

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-10097

(P2021-10097A)

(43) 公開日 令和3年1月28日(2021.1.28)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO 1 Q	9/16 (2006.01)	HO 1 Q 9/16	5 J O 2 O
HO 1 Q	19/10 (2006.01)	HO 1 Q 19/10	5 J O 4 7
HO 1 Q	19/30 (2006.01)	HO 1 Q 19/30	
HO 1 Q	1/24 (2006.01)	HO 1 Q 1/24	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2019-122691 (P2019-122691)
 (22) 出願日 令和1年7月1日(2019.7.1)

(71) 出願人 593165487
 学校法人金沢工業大学
 石川県野々市市扇が丘7番1号
 (74) 代理人 100114074
 弁理士 大谷 嘉一
 (72) 発明者 牧野 滋
 石川県野々市市扇が丘7番1号 学校法人
 金沢工業大学内
 Fターム(参考) 5J020 AA03 BA06 BC09 BD03 BD04
 CA04 DA03
 5J047 AA04 AA07 AB07 FD00

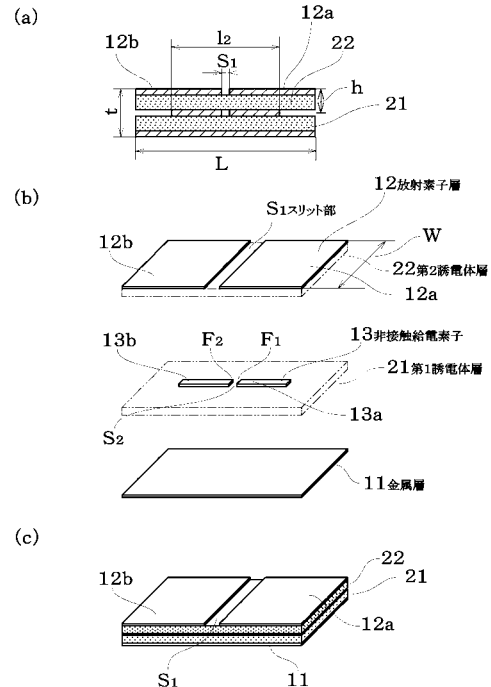
(54) 【発明の名称】 薄型アンテナ及びそれを用いた通信装置

(57) 【要約】

【課題】小型化でき、さらに薄型化を図ったアンテナの提供を目的とする。

【解決手段】金属層と、前記金属層に誘電体層を介して対向配置した放射素子層を有し、前記金属層と放射素子層との間に非接触給電素子を配置してあることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属層と、前記金属層に誘電体層を介して対向配置した放射素子層を有し、前記金属層と放射素子層との間に非接触給電素子を配置してあることを特徴とする薄型アンテナ。

【請求項 2】

前記非接触給電素子は、一对の素子からなるダイポール素子であることを特徴とする請求項 1 記載の薄型アンテナ。

【請求項 3】

前記放射素子層は、前記ダイポール素子に対応させて所定のスリット部を有する一对の放射素子からなることを特徴とする請求項 1 記載の薄型アンテナ。 10

【請求項 4】

ベース部と側壁部とからなる断面略 L 字形状の金属層と、前記ベース部に誘電体層を介して対向配置した放射素子層を有し、前記ベース部と放射素子層との間に非接触給電素子を配置したことを特徴とする請求項 1 記載の薄型アンテナ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の薄型アンテナに通信モジュールを実装してあることを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】 20

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型で薄型化を可能にしたアンテナ及びそれを用いた小型の通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

反射板付きのダイポールアンテナにあっては、インピーダンス整合をとるためにダイポールアンテナと反射板の間に 0.25 波長の間隔が必要であるために薄型化が困難であることから、本出願人はこれまでに金属膜の上に誘電体層を介して所定幅で周期的に設けたスリットを有する金属膜を形成した磁気壁基板を提案することで薄型化を達成し（特許文献 1）、さらには金属層の上に誘電体層を介して 1 つのスリットを有する一对の放射素子を配置し、さらにその上に誘電体層を介して非接触給電素子としてダイポールアンテナを配置することで、長さ方向の小型化を達成している（特許文献 2）。 30

本発明者は、さらに薄型化を図るべく精意研究した結果、本発明に至った。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 5398426 号公報

【特許文献 2】特許第 6452477 号公報

【特許文献 3】特願 2018-076866 号 40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、小型化でき、さらに薄型化を図ったアンテナの提供を目的とする。

また、このアンテナを用いることで小型化を図った通信装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る薄型アンテナは、金属層と、前記金属層に誘電体層を介して対向配置した放射素子層を有し、前記金属層と放射素子層との間に非接触給電素子を配置してあることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

本出願人が先に提案している特許文献 2 に記載の発明にあっては、金属層の上に誘導体層を介して放射素子層を形成し、さらにその上に誘電体層を介してダイポールアンテナ（ダイポール素子）からなる非接触給電素子を配置したのに対して本発明は、この非接触給電素子を金属層と放射素子層との間に配置できれば、先の放射素子層の上に誘電体層を介して配置した非接触給電素子からなる厚みの部分を薄くできるのではないかとこの着想に基づき、検討した結果、本発明に至った。

【 0 0 0 7 】

本発明において、前記非接触給電素子は、一对の素子からなるダイポール素子であり、前記放射素子層は、前記ダイポール素子に対応させて所定のスリット部を有する一对の放射素子からなる構造であってもよく、また、ベース部と側壁部とからなる断面略 L 字形状の金属層と、前記ベース部に誘電体層を介して対向配置した放射素子層を有し、前記ベース部と放射素子層との間に非接触給電素子を配置することで、本出願人が先に出願している特許文献 3 に記載の内容を取り込み、さらに薄くて小型化を図ることもできる。

また、本発明に係る薄型アンテナに通信モジュール（チップ）を実装することで小型の通信装置が得られる。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る薄型アンテナにあっては、非接触給電素子を放射素子層と金属層の間に配置したので、その分、特許文献 2 の構造よりもさらに薄型になる。

また、放射素子と非接触給電素子との間隔、あるいは金属層と非接触給電素子との間隔を調整することで、アンテナ特性の可変制御が可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】本発明に係る薄型アンテナの構造例を示す。（ a ）は断面図、（ b ）は構成部品の分解図、（ c ）は外観斜視図を示す。

【 図 2 】本発明に係る薄型アンテナと、特性を比較するために用いた特許文献 2 に記載のアンテナの断面図を示す。

【 図 3 】本発明に係る薄型アンテナと、図 2 に示した比較例のアンテナとの V S W R 特性を示す。（ I n f r e e s p a c e ）は自由空間での値を示し、（ O n m e t a l ）は導体上での値を示す。

【 図 4 】放射素子層の上側にダイポール素子を配置した比較例（ a ）に対する放射素子層と金属層との間にダイポール素子を配置した本発明（ b ）とにおいて、全体の厚みを同じにした場合の断面図、及び各寸法を示す。

【 図 5 】図 4 で示した構造の自由空間と、導体上でのインピーダンス特性及び V S W R 特性の比較を示す。

【 図 6 】図 4 で示した構造の放射パターンの比較を示す。

【 図 7 】図 4 で示した構造の放射効率曲線を示す。

【 図 8 】比較例（ a ）の第 1 誘電体層の厚みと、本発明に係る薄型アンテナ（ b ）の誘電体層の全厚みとを同じにし、この誘電体層の中間の位置にダイポール素子を配置した例を示す。

【 図 9 】図 8 に示した構造の違いによるインピーダンス特性比較、及び V S W R 特性比較を示す。

【 図 1 0 】図 8 に示した構造の違いによる放射パターンの比較を示す。

【 図 1 1 】図 8 に示した構造の違いによる放射効率曲線の比較グラフを示す。

【 図 1 2 】ダイポール素子の配置高さの相違による特性比較を調査するために用いたアンテナの断面構造を示す。第 1 誘電体層 2 1、及び第 2 誘電体層 2 2 の厚みの合計 $t = 3.12 \text{ m}$ に対して、第 1 誘電体層 2 1 の厚みを（ 1 ） $1 \times t / 8$ 、（ 2 ） $2 \times t / 8$ 、（ 3 ） $3 \times t / 8$ 、（ 4 ） $4 \times t / 8$ 、（ 5 ） $5 \times t / 8$ 、（ 6 ） $6 \times t / 8$ 、（ 7 ） $7 \times t / 8$ と変化させた場合の評価サンプルの断面図を示す。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 2 に示した各評価サンプル (1) ~ (7) のインピーダンス特性及び V S W R 特性の比較結果を示す。

【図 1 4】比較のために図 2 に示した構造において、第 1 誘電体層の厚み t' (= 3 . 1 2 mm) に対して、第 2 誘電体層の厚み h' を変化させた場合を評価するために用いた評価サンプルの断面図を示す。(1) $h' = t / 8$, (2) $h' = 2 t / 8$, (3) $h' = 3 t / 8$, (4) $h' = 4 t / 8$, (5) $h' = 5 t / 8$, (6) $h' = 6 t / 8$, (7) $h' = 7 t / 8$, (8) $h' = 8 t / 8$ である。

【図 1 5】図 1 4 に示した評価サンプルのインピーダンス特性、V S W R 特性を示す。

【図 1 6】第 1 誘電体層、及び第 2 誘電体層に比誘電率 (ϵ_r) = 4 . 4 , 誘電正接 ($\tan \delta$) = 0 . 0 2 のものを用いて特性を評価した構造例を示す。

10

【図 1 7】図 1 6 に示した構造のインピーダンス特性及び V S W R 特性を示す。

【図 1 8】図 1 6 に示した構造の薄型アンテナの放射パターンを示す。

【図 1 9】特許文献 3 に記載してある構造に本発明に係る構造を適用した例を示す。

【図 2 0】本発明に係る薄型アンテナの非接触給電素子と同一平面上、即ち第 1 誘電体層と第 2 誘電体層との間に通信モジュールを実装した構造例を示す。(a) は断面構造、(b) は外観斜視図、(c) は放射素子層の配置図、(d) は非接触給電素子 (ダイポール素子) に通信モジュールを接続した状態、(e) は金属層を示す。

【図 2 1】図 2 0 に対して、本発明に係る薄型アンテナの放射素子層の上面に通信モジュールを配置した構造例を示す。

【図 2 2】図 2 0 に対して、本発明に係る薄型アンテナの背面 (金属層の裏面) に通信モジュールを配置した構造例を示す。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る薄型アンテナの構造例を、特許文献 2 に記載の構造例を比較例として取り上げ説明する。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る薄型アンテナの構造例を図 1 に示す。

(a) は断面図、(b) に部品の構成例を示す。

金属層 1 1 の上に、第 1 誘電体層 2 1 を介して非接触給電素子 1 3 としてダイポール素子を配置してある。

30

ダイポール素子の上側には第 2 誘電体層 2 2 を介して金属板や金属膜からなる放射素子層 1 2 を有する。

非接触給電素子 1 3 は、長形状の金属層の長手方向に沿って、中央部に設けたスリット部 S_2 の両側に一对の素子 1 3 a , 1 3 b を有する例になっており、全長は l_2 である。

一对の素子 1 3 a , 1 3 b の中央部側 (スリット部側) に給電点 F_1 , F_2 を有し、この部分に図示を省略したが、背面側からスルーホール等を介して外部とそれぞれ結線されている。

本実施例では、ダイポール素子の上に第 2 誘電体層 2 2 を介して配置した放射素子層 1 2 もダイポール素子のスリット部 S_2 に対応させて、その真上にスリット部 S_1 が位置するように左右一对の放射素子 1 2 a , 1 2 b を配置した例になっている。

40

本実施例では放射素子 1 2 a , 1 2 b の形状が長方形になっているか、特許文献 2 に示すように切欠き部を有していてもよい。

本明細書では、図 1 にて薄型アンテナの左右方向の全長を L mm , 幅を W mm , ダイポール素子 1 3 の全長を l (エル) mm と表現する。

【 0 0 1 2 】

本発明に係る薄型アンテナは、非接触給電素子 1 3 を金属層 1 1 と放射素子層 1 2 との間に配置した点に特徴がある。

この点の作用、効果を検証するのに図 2 に示した金属層 1 1 1 の上に、第 1 誘電体層 1 2 1 を介して放射素子層 1 1 2 を配置し、その上に第 2 誘電体層 1 2 2 を介して、ダイポ

50

ール素子 1 1 3 を配置した構造、即ち最上部にダイポール素子を配置したアンテナを比較例として取り上げた。

本明細書では図 1 (a)、図 2 において、本発明に係る放射素子層 1 2 と金属層 1 1 との全体の厚みを t mm、放射素子層 1 2 と非接触給電素子との間隔を h mm と表現する。

一方、従来構造においては、放射素子層 1 1 2 の上方に非接触給電素子 1 1 3 を有することから $t' + h'$ が全体の厚みになるように表現する。

これらを比較した V S W R 特性を図 3 のグラフに示す。

図 3 中 (In f r e e s p a c e) は自由空間中での値を示し、(O n m e t a l) は金属上 (導体上) での測定値を示す。

図 3 のグラフから本発明に係る薄型アンテナ構造は、従来よりさらに薄型化が可能であるととも、広帯域特性も向上することが明らかになった。

【 0 0 1 3 】

次に設計上のパラメータをいろいろ変えて比較検討したので以下、説明する。

図 4 は、比較例 (a) と本発明 (b) において、全体の厚みを 3 . 2 mm 同一にし、比較例 (a) は放射素子 1 1 2 (1 1 2 a , 1 1 2 b) の上側にダイポール素子 1 1 3 (1 1 3 a , 1 1 3 b) を配置し、本発明に係る薄型アンテナ (b) は、内側にダイポール素子 1 3 (1 3 a , 1 3 b) を配置した。

第 1 誘電体層 2 1 には、比誘電率 (ϵ_r) = 2 . 5 9 , 誘電正接 ($\tan \delta$) = 0 . 0 0 2 8 の基板を用い、第 2 誘電体層 2 2 には比誘電率 (ϵ_r) = 2 . 5 3 , 誘電正接 ($\tan \delta$) = 0 . 0 0 1 8 の基板を用いた。

スリット部 S の寸法は 0 . 5 mm である。

図 5 に、そのインピーダンス特性及び V S W R 特性を示す。

図中 R はレジスタンス成分、X はリアクタンス成分を示す。

本発明に係るアンテナは、帯域が広帯域化しているのが分かる。

なお、比帯域幅は自由空間で本発明が 9 . 6 % , 比較例は 7 . 3 % であった。

また、導体上では本発明が 6 . 3 % , 比較例は 5 . 2 % であった。

図 6 に放射パターンを示し、図 7 に放射効率曲線を示すが、それらにおいては本発明と比較例とに殆ど差が認められなかった。

【 0 0 1 4 】

図 8 は、比較例 (a) の金属層 1 1 1 と放射素子層 1 1 2 との間隔 $t' = 3 . 1 2$ mm に対して、本発明に係る薄型アンテナ (b) の第 1 誘電体層の厚み 1 . 5 6 mm , 第 2 誘電体層の厚み 1 . 5 6 mm とすることで、 $t = 3 . 1 2$ mm の寸法が比較例の第 1 誘電体層の厚みとほぼ同じになるように設定した例である。

この場合のインピーダンス特性、V S W R 特性を図 9 に示し、やはり、本発明に係るアンテナ構造は薄くできるとともに広帯域化している。

なお、図 1 0 に放射パターン、図 1 1 に放射効率曲線を示すが、これらには差が殆ど無かった。

【 0 0 1 5 】

図 1 2 は全体の厚みを同一にし、第 1 誘電体層の厚みと第 2 誘電体層の厚みの比率を変えた例である。

$t = 3 . 1 2$ mm に対して、第 1 誘電層 2 1 の厚みを (1) ~ (7) まで $t / 8$ ずつ大きくし、 h の寸法を (1) ~ (7) まで $t / 8$ ずつ小さくした。

図 1 3 に、インピーダンス特性及び V S W R 特性を示す。

このことから全体の厚みを同じにしても、第 1 誘電体層と第 2 誘電体層の厚み比率を可変すると、所定の範囲にてアンテナ特性を可変制御できることが分かる。

【 0 0 1 6 】

図 1 4 は比較のために図 2 に示した比較例において、第 1 誘電体層の厚みを $t' = 3 . 1 2$ mm に設定し、第 2 誘電体層の厚み $h' =$ を $t' / 8$ ずつ (1) ~ (8) と増加させて、(8) においては $t' = h' = 3 . 1 2$ mm とした例である。

図 1 5 に、そのインピーダンスの特性変化と V S W R 特性の変化を示す。

10

20

30

40

50

グラフに示したカッコ書きの数字は図 1 4 の評価サンプル (1) ~ (8) に対応している。

図 1 2 の本発明に係る構造と図 1 4 の比較例とを相対比較すると、本発明に係る薄型アンテナの方が大きい範囲にて可変制御が可能である。

【 0 0 1 7 】

次に誘電体層の特性を変えたものを実施例 2 として評価した。

その際の設計パラメータを図 1 6 にて説明する。

全長 $L = 63.3 \text{ mm}$, 幅 $W = 30 \text{ mm}$, スリット部幅 $S = 0.5 \text{ mm}$, ダイポール素子の全長 $l_1 = 21 \text{ mm}$, 全体の厚み $t = 0.3 \text{ mm}$, $h = 0.07 \text{ mm}$, 放射素子 1 2 a , 1 2 b のグリット幅 $g = 31.4 \text{ mm}$ 、よって放射素子の長さ 31.4 mm は幅 $W = 30 \text{ mm}$ よりも長くなっている。

10

第 1 及び第 2 誘電体層は、比誘電率 $r = 4.4$, 誘電正接 $\tan \delta = 0.02$ と、先の実施例 1 よりも値の大きい基板を採用した。

図 1 7 に、インピーダンス特性及び V S W R 特性のグラフを示す。

放射パターンを図 1 8 に示す。

グラフ中、 f は自由空間、 m は金属上を示す。

図 1 7 のグラフから自由空間における値は、中心周波数 2.45 GHz , $V S W R = 3$ 以下の帯域幅は $2.41 \sim 2.50 \text{ GHz}$ となり、比帯域幅は 3.27% であった。

金属上 (導体上) における値は、中心周波数 2.46 GHz , 帯域幅 $2.42 \sim 2.49 \text{ GHz}$, 比帯域幅 2.85% であった。

20

正面利得は自由空間で 1.12 dBi , 金属上にて 0.85 dBi であった。

これらのことから、誘電正接 $\tan \delta = 0.02$ と実施例 1 よりも 1 桁大きいものを使用すると多少利得は低下するものの、厚みが約 0.3 mm とさらに薄くなることが明らかになった。

【 0 0 1 8 】

図 1 9 に実施例 3 として、特許文献 3 の構造に本発明に係る構造を適用した例を示す。

本実施例は金属層をベース部 1 1 A と、このベース部 1 1 A から立設した側壁部 1 1 B とからなる断面 L 字形状にした例になっている。

このようにすると、側壁部 1 1 B が鏡像壁層として作用し、一枚の放射素子 1 2 A を、この側壁部 1 1 B との間に所定のスリット部 S を形成させて配置することで、実施例 1 , 2 に対して長さが約半分に小型化できる。

30

この場合に、非接触給電素子 1 3 A はベース部 1 1 A と放射素子 1 2 A との間に誘電体層を介して配置される。

非接触給電素子 1 3 A と側壁部 1 1 B にはスルーホール等を形成し、リード線 1 を用いて、1 a , 1 b の給電点に結線される。

【 0 0 1 9 】

図 2 0 に、本発明に係る薄型アンテナに通信モジュール (チップ) 3 0 を実装した例を模式的に示す。

図 2 0 に示した実施例は、金属層 1 1 と放射素子層 1 2 (1 2 a , 1 2 b) の間に設けた非接触給電素子 1 3 (1 3 a , 1 3 b) と平面的に通信モジュール 3 0 を実装した例である。

40

従って、通信モジュール 3 0 も第 1 誘電体層 2 1 と第 2 誘電体層 2 2 との間に位置し、ダイポール素子 1 3 a , 1 3 b の給電点 F_1 , F_2 に回路パターン又はリード線 (3 1 , 3 2) 等にて直接結線される。

通信モジュール (チップ) にパッシグ型のものを用いることで、薄くて小型の通信装置となる。

【 0 0 2 0 】

図 2 0 が非接触給電素子 (ダイポール素子) に通信モジュール 3 0 を直接的に実装した例を示したが、図 2 1 は薄型アンテナの背面 (金属層 1 1 の裏面) に通信モジュール 3 0 を実装し、スルーホール等を介してダイポール素子に給電する構造例を示す。

50

このようにすると、通信モジュールの駆動や制御に必要な回路部品も金属層の背面に実装できる。

図22は、薄型アンテナの上面（放射素子層の上面）に通信モジュール30を実装し、スルーホール等を介してダイポール素子（13a, 13b）と電気接続（31, 32）する例になっている。

この場合に、通信モジュール30に必要な回路や部品を放射素子層12の上面に実装することになる。

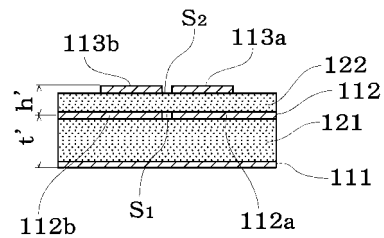
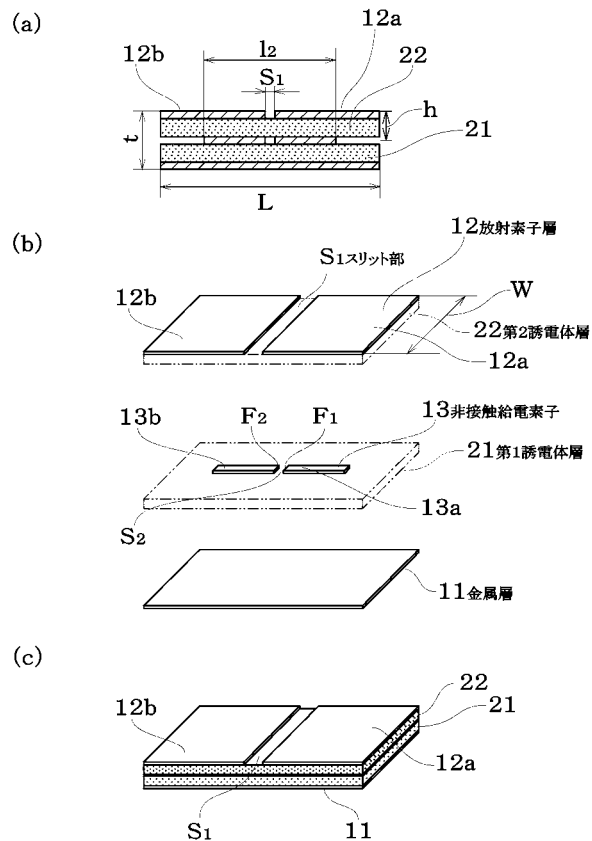
【符号の説明】

【0021】

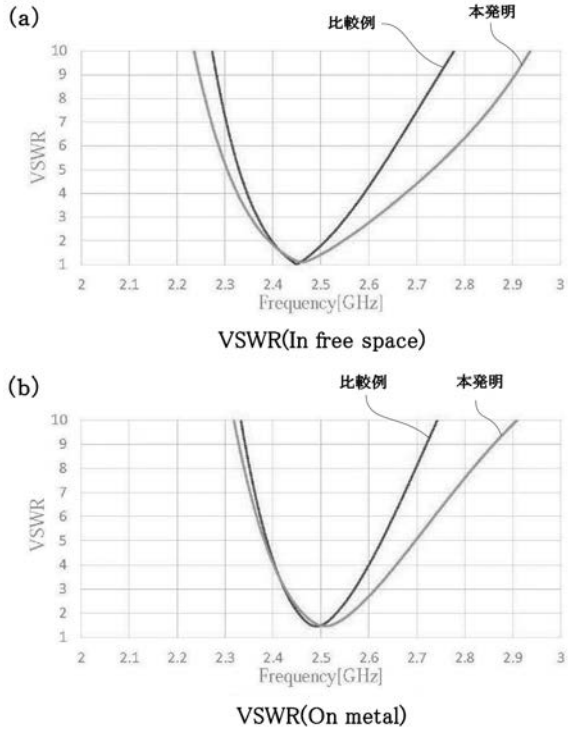
- 11 金属層
- 12 放射素子層
- 13 非接触給電素子
- 21 第1誘電体層
- 22 第2誘電体層
- S₁ スリット部

【図1】

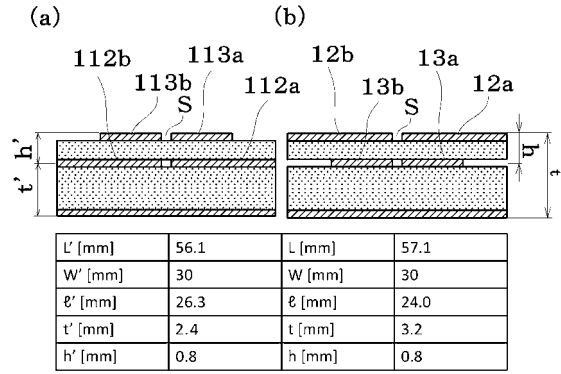
【図2】



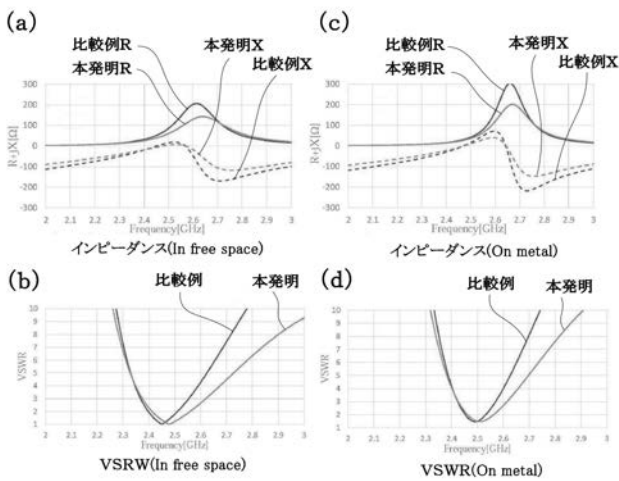
【 図 3 】



【 図 4 】

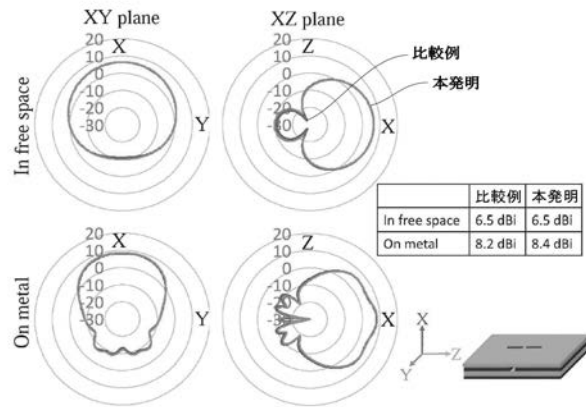


【 図 5 】

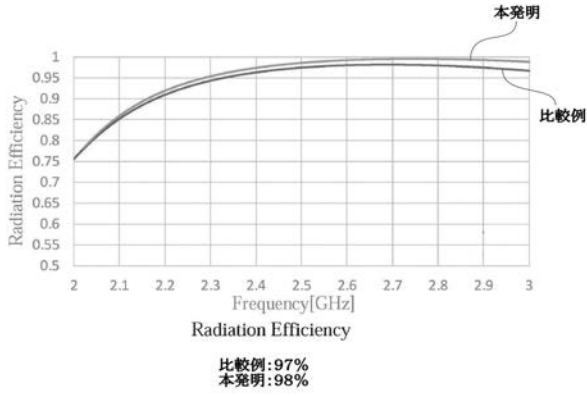


	比較例	本発明
In free space	7.3 %	9.6 %
On metal	5.2 %	6.3 %

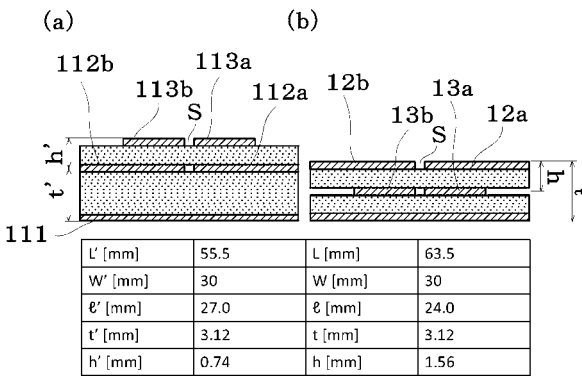
【 図 6 】



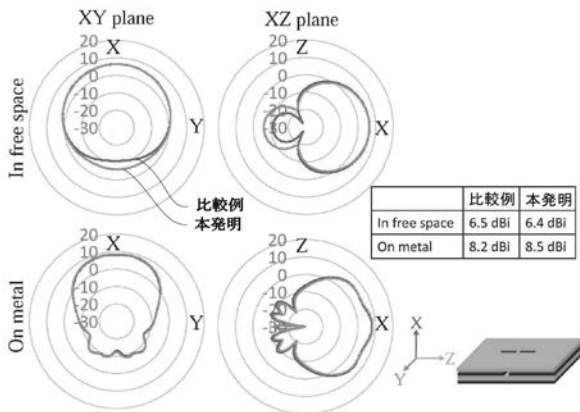
【 図 7 】



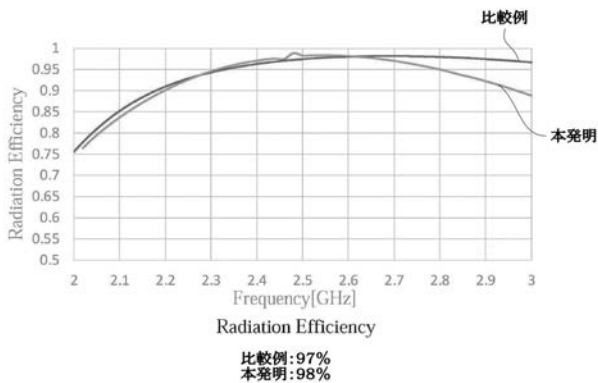
【 図 8 】



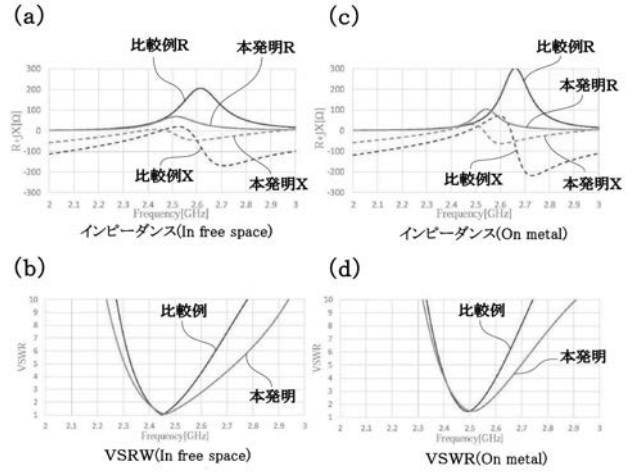
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

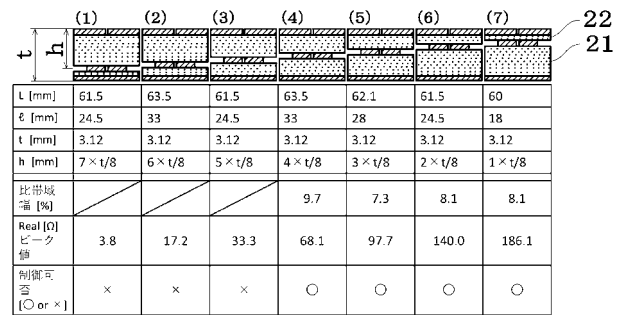


【 図 9 】

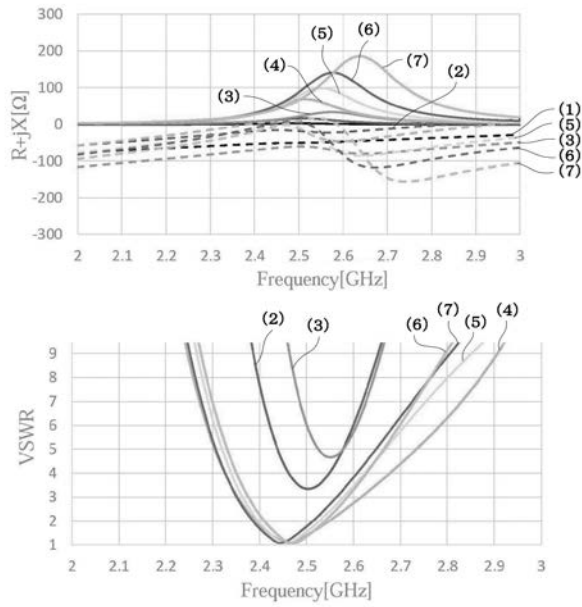


	比較例	本発明
In free space	7.3 %	9.7 %
On metal	5.2 %	6.4 %

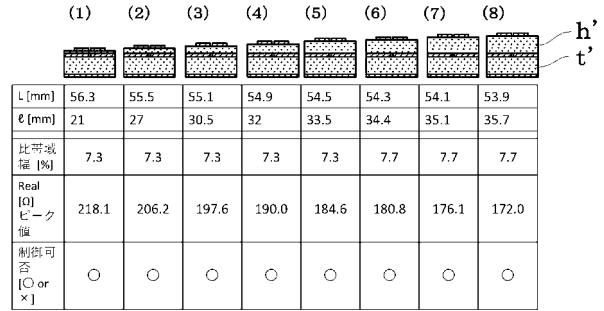
【 図 1 2 】



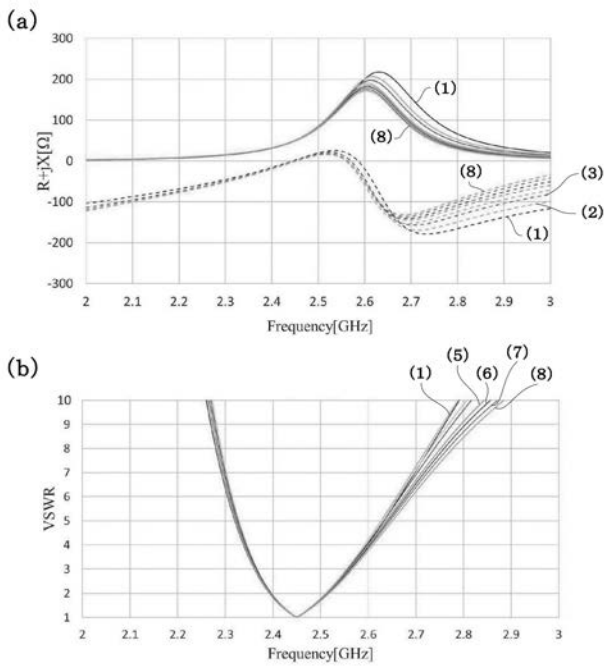
【 図 1 3 】



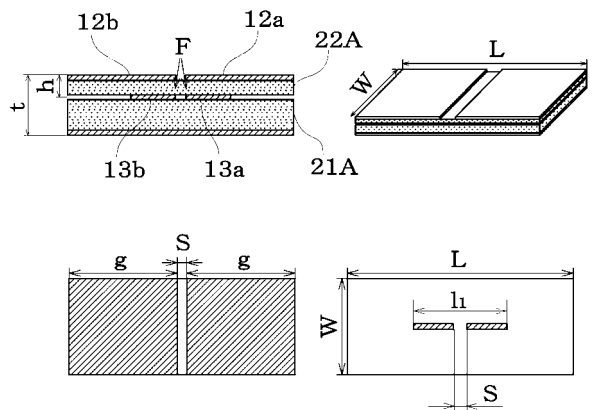
【 図 1 4 】



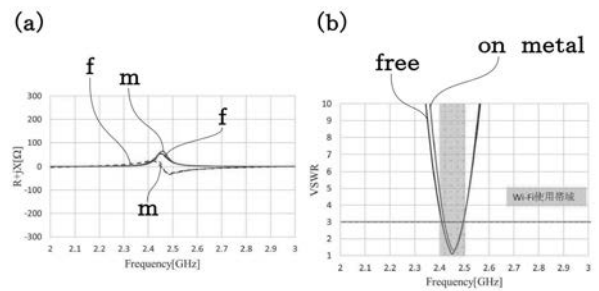
【 図 1 5 】



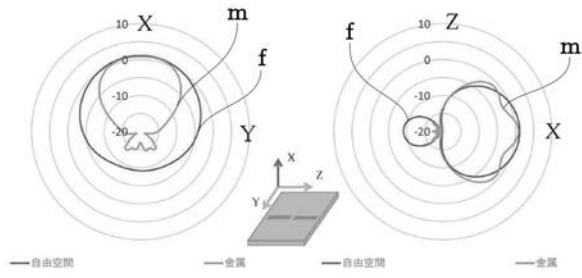
【 図 1 6 】



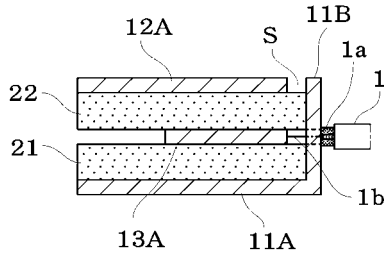
【 図 1 7 】



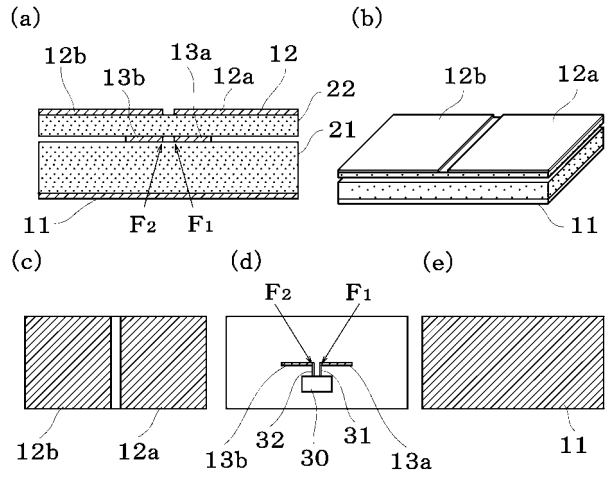
【 図 1 8 】



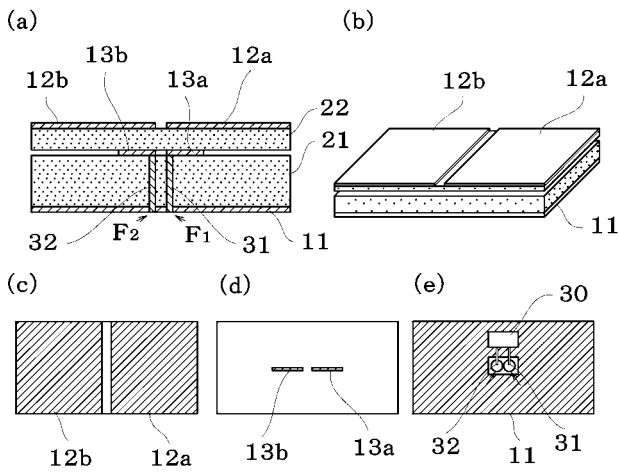
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

