

(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2017-192029

(P2017-192029A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
H O 1 Q	1/24	(2006.01)	H O 1 Q	1/24	C	5 J O 4 6
H O 1 Q	7/00	(2006.01)	H O 1 Q	7/00		5 J O 4 7
H O 1 Q	1/38	(2006.01)	H O 1 Q	1/38		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2016-80489 (P2016-80489)	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成28年4月13日 (2016. 4. 13)		富士通株式会社
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100192636
			弁理士 加藤 隆夫
		(72) 発明者	甲斐 学
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		Fターム(参考)	5J046 AA02 AB11 PA03 PA09
			5J047 AA02 AB11 FC01 FC03

(54) 【発明の名称】 R F I Dタグ、及び、高周波回路

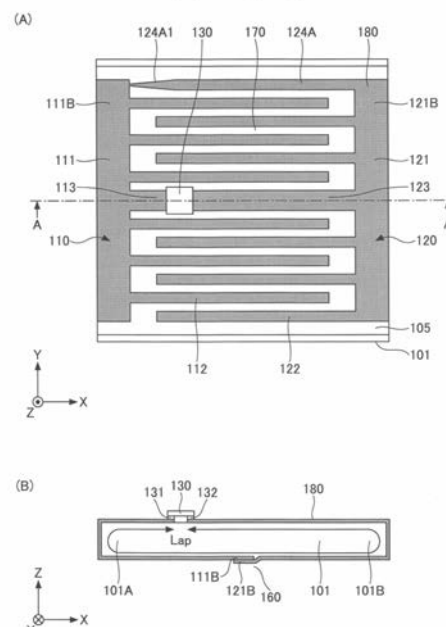
(57) 【要約】

【課題】良好な動作が可能なR F I Dタグを提供する。

【解決手段】R F I Dタグは、エッチング処理で形成された第1及び第2アンテナエレメントを有するループアンテナを含み、第1アンテナエレメントは第1基部から第1配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第1突出部を備え、第2アンテナエレメントは、第2基部から第2配線部に沿って櫛歯状に突出し、複数の第1突出部と入れ子状に配置される複数の第2突出部を備え、第2アンテナエレメントは、第1及び第2突出部に沿って配置され、第1基部と第2基部とが接続されるようにエッチング処理によって形成された線状の接続部であって、第1基部と第2基部との間で直列に配設される第1接続部と第2接続部とを有し、第1接続部が第2接続部よりも細い接続部と、エッチング処理によって接続部が分断されたことによって第2基部から突出するように形成された第3突出部とのいずれか一方をさらに備える。

【選択図】 図4

ベース部101、シート部105、アンテナエレメント110、120、ICチップ130を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘電体製で板状のベース部と、
前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 アンテナエレメント及び第 2 アンテナエレメントを有し、エッチング処理で形成されたループアンテナと、
前記ループアンテナに直列に挿入され、第 1 電極及び第 2 電極を有する I C チップとを含み、
前記第 1 アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、
前記第 1 基部から突出し、前記第 1 電極に接続される第 1 配線部と、
前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部とを備え、
前記第 2 アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、
前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、前記第 2 電極に接続される第 2 配線部と、
前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部とを備え、
前記第 2 アンテナエレメントは、
前記第 1 突出部及び前記第 2 突出部に沿って配置され、前記第 1 基部と前記第 2 基部とが接続されるように前記エッチング処理によって形成された線状の接続部であって、前記第 1 基部と前記第 2 基部との間で直列に配設される第 1 接続部と第 2 接続部とを有し、前記第 1 接続部の線幅が、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、接続部と、
前記エッチング処理によって前記接続部が分断されたことによって形成された第 3 突出部であって、前記複数の第 2 突出部に沿って前記第 2 基部から突出する第 3 突出部とのいずれか一方をさらに備える、R F I D タグ。

【請求項 2】

誘電体製で板状のベース部と、
前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 アンテナエレメント及び第 2 アンテナエレメントを有するループアンテナと、
前記ループアンテナに直列に挿入され、第 1 電極及び第 2 電極を有する I C チップとを含み、
前記第 1 アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、
前記第 1 基部から突出し、前記第 1 電極に接続される第 1 配線部と、
前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部とを備え、
前記第 2 アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、
前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、前記第 2 電極に接続される第 2 配線部と、
前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と、
前記第 1 突出部及び前記第 2 突出部に沿って配置され、前記第 1 基部と前記第 2 基部とを接続する線状の接続部であって、前記第 1 基部と前記第 2 基部との間で直列に配設される第 1 接続部と第 2 接続部とを有し、前記第 1 接続部の線幅は、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、接続部とを備える、R F I D タグ。

【請求項 3】

前記第 1 接続部は、平面視で前記第 2 接続部の線幅よりも狭くなるテーパ形状を有する、請求項 1 又は 2 記載の R F I D タグ。

【請求項 4】

前記第 1 接続部は、前記第 1 基部に接続される側に位置し、前記第 2 接続部は、前記第 2 基部に接続される側に位置する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

【請求項 5】

前記接続部は、平面視で前記複数の第 2 突出部のうち最も外側に位置する第 2 突出部の隣に配置される、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

【請求項 6】

前記第 2 アンテナエレメントは、複数の前記接続部を備え、前記複数の接続部の前記第 1 接続部の線幅は、互いに異なり、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

10

【請求項 7】

前記複数の接続部は、前記第 1 接続部の線幅が太い接続部ほど、平面視で前記複数の接続部のうちの外側に配置され、前記第 1 接続部の線幅が細い接続部ほど、平面視で前記複数の接続部のうちの内側に配置される、請求項 6 記載の R F I D タグ。

【請求項 8】

誘電体製で板状のベース部と、

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 アンテナエレメント及び第 2 アンテナエレメントを有するループアンテナと、

20

前記ループアンテナに直列に挿入され、第 1 電極及び第 2 電極を有する I C チップとを含み、

前記第 1 アンテナエレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、

前記第 1 基部から突出し、前記第 1 電極に接続される第 1 配線部と、

前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部とを備え、

前記第 2 アンテナエレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、

前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、前記第 2 電極に接続される第 2 配線部と、

30

前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と

を備え、前記複数の第 2 突出部のうちの少なくとも 1 つの先端の前記突出する方向に対する幅は、前記第 2 基部から突出する部分の幅よりも狭い、R F I D タグ。

【請求項 9】

前記複数の第 1 突出部と、前記複数の第 2 突出部とは、インターデジタル部を構築する、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

【請求項 10】

誘電体製で板状のベース部と、

40

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 エレメント及び第 2 エレメントを有し、エッチング処理で形成されたループエレメントと

を含み、

前記第 1 エレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、

前記第 1 基部から突出し、先端に第 1 端子を備える第 1 配線部と、

前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部とを備え、

前記第 2 エレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、

50

前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、先端に第 2 端子を備える第 2 配線部と、

前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と

を備え、

前記第 2 エレメントは、

前記第 1 突出部及び前記第 2 突出部に沿って配置され、前記第 1 基部と前記第 2 基部とが接続されるように前記エッチング処理によって形成された線状の接続部であって、前記第 1 基部と前記第 2 基部との間で直列に配設される第 1 接続部と第 2 接続部とを有し、前記第 1 接続部の線幅は、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、接続部と、

前記エッチング処理によって前記接続部が分断されたことによって形成された第 3 突出部であって、前記複数の第 2 突出部に沿って前記第 2 基部から突出する第 3 突出部とのいずれか一方をさらに備える、高周波回路。

【請求項 11】

誘電体製で板状のベース部と、

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 エレメント及び第 2 エレメントを有するループエレメントと

を含み、

前記第 1 エレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、

前記第 1 基部から突出し、先端に第 1 端子を備える第 1 配線部と、

前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部と

を備え、

前記第 2 エレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、

前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、先端に第 2 端子を備える第 2 配線部と、

前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と、

前記第 1 突出部及び前記第 2 突出部に沿って配置され、前記第 1 基部と前記第 2 基部とを接続する線状の接続部であって、前記第 1 基部と前記第 2 基部との間で直列に配設される第 1 接続部と第 2 接続部とを有し、前記第 1 接続部の線幅は、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、接続部と

を備える、高周波回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、RFID タグ、及び、高周波回路に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、プリント基板の表面または内層面に形成されたパターンコイルと、前記パターンコイルに並列接続または直列接続され前記プリント基板の表面または内層面に形成され複数の小面積パターンで構成されたパターンコンデンサから成る共振器がある（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2002-198763 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0004】

従来の共振器は、パターンコンデンサの容量の増減が相殺してLC積が一定となるようにパターンコイルおよびパターンコンデンサの大きさを選ぶことができると記載されているが、LC積を一定にすることは、実際には非常に困難である。

【0005】

また、エッチング処理でパターンコイルとパターンコンデンサを形成すると、エッチンググレートのばらつきにより、LC積が一定にならず、実際には、共振周波数は変動するおそれがある。

【0006】

このため、従来の共振回路は、エッチンググレートのばらつきが大きくなればなるほど、共振周波数のずれが大きくなり、良好な動作を行えなくなるおそれがあるという課題がある。

10

【0007】

そこで、良好な動作が可能なRFIDタグ、及び、高周波回路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】

【0008】

本発明の実施の形態のRFIDタグは、誘電体製で板状のベース部と、前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第1アンテナエレメント及び第2アンテナエレメントを有し、エッチング処理で形成されたループアンテナと、前記ループアンテナに直列に挿入され、第1電極及び第2電極を有するICチップとを含み、前記第1アンテナエレメントは、前記ベース部の外周に沿って配設される第1基部と、前記第1基部から突出し、前記第1電極に接続される第1配線部と、前記第1基部から前記第1配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第1突出部とを備え、前記第2アンテナエレメントは、前記ベース部の外周に沿って配設される第2基部と、前記第2基部から前記第1端子に向かって突出し、前記第2電極に接続される第2配線部と、前記第2基部から前記第2配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第1突出部と入れ子状に配置される複数の第2突出部とを備え、前記第2アンテナエレメントは、前記第1突出部及び前記第2突出部に沿って配置され、前記第1基部と前記第2基部とが接続されるように前記エッチング処理によって形成された線状の接続部であって、前記第1基部と前記第2基部との間で直列に配設される第1接続部と第2接続部とを有し、前記第1接続部の線幅は、前記第2接続部の線幅よりも狭い、接続部と、前記エッチング処理によって前記接続部が分断されたことによって形成された第3突出部であって、前記複数の第2突出部に沿って前記第2基部から突出する第3突出部とのいずれか一方をさらに備える。

20

30

【発明の効果】

【0009】

良好な動作が可能なRFIDタグ、及び、高周波回路を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1のRFIDタグ100を示す図である。

40

【図2】図1に示すRFIDタグ100からカバー部140を取り除いた構成を示す図である。

【図3】図1に示すRFIDタグ100からICチップ130とカバー部140を取り除いた構成を示す図である。

【図4】ベース部101、シート部105、アンテナエレメント110、120、ICチップ130を示す図である。

【図5】インレイ150を示す図である。

【図6】図5に示すインレイ150からICチップ130を取り除いた素子150Aを示す図である。

【図7】RFIDタグ100の等価回路を示す図である。

50

【図 8】テーパ部 124A1 がエレメント 111 と分断された R F I D タグ 100 を示す図である。

【図 9】テーパ部 124A1 がエレメント 111 から分断された直後の R F I D タグ 100 の等価回路を示す図である。

【図 10】R F I D タグ 100 の読み取り距離の周波数特性を示す図である。

【図 11】エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図である。

【図 12】R F I D タグ 100 のシミュレーションモデルを示す図である。

【図 13】読み取り距離の共振周波数特性のシミュレーション結果を示す図である。

【図 14】エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図である。

【図 15】実施の形態の変形例によるインレイ 150B を示す図である。

10

【図 16】インレイ 150B を用いた R F I D タグ 100 におけるエッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図である。

【図 17】高周波回路 200 を示す図である。

【図 18】高周波回路 200 の実装例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の R F I D タグ、及び、高周波回路を適用した実施の形態について説明する。

【0012】

＜実施の形態＞

20

図 1 は、実施の形態 1 の R F I D タグ 100 を示す図である。

【0013】

実施の形態 1 の R F I D タグ 100 は、ベース部 101、シート部 105、アンテナエレメント 110、120、I C チップ 130、及びカバー部 140 を含む。

【0014】

以下、R F I D タグ 100 の構成を説明するにあたり、図 1 に加えて図 2 乃至図 6 を用いる。図 1 乃至図 6 では、共通の X Y Z 座標系を定義する。

【0015】

図 2 は、図 1 に示す R F I D タグ 100 からカバー部 140 を取り除いた構成を示す図である。図 3 は、図 1 に示す R F I D タグ 100 から I C チップ 130 とカバー部 140 を取り除いた構成を示す図である。図 4 は、ベース部 101、シート部 105、アンテナエレメント 110、120、I C チップ 130 を示す図である。図 4 (A) は、R F I D タグ 100 からカバー部 140 を取り除いた構成を示し、図 4 (B) は、図 4 (A) の A-A 矢視断面を示す。図 5 は、インレイ 150 を示す図である。図 6 は、図 5 に示すインレイ 150 から I C チップ 130 を取り除いた素子 150A を示す図である。素子 150A は、アンテナ装置として取り扱うことができる。

30

【0016】

なお、インレイ 150 は、シート部 105、アンテナエレメント 110、120、及び I C チップ 130 によって構築される。

【0017】

40

以下では、図 1 乃至図 3 を用いて、R F I D タグ 100 の全体構成を示す。図 1 乃至図 3 では、内部構成を分かり易くするために、透過的に示している。また、アンテナエレメント 110、120、I C チップ 130、インレイ 150 等の詳細な構成は、図 4 乃至図 6 を用いて説明する。

【0018】

また、薄板状の R F I D タグ 100 の I C チップ 130 が実装される面を上面と称し、上面とは反対側の面を底面と称す。底面は、接着剤等を用いて、R F I D タグ 100 を金属製の物体又は非金属製の物体等に貼り付ける貼付面である。

【0019】

また、以下では、一例として、共振周波数が 892MHz の R F I D タグ 100 につい

50

て説明する。すなわち、実施の形態 1 の R F I D タグ 1 0 0 は、共振周波数が 8 9 2 M H z になるように、各部の寸法、インダクタンス、及び静電容量等が最適化されている。共振周波数を 8 9 2 M H z 以外の周波数にする場合は、各部の寸法、インダクタンス、及び静電容量等を所望の共振周波数に合わせて最適化すればよい。

【0020】

ベース部 1 0 1 は、図 1 乃至図 4 に示すように、薄板状（直方体状）の部材である。ベース部 1 0 1 は、誘電体製であればよく、例えば、A B S 樹脂、P E T (Polyethylene terephthalate) 樹脂、ポリカーボネイト樹脂、P V C (polyvinyl chloride) 樹脂等で作製することができる。

【0021】

ベース部 1 0 1 には、図 1 に示すように、インレイ 1 5 0（図 5 参照）が X 軸方向に巻回される。ベース部 1 0 1 は、X 軸方向の長さが約 3 1 m m、Y 軸方向の幅が約 2 3 m m、Z 軸方向の厚さが約 1. 2 m m である。

【0022】

ここでは、ベース部 1 0 1 の X 軸方向の両端を端部 1 0 1 A、1 0 1 B と称す。

【0023】

シート部 1 0 5 は、図 5 に示すように、平面視で長方形のフィルムであり、一方の面にアンテナエレメント 1 1 0 及び 1 2 0 が形成される。シート部 1 0 5 は、シート部材の一例である。シート部 1 0 5 は、例えば、P E T フィルム又は P E T 樹脂又は紙製のフィルム状の部材である。

【0024】

シート部 1 0 5 は、一方の面にアンテナエレメント 1 1 0 及び 1 2 0 が形成され、さらに I C チップ 1 3 0 が実装された状態で、ベース部 1 0 1 に巻き付けた状態で接着される。すなわち、シート部 1 0 5 は、インレイ 1 5 0（図 6 参照）が完成し、I C チップ 1 3 0 が実装された状態で、シート部 1 0 5 に巻き付けられて接着される。

【0025】

アンテナエレメント 1 1 0 は、図 5 及び図 6 に示すように、シート部 1 0 5 の一方の面の長手方向（X 軸方向）における約半分の領域内に形成されている。アンテナエレメント 1 1 0 は、第 1 アンテナエレメントの一例である。

【0026】

アンテナエレメント 1 1 0 は、エレメント 1 1 1、突出部 1 1 2、及び配線部 1 1 3 を有する。アンテナエレメント 1 1 0 は、アンテナエレメント 1 2 0 とループアンテナ 1 8 0 を構築する。ループアンテナ 1 8 0 は、ベース部 1 0 1 を X 軸方向に巻くように設けられる。ループアンテナ 1 8 0 の X 軸方向の長さは約 3 1 m m、Y 軸方向の幅は約 2 1 m m、Z 軸方向の高さは約 1. 2 m m である。

【0027】

アンテナエレメント 1 1 0 は、金属製であればよく、アルミニウム又は銅等であってもよい。アンテナエレメント 1 1 0 は、例えば、アンテナエレメント 1 2 0 とともに、ウェットエッチング処理によって作製することができる。シート部 1 0 5 の一方の表面に銅箔等の金属箔を設け、ウェットエッチング処理を行うことにより、アンテナエレメント 1 1 0 及び 1 2 0 をパターンニングすることができる。

【0028】

ウェットエッチング処理を行う前に、金属箔の上に形成されるレジストにフォトリソグラフィで露光を行う際に用いるマスクは、アンテナエレメント 1 1 0 及び 1 2 0 の形状に合わせて開口されている。

【0029】

エレメント 1 1 1 は、平面視で矩形状の放射部であり、X 軸正方向側の端部 1 1 1 A に突出部 1 1 2 及び配線部 1 1 3 と、後述するアンテナエレメント 1 2 0 の接続部 1 2 4 A の先端のテーパ部 1 2 4 A 1 とが接続され、端部 1 1 1 A の反対側に端部 1 1 1 B を有する。エレメント 1 1 1 は、第 1 基部の一例である。

10

20

30

40

50

【0030】

エレメント111は、ベース部101の上面側に位置する端部111Aから、ベース部101の底面側に位置する端部111Bにかけて設けられており、ベース部101の端部101Aにおいて折り曲げられている。

【0031】

端部111Bは、図4(B)に示すように、インレイ150がベース部101に巻回された状態で、ベース部101の底面側で、後述するエレメント121の端部121Bと重ね合わされている。

【0032】

端部111Bと端部121Bが平面視で重複する部分は、重複部160を構築している。重複部160において、端部111Bと端部121Bとは、シート部105によって絶縁されている。

10

【0033】

突出部112は、図4乃至図6に示すように、エレメント111の端部111AからX軸正方向に突出するように伸延している。突出部112は、配線部113よりもY軸正方向側に3本、配線部113よりもY軸負方向側に3本設けられている。6本の突出部112のX軸方向の長さは、すべて等しい。突出部112は、第1突出部の一例である。なお、図1乃至図3は、後述するシミュレーションモデルをベースにして示してあるため、突出部112は12本設けられている。

【0034】

6本の突出部112の幅(Y軸方向の幅)は、互いに等しく、それぞれ、エレメント111に接続される側から、X軸正方向側の先端まで均一な幅(Y軸方向の幅)を有する。突出部112は、アンテナエレメント120の突出部122と平面視で入れ子式に配置されている。

20

【0035】

突出部112、配線部113、突出部122、配線部123は、インターデジタル部170を構築する。インターデジタル部170は、所定の静電容量を有するキャパシタとして機能する。インターデジタル部170は、アンテナエレメント110及び120が構築するループアンテナ180に対して並列に接続されるキャパシタとして取り扱うことができる。

30

【0036】

なお、突出部112、配線部113、突出部122、配線部123のX軸方向の長さ、Y軸方向の幅、Z軸方向の高さ、X軸方向の間隔、及びY軸方向の間隔等の各寸法は、インターデジタル部170の静電容量を所望の値に設定するために最適な値に設定すればよい。

【0037】

配線部113は、エレメント111の端部111AからX軸正方向に突出するように伸延している。配線部113は、第1配線部の一例である。配線部113の幅(Y軸方向の幅)は、エレメント111に接続される側から、X軸正方向側の先端まで均一である。配線部113の幅は、一例として、突出部112の幅の約2倍である。

40

【0038】

R F I Dタグ100の通信時に、配線部113には電流が流れるため、配線部113の抵抗値を小さくするために、配線部113の幅を太くすることが好ましい。このため、実施の形態1のR F I Dタグ100では、配線部113の幅を突出部112よりも太くしている。配線部113の幅は、I Cチップ130を介して接続される配線部123の幅と等しい。

【0039】

配線部113は、3本の突出部112と3本の突出部112との間に位置する。配線部113は、先端に端子113Aを有し、端子113AにはI Cチップ130が接続される。配線部113は、一例として、アンテナエレメント120のX軸に平行な中心軸上に配

50

置されている。

【0040】

配線部113は、ICチップ130を接続する前の状態では、図6に示すように、配線部123の先端の端子123Aとの間に、X軸方向に間隔を空けて形成されている。端子113Aには、ICチップ130の2つの端子のうちの一方がはんだ等によって接続される。ここでは、一例として、配線部113が配線部123よりも短く、ICチップ130が図4における平面視でX軸負方向側にオフセットしている形態について説明するが、配線部113が配線部123よりも長くてもよく、長さが等しくてもよい。ICチップ130のX軸方向における位置は、配線部113と配線部123の長さに応じて決められる。

【0041】

また、アンテナエレメント120の接続部124Aの先端のテーパ部124A1は、Y軸方向において最も正方向側に位置する突出部112のY軸正方向側に設けられている。接続部124A及びテーパ部124A1については、後述する。

【0042】

アンテナエレメント120は、図5及び図6に示すように、シート部105の一方の面の長手方向における約半分の領域内に形成されている。アンテナエレメント120は、第2アンテナエレメントの一例である。

【0043】

アンテナエレメント120は、エレメント121、突出部122、配線部123、及び接続部124Aを有する。アンテナエレメント120は、アンテナエレメント120とループアンテナ180を構築する。

【0044】

アンテナエレメント120は、金属製であればよく、アルミニウム又は銅等であってもよい。アンテナエレメント120は、例えば、アンテナエレメント110とともに、ウェットエッチング処理によって作製することができる。シート部105の一方の表面に銅箔等の金属箔を設け、ウェットエッチング処理を行うことにより、アンテナエレメント110及び120をパターンニングすることができる。

【0045】

エレメント121は、平面視で矩形状の放射部であり、X軸負方向側の端部121Aに突出部122、配線部123、及び接続部124Aが接続され、端部121Aの反対側に端部121Bを有する。エレメント121は、第2基部の一例である。

【0046】

エレメント121は、ベース部101の上面側に位置する端部121Aから、ベース部101の底面側に位置する端部121Bにかけて設けられており、ベース部101の端部101B側において折り曲げられている。

【0047】

エレメント121は、端部121Bにおいて、エレメント111と重ね合わされている。

【0048】

端部121Bは、図4(B)に示すように、インレイ150がベース部101に巻回された状態で、ベース部101の底面側で、エレメント111の端部111Bと重ね合わされている。

【0049】

端部121Bと端部111Bが平面視で重複する部分は、重複部160を構築し、重複部160において、端部121Bと端部111Bとは、シート部105によって絶縁されている。

【0050】

突出部122は、図4乃至図6に示すように、エレメント121の端部121AからX軸負方向に突出するように伸延している。突出部122は、配線部123よりもY軸正方向側に2本、配線部123よりもY軸負方向側に3本設けられている。5本の突出部12

10

20

30

40

50

2のX軸方向の長さは、すべて等しい。突出部122は、第2突出部の一例である。なお、図1乃至図3は、後述するシミュレーションモデルをベースにして示してあるため、突出部122は11本設けられている。

【0051】

5本の突出部122の幅(Y軸方向の幅)は等しく、それぞれ、エレメント121に接続される側から、X軸負方向側の先端まで均一な幅(Y軸方向の幅)を有する。突出部122の幅は、突出部112の幅と等しい。5本の突出部122は、6本の突出部112と平面視で入れ子式に配置されている。

【0052】

配線部123は、エレメント121の端部121AからX軸負方向に突出するように伸延している。配線部123は、第2配線部の一例である。

10

【0053】

配線部123の幅(Y軸方向の幅)は、エレメント121に接続される側から、X軸負方向側の先端まで均一である。配線部123の幅は、配線部113の幅と等しく、突出部122の幅の約2倍である。

【0054】

R F I Dタグ100の通信時に、配線部123には電流が流れるため、配線部123の抵抗値を小さくするために、配線部123の幅を太くすることが好ましい。このため、実施の形態1のR F I Dタグ100では、配線部123の幅を突出部122よりも太くしている。

20

【0055】

配線部123は、Y軸正方向側の2本の突出部122と、Y軸負方向側の3本の突出部122との間に位置している。配線部123の先端には、端子123Aが設けられている。端子123Aには図1に示すようにI Cチップ130が接続される。配線部123は、一例として、アンテナエレメント120のX軸に平行な中心軸上に配置されている。

【0056】

配線部123は、I Cチップ130を接続する前の状態では、図6に示すように、配線部113の先端の端子113Aとの間に、X軸方向に間隔を空けて形成されている。端子123Aには、I Cチップ130の2つの端子のうちの他方がはんだ等によって接続される。

30

【0057】

このような配線部123は、突出部122、突出部112、及び配線部113とともに、インターデジタル部170を構築する。

【0058】

接続部124Aは、Y軸方向において最も正方向側に配置される突出部122のY軸正方向側において、Y軸方向において最も正方向側に配置される突出部112よりもY軸正方向側に配置される。

【0059】

接続部124Aは、エレメント121の端部121AからX軸負方向に突出するように伸延しており、先端にテーパ部124A1を有する。テーパ部124A1は、X軸正方向側の端部におけるY軸方向の幅が、テーパ部124A1以外の接続部124Aの幅と等しく、X軸負方向側の先端に向かって、Y軸方向の幅が狭くなるテーパ状の形状を有する。テーパ部124A1のX軸負方向側の先端は、アンテナエレメント110のエレメント111に接続されている。

40

【0060】

アンテナエレメント110及び120を、ウェットエッチング処理によってパターニングする場合に、エッチング量が多くなると、突出部112、配線部113、5本の突出部122、配線部123、及び接続部124Aの幅が細くなる。突出部112、配線部113、5本の突出部122、配線部123、及び接続部124Aの幅が細くなると、インターデジタル部170の静電容量値が小さくなる。

50

【0061】

インターデジタル部170の静電容量値が小さくなると、RFIDタグ100の共振周波数が高周波数側にシフトする。RFIDタグ100が利用可能な周波数帯域は、利用する国毎又は地域毎に決められているため、RFIDタグ100の共振周波数が決められた周波数帯域から外れてしまうと、利用できなくなるおそれがある。

【0062】

そこで、RFIDタグ100は、テーパ部124A1を有する接続部124Aを設けている。テーパ部124A1は、エッチング量が、設計値と設計値に所定の許容値を加えた値との間の所定の範囲内にあるときには、アンテナエレメント110のエレメント111に接続され、エッチング量が設計値に所定の許容値を加えた値を超えると、先端がエレメント111から分断されるようになっている。

10

【0063】

なお、エッチング量とは、エッチングレートと、エッチング処理を行う時間とによって決まる、金属箔等を除去する量である。また、エッチング量の設計値とは、アンテナエレメント110及び120の設計値を実現するエッチング量であり、アンテナエレメント110及び120の設計値とは、ここでは一例として、RFIDタグ100が設計上の理想的な形状のテーパ部124A1を有する接続部124Aを含む値をいう。

【0064】

テーパ部124A1がエレメント111から分断されると、Y軸方向において、最も正方向側に配置される突出部112と、接続部124Aとの間にキャパシタが構築されるため、インターデジタル部170の静電容量が増大する。

20

【0065】

インターデジタル部170の静電容量が増大すれば、RFIDタグ100の共振周波数を低下させることができる。

【0066】

RFIDタグ100は、テーパ部124A1を有する接続部124Aを設けることにより、ウェットエッチング処理におけるエッチング量のばらつきが生じてても、RFIDタグ100の共振周波数が、ある一定の範囲に収まるようにしている。このような一定の範囲が、利用する国毎又は地域毎に決められている周波数帯域に収まるように設定すれば、エッチング量のばらつきが生じてても、決められた周波数帯域で通信可能なRFIDタグ100を製造することができる。

30

【0067】

このような理由から、RFIDタグ100は、テーパ部124A1を有する接続部124Aを設けている。

【0068】

なお、6本の突出部112、配線部113、5本の突出部122、配線部123、及び接続部124AがY軸方向において隣り合う間隔は、一例として、すべて等しくされている。

【0069】

ICチップ130は、2つの端子131、132を有し、シート部105の表面に実装される。ICチップ130の2つの端子131、132は、それぞれ、端子113A、123Aにはんだ等で接続される。ICチップ130は、アンテナエレメント110、120に電氣的に接続されており、固有のIDを表すデータを内部のメモリチップに格納している。

40

【0070】

ICチップ130は、アンテナエレメント110、120を介してRFIDタグ100のリーダライタからRF(Radio Frequency)帯域の読み取り用の信号を受信すると、受信信号の電力で作動し、IDを表すデータをアンテナエレメント110、120を介して発信する。これにより、リーダライタでRFIDタグ100のIDを読み取ることができる。

50

【0071】

重複部160は、アンテナエレメント110の端部111Bと、アンテナエレメント120の端部121Bとが重複する部分である。アンテナエレメント110及び120には、892MHzの高周波電流が流れるため、重複部160は、交流的に接続されており、アンテナエレメント110及び120は、ループアンテナ180を構築する。

【0072】

また、重複部160は、RFIDタグ100の共振周波数を調整するために利用することができる。重複部160の静電容量は、端部111Bと121Bとの重複する面積と、端部111Bと121Bとの間の間隔とで決まる。

【0073】

また、重複部160は、インターデジタル部170と重複する部分を有する。このように、重複部160とインターデジタル部170がZ軸方向において重複することにより、重複部160とインターデジタル部170の間にも静電容量を確保することができる。このような重複部160に関する静電容量を調整することによっても、RFIDタグ100の共振周波数を調整することができる。

【0074】

インターデジタル部170は、平面視で並列に入れ子式に配列される、突出部112、配線部113、突出部122、配線部123によって構築される。

【0075】

インターデジタル部170は、突出部112、配線部113、突出部122、配線部123が互いに近接して配設されることによって生じる静電容量を稼ぐことにより、RFIDタグ100のループアンテナ180の共振周波数を調整するために設けられている。

【0076】

インターデジタル部170は、アンテナエレメント110と120とにわたって形成されている。なお、接続部124Aのテーパ部124A1の先端がエレメント111と分断されている場合には、接続部124Aもインターデジタル部170に含まれることになる。

【0077】

図7は、RFIDタグ100の等価回路を示す図である。

【0078】

アンテナエレメント110及び120で構築されるループアンテナ180は、抵抗器RapとインダクタLapで表すことができる。実施の形態のRFIDタグ100では、ループアンテナ180には重複部160とインターデジタル部170が設けられるため、図7では、抵抗器RapとインダクタLapに、キャパシタCapを並列に接続してある。キャパシタCapは、重複部160とインターデジタル部170とを合成して1つのキャパシタとして表したものである。

【0079】

なお、アンテナエレメント110及び120には、配線部113及び123と、エレメント111及び121と、接続部124Aとを含むループも存在するが、このループは、ループアンテナ180よりも短く、インダクタンスが大きい。このため、ループアンテナ180と、配線部113及び123と、エレメント111及び121と、接続部124Aとを含むループとの合成インダクタンスは、ループアンテナ180のインダクタンスが支配的になる。

【0080】

実施の形態では、配線部113及び123と、エレメント111及び121と、接続部124Aとを含むループのインダクタンスが、ループアンテナ180のインダクタンスよりも十分に大きくなるように、アンテナエレメント110及び120を設計してある。

【0081】

また、RFIDタグ100のICチップ130は、抵抗器RcpとキャパシタCcpで表すことができる。

10

20

30

40

50

【0082】

すなわち、ループアンテナ180は、抵抗成分とインダクタンス成分を含むとともに、キャパシタンス成分が接続されており、ICチップ130は、抵抗成分とキャパシタンス成分とで表すことができる。

【0083】

ここで、抵抗器Rapは抵抗値Rapの抵抗器であり、インダクタLapはインダクタンスがLapのインダクタであり、キャパシタCapはキャパシタンスがCapのキャパシタである。また、抵抗器Rcpは抵抗値Rcpの抵抗器であり、キャパシタCcpはキャパシタンスがCcpのキャパシタである。

【0084】

例えば、Rcpは2000Ω、Ccpは1.0pF程度である。これは、一般的なICチップで得られる平均的な値である。

【0085】

RFIDタグ100は、図7に示す等価回路で共振を生じさせることによって通信を行う。すなわち、RFIDタグ100が読み取り用の信号を受信し、IDを表すデータを発信するときに、ICチップ130と、アンテナエレメント110及び120とには、共振による電流が流れる。

【0086】

共振電流の共振周波数は、主に、ICチップ130の静電容量、アンテナエレメント110及び120のインダクタンス、重複部160の静電容量、及びインターデジタル部170の静電容量によって決まる。

【0087】

ここで、RFIDタグ100の共振周波数は、式(1)で得られる。

【0088】

【数1】

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{ap}(C_{cp} + C_{ap})}}$$

【0089】

式(1)において、Lapは、アンテナエレメント110及び120のインダクタンスLapであり、Ccpは、ICチップ130のキャパシタンスCcpであり、Capは、重複部160及びインターデジタル部170のキャパシタンスCapである。

【0090】

このように、RFIDタグ100の共振周波数は、ループアンテナ180（アンテナエレメント110及び120）だけで決まるのではなく、ループアンテナ180（アンテナエレメント110及び120）、重複部160、インターデジタル部170、及びICチップ130によって決まる。

【0091】

この点において、RFIDタグ100に含まれるループアンテナ180は、ループ長が共振周波数における1波長の長さに設定されることによって共振を生じさせる、所謂ループアンテナとは異なる。

【0092】

実施の形態のRFIDタグ100における共振電流の共振周波数は、RFIDタグ100が通信を行う周波数（通信周波数）であり、一例として、892MHzに設定される。アンテナエレメント110及び120が構築するループアンテナ180のループ長は、約

10

20

30

40

50

65mmであり、共振周波数における波長よりも短く設定されている。

【0093】

一例として、共振周波数が892MHzの場合には、共振周波数における波長は約336.1mmであるが、RFIDタグ100のループアンテナ180のループ長は、約65mmである。

【0094】

このように、ループアンテナ180のループ長は共振周波数における1波長の長さよりも短いため、ループ長を共振周波数における1波長に設定する所謂ループアンテナとは異なり、ループアンテナ180を構築するアンテナエレメント110と120は、インダクタとして機能する。

【0095】

ただし、アンテナエレメント110と120を合わせた長さ（ループ長）は、上述のように比較的短く、アンテナエレメント110と120のインダクタンスは長さに比例するため、ループアンテナ180のインダクタンスは比較的小さい。そこで、RFIDタグ100では、インダクタンスが小さいことを補うために、ループアンテナ180に重複部160とインターデジタル部170を設けることにより、共振周波数を調整している。

【0096】

なお、アンテナエレメント110及び120で構築されるループアンテナ180に重複部160及びインターデジタル部170を付け加えたアンテナのインピーダンスは、図7に示す抵抗器Rapの抵抗値（Rap）、インダクタLapのインダクタンス（Lap）、及びキャパシタCapのキャパシタンス（Cap）によって決まる。

【0097】

また、ICチップ130のインピーダンスは、抵抗器Rcpの抵抗値（Rcp）とキャパシタCcpのキャパシタンス（Ccp）によって決まる。

【0098】

ループアンテナ180とICチップ130との間で良好なインピーダンス整合を得るためには、インダクタンスLap、キャパシタンスCap、及びキャパシタンスCcpの調整に加えて、抵抗値Rapと抵抗値Rcpを調整すればよい。

【0099】

次に、アンテナエレメント110及び120をパターンニングするときのエッチング量が多く、テーパー部124A1がエレメント111と分断されたRFIDタグ100について説明する。

【0100】

図8は、テーパー部124A1がエレメント111と分断されたRFIDタグ100を示す図である。図8は、図4に対応し、RFIDタグ100からカバー部140を取り除いた構成を示す。図8（A）は、平面視の構成を示し、図8（B）は、図8（A）のB-B矢視断面を示す。

【0101】

図8（A）では、図4（A）に示すテーパー部124A1をパターンニングする場合よりもエッチング量が多いことにより、テーパー部124B1がエレメント111から分断されている。このため、図4（A）に示す接続部124Aは、突出部124Bになり、突出部124Bの先端にはテーパー部124B1が設けられている。突出部124Bは、第3突出部の一例である。

【0102】

また、図4（A）に示す場合よりもエッチング量が多いため、突出部112、122、配線部113、123は、図4（A）よりも細くなっている。

【0103】

突出部112、122、配線部113、123が細くなると、突出部112、122、配線部113、123の間隔が広がるため、突出部112、122、配線部113、123の間で得られる静電容量は小さくなる。

10

20

30

40

50

【0104】

しかしながら、インターデジタル部170に突出部124Bが加わることにより、重複部160及びインターデジタル部170の合成の静電容量Cap1は、テーパ部124A1がエレメント111から分断される直前の静電容量Capよりも低下する。

【0105】

実施の形態では、テーパ部124A1がエレメント111から分断された直後の状態での重複部160及びインターデジタル部170の合成の静電容量Cap1が、エッチング量が設計値の場合の静電容量Capと等しくなるように、アンテナエレメント110及び120を設計する。

【0106】

ここで、分断された直後の状態とは、エッチング量が増大してテーパ部124A1がエレメント111から分断され、接続部124Aが突出部124Bに変化した状態よりもエッチングが進行していない状態をいう。

【0107】

なお、図4(A)に示す場合よりもエッチング量が多くなっても、エレメント111、121、配線部113、123は、十分な太さを有するため、ループアンテナ180の抵抗値RapとインダクタンスLapは、殆ど変化しない。

【0108】

図9は、テーパ部124A1がエレメント111から分断された直後のRFIDタグ100の等価回路を示す図である。

【0109】

図7の等価回路図に比べると、アンテナエレメント110及び120の静電容量Capが静電容量Cap1に変わっている。静電容量Cap1は、テーパ部124A1がエレメント111から分断された状態での重複部160及びインターデジタル部170の合成の静電容量Cap1である。

【0110】

また、ループアンテナ180の抵抗値RapとインダクタンスLapは、殆ど変化しないため、抵抗値RapとインダクタンスLapのままである。

【0111】

このため、テーパ部124A1がエレメント111から分断された直後のRFIDタグ100の共振周波数f0は、式(2)で得られる。

【0112】

【数2】

$$f0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lap(Ccp + Cap1)}}$$

【0113】

式(2)において、分断された直後のRFIDタグ100における静電容量Cap1は、エッチング量が設計値の場合の静電容量Capと等しいため、式(2)で表される共振周波数f0は、式(1)で表される共振周波数f0と等しくなる。

【0114】

図10は、RFIDタグ100の読み取り距離の周波数特性を示す図である。図10において、横軸は、リーダライタでRFIDタグ100を読み取る際の周波数を示し、縦軸は、リーダライタで読み取り可能な距離の最大値(Read Range)を表す。図10に示す読み取り距離の周波数特性は、電磁界シミュレーションで得たものである。

【0115】

実線で示す特性は、設計値であり、読み取り距離が最大になる共振周波数 f_0 は 892 MHz に設定されている。

【0116】

一点鎖線で示す特性は、テーパ部 124A1 がエレメント 111 から分断された直後の RFI D タグ 100 で得られた特性であり、読み取り距離が最大になる共振周波数は、実線で示す特性の共振周波数 f_0 に略等しい値になっている。

【0117】

破線で示す特性は、比較用に示す特性であり、接続部 124A を含まない RFI D タグ 100 で、エッチング量が、ある所定のオーバーエッチングを与える量になっている場合に得られた特性である。ここで、ある所定のオーバーエッチングを与えるエッチング量とは、テーパ部 124A1 が分断されるエッチング量よりも多いエッチング量である。

10

【0118】

破線で示す特性で読み取り距離が最大になる共振周波数は、実線で示す特性の共振周波数 f_0 から大幅にずれている。このように共振周波数が大きくずれると、共振周波数 f_0 において読み取り可能な距離が大幅に短くなり、RFI D タグとして利用できなくなるおそれがある。

【0119】

ウェットエッチング処理は、エッチング溶液の濃度の分布により、エッチング量に分布が生じる場合がある。特に、素子 150A (図 6 参照) を個片化する前の状態で、複数の素子 150A のアンテナエレメント 110 及び 120 を同時にパターニングするような場合には、複数のアンテナエレメント 110 及び 120 の間で、エッチング量に分布が生じる場合がある。

20

【0120】

このようなエッチング量の分布による個体差の発生を抑制するために、実施の形態の RFI D タグ 100 は、設計値に接続部 124A を含ませてある。

【0121】

アンテナエレメント 110 及び 120 をパターニングするためのウェットエッチング処理を行う前に、レジストにフォトリソグラフィで露光を行う際に用いるマスクは、アンテナエレメント 110 及び 120 の形状に合わせて開口されている。すなわち、マスクには、接続部 124A に対応する開口がある。

30

【0122】

図 11 は、エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図である。図 11 において、横軸は、エッチング量の設計値に対する変動量 ΔW (mm) を示す。横軸の値が 0 (右端) であることは、エッチング量が設計値であることを示し、左方に行くほど、エッチング量の変動量 ΔW が大きくなる (オーバーエッチングになる)。

【0123】

ここでは、変動量 ΔW は、突出部 112、122、配線部 113、123 の Y 軸方向における幅に最も大きく影響する。このため、横軸が左に行くほど、突出部 112、122、配線部 113、123 の幅は細くなる。

40

【0124】

なお、ここでは一例として、エッチング量が設計値である場合を基準として、エッチング量の変動量 ΔW が設計値よりも増える場合について検討する。また、変動量 ΔW が負の場合には、エッチング量が設計値に足りていない状態であり、アンテナエレメント 110 及び 120 が未完成であるため、ここでは変動量 ΔW が負の場合については検討しない。

【0125】

図 11 の縦軸は、共振周波数 f_0 の設計値に対する変動量 Δf_0 (MHz) を示す。変動量 Δf_0 は、共振周波数 f_0 が設計値のときに 0 である。また、エッチング量が設計値よりも増える (オーバーエッチングになる) と、インターデジタル部 170 の静電容量が小さくなって共振周波数が上昇するため、変動量 Δf_0 は 0 以上になる。

50

【0126】

また、図11の縦軸には、変動量 Δf_0 の許容値 $\Delta f_0 A$ を示す。許容値 $\Delta f_0 A$ は、一例として、15MHz程度である。

【0127】

図11に示すように、エッチング量の変動量 ΔW が大きくなると、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 が増大する。インターデジタル部170の静電容量が小さくなって共振周波数が上昇するためである。

【0128】

エッチング量の変動量 ΔW が ΔW_1 に達すると、接続部124Aの先端のテーパー部124A1がエレメント111から分断され、突出部124Bが出現する。突出部124Bが出現すると、Y軸方向において最も正方向側にある突出部112と突出部124Bとの間の静電容量がインターデジタル部170に加わるため、インターデジタル部170の静電容量が増大して共振周波数が低下する。このため、エッチング量の変動量 ΔW が ΔW_1 に達すると、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 が略ゼロになる。

【0129】

なお、エッチング量の変動量 ΔW が ΔW_1 に達する直前では、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 が許容値 $\Delta f_0 A$ に達しないようになっている。これは、例えば、テーパー部124A1の幅を設定することによって実現することができる。

【0130】

エッチング量の変動量 ΔW が ΔW_1 を超える領域では、再び変動量 Δf_0 が増大するため、エッチング量に関しては、変動量 Δf_0 が許容値 $\Delta f_0 A$ に達するまでの領域を利用することができる。

【0131】

図12は、RFIDタグ100のシミュレーションモデルを示す図である。図12に示すRFIDタグ100のシミュレーションモデルは、接続部124Aを2つ含む。より具体的には、図1乃至図6に示すRFIDタグ100のY軸方向において、最も負方向側に位置する突出部122を接続部124Aに置き換えた構成を有する。

【0132】

このため、RFIDタグ100のシミュレーションモデルでは、アンテナエレメント110は、エレメント111と、6本の突出部112と、配線部113とを有し、アンテナエレメント110は、エレメント121と、4本の突出部122と、配線部123と、2本の接続部124Aとを有する。2本の接続部124Aの先端には、テーパー部124A1が設けられている。2つのテーパー部124A1のサイズは同一である。

【0133】

また、RFIDタグ100のシミュレーションモデルでは、ループアンテナ180のX軸方向の長さは約31mm、Y軸方向の幅は約21mm、Z軸方向の高さは約1.2mmである。

【0134】

インターデジタル部170では、突出部112及び122はそれぞれ12本ずつある。また、突出部112、122、接続部124Aの幅は0.2mmであり、Y軸方向における突出部112、配線部113、突出部122、接続部124Aの間隔は、0.62mmに設定した。

【0135】

カバー部140は、難燃樹脂製であり、難燃樹脂の比誘電率は3.2、誘電正接 $\tan \delta$ は0.02であり、X軸方向の長さが約35mm、Y軸方向の幅が約25mm、Z軸方向の厚さが約2mmである。

【0136】

このようなシミュレーションの条件の下で、エッチング量の設計値に対する変動量 ΔW が0mmの場合と、変動量 ΔW が0.01mmの場合と、変動量 ΔW が0.02mmの場合とについて、読み取り距離の共振周波数特性を求めた。突出部112、配線部113、

10

20

30

40

50

突出部 1 2 2、配線部 1 2 3、及び接続部 1 2 4 A の幅 W は、変動量 ΔW が 0 mm、0.01 mm、0.02 mm の場合に、それぞれ、0.2 mm、0.19 mm、0.18 mm である。

【0137】

なお、変動量 ΔW が 0 mm の場合と 0.01 mm の場合には、テーパー部 1 2 4 A 1 はエレメント 1 1 1 に接続されており、変動量 ΔW が 0.02 mm の場合には、テーパー部 1 2 4 A 1 はエレメント 1 1 1 から分断され、突出部 1 2 4 B が出現した。これらは、2 つの接続部 1 2 4 A について同一である。

【0138】

図 1 3 は、読み取り距離の共振周波数特性のシミュレーション結果を示す図である。図 1 3 において、三角のマーカは、変動量 ΔW が 0 mm で幅 W が 0.2 mm の場合を示す。これは、設計値の場合であり、テーパー部 1 2 4 A 1 はエレメント 1 1 1 に接続されている。

10

【0139】

丸のマーカは、変動量 ΔW が 0.01 mm で幅 W が 0.19 mm であり、テーパー部 1 2 4 A 1 がエレメント 1 1 1 に接続されている場合を示す。四角のマーカは、変動量 ΔW が 0.02 mm で幅 W が 0.18 mm であり、テーパー部 1 2 4 A 1 がエレメント 1 1 1 から分断され、突出部 1 2 4 B が出現している場合を示す。

【0140】

また、設計値での共振周波数は、892 MHz であり、これは日本国内での R F I D タグの通信周波数のうちの 1 つである。横軸には、E U (欧州連合) と U S (米国) での通信周波数を示す。E U の通信周波数帯は、865 MHz ~ 868 MHz であり、U S の通信周波数帯は、902 MHz ~ 928 MHz である。一例として、日本国内用に共振周波数を合わせた R F I D タグ 1 0 0 で、E U と U S の通信周波数で、どの程度の読み取り距離が得られるか検証するためである。

20

【0141】

また、縦軸に示す読み取り距離の下限値を 0.8 m に設定した。

【0142】

シミュレーションの結果、設計値 (三角のマーカ) の場合は、共振周波数が 892 MHz であり、892 MHz における読み取り距離は、約 1.7 m であった。また、変動量 ΔW が 0.01 mm で幅 W が 0.19 mm (丸のマーカ) の場合は、共振周波数が約 900 MHz であり、892 MHz における読み取り距離は、約 1.6 m であった。また、変動量 ΔW が 0.02 mm で幅 W が 0.18 mm (四角のマーカ) の場合は、共振周波数が約 893 MHz であり、892 MHz における読み取り距離は、約 1.8 m であった。

30

【0143】

また、いずれの場合においても、E U の通信周波数帯 (865 MHz ~ 868 MHz) と、U S の通信周波数 (902 MHz ~ 928 MHz) とにおいて、読み取り距離は 0.8 m を超えており、3 つの仕向地用に 1 つの設計値の R F I D タグ 1 0 0 で対応できることが確認できた。

40

【0144】

以上の結果から、0.01 mm のオーバーエッチングが生じて、共振周波数のずれは 8 MHz であって許容範囲内であり、十分な読み取り距離が得られることが分かった。また、0.02 mm のオーバーエッチングが生じて、突出部 1 2 4 B が出現した R F I D タグ 1 0 0 では、共振周波数のずれは約 1 MHz であって設計値と略同一であり、また、十分な読み取り距離が得られることが分かった。

【0145】

図 1 4 は、エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図である。図 1 4 に示す特性図は、図 1 3 に示すシミュレーション結果に基づいて作成したものである。

【0146】

50

図14において、横軸は、エッチング量の設計値に対する変動量 ΔW を示し、縦軸は、共振周波数 f_0 の設計値に対する変動量 Δf_0 を示す。これらは、図11と同様である。

【0147】

また、図13と同様に、三角のマーカは設計値の場合を示し、丸のマーカは変動量 ΔW が0.01mmで幅 W が0.19mmの場合を示し、四角のマーカは変動量 ΔW が0.02mmで幅 W が0.18mmの場合を示す。

【0148】

エッチング量の変動量 ΔW がゼロ(0)から増大し、0.01mmに達すると、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 は、8MHzに達する。また、エッチング量の変動量 ΔW がさらに増大し、0.02mmに達する直前では、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 は、約12MHzに達する。この値は、許容値 $\Delta f_0 A$ (15MHz)以下の値である。

10

【0149】

エッチング量の変動量 ΔW が0.02mmに達して、接続部124Aの先端のテーパ部124A1がエレメント111から分断され、突出部124Bが出現すると、インターデジタル部170の静電容量が増大して共振周波数が低下し、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 は約1MHzになる。

【0150】

エッチング量の変動量 ΔW がさらに増大すると、共振周波数 f_0 の変動量 Δf_0 は、再び増大する。エッチング量の変動量 ΔW が0.02mm以上でも、変動量 Δf_0 が許容値 $\Delta f_0 A$ に達するまでの領域は利用することができる。

20

【0151】

以上のように、実施の形態のRFIDタグ100は、エッチング量の変動量 ΔW の増大に伴って共振周波数が上昇しても、変動量 ΔW がある値に達すると、接続部124Aが突出部124Bに変わることによってインターデジタル部170の静電容量が増大する。これにより、共振周波数が設計値に近い値まで低下する。

【0152】

このため、設計値よりもエッチング量が増大しても(オーバーエッチングが生じてても)、変動量 Δf_0 は、ある一定の範囲内に収まる。

【0153】

従って、変動量 Δf_0 の最大値が許容値 $\Delta f_0 A$ 以下になるように、テーパ部124A1とエッチングレートとの関係を設計しておけば、ウェットエッチング処理でアンテナエレメント110及び120をパターニングしても、所望の通信周波数で良好な動作が可能なRFIDタグ100を提供することができる。

30

【0154】

特に、複数の素子150A(図6参照)のアンテナエレメント110及び120を同時にパターニングするような場合には、複数のアンテナエレメント110及び120の間で、エッチング量に分布が生じる場合がある。エッチング量が少ない素子150Aは、接続部124Aを含み、エッチング量が多い素子150Aは、突出部124Bを含むことになり得る。

【0155】

このような場合でも、変動量 Δf_0 の最大値が許容値 $\Delta f_0 A$ 以下になるように、テーパ部124A1とエッチングレートとの関係を設計しておけば、ウェットエッチング処理でアンテナエレメント110及び120をパターニングしても、接続部124Aを含む素子150Aと、突出部124Bを含む素子150Aとを作製することができる。

40

【0156】

接続部124Aを含む素子150Aを用いて作製したRFIDタグ100と、突出部124Bを含む素子150Aを用いて作製したRFIDタグ100とは、ともに、変動量 Δf_0 が許容値 $\Delta f_0 A$ 以下であり、所望の通信周波数の帯域で通信可能である。

【0157】

従って、ウェットエッチング処理で同時に作製した複数の素子150Aを個片化して複

50

数のRFIDタグ100は、エッチング量に分布が生じて、良好な動作が可能である。

【0158】

以上、実施の形態によれば、所望の通信周波数で良好な動作が可能なRFIDタグ100を提供することができる。

【0159】

なお、以上では、アンテナエレメント110及び120をシート部105の表面に設け、シート部105をベース部101に巻回することによって、ループアンテナ180を構築する形態について説明した。

【0160】

しかしながら、ベース部101とシート部105を用いる代わりに、次のようにしてもよい。例えば、配線基板の上面に、エレメント111及び121のうち図4(A)に示す部分、突出部112、122、配線部113、123、及び接続部124Aを設けるとともに、配線基板の下面に金属箔を設け、配線基板を厚さ方向に貫通するビアによって、配線基板の上面のエレメント111、121と下面の金属箔とを接続してもよい。

【0161】

このようにすれば、アンテナエレメント110及び120をシート部105の表面に設け、シート部105をベース部101に巻回する場合と同様に、ループアンテナを構築することができる。

【0162】

また、ビアの代わりに、配線基板の側面にめっき層を設けて、配線基板の上面のエレメント111、121と下面の金属箔とを接続してもよい。

【0163】

また、以上では、接続部124Aの先端に設けられたテーパ部124A1の幅が、エレメント111に向かって細くなる形態について説明した。しかしながら、テーパ部124A1の幅は、エレメント111側で接続部124Aの幅と等しく、接続部124Aに向かって細くなるようになっていてもよい。すなわち、図4乃至図6等を示すテーパ形状とは、X軸方向において逆の形状であってもよい。また、テーパ部124A1の形状は、平面視でテーパ状であれば、どのような形状であってもよい。

【0164】

また、以上では、接続部124Aの先端にテーパ部124A1が設けられる形態について説明したが、接続部124Aは、テーパ部124A1の代わりに、接続部124Aの幅よりも狭い幅を有する区間（幅狭区間）を有していてもよい。このような幅狭区間は、X軸方向において、接続部124Aのどこに設けられていてもよい。

【0165】

このような幅狭区間を用いれば、テーパ部124A1を用いる場合と同様に、エッチング量の変動量 ΔW がある所定の量を超えると、接続部124Aが分断されて、インターデジタル部170の静電容量値を増大させることができるからである。

【0166】

また、以上では、RFIDタグ100が、1つの接続部124Aを含む形態について説明した。唯一の例外として、図12に示すシミュレーションモデルのRFIDタグ100は、2つの接続部124Aを含むが、2つのテーパ部124A1のサイズは同一である。

【0167】

RFIDタグ100は、サイズの異なる複数のテーパ部124A1を有する接続部124Aを含んでいてもよい。

【0168】

図15は、実施の形態の変形例によるインレイ150Bを示す図である。図15では、実施の形態のRFIDタグ100及びインレイ150と同様の構成要素には、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0169】

インレイ150Bは、シート部105、アンテナエレメント110A、120A、及び

10

20

30

40

50

ICチップ130を含む。

【0170】

アンテナエレメント110Aは、エレメント111、突出部112、配線部113、及び接続部114A、114Cを有する。接続部114A、114Cは、図4乃至図6に示す接続部124Aと同様であり、エレメント111からX軸正方向に伸延する。

【0171】

接続部114Aは、Y軸方向において最も正方向側に位置する突出部122と、接続部124Aとの間に位置する。接続部114Cは、Y軸方向において最も負方向側に位置する突出部122と、接続部124Cとの間に位置する。

【0172】

接続部114A、114Cは、先端にテーパ部114A1、114C1を有し、テーパ部114A1、114C1は、エレメント121に接続される。テーパ部114A1、114C1は、X軸正方向に向かって幅が狭くなるテーパ状の形状を有する。

【0173】

アンテナエレメント120Aは、エレメント121、突出部122、配線部123、及び接続部124A、124Cを有する。接続部124Aは、図4乃至図6に示す接続部124Aと同様である。接続部124Cは、図4乃至図6に示す接続部124Aと同様であり、エレメント121からX軸負方向に伸延する。

【0174】

接続部124Aは、接続部114AよりもY軸正方向側に位置する。すなわち、接続部124Aは、Y軸方向において、最も正方向側に位置する。接続部124Cは、接続部114CよりもY軸負方向側に位置する。すなわち、接続部124Cは、Y軸方向において最も負方向側に位置する。

【0175】

接続部124A、124Cは、先端にテーパ部124A1、124C1を有し、テーパ部124A1、124C1は、エレメント111に接続される。テーパ部124A1、124C1は、X軸負方向に向かって幅が狭くなるテーパ状の形状を有する。

【0176】

以上のようなアンテナエレメント110A及び120Aは、アンテナエレメント110及び120と同様に、ベース部101に巻回されることにより、ループアンテナを構築する。

【0177】

ここで、テーパ部114A1、114C1、124A1、124C1は、互いに太さが異なる。テーパ部114A1、114C1、124A1、124C1の先端における太さは、それぞれ、 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 ($d_1 < d_2 < d_3 < d_4$) に設定されている。

【0178】

テーパ部114A1、114C1、124A1、124C1の先端における太さとは、次の通りである。テーパ部114A1と114C1については、X軸正方向の端部でエレメント121に接続される部分（テーパ部114A1と114C1の最も細い部分）におけるY軸方向の幅である。テーパ部124A1と124C1については、X軸負方向の端部でエレメント111に接続される部分（テーパ部124A1と124C1の最も細い部分）におけるY軸方向の幅である。

【0179】

このように、テーパ部114A1、114C1、124A1、124C1の太さ d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 が $d_1 < d_2 < d_3 < d_4$ の関係を満たすように設定するのは、ウェットエッチング処理において、テーパ部114A1、114C1、124A1、124C1の順に分断されるようにして、インターデジタル部170の静電容量を順番に増大させるためである。

【0180】

また、接続部114Aを接続部124Aよりも内側に配置しているのは、テーパ部11

10

20

30

40

50

4 A 1 がテーパ部 1 2 4 A 1 よりも先に分断されることにより、接続部 1 1 4 A と Y 軸負方向側の突出部 1 2 2 との間に静電容量が得られるようにするためである。

【0181】

もしテーパ部 1 2 4 A 1 がテーパ部 1 1 4 A 1 よりも先に分断されると、テーパ部 1 1 4 A 1 が分断されていないことにより、テーパ部 1 2 4 A 1 が分断されることによって出現する突出部 1 2 4 B (図 8 参照) による静電容量がインターデジタル部 1 7 0 に含まれないからである。

【0182】

また、テーパ部 1 1 4 A 1 が分断されて突出部が出現した後にテーパ部 1 2 4 A 1 が分断されれば、テーパ部 1 1 4 A 1 が分断されることによって出現する突出部と、テーパ部 1 2 4 A 1 の分断によって出現する突出部 1 2 4 B との間に静電容量が得られ、この静電容量がインターデジタル部 1 7 0 に含まれることになるからである。

10

【0183】

同様の理由から、接続部 1 1 4 C を接続部 1 2 4 C よりも内側に配置している。テーパ部 1 1 4 C 1 がテーパ部 1 2 4 C 1 よりも先に分断されて Y 軸負方向側の突出部 1 2 2 との間に静電容量を結合するようにするためである。

【0184】

太さ d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 が $d_1 < d_2 < d_3 < d_4$ の関係を満たすように設定するとともに、接続部 1 1 4 A、1 1 4 C をそれぞれ接続部 1 2 4 A、1 2 4 C よりも内側に配置することにより、テーパ部 1 1 4 A 1、1 1 4 C 1、1 2 4 A 1、1 2 4 C 1 の順に分断され、インターデジタル部 1 7 0 の静電容量を順番に増大させることができる。

20

【0185】

図 1 6 は、インレイ 1 5 0 B を用いた R F I D タグ 1 0 0 におけるエッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図である。図 1 6 において、横軸は、エッチング量の設計値に対する変動量 ΔW を示す。また、縦軸は、共振周波数 f_0 の設計値に対する変動量 Δf_0 を示す。図 1 6 の横軸及び縦軸は、図 1 1 及び図 1 4 の横軸及び縦軸と同様である。

【0186】

エッチング量の設計値に対する変動量 ΔW が、ゼロ (0) から増大すると、インターデジタル部 1 7 0 の静電容量が低下するため、共振周波数 f_0 が上昇する。これにより、変動量 Δf_0 が増大する。

30

【0187】

変動量 ΔW が d_1 に達すると、テーパ部 1 1 4 A 1 が分断されることにより、接続部 1 1 4 A が突出部に代わり、接続部 1 1 4 A に基づく突出部によって得られる静電容量がインターデジタル部 1 7 0 に加わるため、共振周波数が低下する。これにより、変動量 Δf_0 が低下する。図 1 6 では、変動量 Δf_0 がゼロ (0) より下回っているが、このようにゼロ (0) を下回っても、共振周波数 f_0 から許容値 $\Delta f_0 A$ を引いて得る周波数以上であれば、通信に支障は生じない。

【0188】

同様に、変動量 ΔW が d_1 からさらに増大して d_2 に達すると、テーパ部 1 1 4 C 1 が分断されることにより、接続部 1 1 4 C が突出部に変わり、接続部 1 1 4 C に基づく突出部によって得られる静電容量がインターデジタル部 1 7 0 に加わるため、共振周波数が低下する。これにより、変動量 Δf_0 が低下する。

40

【0189】

また、変動量 ΔW が d_2 からさらに増大して d_3 に達すると、テーパ部 1 2 4 A 1 が分断されることにより、接続部 1 2 4 A が突出部 1 2 4 B (図 8 参照) に変わり、突出部 1 2 4 B によって得られる静電容量がインターデジタル部 1 7 0 に加わるため、共振周波数が低下する。これにより、変動量 Δf_0 が低下する。

【0190】

また、変動量 ΔW が d_3 からさらに増大して d_4 に達すると、テーパ部 1 2 4 C 1 が分

50

断されることにより、接続部 1 2 4 C が突出部になり、接続部 1 2 4 C に基づく突出部によって得られる静電容量がインターデジタル部 1 7 0 に加わるため、共振周波数が低下する。これにより、変動量 Δf_0 が低下する。

【0191】

変動量 ΔW が d 4 からさらに増大して d 5 に達すると、変動量 Δf_0 が許容値 Δf_{0A} に到達する。

【0192】

このように、実施の形態の変形例のインレイ 1 5 0 B を用いた R F I D タグ 1 0 0 は、アンテナエレメント 1 1 0 A 及び 1 2 0 A をパターンニングするためのウェットエッチング処理において、変動量 ΔW がゼロ (0) から d 5 まで変動しても、良好な動作が可能である。

10

【0193】

以上、実施の形態の変形例によれば、所望の通信周波数で良好な動作が可能な R F I D タグ 1 0 0 を提供することができる。また、テーパ部 1 1 4 A 1、1 1 4 C 1、1 2 4 A 1、1 2 4 C 1 の幅が互いに異なる 4 つの接続部 1 1 4 A、1 1 4 C、1 2 4 A、1 2 4 C を含むことにより、エッチング量の分布が大きい場合等に特に有効な R F I D タグ 1 0 0 を提供することができる。

【0194】

なお、実施の形態の変形例では、テーパ部 1 1 4 A 1、1 1 4 C 1、1 2 4 A 1、1 2 4 C 1 の幅が互いに異なる 4 つの接続部 1 1 4 A、1 1 4 C、1 2 4 A、1 2 4 C を含む形態について説明したが、このようなテーパ部を有する接続部を複数設ける場合には、接続部の数は 2 個以上であれば、幾つあってもよい。

20

【0195】

なお、以上では、インレイ 1 5 0 又は 1 5 0 B をベース部 1 0 1 に巻回し、カバー部 1 4 0 で覆うことによって R F I D タグ 1 0 0 として用いる形態について説明したが、I C チップ 1 3 0 を取り付ける前の素子 1 5 0 A (図 6 参照) をベース部 1 0 1 に巻回したものを高周波回路として利用することができる。

【0196】

図 1 7 は、高周波回路 2 0 0 を示す図である。図 1 8 は、高周波回路 2 0 0 の実装例を示す図である。図 1 7 (A) は、高周波回路 2 0 0 の平面視での構成を示し、図 1 7 (B) は、図 1 7 (A) の C - C 矢視断面を示す。

30

【0197】

高周波回路 2 0 0 は、素子 1 5 0 A とベース部 1 0 1 とを含み、素子 1 5 0 A をベース部 1 0 1 に巻回することによって得られる。高周波回路 2 0 0 は、端子 1 1 3 A 及び 1 2 3 A のいずれか一方を入力端子とし、いずれか他方を出力端子とする回路である。

【0198】

図 1 8 に示すように、高周波回路 2 0 0 は、例えば、アンテナ 2 0 1 と P A (Power Amplifier) 2 0 2 とを結ぶマイクロストリップライン 2 0 3 から分岐する分岐線路 2 0 3 A に接続される。アンテナ 2 0 1、P A 2 0 2、マイクロストリップライン 2 0 3、及び分岐線路 2 0 3 A は、通信機 2 0 4 に含まれる。通信機 2 0 4 は、例えば、スマートフォン

40

端末機、携帯電話端末機、タブレットコンピュータ、又は携帯型のゲーム機等である。

【0199】

アンテナ 2 0 1 は、通信機 2 0 4 の筐体に内蔵されており、例えば、1.5 GHz の通信帯域で通信を行う。P A 2 0 2 とアンテナ 2 0 1 との間には、デュプレクサが設けられていてもよいが、ここでは省略する。また、P A 2 0 2 には、例えば、変調／復調器を介して C P U (Central Processing Unit) チップが接続されるが、ここでは省略する。

【0200】

マイクロストリップライン 2 0 3 は、配線基板の表面に設けられている。この配線基板は、平面視でマイクロストリップライン 2 0 3 と重なるグランドプレーンを含む。

【0201】

50

分岐線路 203A は、グランドプレーンと重なるマイクロストリップラインであり、高周波回路 200 の端子 113A (図 17 参照) に接続されている。高周波回路 200 の端子 123A (図 17 参照) は、分岐線路 203A が設けられる配線基板のグランドプレーンにビア等を介して接続されている。

【0202】

高周波回路 200 の共振周波数 f_0 は、一例として、2.5 GHz に設定されており、2.5 GHz の $\pm 15\%$ が共振周波数 f_0 の許容範囲として設定されている。2.5 GHz は、例えば、無線 LAN (Local Area Network) に利用されている通信帯域である。

【0203】

通信機 204 は、アンテナ 201 を通じて、1.5 GHz の通信帯域で通信するが、アンテナ 201 を通じて、例えば、2.5 GHz の信号を受信する場合がある。すなわち、通信機 204 は、アンテナ 201 を通じて、1.5 GHz の信号に加えて、2.5 GHz の信号を受信する場合がある。

【0204】

このような場合に、高周波回路 200 の共振周波数 f_0 は 2.5 GHz に設定されているため、アンテナ 201 によって受信された 2.5 GHz の信号は、アンテナ 201 からマイクロストリップライン 203 及び分岐線路 203A を介して高周波回路 200 に入力されて共振する。このため、アンテナ 201 によって受信された 2.5 GHz の信号が PA 202 に伝送されることはない。

【0205】

これは、高周波回路 200 のノッチ機能を利用したものであり、高周波回路 200 のノッチ機能によって 2.5 GHz の信号はカットされる。

【0206】

高周波回路 200 をウェットエッチング処理で作製すると、アンテナエレメント 110 及び 120 をパターニングするときに、エッチング量のばらつきにより、高周波回路 200 の共振周波数がシフトする場合がある。

【0207】

このような場合に、接続部 124A によって、共振周波数 f_0 (2.5 GHz) の $\pm 15\%$ の許容範囲を実現できるようにしておけば、エッチング量のばらつきが生じて、動作の良好な高周波回路 200 を提供することができる。

【0208】

ここで、接続部 124A を用いて共振周波数 f_0 (2.5 GHz) の $\pm 15\%$ の許容範囲を実現する場合には、例えば、図 1 乃至図 16 を用いて説明した設計値を -15% のレベルに設定し、許容値 Δf_0A を $+15\%$ のレベルに設定し、0% のレベルを、 -15% のレベルと $+15\%$ のレベルとの中央値に設定すればよい。

【0209】

なお、ここでは、高周波回路 200 の用途としてノッチ機能について説明したが、その他の用途で利用してもよい。

【0210】

以上、本発明の例示的な実施の形態の RF ID タグ、及び、高周波回路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。

以上の実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付記 1)

誘電体製で板状のベース部と、

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 アンテナエレメント及び第 2 アンテナエレメントを有し、エッチング処理で形成されたループアンテナと、

前記ループアンテナに直列に挿入され、第 1 電極及び第 2 電極を有する IC チップとを含み、

前記第 1 アンテナエレメントは、

10

20

30

40

50

前記ベース部の外周に沿って配設される第1基部と、
前記第1基部から突出し、前記第1電極に接続される第1配線部と、
前記第1基部から前記第1配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第1突出部と
を備え、
前記第2アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第2基部と、
前記第2基部から前記第1端子に向かって突出し、前記第2電極に接続される第2配線
部と、

前記第2基部から前記第2配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第1突出部と入
れ子状に配置される複数の第2突出部と

10

を備え、
前記第2アンテナエレメントは、
前記第1突出部及び前記第2突出部に沿って配置され、前記第1基部と前記第2基部と
が接続されるように前記エッチング処理によって形成された線状の接続部であって、前記
第1基部と前記第2基部との間で直列に配設される第1接続部と第2接続部とを有し、前
記第1接続部の線幅が、前記第2接続部の線幅よりも狭い、接続部と、

前記エッチング処理によって前記接続部が分断されたことによって形成された第3突出
部であって、前記複数の第2突出部に沿って前記第2基部から突出する第3突出部と
のいずれか一方をさらに備える、RFIDタグ。

20

(付記2)

誘電体製で板状のベース部と、
前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第1アンテナエレメント及び第2ア
ンテナエレメントを有するループアンテナと、

前記ループアンテナに直列に挿入され、第1電極及び第2電極を有するICチップと
を含み、

前記第1アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第1基部と、
前記第1基部から突出し、前記第1電極に接続される第1配線部と、
前記第1基部から前記第1配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第1突出部と
を備え、

30

前記第2アンテナエレメントは、
前記ベース部の外周に沿って配設される第2基部と、
前記第2基部から前記第1端子に向かって突出し、前記第2電極に接続される第2配線
部と、

前記第2基部から前記第2配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第1突出部と入
れ子状に配置される複数の第2突出部と、

前記第1突出部及び前記第2突出部に沿って配置され、前記第1基部と前記第2基部と
を接続する線状の接続部であって、前記第1基部と前記第2基部との間で直列に配設され
る第1接続部と第2接続部とを有し、前記第1接続部の線幅は、前記第2接続部の線幅よ
りも狭い、接続部と

40

を備える、RFIDタグ。

(付記3)

前記第1接続部は、平面視で前記第2接続部の線幅よりも狭くなるテーパ形状を有する
、付記1又は2記載のRFIDタグ。

(付記4)

前記第1接続部は、前記第1基部に接続される側に位置し、前記第2接続部は、前記第
2基部に接続される側に位置する、付記1乃至3のいずれか一項記載のRFIDタグ。

(付記5)

前記接続部は、平面視で前記複数の第2突出部のうち最も外側に位置する第2突出部の
隣に配置される、付記1乃至4のいずれか一項記載のRFIDタグ。

50

(付記 6)

前記第 2 アンテナエレメントは、複数の前記接続部を備え、前記複数の接続部の前記第 1 接続部の線幅は、互いに異なり、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、付記 1 乃至 5 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

(付記 7)

前記複数の接続部は、前記第 1 接続部の線幅が太い接続部ほど、平面視で前記複数の接続部のうちの外側に配置され、前記第 1 接続部の線幅が細い接続部ほど、平面視で前記複数の接続部のうちの内側に配置される、付記 6 記載の R F I D タグ。

(付記 8)

誘電体製で板状のベース部と、

10

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 アンテナエレメント及び第 2 アンテナエレメントを有するループアンテナと、

前記ループアンテナに直列に挿入され、第 1 電極及び第 2 電極を有する I C チップとを含み、

前記第 1 アンテナエレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、

前記第 1 基部から突出し、前記第 1 電極に接続される第 1 配線部と、

前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部とを備え、

前記第 2 アンテナエレメントは、

20

前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、

前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、前記第 2 電極に接続される第 2 配線部と、

前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と

を備え、前記複数の第 2 突出部のうちの少なくとも 1 つの先端の前記突出する方向に対する幅は、前記第 2 基部から突出する部分の幅よりも狭い、R F I D タグ。

(付記 9)

前記複数の第 1 突出部と、前記複数の第 2 突出部とは、インターデジタル部を構築する、付記 1 乃至 8 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

30

(付記 10)

前記第 1 配線部は、先端に第 1 端子を備え、

前記第 2 配線部は、先端に第 2 端子を備える、付記 1 乃至 8 のいずれか一項記載の R F I D タグ。

(付記 11)

誘電体製で板状のベース部と、

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 エレメント及び第 2 エレメントを有し、エッチング処理で形成されたループエレメントと

を含み、

前記第 1 エレメントは、

40

前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、

前記第 1 基部から突出し、先端に第 1 端子を備える第 1 配線部と、

前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部とを備え、

前記第 2 エレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、

前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、先端に第 2 端子を備える第 2 配線部と、

前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と

50

を備え、

前記第 2 エレメントは、

前記第 1 突出部及び前記第 2 突出部に沿って配置され、前記第 1 基部と前記第 2 基部とが接続されるように前記エッチング処理によって形成された線状の接続部であって、前記第 1 基部と前記第 2 基部との間で直列に配設される第 1 接続部と第 2 接続部とを有し、前記第 1 接続部の線幅は、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、接続部と、

前記エッチング処理によって前記接続部が分断されたことによって形成された第 3 突出部であって、前記複数の第 2 突出部に沿って前記第 2 基部から突出する第 3 突出部とのいずれか一方をさらに備える、高周波回路。

(付記 1 2)

10

誘電体製で板状のベース部と、

前記ベース部の外周に沿ってループ状に配置される第 1 エレメント及び第 2 エレメントを有するループエレメントと

を含み、

前記第 1 エレメントは、

前記ベース部の外周に沿って配設される第 1 基部と、

前記第 1 基部から突出し、先端に第 1 端子を備える第 1 配線部と、

前記第 1 基部から前記第 1 配線部に沿って櫛歯状に突出する複数の第 1 突出部と

を備え、

前記第 2 エレメントは、

20

前記ベース部の外周に沿って配設される第 2 基部と、

前記第 2 基部から前記第 1 端子に向かって突出し、先端に第 2 端子を備える第 2 配線部と、

前記第 2 基部から前記第 2 配線部に沿って櫛歯状に突出し、前記複数の第 1 突出部と入れ子状に配置される複数の第 2 突出部と、

前記第 1 突出部及び前記第 2 突出部に沿って配置され、前記第 1 基部と前記第 2 基部とを接続する線状の接続部であって、前記第 1 基部と前記第 2 基部との間で直列に配設される第 1 接続部と第 2 接続部とを有し、前記第 1 接続部の線幅は、前記第 2 接続部の線幅よりも狭い、接続部と

を備える、高周波回路。

30

【符号の説明】

【0 2 1 1】

1 0 0 R F I D タグ

1 0 1 ベース部

1 0 5 シート部

1 1 0、1 1 0 A、1 2 0、1 2 0 A アンテナエレメント

1 1 1、1 2 1 エレメント

1 1 2、1 2 2 突出部

1 1 3、1 2 3 配線部

1 1 4 A、1 1 4 C 接続部

40

1 1 4 A 1、1 1 4 C 1 テーパ部

1 2 4 A 接続部

1 2 4 A 1、1 2 4 A 1、1 2 4 C 1 テーパ部

1 2 4 B 突出部

1 2 4 B 1 テーパ部

1 3 0 I C チップ

1 4 0 カバー部

1 5 0 B インレイ

1 6 0 重複部

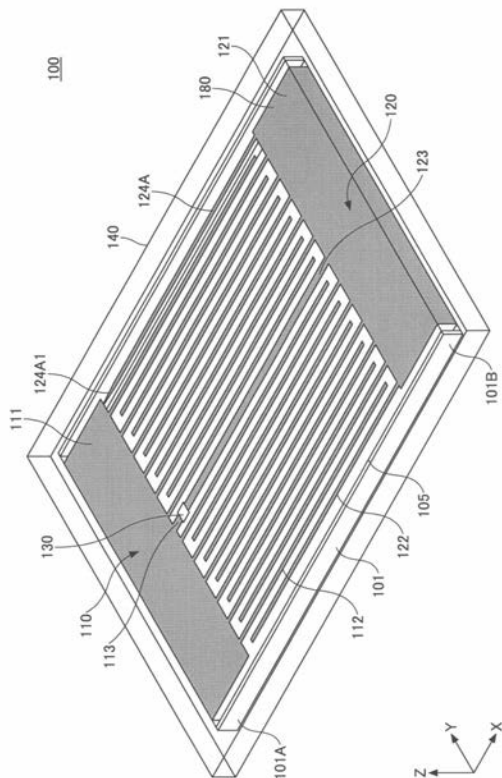
1 7 0 インターデジタル部

50

180 ループアンテナ

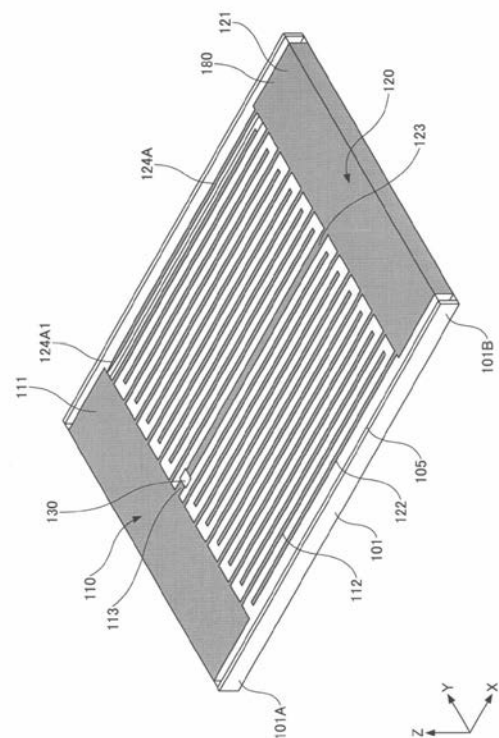
【図 1】

実施の形態1のRFIDタグ100を示す図



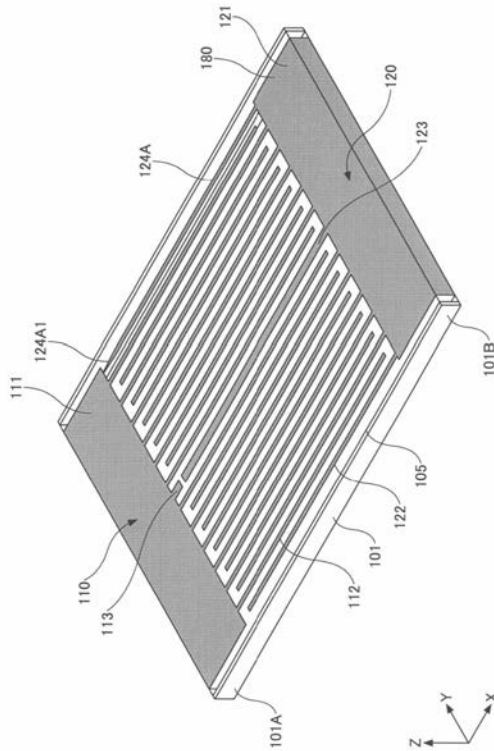
【図 2】

図1に示すRFIDタグ100からカバー部140を取り除いた構成を示す図



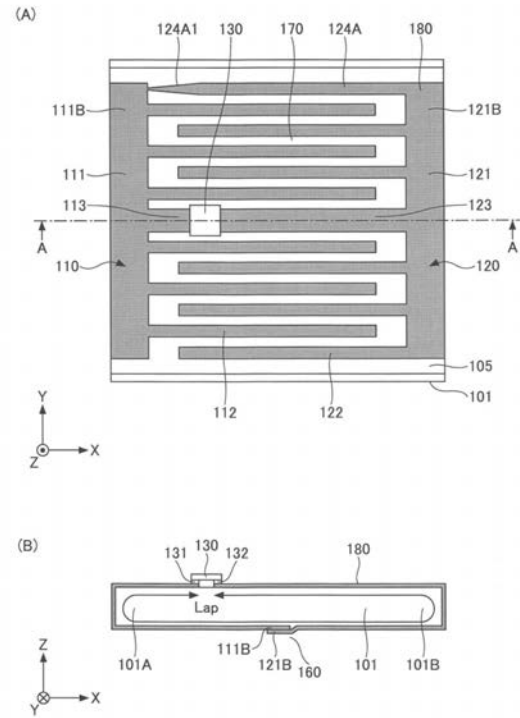
【図 3】

図1に示すRFIDタグ100から
ICチップ130とカバー部140を取り除いた構成を示す図



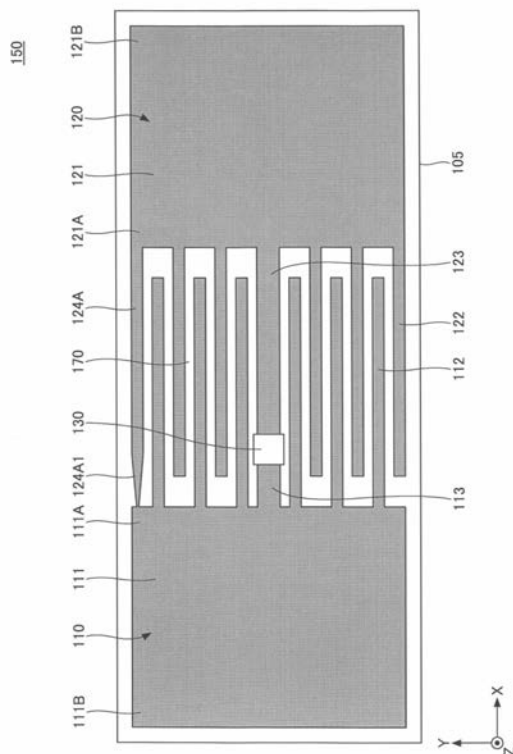
【図 4】

ベース部101、シート部105、アンテナエレメント110、120、
ICチップ130を示す図



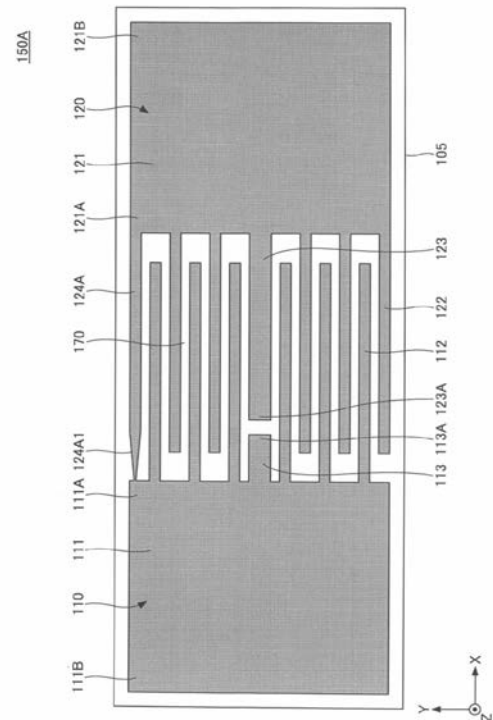
【図 5】

インレイ150を示す図



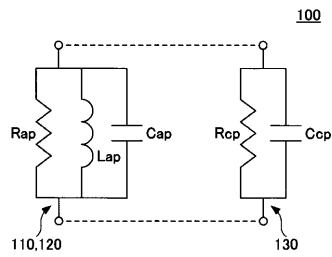
【図 6】

図5に示すインレイ150からICチップ130を取り除いた素子150Aを示す図



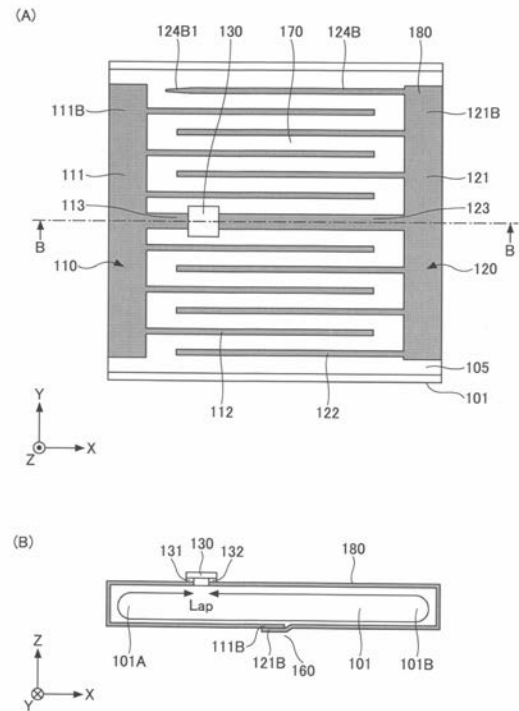
【図 7】

RFIDタグ100の等価回路を示す図



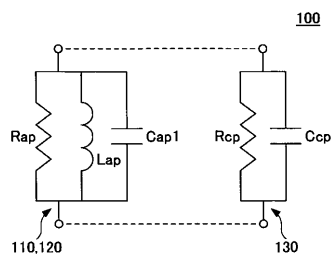
【図 8】

テーパ部124A1がエレメント111と分断されたRFIDタグ100を示す図



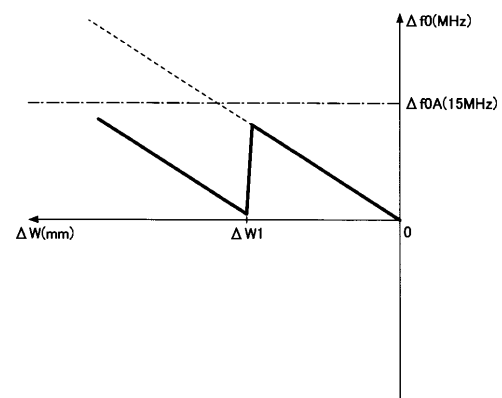
【図 9】

テーパ部124A1がエレメント111から分断された直後のRFIDタグ100の等価回路を示す図



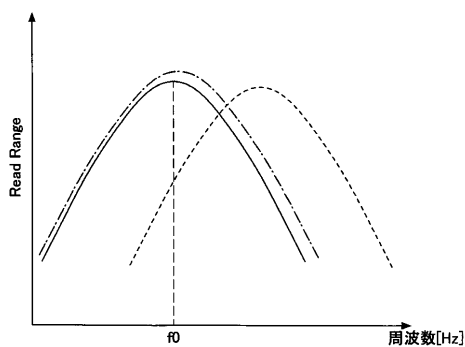
【図 1 1】

エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図



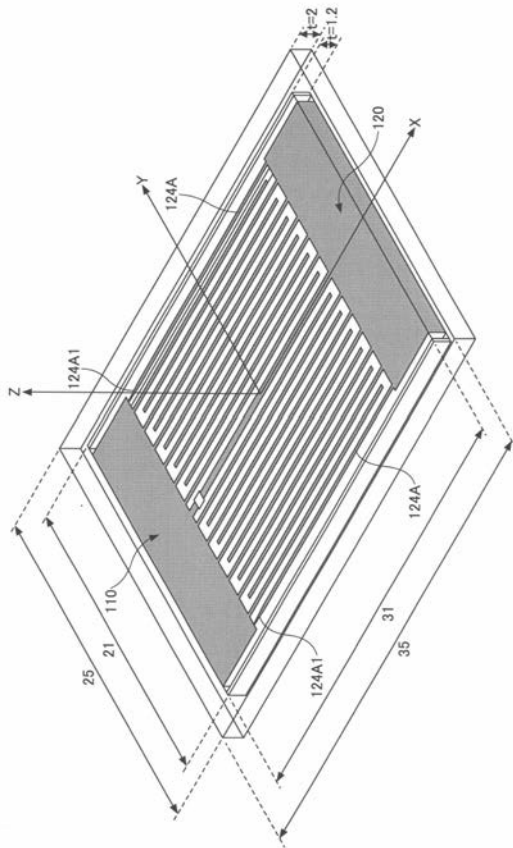
【図 1 0】

RFIDタグ100の読み取り距離の周波数特性を示す図



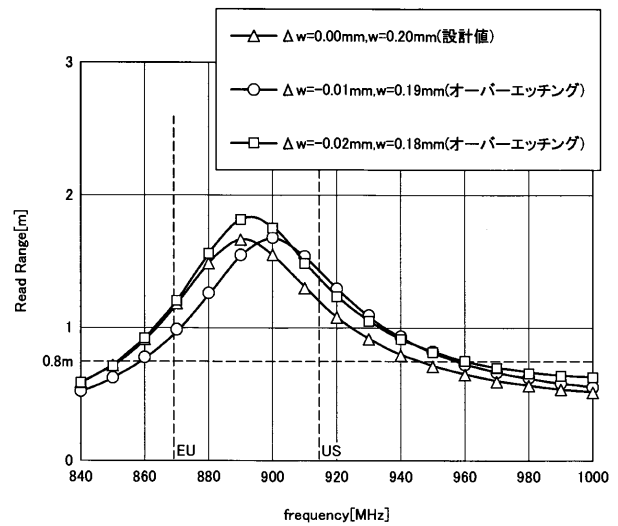
【図 1 2】

RFIDタグ100のシミュレーションモデルを示す図



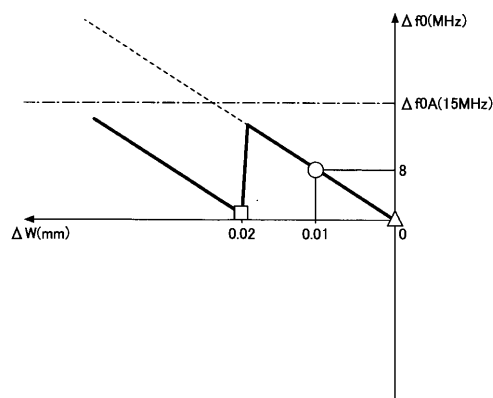
【図 1 3】

読み取り距離の共振周波数特性のシミュレーション結果を示す図



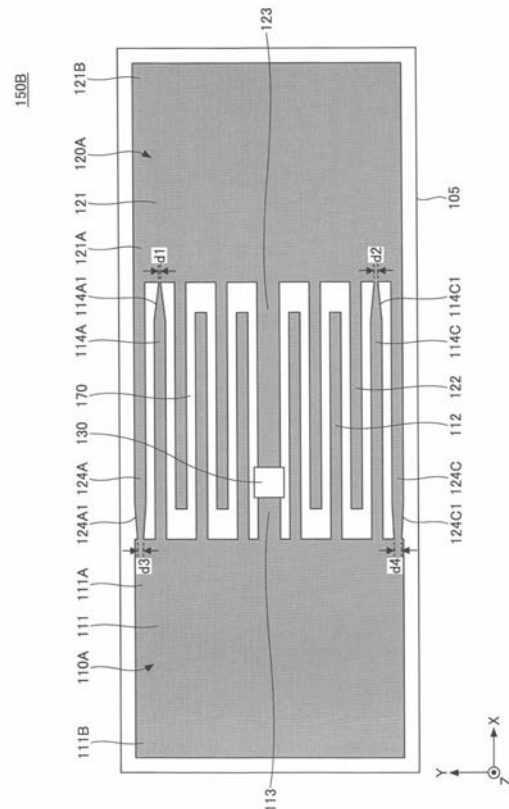
【図 1 4】

エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図



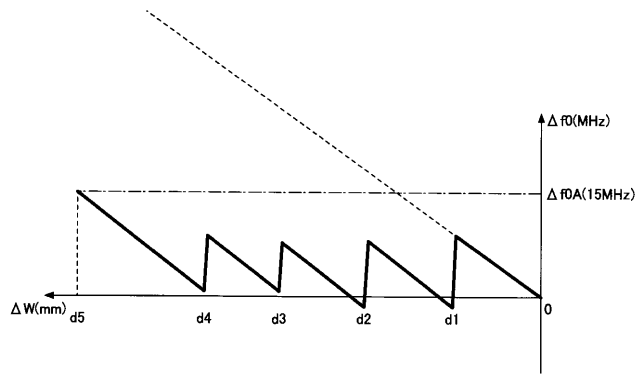
【図 1 5】

実施の形態の変形例によるインレイ150Bを示す図



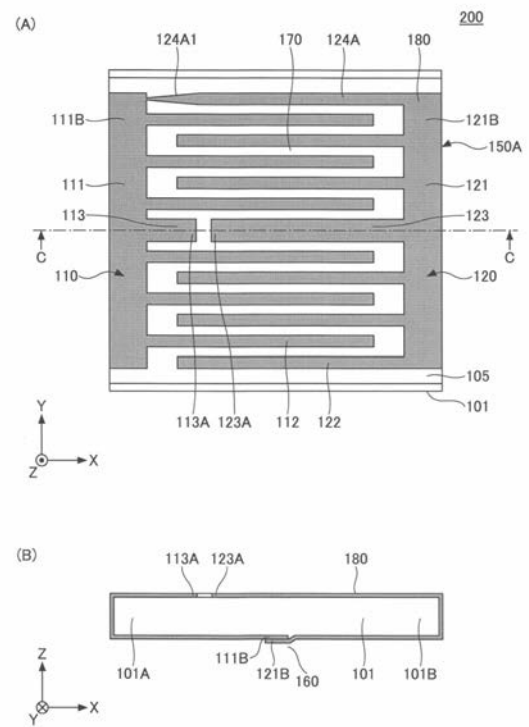
【図 16】

インレイ150Bを用いたRFIDタグ100における
エッチング量と共振周波数の変動量との関係を示す特性図



【図 17】

高周波回路200を示す図



【図 18】

高周波回路200の実装例を示す図

