

(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2010-200314

(P2010-200314A)

(43) 公開日 平成22年9月9日 (2010.9.9)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H 0 1 Q	7/06	(2006.01)	H 0 1 Q	7/06	5 B 0 3 5
G 0 6 K	19/07	(2006.01)	G 0 6 K	19/00	H
G 0 6 K	19/077	(2006.01)	G 0 6 K	19/00	K

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-16689 (P2010-16689)	(71) 出願人	000166443
(22) 出願日	平成22年1月28日 (2010.1.28)		戸田工業株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2009-20584 (P2009-20584)		広島県大竹市明治新開1番4
(32) 優先日	平成21年1月30日 (2009.1.30)	(72) 発明者	香嶋 純
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		広島県大竹市明治新開1番4 戸田工業株式会社大竹事業所内
		(72) 発明者	大前 誠司
			広島県大竹市明治新開1番4 戸田工業株式会社大竹事業所内
		(72) 発明者	木村 哲也
			広島県大竹市明治新開1番4 戸田工業株式会社大竹事業所内

最終頁に続く

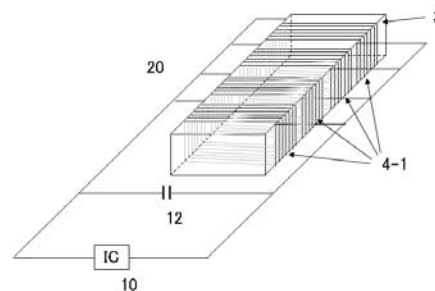
(54) 【発明の名称】 磁性体アンテナ及びRFタグ並びに該RFタグを実装した基板

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 共振周波数により制限されるコイルのインダクタンスをこれまで以上に大きくすることができ、通信感度を向上させた磁性体アンテナを得る。

【解決手段】 電磁誘導方式を利用し情報を送受信するための磁性体アンテナ20にIC10を実装したRFタグであり、前記磁性体アンテナは一つの磁性体コアに、インダクタンス L_1 が特定の関係式を満たすコイルを複数個形成し、前記各コイルは電気回路上並列に接続し、且つ、磁性体コアに直列に配置しており、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が特定の関係式を満たすことを特徴とするRFタグ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁誘導方式を利用し情報を送受信するための磁性体アンテナに I C を実装した R F タグであり、前記磁性体アンテナは一つの磁性体コアに、インダクタンス L_1 が関係式 (1) を満たすコイルを複数個形成し、前記各コイルは電気回路上並列に接続し、且つ、磁性体コアに直列に配置しており、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が関係式 (2) を満たすことを特徴とする R F タグ。

< 関係式 (1) >

$$L_1 \geq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{I C 容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

(L_1 : コイル1個のインダクタンス)

< 関係式 (2) >

$$L_0 \leq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{I C 容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

(L_0 : 磁性体アンテナの合成インダクタンス)

【請求項 2】

請求項 1 記載の R F タグを樹脂で被覆した R F タグ。

【請求項 3】

請求項 1 記載の R F タグに用いる磁性体アンテナであって、該磁性体アンテナは I C を実装した際に、一つの磁性体コアにインダクタンス L_1 が関係式 (1) を満たすコイルを複数個形成し、前記各コイルは電気回路上並列に接続し、且つ、磁性体コアに直列に配置しており、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が関係式 (2) を満たすことを特徴とする磁性体アンテナ。

< 関係式 (1) >

$$L_1 \geq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{I C 容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

(L_1 : コイル1個のインダクタンス)

< 関係式 (2) >

$$L_0 \leq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{I C 容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

(L_0 : 磁性体アンテナの合成インダクタンス)

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の R F タグを実装した基板。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載の R F タグを用いた通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁界成分を利用して情報を通信するための磁性体アンテナ及び R F タグに関するものであり、該磁性体アンテナ及び R F タグは、従来技術に比べて通信感度の向上を実現させた磁性体アンテナ及び R F タグである。

【背景技術】

【0002】

磁性体を使用し電磁波を送受信するアンテナ（以下、「磁性体アンテナ」という）は、コア（磁性体）に導線を巻き線してコイルを作り、外部から飛来する磁界成分を磁性体に貫通させコイルに誘導させて電圧（または電流）に変換するアンテナであり、小型ラジオや T V には広く利用されてきた。また、近年、普及してきた R F タグと呼ばれる非接触型の物体識別装置に利用されている。

【0003】

周波数がより高くなると、R F タグにおいては、磁性体を使用せず識別対象物と平面が平行になるループコイルがアンテナとして使用され、さらに周波数が高くなると（U H F 帯やマイクロ波帯）、R F タグを含めて磁界成分を検出するよりも、電界成分を検出する電界アンテナ（ダイポールアンテナや誘電体アンテナ）が広く使用されている。

【0004】

このようなループアンテナや電界アンテナは、金属物が接近すると、金属物にイメージ（ミラー効果）ができて、アンテナと逆位相になるために、アンテナの感度が失われるという問題が生じる。

【0005】

一方、磁界成分を送受信するための磁性体アンテナであって、磁性層を中心とするコアに電極材料をコイル状に形成し、コイル状の電極材料を形成した一方又は両方の外側面に絶縁層を形成し、前記絶縁層の一方又は両方の外側面に導電層を設けた磁性体アンテナが知られている（特許文献1）。該磁性体アンテナは、金属物に接触した場合であっても、アンテナとしての特性が維持されるものである。

【0006】

また、一つのコアに複数のコイルを形成して、並列に結線してアンテナとすることが知られている（特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-19891号公報

【特許文献2】特開平9-64634号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前記特許文献1記載の方法では、サイズに制限がある条件下においてさらに長い交信距離を得ることが困難である。

【0009】

また、前記特許文献2記載では、巻線の抵抗の増加によるコイル特性の低下を防止する目的であるので、通信感度を向上させることに関しては何ら記載されていない。

【0010】

そこで、本発明は、共振周波数により制限されるコイルのインダクタンスをこれまで以上に大きくすることができ、通信感度を向上させた磁性体アンテナを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記技術的課題は、次の通りの本発明によって達成できる。

【0012】

即ち、本発明は、電磁誘導方式を利用し情報を送受信するための磁性体アンテナにICを実装したRFタグであり、前記磁性体アンテナは一つの磁性体コアに、インダクタンス L_1 が関係式(1)を満たすコイルを複数個形成し、前記各コイルは電気回路上並列に接続し、且つ、磁性体コアに直列に配置しており、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が関係式(2)を満たすことを特徴とするRFタグである（本発明1）。

<関係式(1)>

$$L_1 \geq 1 / (4\pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

（ L_1 ：コイル1個のインダクタンス）

<関係式(2)>

$$L_0 \leq 1 / (4\pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

（ L_0 ：アンテナの合成インダクタンス）

【0013】

また、本発明は、本発明1記載のRFタグを樹脂で被覆したRFタグである（本発明2）。

【0014】

また、本発明は、本発明1記載のRFタグに用いる磁性体アンテナであって、該磁性体アンテナはICを実装した際に、一つの磁性体コアにインダクタンス L_1 が関係式(1)

10

20

30

40

50

を満たすコイルを複数個形成し、前記各コイルは電気回路上並列に接続し、且つ、磁性体コアに直列に配置しており、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が関係式(2)を満たすことを特徴とする磁性体アンテナである(本発明3)。

<関係式(1)>

$$L_1 \geq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

(L_1 : コイル1個のインダクタンス)

<関係式(2)>

$$L_0 \leq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

(L_0 : アンテナの合成インダクタンス)

【0015】

また、本発明は、本発明1又は2に記載のRFタグを実装した基板である(本発明4)。

【0016】

また、本発明は、本発明1又は2に記載のRFタグを用いた通信システムである(本発明5)。

【発明の効果】

【0017】

本発明に係るRFタグは、より感度が向上したRFタグであって、長い距離であっても通信が可能であり、13.56MHzのRFID用途などのRFタグとして好適である。

【0018】

本発明に係る磁性体アンテナ又はRFタグは、高い通信感度を有するので、各種携帯機器、容器、金属部品、基板、金属製工具、金型等の各種用途に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る磁性体アンテナの概念図である。

【図2】本発明に係る磁性体アンテナの斜視図である。

【図3】本発明における非磁性体で分割されたコアの状態を示す概念図である。

【図4】本発明に係る磁性体アンテナの別の態様を示す概念図である。

【図5】本発明に係る磁性体アンテナの別の態様を示す概念図である。

【図6】本発明に係る磁性体アンテナの積層構造を示す概念図である。

【図7】本発明に係る磁性体アンテナの積層構造を示す概念図である。

【図8】本発明に係る磁性体アンテナを基板に実装した場合の概念図である。

【図9】本発明に係る磁性体アンテナのコイル部分の積層構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明に係る磁性体アンテナについて述べる。

【0021】

本発明に係る磁性体アンテナの概略図を図1及び図2に示す。図1及び図2に示すとおり、本発明に係る磁性体アンテナ(20)は、磁性体からなるコア(3)を中心とし、コア(3)の外側に電極材料をコイル状(巻き線状)となるように形成し、複数のコイル(4-1)が電氣的に並列に接続され、且つ、コイル(4-1)は同一コア(3)に直列に配置されていることを基本構造とする。(図1及び図2では4個のコイルとなっているが、本発明において、コイルの数が限定されるものではない)

【0022】

本発明に係る磁性体アンテナの各コイル(4-1)のインダクタンス L_1 は、磁性体アンテナにICを実装した際に、下記関係式(1)を満たすものである。

<関係式(1)>

$$L_1 \geq 1 / (4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

【0023】

磁性体アンテナの各コイル(4-1)のインダクタンス L_1 が前記関係式(1)を満た

10

20

30

40

50

さなければ、通信感度を向上させることができない。好ましくは、各コイルのインダクタンス L_1 が磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 の 2 倍以上であることが好ましく、より好ましくは 3 倍以上である。

【0024】

本発明に係る磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 は、磁性体アンテナに IC を実装した際に、下記関係式 (2) を満たすものである。

< 関係式 (2) >

$$L_0 \leq 1 / ((4 \pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC 容量} + \text{アンテナの寄生容量})))$$

【0025】

磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が前記関係式 (2) を満たさなければ、IC を実装した RF タグの共振周波数を動作周波数に調整できないため、通信感度を向上させることができない。

【0026】

なお、前記関係式を満たす磁性体アンテナは、コアとなる材料の透磁率、コイルの巻き数、コイルの断面積、コイルの長さなどを制御することで作製することができる。

【0027】

前記コアは、図 3 に示すとおり、コアを構成する磁性体为非磁性体に分割された構造となっても良い。

【0028】

本発明に係る磁性体アンテナにおいて、非磁性体で磁性体コアを分割する場合には、当該磁性体アンテナを貫通する磁束に対して垂直に切断した断面の状態が、磁性体为非磁性体によって分割された状態であればいかなる状態となっても良く、例えば、図 3 (a) ~ (d) に示す状態である。

【0029】

本発明に係る磁性体アンテナの別の態様を示す概略図を図 4 に示す。図 4 に示すとおり、本発明に係る磁性体アンテナ (20) は、磁性体からなるコア (3) を中心とし、コア (3) の外側に電極材料をコイル状 (巻き線状) となるように形成し (2)、複数のコイル (4-1) が電氣的に並列に接続され、コイル (4-1) は同一コア (3) に直列に配置され、コイル状の電極材料を形成した一方又は両方の外側面に絶縁層 (6) を形成し、前記絶縁層 (6) の一方又は両方の外側面に導電層 (7) を設けることを基本構造としてもよい。導電層 (7) を形成することによって、磁性体アンテナに金属物が近づいても磁性体アンテナの特性変化が小さくなり、共振周波数の変化を小さくすることができる。更に、導電層 (7) の外側に絶縁層 (6) を設けても良い。

【0030】

本発明に係る磁性体アンテナの別の態様を示す概略図を図 5 に示す。図 5 に示すとおり、本発明に係る磁性体アンテナ (20) は、磁性体からなるコア (3) を中心とし、コア (3) の外側に電極材料をコイル状 (巻き線状) となるように形成し (2)、複数のコイル (4-1) が電氣的に並列に接続され、コイル (4-1) は同一コア (3) に直列に配置され、コイル状の電極材料を形成した一方又は両方の外側面に絶縁層 (6) を形成し、前記絶縁層 (6) の一方又は両方の外側面に導電層 (7) を設け、更に、導電層 (7) の外側に磁性層 (5) を設けても良い。磁性層 (5) を形成することによって、金属が接近したときの磁性体アンテナの特性変化がより小さくなり、共振周波数の変動を低減できる。なお、導電層 (7) を除いた積層構造としてもよい。

【0031】

また、本発明に係る磁性体アンテナは、図 6 の概略図に示すように、コイル (4) の上下面を挟み込んだ絶縁層 (6) の一方あるいは両方の外側面にコンデンサー電極 (11) を配置してもよい。

【0032】

なお、図 6 の概略図に示した磁性体アンテナは、絶縁層の上面に形成するコンデンサーを、平行電極若しくはくし型電極を印刷してコンデンサーとしてもよく、更に、該コンデ

10

20

30

40

50

ンサーとコイルリード端子とを並列もしくは直列に接続してもよい。

【0033】

また、図7の概略図に示すように、コンデンサー電極(11)を配置した外側面にさらに絶縁層(6)を設け、該絶縁層(6)の外側面にICチップ接続端子を兼ねる電極層(9)を形成して該絶縁層(6)を挟みこむようにコンデンサーを形成し、ICチップ接続端子と並列もしくは直列に接続してもよい。

【0034】

また、本発明に係る磁性体アンテナは、図2に示すように絶縁層(6)上面にICチップ(10)が接続できる端子(9)を形成すればよい。なお、ICチップ接続端子(9)とコイルリード端子とを並列若しくは直列に接続し一体焼成してもよい。

10

【0035】

本発明に係る磁性体アンテナは、コアの磁性材料に、Ni-Zn系フェライトなどを用いることができる。Ni-Zn系フェライトを使用する場合は、 Fe_2O_3 45~49.5モル%、NiO 9.0~45.0モル%、ZnO 0.5~35.0モル%、CuO 4.5~15.0モル%であるような組成が好ましく、使用する周波数帯で材料としての透磁率が高く、磁性損失が低くなるようなフェライト組成を選択すると良い。必要以上に高い透磁率の材料にすると磁性損失が増えるのでアンテナに適さなくなる。

例えば、RFIDタグ用途では13.56MHzでの透磁率が70~120、民生FM放送受信用途では100MHzでの透磁率が10~30になるようなフェライト組成を選択すると磁性損失が少ないので好ましい。

20

【0036】

本発明に係る磁性体アンテナは、コアの非磁性材料に、Zn系フェライトなどの非磁性フェライト、ホウケイ酸系ガラス、亜鉛系ガラス又は鉛系ガラス等のガラス系セラミック、あるいは非磁性フェライトとガラス系セラミックを適量混合したものなどを用いることができる。

【0037】

非磁性フェライトに使用するフェライト粉末には、焼結体の体積固有抵抗が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上になるようなZn系フェライト組成を選択するとよい。 Fe_2O_3 45~49.5モル%、ZnO 17.0~22.0モル%、CuO 4.5~15.0モル%である組成が好ましい。

30

【0038】

ガラス系セラミックの場合、使用するガラス系セラミック粉末には、線膨張係数が使用する磁性体の線膨張係数と大きく異ならない組成を選択するとよい。具体的には磁性体として用いる軟磁性フェライトの線膨張係数との差が $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内の組成である。

【0039】

次に、本発明に係るRFタグについて述べる。

【0040】

本発明に係るRFタグは、前記磁性体アンテナにICを接続したものである。図2に示す斜視図は、磁性体アンテナにICを実装できる形態であるが、磁性体アンテナと別に設置したICとを電気回路で接続した形態のいずれであってもよい。

40

【0041】

本発明に係るRFタグは、図2に示すように磁性体アンテナの絶縁層(6)上面にICチップ(10)が接続できる端子(9)を形成し、ICチップ接続端子とコイルリード端子とを並列若しくは直列に接続し一体焼成してもよい。

【0042】

前記ICチップ接続端子を形成した磁性体アンテナは、図2に示すとおり、電極層を形成したコイル(4)の少なくとも一方の面の絶縁層(6)にスルーホール(1)を設け、このスルーホール(1)に電極材料を流し込み、コイル(4)の両端と接続し、該絶縁層の表面に電極材料でコイルリード端子とICチップ接続端子を形成して一体焼成して得ることができる。

50

【0043】

本発明に係るRFタグの並列に接続するコイル1個のインダクタンス L_1 は下記関係式1を満たすとともに、合成インダクタンス L_0 は下記関係式2を満たす。

【0044】

<関係式(1)>

$$L_1 \geq 1 / (4\pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

<関係式(2)>

$$L_0 \leq 1 / (4\pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{IC容量} + \text{アンテナの寄生容量}))$$

【0045】

本発明に係るRFタグは、ポリスチレン、アクリルニトリルスチレン、アクリルニトリルブタジエンスチレン、アクリル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリアセタール、ポリカーボネート、塩化ビニール、変性ポリフェニレンエーテル、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド等の樹脂によって被覆されていても良い。

10

【0046】

次に、本発明に係る磁性体アンテナの製造方法について述べる。

【0047】

まず、磁性粉末及びバインダーを混合した混合物をシート状にした単層あるいは複数の層を積層した磁性層を形成する。

次に、図2に示すように、前記磁性層(5)を用いて全体の厚みが所望の厚さとなるように積層する。

20

次いで、図9に示すように、積層した磁性層に所望の数のスルーホール(1)を開ける。前記スルーホール(1)のそれぞれに電極材料を流し込む。また、スルーホールと直角になる両面に、スルーホールと接続してコイル状(巻き線状)となるように電極層(2)を形成する。スルーホールに流し込んだ電極材料と電極層によって、磁性層が長方形のコアとなるように複数個のコイル(4-1)を形成する。そして、複数個のコイル(4-1)が電気回路上並列となるように接続する。このとき、複数個が直列に配置されたコイルの両端のコイルを形成する磁性層の両端が磁性回路上開放となる構成となる(4-2)。

【0048】

次いで、図2に示すように電極層(2)形成したコイルの上下面に絶縁層(6)を形成する。

30

【0049】

得られたシートを、所望の形状となるように、スルーホール(1)とコイル開放端面(4-2)で切断して一体焼成する、又は一体焼成後にスルーホールとコイル開放端面で切断することによって製造することができる(LTCC技術)。

【0050】

本発明に係る図3に示すコアを有する磁性体アンテナは、例えば、以下の方法によって製造することができる。

【0051】

まず、磁性粉末及びバインダーを混合した混合物をシート状にした単層あるいは複数の層を積層した磁性層を形成する。

40

別に、非磁性粉末及びバインダーを混合した混合物をシート状にした単層あるいは複数の層を積層した非磁性層を形成する。

次に、図3(a)に示すように、磁性層(5)と非磁性層(8)とを交互に、全体の厚みが所望の厚さとなるように積層する。

次いで、積層した磁性層及び非磁性層に所望の数のスルーホール(1)を開ける。前記スルーホールのそれぞれに電極材料を流し込む。また、スルーホールと直角になる両面に、スルーホールと接続してコイル状(巻き線状)となるように電極層(2)を形成する。スルーホールに流し込んだ電極材料と電極層によって、磁性層が長方形のコアとなるようにコイルを形成する。このとき、コイルを形成する磁性層の両端が磁性回路上開放となる

50

構成となる（図 9）。

【0052】

次いで、図 2 に示すように電極層を形成したコイルの上下面に絶縁層（6）を形成する。

【0053】

得られたシートを、所望の形状となるように、スルーホールとコイル開放端面で切断して一体焼成する、又は一体焼成後にスルーホールとコイル開放端面で切断することによって製造することができる（LTCC 技術）。

【0054】

本発明における導電層（7）はどのような手段で形成されても良いが、例えば、印刷、刷毛塗り等の通常の方法で形成することが好ましい。あるいは、金属板を形成した絶縁層の外側に貼り付けて同様の効果を付与することも出来る。

導電層を形成する材料、また、スルーホールに流し込む電極材料としては、Ag ペーストが適しており、その他の Ag 系合金ペースト等、金属系導電性ペーストを使用することができる。

【0055】

絶縁層の外側に形成する場合、導電層（7）の膜厚は 0.001～0.1mm が好ましい。

【0056】

本発明に係る磁性体アンテナは、図 8 の概略図に示すように、コイル（4）の下面の絶縁層（6）にスルーホールを設け、そのスルーホールに電極材料を流し込み、コイル（4）両端と接続し、その下表面に電極材料で基板接続端子（14）を形成して一体焼成してもよい。その場合、セラミック、樹脂等の基板に容易に接合することができる。なお、基板としては前記各種材料を複合化したもの、金属を含有するもの等を用いることができる。

【0057】

また、本発明に係る磁性体アンテナを実装した基板は、接着剤、粘着剤、又ははんだ付け等の手段で基板（15）の表面に磁性体アンテナが固定されることを特徴とするものである。本発明では、多層配線基板へ部品を実装する際に一般に使用される手段で、磁性体アンテナを他の部品と同時に実装することができ、量産性が高い。

【0058】

多層配線基板では導体で構成された配線が内蔵されており、アンテナに対して金属と同じ影響を与える。本発明に係る磁性体アンテナを実装した基板では、磁性体アンテナが前述したような構造であるため金属の影響を受けることがなく、多層配線基板などの内部又は表面に導体で構成された配線が形成された基板であっても、その影響を受けることがない。

【0059】

IC は、前記図 2 に示すように、上面の絶縁層上に IC チップ接続端子を形成して接続しても良いし、図 8 に示すように、磁性体アンテナの下面の基板接続端子（14）に接続さするように基板内に配線を形成して、基板内配線を介して接続しても良い。また、下面の基板接続端子（14）に接続された基板内配線を介して、リーダライタと接続しても良く、リーダライタとして使用できる。

【0060】

また、本発明においては、通信機器に本発明に係る磁性体アンテナを設置することができる。

【0061】

また、本発明においては、包装容器に本発明に係る磁性体アンテナを設置することができる。

【0062】

また、本発明においては、工具やボルトなどの金属部品に本発明に係る磁性体アンテナ

10

20

30

40

50

を設置することができる。

【0063】

<作用>

本発明に係る磁性体アンテナは、一つの磁性体コアを中心として電極材料がコイル状となるように形成された複数のコイルを電気回路上並列に接続し、コイルは共有する磁性体コアに直列配置することで、使用する共振周波数に制限を受けていたコイルのインダクタンス L_1 を可能な限り大きくなるように設計し、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 は共振周波数に制御したので、通信感度の低下を最小限に抑えることができる。

【0064】

コイルに誘起される起電力 e は電流の単位時間の変化量 dI/dt を用いて、下記式 (3) で表される。 10

【0065】

<式 (3)>

$$e = -L (dI/dt)$$

【0066】

従って、コイルのインダクタンス L が大きければ誘起される起電力も大きくなる。

【0067】

一般に、13.56 MHz のRFID用途などの磁性体アンテナにおいては、共振周波数 f_0 が下記式 (4) で決定される。

【0068】

<式 (4)>

$$f_0 = 1 / (2\pi (L \times C)^{1/2})$$

【0069】

そのため、実装するICの容量やアンテナ自体の寄生容量のために、コイルのインダクタンス L_0 をある制限の値以下にしなければならないという制限があった。

【0070】

一方、RFタグとリーダ/ライタとの結合によるタグの誘起電圧は、相互インダクタンス M を用いて下記式 (5) で示される。

【0071】

<式 (5)>

$$e = -M (dI/dt) = k ((L_1 L_2)^{1/2}) \times (dI/dt)$$

L_1 : リーダ/ライタのアンテナのインダクタンス

L_2 : タグのアンテナのインダクタンス

【0072】

そこで、タグのアンテナのインダクタンスを大きくすれば、タグに誘起させる電圧を大きくすることができる、結合度をあげることができる。

【0073】

本発明では複数のコイルを並列で接続するので、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 は、各コイルのインダクタンス L_1 が等価である場合、下記式 (6) のとおりとなる。 40

【0074】

<式 (6)>

$$L_0 = L_1 (\text{コイル1個分}) / \text{コイルの個数}$$

【0075】

よって、コイルの個数を増やしていけば、それに伴って並列に接続された一個のコイルのインダクタンス L_1 を大きく設計することができる。

【0076】

本発明においては、各コイルのインダクタンス L_1 を大きくする一方で、磁性体アンテナ自体の合成インダクタンス L_0 は共振周波数に適合するように各コイルを接続して調整したことによって、磁性体アンテナの通信感度を向上させることができたものである。 50

【0077】

特許文献2に記載されているとおり、並列に接続された隣あうコイル同士が結合すれば式(4)よりも合成インダクタンスは大きくなり、回路のQも大きくなる。

Qを大きく設計することは、共振回路としてはコイルで受けた電力をQ倍するので望ましいが、必要以上に大きく取ると外部環境やIC等バラつきによる変動で周波数ズレによる交信感度の変動が大きくなってしまいうので、下記式(7)となるように設計すればよい。

【0078】

<式(7)>

$$Q = 13.56 \text{ MHz} / (\text{利用する帯域})$$

10

【実施例】

【0079】

以下に添付図面を参照しながら、発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。

【0080】

[磁性体アンテナ1]

磁性層(5)用として、900℃焼結後に13.56MHzでの材料としての透磁率が100になるNi-Zn-Cuフェライト仮焼粉(Fe_2O_3 48.5モル%、NiO 25モル%、ZnO 16モル%、CuO 10.5モル%)100重量部、ブチラール樹脂8重量部、可塑剤5重量部、溶剤80重量部をボールミルで混合しスラリーを製造した。出来たスラリーをドクターブレードでPETフィルム上に150mm角で、焼結時の厚みが0.1mmになるようにシート成型した。

20

【0081】

また、絶縁層(6)用として同様に、Zn-Cuフェライト仮焼粉(Fe_2O_3 48.5モル%、ZnO 41モル%、CuO 10.5モル%)100重量部、ブチラール樹脂8重量部、可塑剤5重量部、溶剤80重量部をボールミルで混合しスラリーを製造した。出来たスラリーをドクターブレードでPETフィルム上に磁性層と同様のサイズと厚みでシート成型した。

【0082】

次に、図9に示すように、磁性層(5)用グリーンシートにスルーホール(1)を開けその中にAgペーストを充填して、かつスルーホール(1)と直角になる両面にAgペーストを印刷して10枚積層し、5つのコイル(4-1)が並列に結線されるよう形成した。

30

【0083】

次に、図4に示すとおり、絶縁層(6)用グリーンシートをコイル(4-1)の上下面に積層し、一方の面にはAgペーストで導電層(7)を印刷した絶縁層用グリーンシートを積層した。

【0084】

積層したグリーンシートをまとめて加圧接着させ、スルーホールとコイル開放端面(4-2)で切断し、900℃で2時間、一体焼成して、巻き数23ターンのコイルが5個並列に結線されている磁性体アンテナ1(横30mm×縦4mmのサイズ)を作成した。(図ではコイル巻き数は簡略化して示している。また、磁性層の積層枚数は簡略化している。以下の他の図についても同様である。)

40

【0085】

さらに、該磁性体アンテナ1のコイル両端にRFタグ用IC(ICの容量:23.5pF)を接続してさらにICと並列にコンデンサーを接続して共振周波数を13.56MHzに調整してRFタグを作製し、出力100mWのリーダ/ライタで交信する距離を測定した。

【0086】

各測定方法を以下にまとめる。

50

【0087】

[共振周波数の測定と調整方法]

共振周波数は、アジレントテクノロジー株式会社インピーダンスアナライザー4291Aに1ターンコイルを接続し、これとRFタグを結合させ、測定されるインピーダンスのピーク周波数をもって共振周波数とした。

【0088】

磁性体アンテナの合成インダクタンス及びコンデンサ成分の容量はアジレントテクノロジー株式会社インピーダンスアナライザー4291Aを用いて測定した。また、各コイルのインダクタンス及び寄生容量は、作製した複数のコイルを並列につなぐ配線を切断して、1つのコイルのみについて測定した。

10

【0089】

[交信距離の測定方法]

交信距離は、出力100mWのリーダ／ライター（株式会社タカヤ製、製品名TR3-A201/TR3-C201）のアンテナを水平に固定し、その上方にRFタグの長手方向をアンテナに対して垂直に位置させて、13.56MHzで交信が可能な限り高い位置の時のアンテナとRFタグの垂直方向の距離を交信距離とした。

【0090】

[磁性体アンテナ2]

磁性層(5)用として、900℃焼結後に13.56MHzでの材料としての透磁率が100になるNi-Zn-Cuフェライト仮焼粉(Fe_2O_3 48.5モル%、NiO 25モル%、ZnO 16モル%、CuO 10.5モル%)100重量部、ブチラール樹脂8重量部、可塑剤5重量部、溶剤80重量部をボールミルで混合しスラリーを製造した。出来たスラリーをドクターブレードでPETフィルム上に150mm角で、焼結時の厚みが0.1mmになるようにシート成型した。

20

【0091】

非磁性層(8)用として、ホウケイ酸ガラス(SiO_2 86~89wt%、 B_2O_3 7~10wt%、 K_2O 0.5~7wt%)100重量部、ブチラール樹脂8重量部、可塑剤5重量部、溶剤80重量部をボールミルで混合しスラリーを製造した。出来たスラリーをドクターブレードでPETフィルム上に150mm角で、焼結時の厚みが0.05mmになるようにシート成型した。

30

【0092】

また、絶縁層(6)用として同様に、Zn-Cuフェライト仮焼粉(Fe_2O_3 48.5モル%、ZnO 41モル%、CuO 10.5モル%)100重量部、ブチラール樹脂8重量部、可塑剤5重量部、溶剤80重量部をボールミルで混合しスラリーを製造した。出来たスラリーをドクターブレードでPETフィルム上に磁性層と同様のサイズと厚みでシート成型した。

【0093】

次に、図3(a)に示すように、磁性層(5)用グリーンシートと非磁性層(8)用グリーンシートを積層させたシート、各1枚ずつを加圧接着し、1枚のシートとしてから、スルーホール(1)を開けその中にAgペーストを充填して、かつスルーホール(1)と直角になる両面にAgペーストを印刷して10枚積層し、コイル(4)を形成した。

40

【0094】

次に、図4に示すように、絶縁層(6)用グリーンシートをコイル(4)の上下面に積層し、一方の面にはAgペーストで導電層(7)を印刷した絶縁層用グリーンシートを積層した。

【0095】

積層したグリーンシートをまとめて加圧接着させ、スルーホールとコイル開放端面(4-2)で切断し、900℃で2時間、一体焼成して、巻き数23ターンのコイルが5個並列に結線されている磁性体アンテナ2(横30mm×縦4mmのサイズ)を作成した。

【0096】

50

磁性体アンテナ 1 と同様にして、R F タグ用 I C を接続し、さらに I C と並列にコンデンサーを接続し共振周波数を 1 3 . 5 6 M H z に調整して R F タグを作製した。得られた R F タグについて、出力 1 0 0 m W のリーダ／ライタで交信する距離を測定した。

【 0 0 9 7 】

[磁性体アンテナ 3]

実施例 1 と同様に製造した磁性層 (5) 用グリーンシートにガラスセラミックのペーストを 0 . 0 2 m m の厚みで印刷し、1 0 層積層した。

上記磁性層 (5) 用グリーンシートにスルーホール (1) を開けその中に A g ペーストを充填して、かつスルーホール 1 と直角になる両面に A g ペーストを印刷して積層し、コイル (4) を形成した。

10

【 0 0 9 8 】

次に、コイル (4) の一方の面に、A g ペーストで導電層 (7) を印刷し構成した絶縁層 (6) 用グリーンシートを積層した。もう一方の面にはコイルの両端に接続するようスルーホールを開けその中に A g ペーストを充填して、かつスルーホール (1) と直角になる表層にコイルリード端子と I C を接続する I C チップ接続端子 (9) となる形状を A g ペーストで印刷し絶縁層 (6) 用グリーンシートを積層した。

以上のグリーンシートをまとめて加圧接着させ、スルーホール (1) とコイル開放端面 (4 - 2) で切断し、9 0 0 ° C で 2 時間、一体焼成してコイル巻き数 2 3 ターンのコイルが 5 個並列に結線されている磁性体アンテナ 3 (横 1 0 m m × 縦 3 m m のサイズ) を作成した。

20

【 0 0 9 9 】

該磁性体アンテナのコイル両端に R F タグ用 I C を接続してさらに I C と並列にコンデンサーを接続して共振周波数を 1 3 . 5 6 M H z に調整して R F タグを作成し、出力 1 0 0 m W のリーダ／ライタで交信する距離を測定した。

【 0 1 0 0 】

その結果、磁性体アンテナ 3 は 1 2 . 0 c m の通信距離だった。金属板貼付時の交信距離は 1 0 . 5 c m だった。

【 0 1 0 1 】

[磁性体アンテナ 4]

実施例 1 と同様に製造した磁性層 (5) 用グリーンシートと非磁性層 (8) 用のガラスセラミックのグリーンシートを、それぞれ同様の厚み 0 . 1 m m で成膜した。得られたシートをそれぞれ 0 . 1 m m 幅でセラミックグリーンシート積層体切断機 (U H T 株式会社製 G - C U T) を用いて切断した。次いで、図 3 (b) に示すように磁性層と非磁性層が順番になるように 1 枚のシート状に並べて加圧接着した。得られたシートを縦方向にも磁性層と非磁性層が順番になるよう 1 0 枚積み重ねて加圧接着できるよう準備し、一つ一つのシートにスルーホール (1) を開けその中に A g ペーストを充填して、かつスルーホール (1) と直角になる両面に A g ペーストを印刷して 1 0 枚積層し、コイル (4) を形成した。

30

【 0 1 0 2 】

得られたコイルに、磁性体アンテナ 1 と同様にして絶縁層を形成して、コイルが 5 個並列に結線されている磁性体アンテナ 4 とした。

40

【 0 1 0 3 】

[磁性体アンテナ 5]

実施例 1 と同様に製造した磁性層 (5) 用グリーンシートと非磁性層 (8) 用のガラスセラミックのグリーンシートを、それぞれ同様の厚み 0 . 1 m m で成膜した。得られたシートをそれぞれ 0 . 1 m m 幅でセラミックグリーンシート積層体切断機 (G - C U T / U H T) を用いて切断した。次いで、図 3 (c) に示すように磁性層と非磁性層が順番になるように 1 枚のシート状に並べて加圧接着した。得られたシートとガラスセラミックのグリーンシートを交互に 1 0 枚ずつ積み重ねて加圧接着できるよう準備し、一つ一つのシートにスルーホール (1) を開けその中に A g ペーストを充填して、かつスルーホール

50

(1)と直角になる両面にA gペーストを印刷して10枚積層し、コイル(4)を形成した。

【0104】

得られたコイルに、磁性体アンテナ1と同様にして絶縁層を形成して、コイルが5個並列に結線されている磁性体アンテナ5とした。

【0105】

[磁性体アンテナ6]

実施例1と同様に製造したスラリーを用いて、磁性層(5)用の棒状の磁性体を作製した。図3(d)に示すように作成した棒状の磁性体を容器内に並べ、非磁性ガラスセラミックのスラリーを流し込み厚み1mmのシートを作製した。得られたシートとガラスセラミックのグリーンシート10枚積み重ねて加圧接着できるよう準備し、図4に示すように、一つ一つのシートにスルーホール(1)を開けその中にA gペーストを充填して、かつスルーホール(1)と直角になる両面にA gペーストを印刷して10枚積層し、コイル(4)を形成した。

【0106】

得られたコイルに、磁性体アンテナ1と同様にして絶縁層を形成して、コイルが5個並列に結線されている磁性体アンテナ6とした。

【0107】

[磁性体アンテナ7 比較例]

巻き数が23ターンのコイルが1個形成できるようにした以外は、前記磁性体アンテナ1と同様に製造した。100mWのリーダ／ライタで交信する距離は6.0cmであった。

【0108】

得られた磁性体アンテナの諸特性を表1に示す。

【0109】

【表1】

実施例及び比較例	合成インダクタンス L0[μH]	コイル1個の インダクタンス L1[μH]	関係式(1)から計算した合成 インダクタンスの上限値 $1/(4\pi^2 \times 13.56^2 \times (IC容量 + 寄生容量))$ [μH]	交信距離 [cm]
磁性体アンテナ1	2.90	14.5	3.17	12.0
磁性体アンテナ2	2.94	14.7	3.17	12.5
磁性体アンテナ3	2.96	14.8	3.17	12.7
磁性体アンテナ4	3.00	15.0	3.17	12.3
磁性体アンテナ5	3.04	15.2	3.17	13.5
磁性体アンテナ6	3.10	15.5	3.17	14.0
磁性体アンテナ7 (比較例)	3.50	3.5	4.67	6.0

【0110】

表1に示すとおり、本発明に係るRFタグ(磁性体アンテナ1～6)は、いずれもコイル1個のインダクタンス L_1 が $1/(4\pi^2 \times (動作周波数)^2 \times (IC容量 + アンテナの寄生容量))$ より大きく、且つ、磁性体アンテナの合成インダクタンス L_0 が $1/(4$

$\pi^2 \times (\text{動作周波数})^2 \times (\text{I C 容量} + \text{アンテナの寄生容量})$ より小さいことが確認された。そして、本発明に係る R F タグ (磁性体アンテナ 1 ~ 6) は、いずれも交信距離が長いことが確認された。

【0 1 1 1】

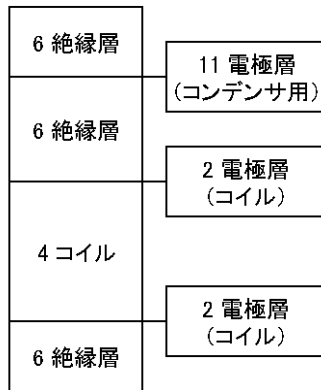
本発明に係る磁性体アンテナはいずれも、コイルのインダクタンスを大きく設計しても共振周波数の調整が可能であり、コアを非磁性体で分割した場合は実効の透磁率が高く、小型化と通信感度の向上を両立させたアンテナであることが確認された。

【符号の説明】

【0 1 1 2】

- | | | |
|-----|-----------------|----|
| 1 | スルーホール | 10 |
| 2 | 電極層 (コイル電極) | |
| 3 | コア | |
| 4 | コイル | |
| 4-1 | コイルの最小単位 | |
| 4-2 | コイル開放端面 | |
| 5 | 磁性層 | |
| 6 | 絶縁層 | |
| 7 | 導電層 | |
| 8 | 非磁性層 | |
| 9 | I C 接続用電極層 (端子) | 20 |
| 10 | I C | |
| 11 | コンデンサー電極 | |
| 12 | コンデンサー | |
| 14 | 基板接続用電極層 | |
| 15 | 基板 | |
| 20 | 磁性体アンテナ | |

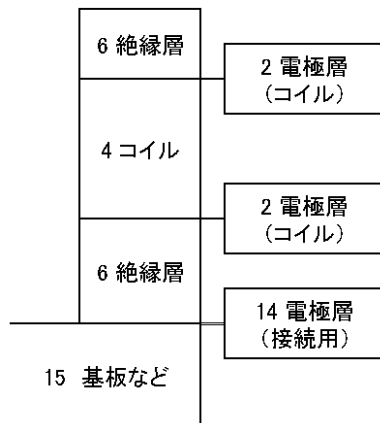
【図 6】



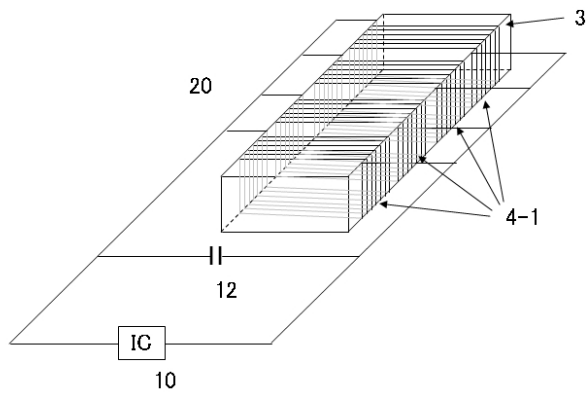
【図 7】



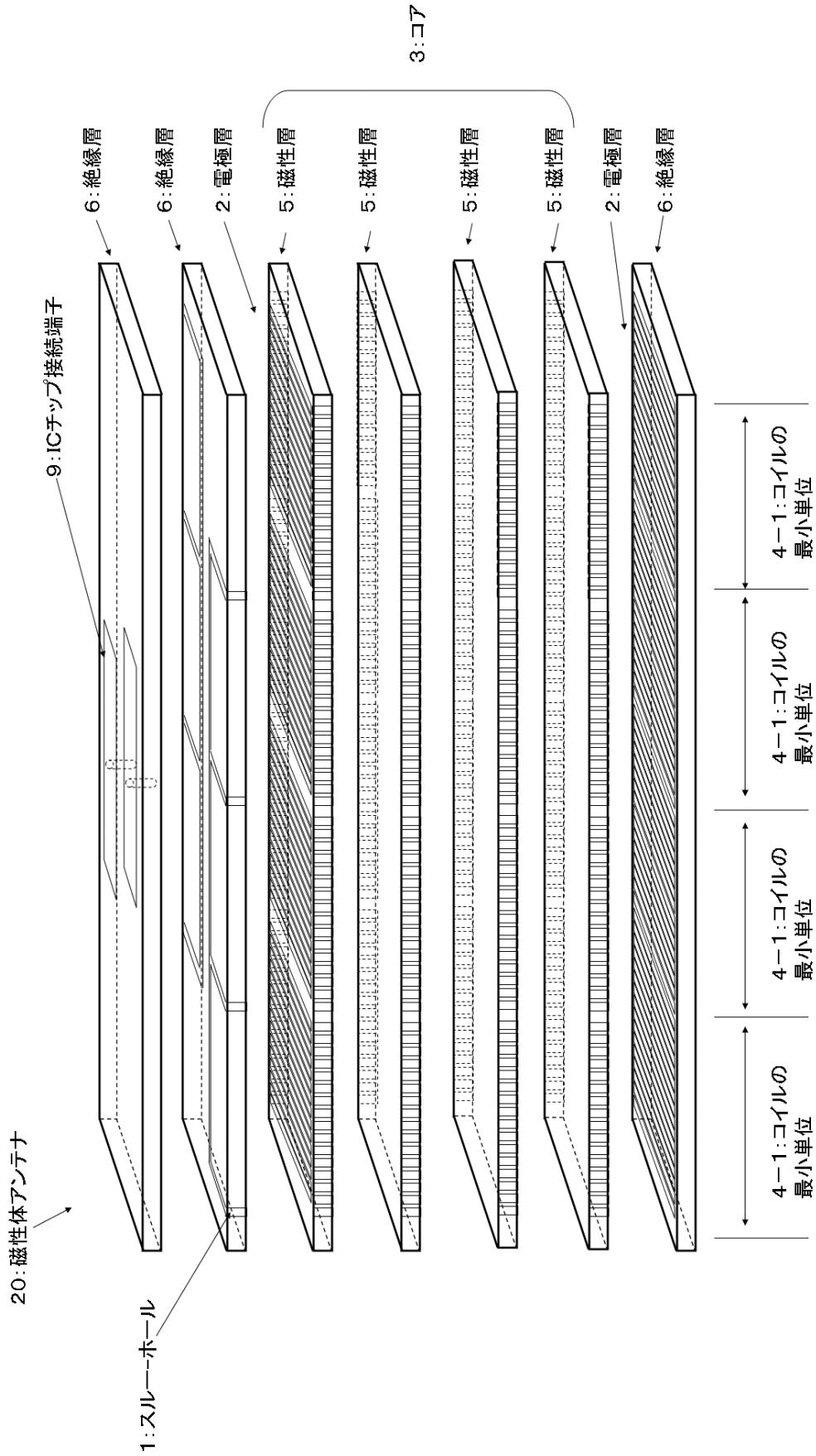
【図 8】



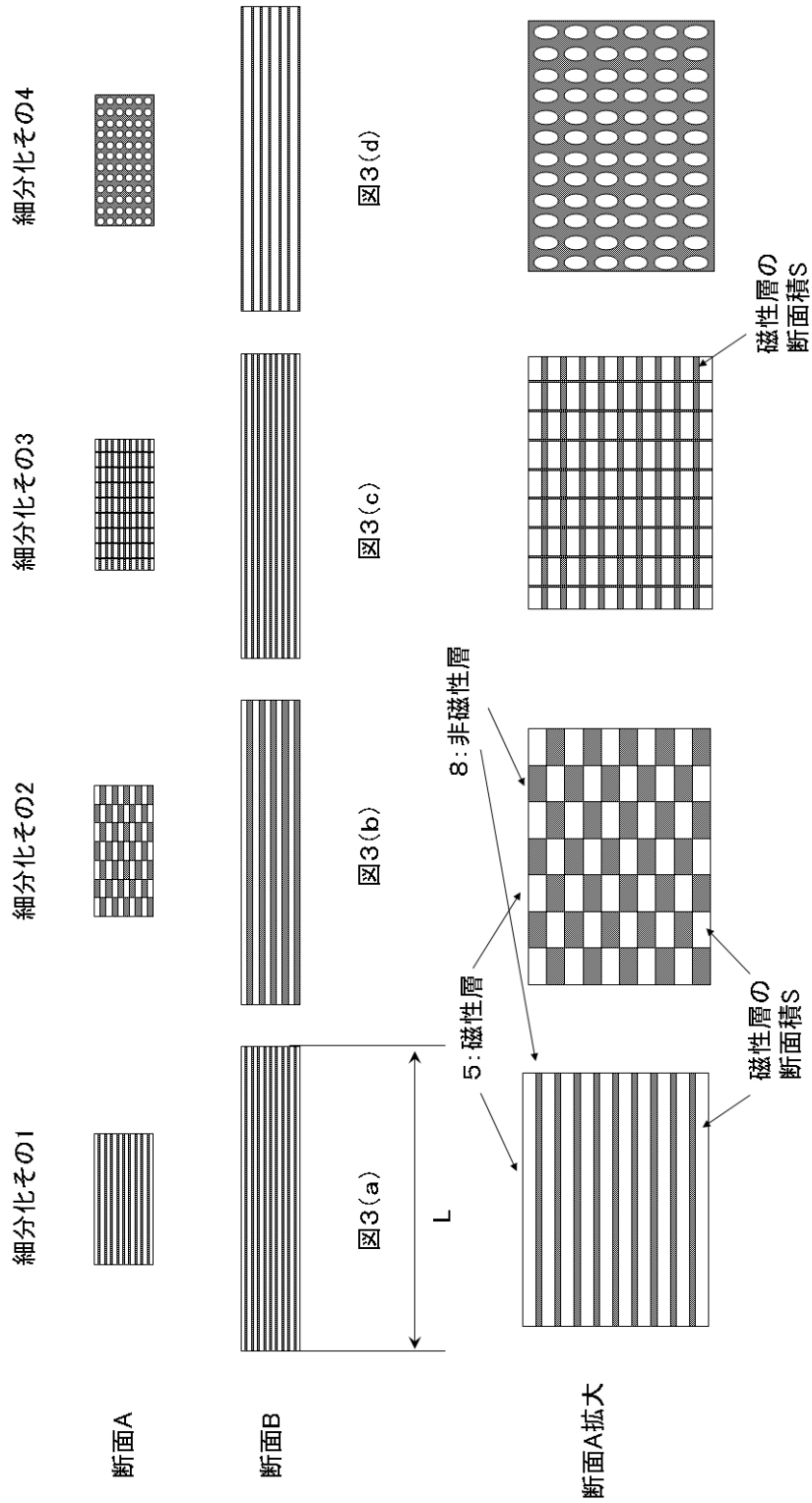
【図 1】



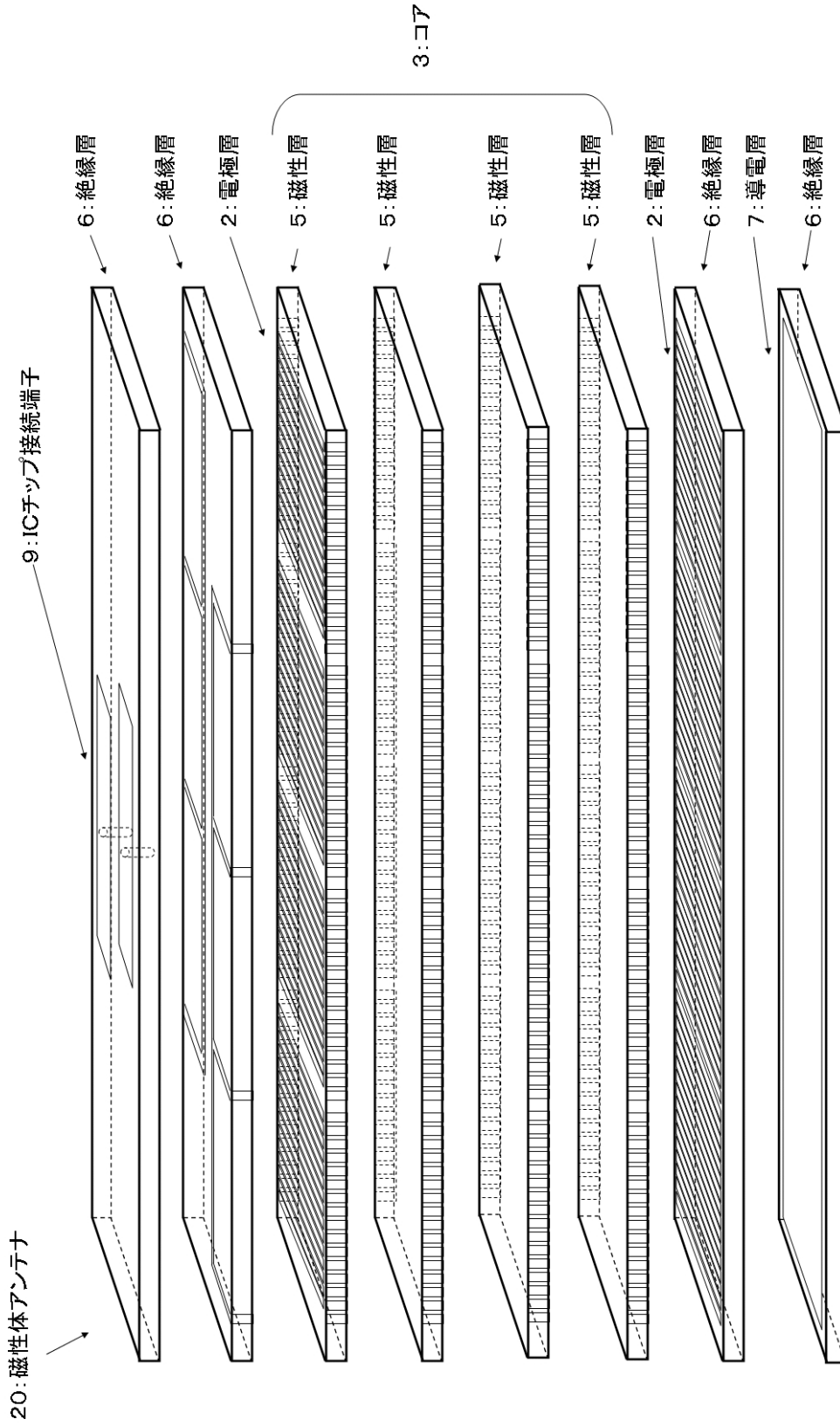
【図 2】



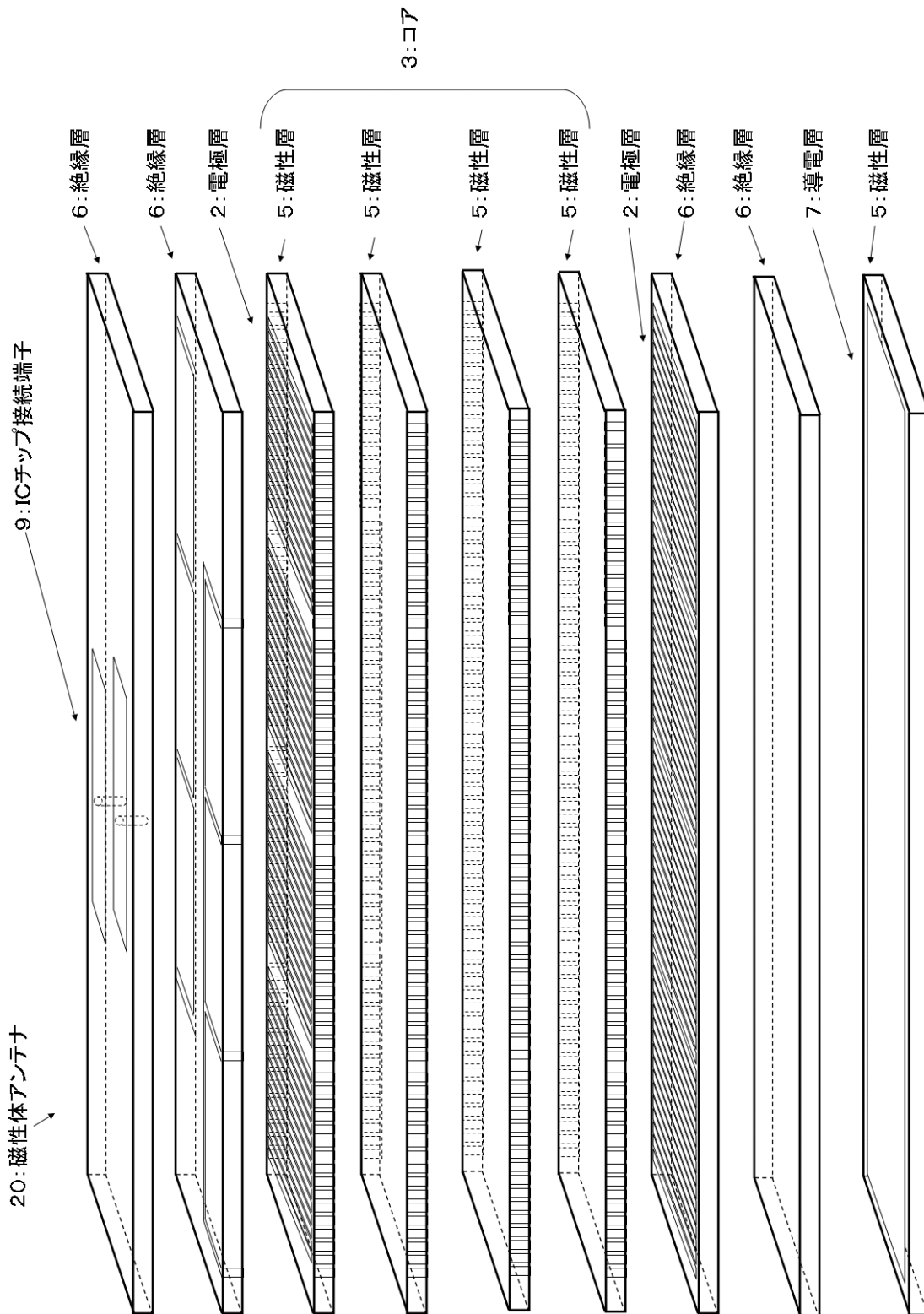
【図 3】



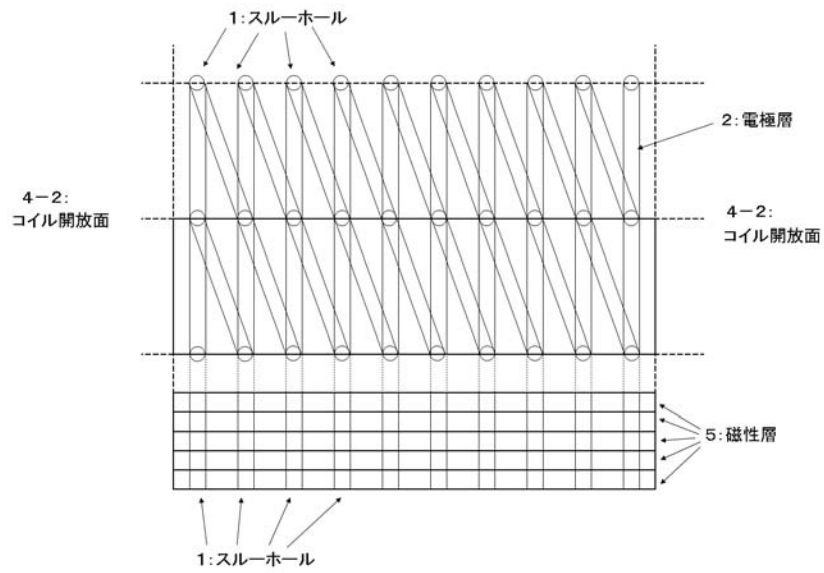
【図 4】



【図 5】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 由郎

東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル23階 戸田工業株式会社東京ヘッドオフィス内

Fターム(参考) 5B035 BA03 BB09 CA08 CA23