して無線通信デバイス1410は、360度の方向に電波を放射することができる。すなわち、例えば人間の手首に装着されても、その手首を挟んで無線通信モジュール412と対向する取り付け部1438の外側面1438aの部分から電波を放射することができる。

50

【 0 1 6 7 】

さらにまた、上述の実施の形態の場合、無線通信デバイス 1 0 は、平面のみならず曲面にも取り付け可能とするために、可撓性を備える。しかしながら、本発明の実施の形態はこれに限らない。例えば、無線通信デバイスは、可撓性を備えず、平面を備える平板状であってもよいし、あるいは曲面を備える湾曲板状であってもよい。

【 0 1 6 8 】

加えて、無線通信デバイスは、汎用性を高めるために、通信信号の周波数（すなわち共振周波数）の帯域が広がるように構成されてもよい。

【 0 1 6 9 】

図 2 6 は、共振周波数の帯域が広がるように構成された無線通信デバイスの無線通信モジュールを示している。

10

【 0 1 7 0 】

上述の実施の形態で説明したようにしたように、無線通信モジュール 1 5 1 2 の共振周波数は、第 2 の放射電極 1 5 2 4 によって決定される。本実施の形態の場合、無線通信モジュール 1 5 1 2 の共振周波数の帯域が広がるように、第 2 の放射電極 1 5 2 4 には、複数の切り欠き部 1 5 2 4 a、1 5 2 4 b が形成されている。

【 0 1 7 1 】

具体的には、第 2 の放射電極 1 5 2 4 は、幅方向（X 軸方向）の一方の端に設けられて該幅方向の中央に向かって（または中央を越えて）延在する第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a を備える。また、幅方向の他方の端に設けられて該幅方向の中央に向かって（または中央を越えて）延在する第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b を備える。

20

【 0 1 7 2 】

第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a と第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b は、例えばスリット（幅方向に細長い凹部）状である。また、第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a と第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b は、長さ方向（Y 軸方向）に間隔をあけて並んでいる。さらに、本実施の形態の場合、第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a と第 2 の放射電極 1 5 2 4 の長さ方向の一端（第 1 の放射電極 1 5 2 2 から遠い端）との間の距離と、第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b と第 2 の放射電極 1 5 2 4 の長さ方向の他端との間の距離とが、同一の A 1 である。さらにまた、第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a と第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b の幅方向の長さが、同一の A 2 である。

30

【 0 1 7 3 】

このような構成の第 2 の放射電極 1 5 2 4 によれば、無線通信モジュール 1 5 1 2 は、図 2 7 に示す周波数特性を備える。具体的には、図 2 7 に示すように、周波数 f_1 （例えば 8 6 0 M H z）と f_2 （例えば 9 3 0 M H z）との間の広い帯域幅 $b f$ でアンテナ利得が高い周波数特性を備える。

【 0 1 7 4 】

図 2 7 に示す帯域幅 $b f$ は、図 2 6 に示す距離 A 1 によって決まる。具体的に説明すると、図 2 6 に示すように、第 2 の放射電極 1 5 2 4 では、2 つの異なる共振モードが起こる（2 つの異なる定在波 S W 1、S W 2 が生じる）。すなわち、第 2 の放射電極 1 5 2 4 において波長が最短であって周波数が f_2 の定在波 S W 1 が生じる。また、第 2 の放射電極 1 5 2 4 において波長が最大であって周波数が f_1 の定在波 S W 2 が生じる。定在波 S W 1 が生じる共振モードと定在波 S W 2 が生じる共振モードとが結合することによって通信信号の周波数の帯域が広がる。また、その帯域幅 $b f$ は、図 2 6 に示す距離 A 1 に比例する。したがって、距離 A 1 を適宜設定することで、所望の共振周波数の帯域幅 $b f$ を得ることができる。また、共振周波数の帯域の下限の周波数 f_1 と上限の周波数 f_2 は、第 1 および第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 a、1 5 2 4 b の長さ（X 軸方向）を適宜設定することで所望の値を得ることができる。その結果、無線通信デバイスの無線通信モジュール 1 5 1 2 は、通信信号の周波数（すなわち共振周波数）の帯域が広がり、より様々な用途に使用できる（汎用性が高まる）。

40

【 0 1 7 5 】

50

なお、図 2 6 に示す無線通信モジュール 1 5 1 2 の場合、第 2 の放射電極 1 5 2 4 において、幅方向（X 軸方向）の一方の端に 1 つの第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a が設けられ、他方の端に 1 つの第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b が設けられている。これに代わって、例えば、第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a を複数設けるとともに、第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b を複数設けてもよい。この場合、複数の第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a と複数の第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b は、第 2 の放射電極 1 5 2 4 の長さ方向（Y 軸方向）に等間隔に交互に並べられる。また例えば、1 つの第 1 の切り欠き部 1 5 2 4 a のみまたは 1 つの第 2 の切り欠き部 1 5 2 4 b のみが、第 2 の放射電極 1 5 2 4 に設けられてもよい。

【0176】

加えてまた、無線通信デバイスの無線通信モジュールは、図 2 に示す無線通信モジュール 1 2、図 2 2 に示す無線通信モジュール 1 1 1 2、図 2 3 に示す無線通信モジュール 1 2 1 2 以外の構成も可能である。

【0177】

例えば、図 2 8 は本発明のよりさらに異なる実施の形態に係る無線通信モジュールの上面図であって、図 2 9 はその無線通信モジュールの断面図である。また、図 3 0 は、その無線通信モジュールの作製方法の一例を示している。

【0178】

図 2 8 ~ 図 3 0 に示すように、無線通信モジュール 1 6 1 2 は、例えばウレタン樹脂などの弾性材料から作製された誘電体基板 1 6 4 0 を備える。具体的には、誘電体基板 1 6 4 0 は、図 3 0 に示すように、弾性材料から作製された薄い誘電体シート 1 6 4 2 を二つ折りして貼り合わせるることによって構成される。そのため、誘電体シート 1 6 4 2 の一方の面に、第 1 の放射電極 1 6 2 2、第 2 の放射電極 1 6 2 4、および裏面電極 1 6 2 6 が設けられている。

【0179】

図 3 0 に示すように、3 つの電極 1 6 2 2、1 6 2 4、1 6 2 6 が設けられた一方の面が外側に向いた状態で二つ折りにされた誘電体シート 1 6 4 2 が一對のニップローラ NR 1、NR 2 の間を相対的に通過する。それにより、電極が設けられていない面が完全に二つ折りされて貼り合わせられ、その結果として誘電体基板 1 6 4 0 が構成される。

【0180】

図 2 9 に示すように、第 2 の放射電極 1 6 2 4 および裏面電極 1 6 2 6 は、一枚の金属シート 1 6 4 4（例えばアルミニウムシート）によって構成されている。一枚の金属シート 1 6 4 4 を誘電体シート 1 6 4 2 とともに二つ折りすることにより、第 2 の放射電極 1 6 2 4 が誘電体基板 1 6 4 0 の一方の面（表面）に配置され、裏面電極 1 6 2 6 が他方の面（裏面）に配置される。

【0181】

誘電体基板 1 6 4 0 は、弾性材料から作製された薄い誘電体シート 1 6 4 2 を二つ折りにして構成されているために薄くて変形しやすい。そのため、無線通信モジュール 1 6 1 2 も変形しやすい。このとき、例えば取り扱い中に、誘電体基板 1 6 4 0 の繰り返し変形にともなって金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a で変形が繰り返されると、その折り返し部 1 6 4 4 a にき裂が発生する可能性がある。き裂が発生すると、第 2 の放射電極 1 6 2 4 と裏面電極 1 6 2 6 との電気的な接続特性が変化し、その結果として無線通信モジュール 1 6 1 2 の周波数特性が変化する。

【0182】

金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a での変形を抑制するために、図 2 8 および図 2 9 に示すように、折り返し部 1 6 4 4 a 内の誘電体基板 1 6 4 0 の一端に芯部材 1 6 4 6 が設けられている。

【0183】

この芯部材 1 6 4 6 は、金属シート 1 6 4 4 の折り目の延在方向、すなわち無線通信モジュール 1 6 1 2 の幅方向（X 軸方向）に延在する棒状の部材である。芯部材 1 6 4 6 はまた、少なくとも誘電体基板 1 6 4 0（誘電体シート 1 6 4 2）に比べて高い剛性、より

10

20

30

40

50

好ましくは金属シート 1 6 4 4 に比べて高い剛性を備える、例えばステンレス材料から作製されている。

【 0 1 8 4 】

芯部材 1 6 4 6 は、図 3 0 に示すように、誘電体基板 1 6 4 0 内に、すなわち二つ折りにされた誘電体シート 1 6 4 2 の間に存在する。言い換えると、誘電体シート 1 6 4 2 は、芯部材 1 6 4 6 に沿って二つ折りにされる。その結果、金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a の中に芯部材 1 6 4 6 が配置される。この芯部材 1 6 4 6 により、金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a 内の誘電体基板 1 6 4 0 の変形が抑制され、それにより折り返し部 1 6 4 4 a の変形も抑制され、そして折り返し部 1 6 4 4 a でのき裂の発生が抑制される。

10

【 0 1 8 5 】

なお、芯部材 1 6 4 6 に沿って誘電体シート 1 6 4 2 とともに金属シート 1 6 4 4 を二つ折りにすることにより、金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a の曲率半径が、芯部材 1 6 4 6 がない場合に比べて大きくなる。芯部材 1 6 4 6 がない場合、金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a の曲率半径が小さくなり、金属シート 1 6 4 4 の外側面が局所的に大きくひずみ変形する。このような局所的に大きくひずみ変形した部分にはき裂が生じやすい。

【 0 1 8 6 】

また、図 3 0 に示すように、一対のニップローラ N R 1、N R 2 の間を通過しながら芯部材 1 6 4 6 に沿って二つ折りにされることにより、芯部材 1 6 4 6 に対して一方側の誘電体シート 1 6 4 2 の部分と芯部材 1 6 4 6 に対して他方側の部分とが互いに全面的に重なり合うことができる。すなわち、芯部材 1 6 4 6 に沿って幅方向（X 軸方向）に延在する折り目が誘電体シート 1 6 4 2 と金属シート 1 6 4 4 とに形成される。

20

【 0 1 8 7 】

このように金属シート 1 6 4 4 の折り返し部 1 6 4 4 a でのき裂の発生を抑制でき、また誘電体シート 1 6 4 2 の二つ折りのガイドとして機能する芯部材 1 6 4 6 は、絶縁材料から作製されるのが好ましい。ただし、図 2 9 に示すように、金属シート 1 6 4 4 と芯部材 1 6 4 6 との間の距離（電氣的絶縁）が確保されるのであれば、金属材料から作製されてもよい。

【 0 1 8 8 】

30

このような弾性材料から作製されて薄い誘電体基板 1 6 4 0 を備える無線通信モジュール 1 6 1 2 は、曲率半径が小さい曲面に取り付けて使用することが可能である。

【 0 1 8 9 】

さらに加えて、本発明の実施の形態に係る無線通信デバイスは、U H F 帯の周波数の信号の送受信に使用されることに限定されるものではなく、様々な帯域の周波数の信号を送受信するために使用可能である。本発明の実施の形態に係る無線通信デバイスは、例えば、H F 帯の周波数の信号の送受信のために使用されてもよい。

【 0 1 9 0 】

以上、複数の実施の形態を挙げて本発明を説明したが、ある実施の形態に対して少なくとも 1 つの実施の形態を全体としてまたは部分的に組み合わせて本発明に係るさらなる実施の形態とすることが可能であることは、当業者にとって明らかである。

40

【産業上の利用可能性】

【 0 1 9 1 】

本発明は、電波を放射する電極とその電極と対向する別の電極とを有する無線通信デバイスであれば適用可能である。

【符号の説明】

【 0 1 9 2 】

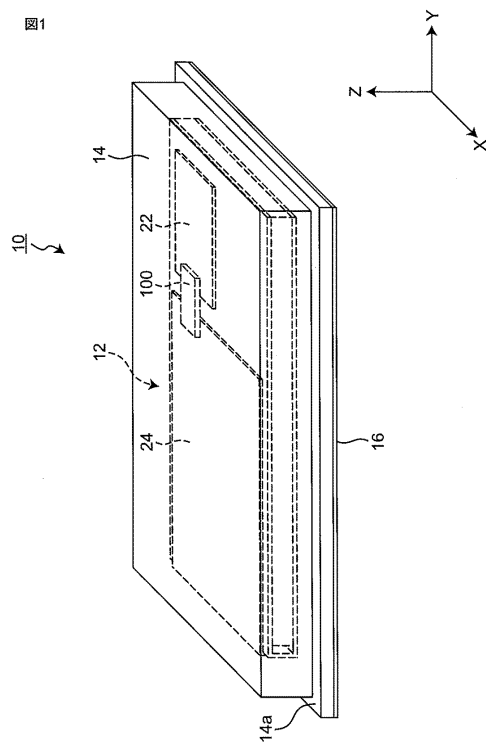
2 0	誘電体基板
2 0 a	表面
2 0 b	裏面

50

- 2 2 第 1 の放射電極
- 2 4 第 2 の放射電極
- 2 6 裏面電極
- 1 0 0 R F I C 素子
- 1 0 2 第 1 の端子電極
- 1 0 4 第 2 の端子電極

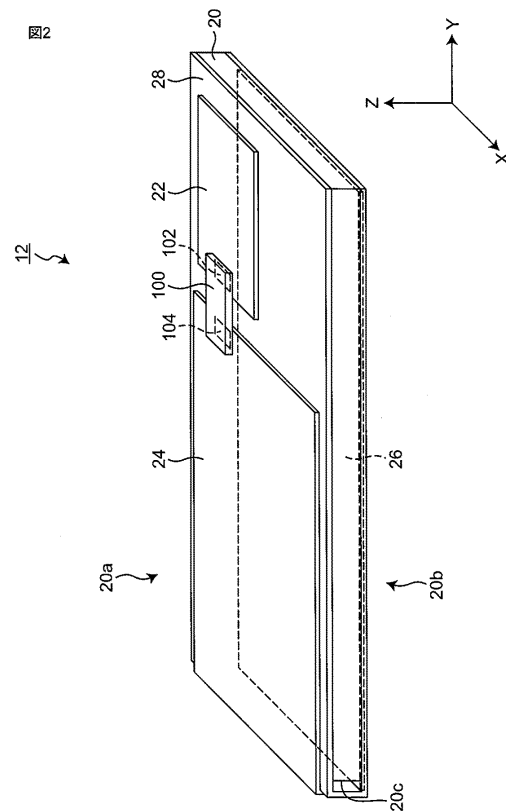
【図 1】

図1



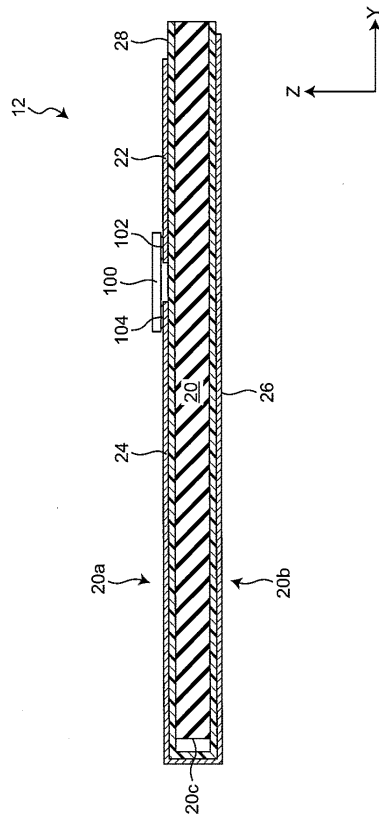
【図 2】

図2



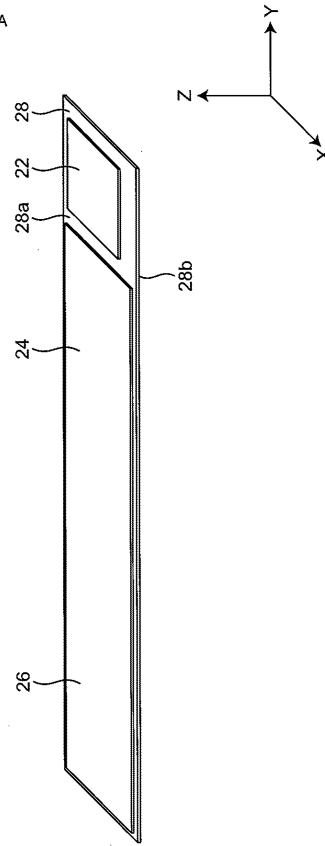
【図 3】

図3



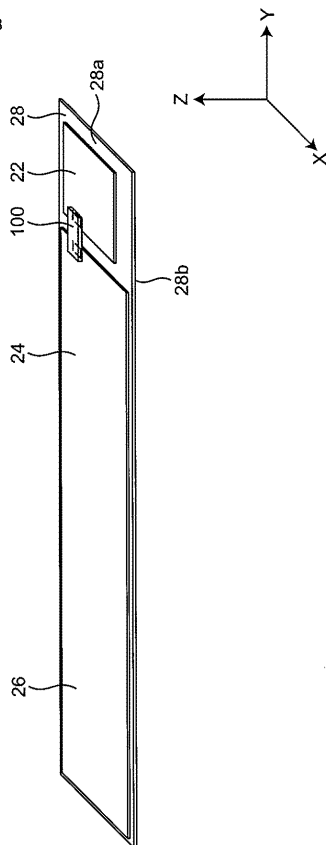
【図 4 A】

図4A



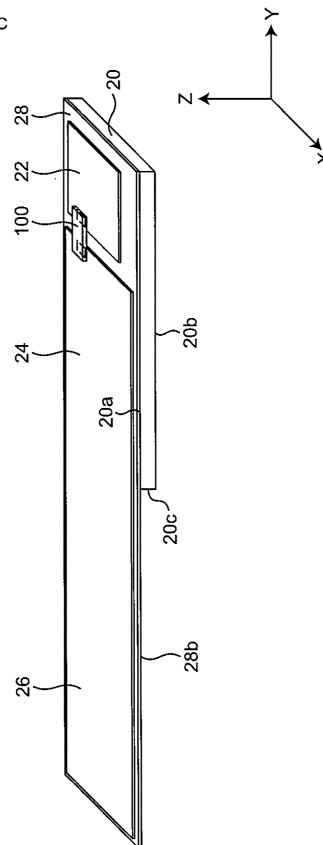
【図 4 B】

図4B

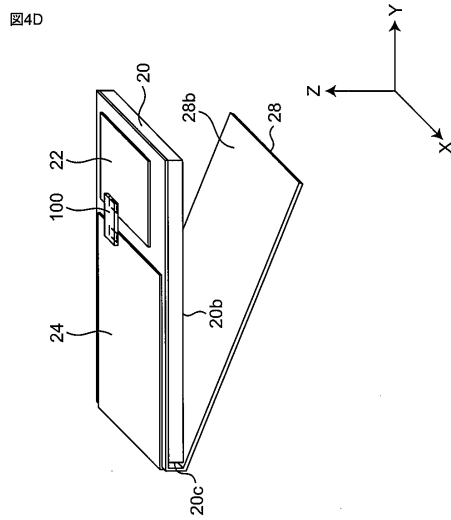


【図 4 C】

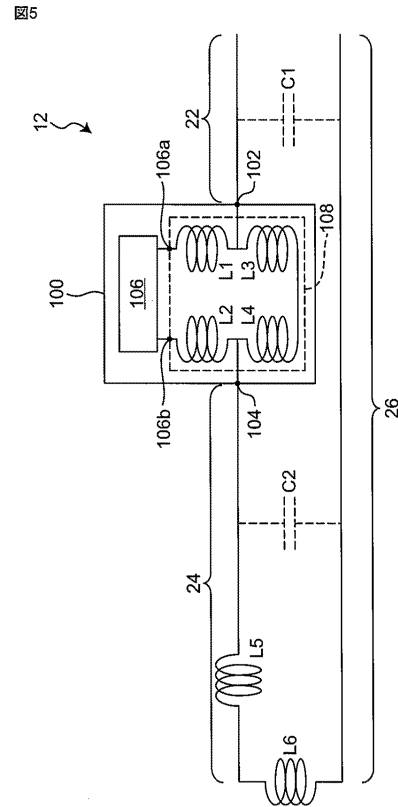
図4C



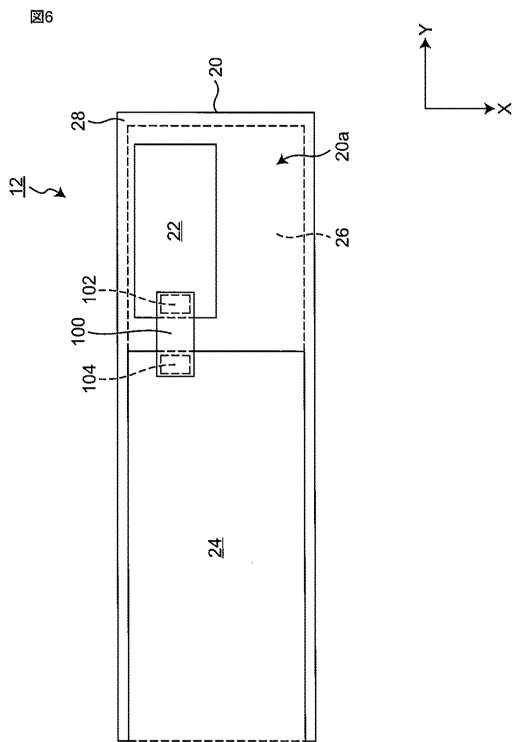
【図4D】



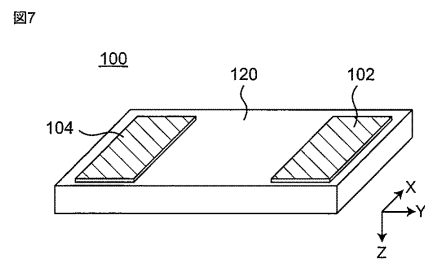
【図5】



【図6】

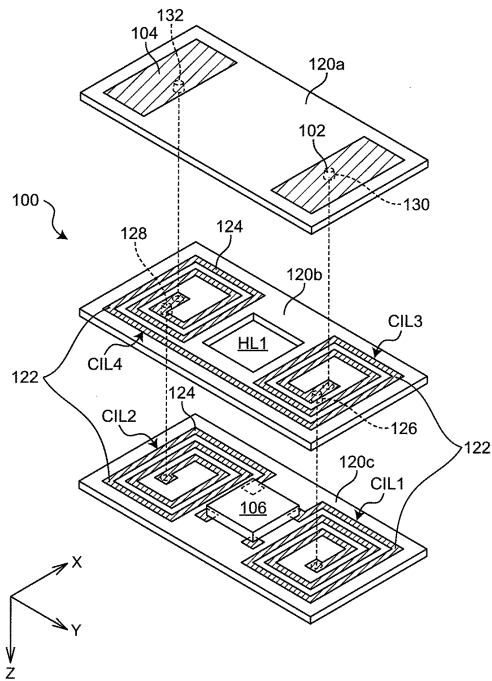


【図7】



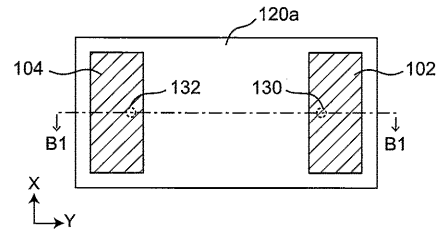
【図 8】

図8



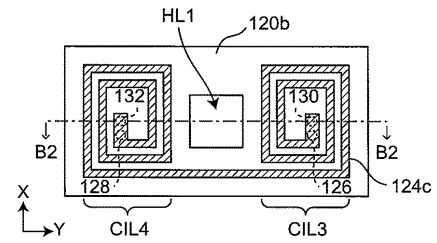
【図 9 A】

図9A



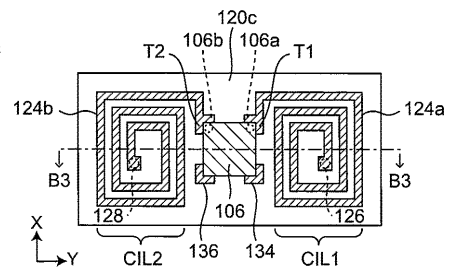
【図 9 B】

図9B



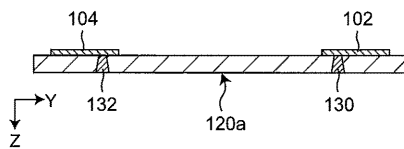
【図 9 C】

図9C



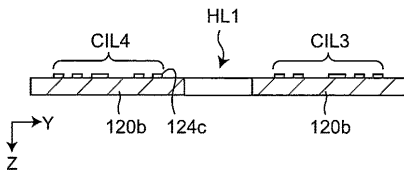
【図 10 A】

図10A



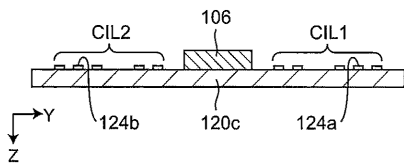
【図 10 B】

図10B



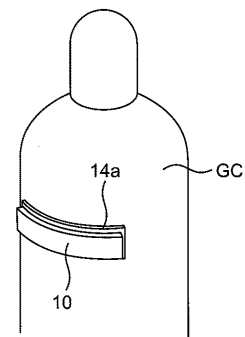
【図 10 C】

図10C

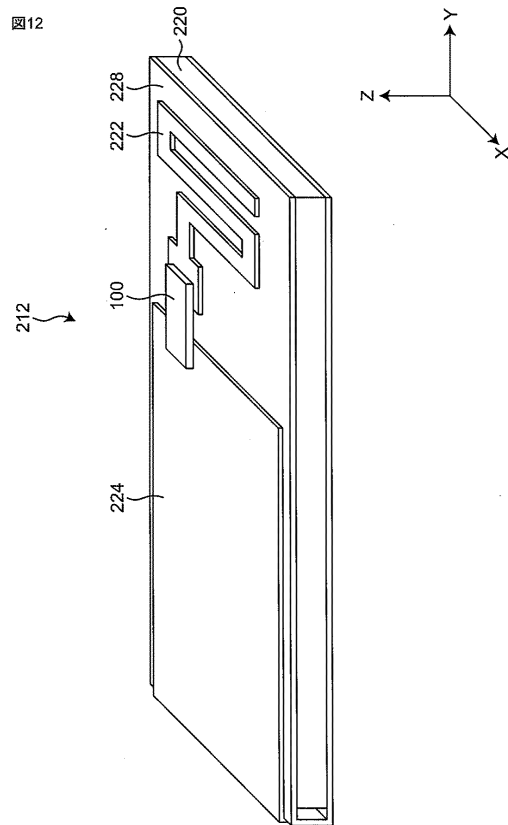


【図 11】

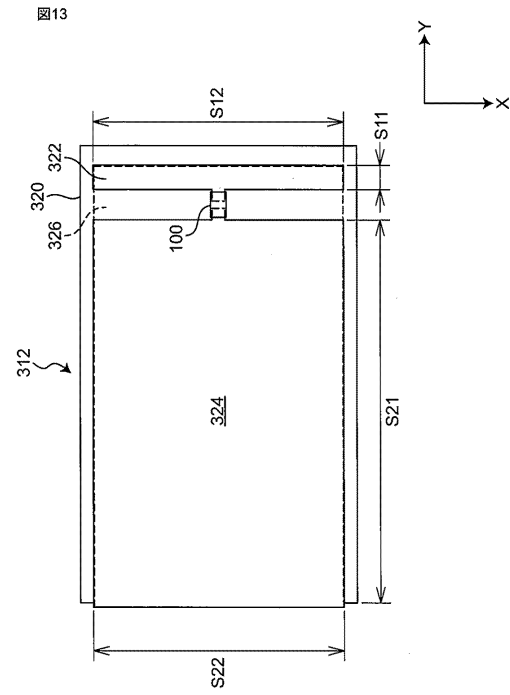
図11



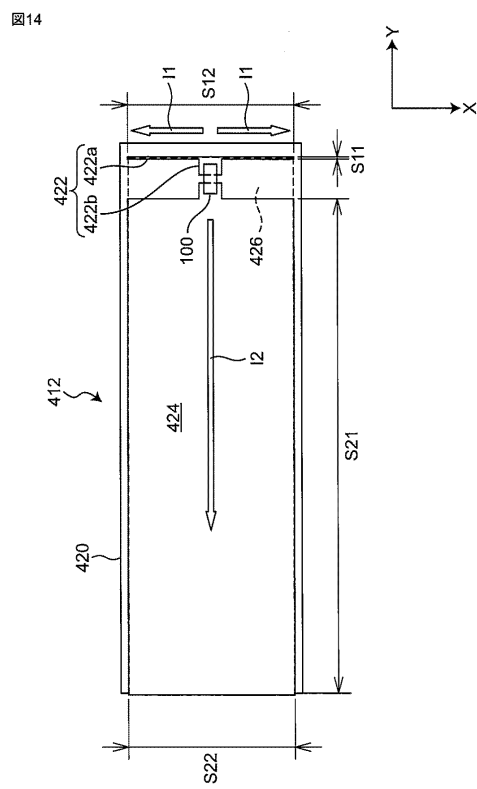
【図 1 2】



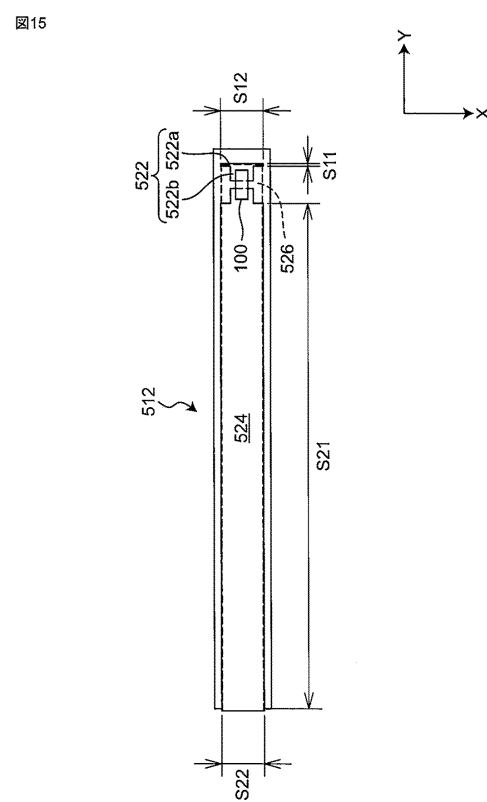
【図 1 3】



【図 1 4】

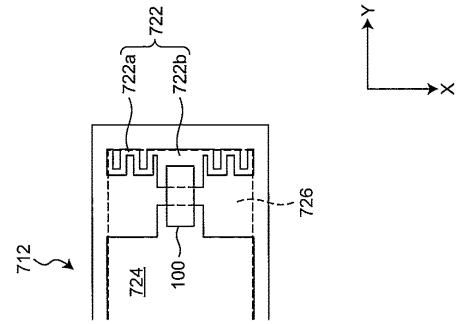


【図 1 5】



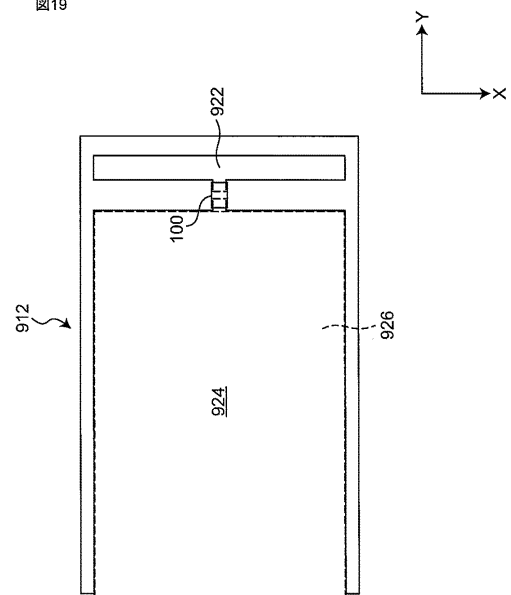
【圖 17】

图17



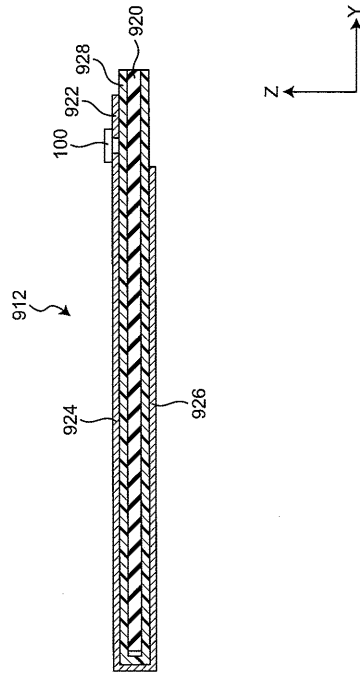
【 図 1 9 】

图19



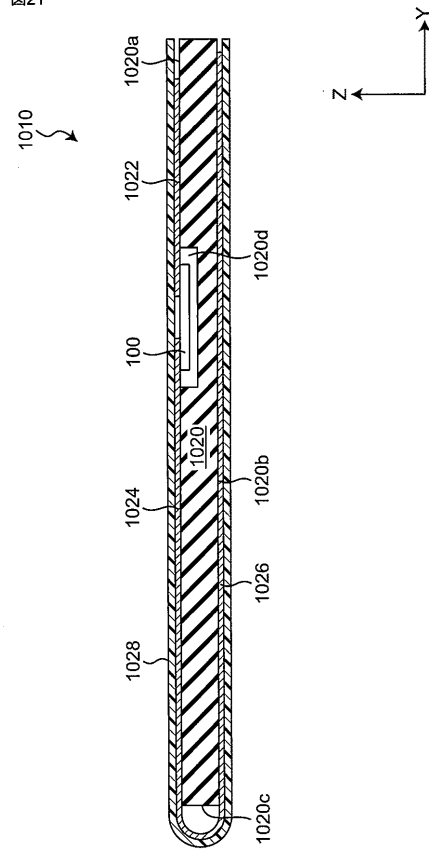
【図20】

図20



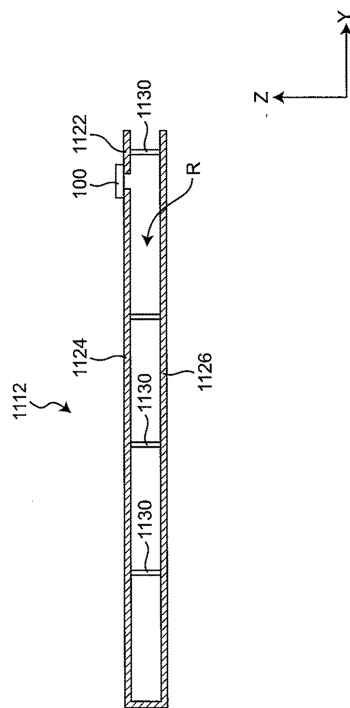
【図21】

図21



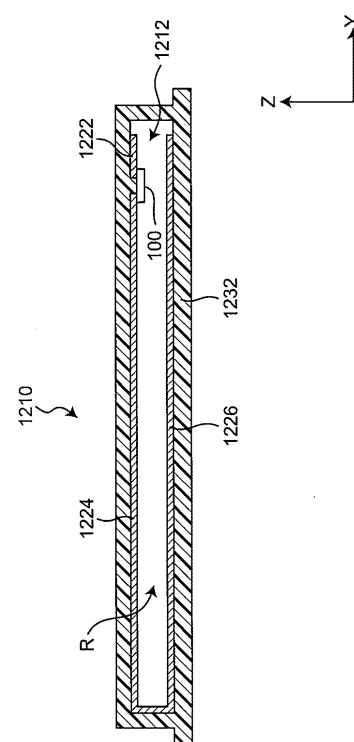
【図22】

図22

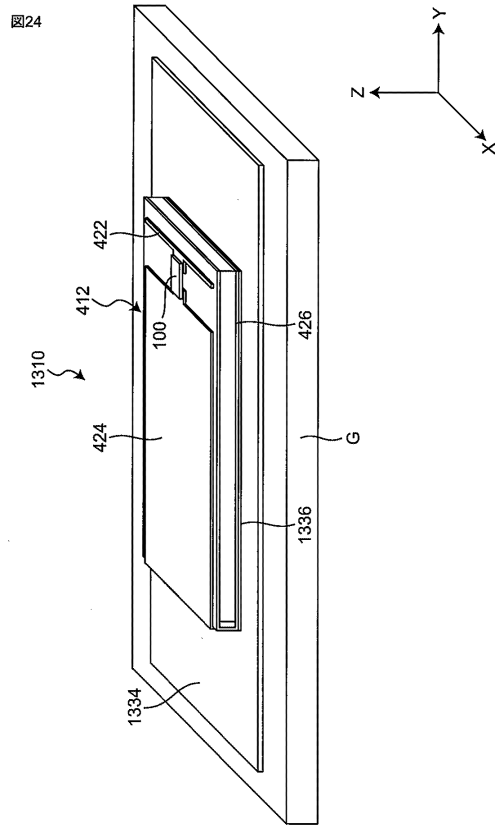


【図23】

図23

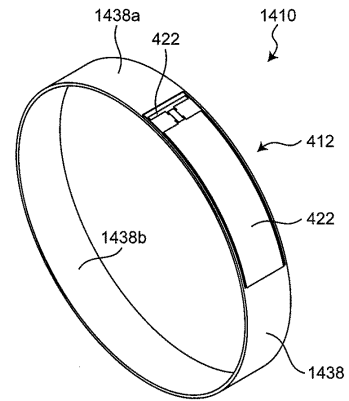


【図24】



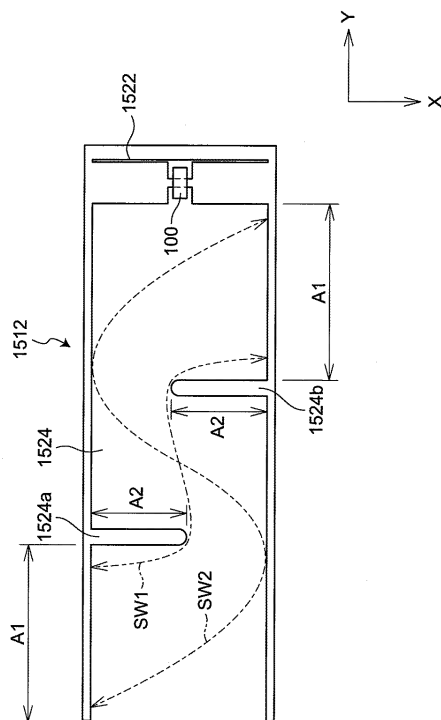
【図25】

図25



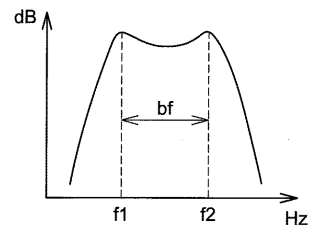
【図26】

図26



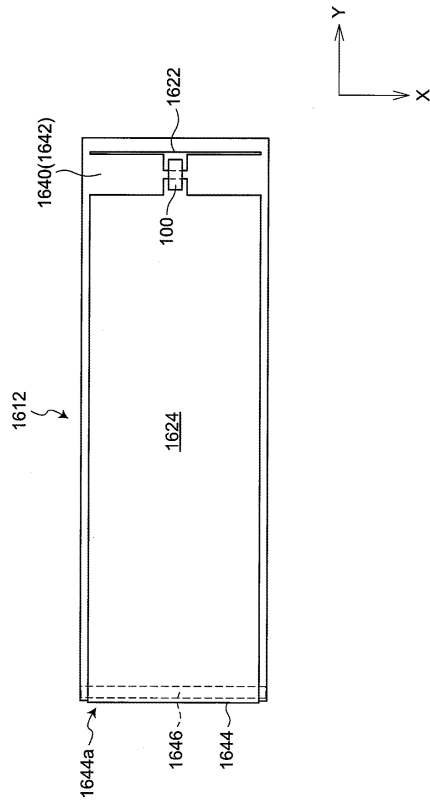
【図27】

図27



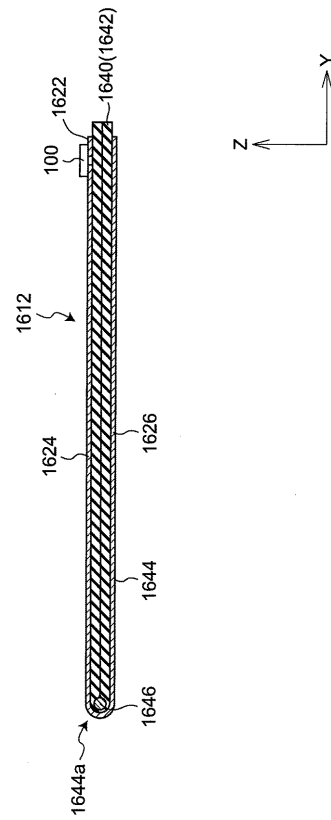
【図 28】

図28



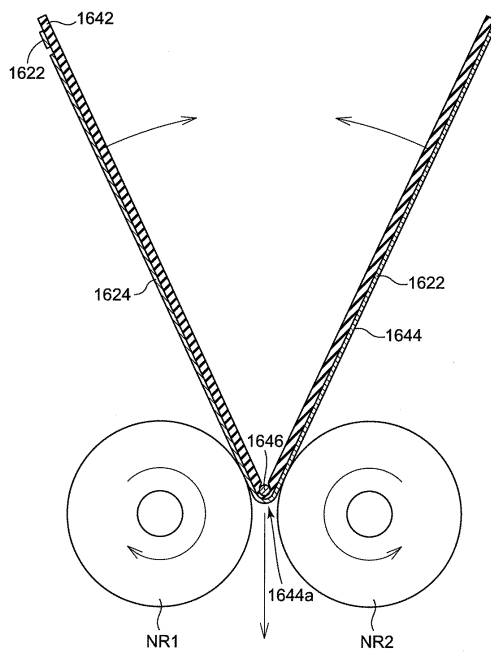
【図 29】

図29



【図 30】

図30



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-013795(JP,A)
特開2006-222873(JP,A)
特開2014-143591(JP,A)
特開2009-026044(JP,A)
特開2012-137894(JP,A)
特開2005-191705(JP,A)
国際公開第2007/029296(WO,A1)
特開2014-220739(JP,A)
国際公開第2008/096574(WO,A1)
特開2010-074809(JP,A)
特開2011-076567(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0164825(US,A1)
特開2011-009840(JP,A)
特開2004-104344(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 1/00 - 25/04
G06K 19/00 - 19/18