

(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2013-152600

(P2013-152600A)

(43) 公開日 平成25年8月8日(2013.8.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G06K 19/07 (2006.01)</b>	G06K 19/00 H	5B035
<b>G06K 19/077 (2006.01)</b>	G06K 19/00 K	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-12950 (P2012-12950)  
 (22) 出願日 平成24年1月25日 (2012.1.25)

(71) 出願人 000004455  
 日立化成株式会社  
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号  
 (72) 発明者 石坂 裕宣  
 茨城県筑西市五所宮1150番地 日立化成工業株式会社内  
 (72) 発明者 田崎 耕司  
 茨城県筑西市五所宮1150番地 日立化成工業株式会社内  
 (72) 発明者 遠藤 俊博  
 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社内  
 Fターム(参考) 5B035 BA03 BB09 CA01 CA23

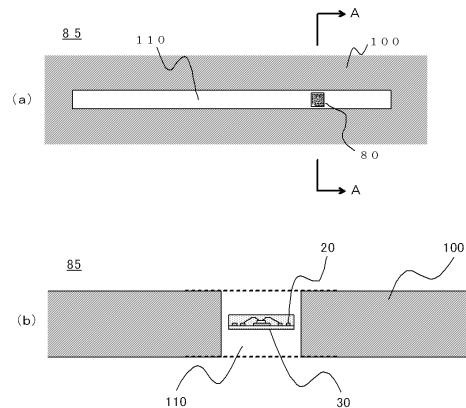
(54) 【発明の名称】RFIDタグシステム及びRFIDパッケージ

(57) 【要約】

【課題】小型のRFIDタグ単体に比べて長い通信距離を実現し、しかもRFIDタグの装着対象である金属部品や金属製品そのものを、RFIDシステムの一部であるスリットを形成する導体として用いることも可能な、適応自由度が高いRFIDタグシステム及びこれに用いるRFIDパッケージを提供する。

【解決手段】ICチップと、このICチップと接続されて電気的閉回路を形成するアンテナと、前記ICチップ及びアンテナを封止する封止材とを有し、前記ICチップの動作波長に対して縦及び横及び高さのサイズが1/50以下サイズのRFIDパッケージと、このRFIDパッケージを内部または周辺に配置したスリットを備える導体と、を有するRFIDタグシステム。

【選択図】図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ICチップと、このICチップと接続されて電氣的閉回路を形成するアンテナと、前記ICチップ及びアンテナを封止する封止材とを有し、前記ICチップの動作波長に対して縦及び横及び高さのサイズが $1/50$ 以下のRFIDパッケージと、このRFIDパッケージを内部または周辺に配置するスリットを備える導体と、を有するRFIDタグシステム。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、RFIDパッケージのアンテナが単層のコイルであるRFIDタグシステム。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 において、導体が銅、アルミニウム、鉄のいずれかを主成分としているRFIDタグシステム。

**【請求項 4】**

請求項 1 から 3 の何れかにおいて、導体がRFIDパッケージの装着対象である金属部品もしくは金属製品または金属部品もしくは金属製品の一部であるRFIDタグシステム。

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 の何れかにおいて、導体のスリットが切削、プレス、粉末冶金、溶接、鋳造のいずれかにより形成されたRFIDタグシステム。

20

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 の何れかにおいて、導体の表面が絶縁材料で覆われているRFIDタグシステム。

**【請求項 7】**

請求項 1 から 6 の何れかにおいて、導体に備えられたスリットの形状が略直線状もしくは略コの字状もしくは略メアングライン状であるRFIDタグシステム。

**【請求項 8】**

請求項 1 から 7 の何れかにおいて、スリットの長さがICチップの動作波長のおおよそ $1/2$ であるRFIDタグシステム。

**【請求項 9】**

請求項 1 から 7 の何れかにおいて、スリットの両端のうち片方が開放端であり、前記スリットの長さがICチップの動作波長のおおよそ $1/4$ であるRFIDタグシステム。

30

**【請求項 10】**

請求項 1 ~ 9 において、ICチップの動作周波数が $0.86 \sim 0.96$  GHzの間であるRFIDタグシステム。

**【請求項 11】**

請求項 1 から 10 の何れかにおいて、RFIDパッケージが樹脂製のネジに埋め込まれ、導体に備えられたスリットの一部にネジ穴加工が施され、前記ネジを前記スリットの一部にネジ止めすることにより、前記RFIDパッケージが前記スリットの内部または周辺に配置されているRFIDタグシステム。

40

**【請求項 12】**

請求項 1 から 10 の何れかにおいて、RFIDパッケージが樹脂製の圧着ピンに埋め込まれ、前記圧着ピンを前記スリットの一部に圧入することにより、前記RFIDパッケージが前記スリットの内部または周辺に配置されているRFIDタグシステム。

**【請求項 13】**

請求項 1 から 12 の何れかにおいて、RFIDパッケージのサイズが、縦 $2.5$  mm以下×横 $2.5$  mm以下×高さ $1.0$  mm以下であるRFIDタグシステム。

**【請求項 14】**

請求項 1 から 13 の何れかのRFIDタグシステムに用いるRFIDパッケージであって、ICチップと、このICチップと接続されて電氣的閉回路を形成するアンテナと、前

50

記 IC チップ及びアンテナを封止する封止材とを有し、前記 IC チップの動作波長に対して縦及び横及び高さのサイズが  $1/50$  以下の RFID パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、汎用のリーダやリーダライタと共に用いて非接触で情報の送受信を行うことができる RFID (Radio Frequency Identification) タグシステム及び RFID パッケージに関する。

【背景技術】

【0002】

製品の情報や識別、管理、偽造防止の目的で、商品、包装、カード、書類等には IC チップを搭載した非接触式 RFID タグ (以下、単に「RFID タグ」という。) が多数利用されている。IC チップには商品の名称、価格等の情報が書き込まれており、管理、販売、使用する際には、リーダやリーダライタ (以下、リーダとリーダライタを合わせて「リーダ等」ということがある。) によって、これらの IC チップの情報を無線で読み取り、利用できる。製造日や製造所、残金等の情報を、後でリーダライタによって書き込むことができるものもある。このようにして RFID タグは商品管理の利便性向上や安全性の向上、また人為的ミスをなくす等大きなメリットをもたらしている。

【0003】

RFID タグは、商品に取り付けたりカードに内蔵したりするという性格上、小型薄型化の要求も強い。特に、従来はロット番号を刻印・記入して管理したりあるいは管理そのものができていなかったものへの利用として近年着目されている。具体的には眼鏡や時計あるいは医療用サンプルや半導体パッケージ等 (以下、このような複雑な形状を有したり、サイズが縦：数 cm × 横：数 cm 程度以下の小さい物品を「小型多品種品」という。) の管理であり、商品 (サンプル) の製造所、作業員、製造日、使用材料、寸法、特性、在庫数管理等に役立ち、管理作業員の手間を減らしてかつミスを防ぐことができる。これらのような利便性のある管理システム実現のためには、RFID タグの小型化・薄型化が必要不可欠となる。

【0004】

比較的小型で薄型の RFID タグとしては、図 1 に示すように、フィルム基材 1 上にアンテナ 20 を形成し、IC チップ 30 を搭載した RFID タグ 80 が開示されている (特許文献 1、2)。また、より小型の RFID タグとして、基板上にアンテナパターンと IC チップを取り付けた後、封止してパッケージ化したもの (特許文献 3) や、より薄く平坦にするために、基板を設けずに、独立したアンテナパターン上に IC チップを取付けた後、封止してパッケージ化したもの (特許文献 4) が開示されている。以下、このようにパッケージ化した RFID タグを、「RFID パッケージ」という。さらに、図 2 に示すように、IC チップサイズまで小型化した RFID パッケージ 80 として、IC チップ 30 上に直接アンテナ 20 を形成したもの (オンチップアンテナ) が開示されている (特許文献 5、6)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 221211 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 103060 号公報

【特許文献 3】特開 2010 - 152449 号公報

【特許文献 4】特開 2001 - 052137 号公報

【特許文献 5】国際公開第 2005 / 024949 号

【特許文献 6】特開 2007 - 189499 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

## 【0006】

引用文献1、2のRFIDタグは、比較的小型で薄型であり、汎用のリーダ等でも200mm以上の通信距離を有する。しかし、フィルム基材に設けるアンテナとして、縦または横が、数cm程度の大きさが必要なため、RFIDタグを取付ける対象が、上述した小型多品種品である場合には対応できず、対象となる製品や取付けについての制約が大きい。

## 【0007】

引用文献3、4のRFIDタグは、数mm角（縦：数mm×横：数mmを表す。以下、同様。）程度と小型であり、小型多品種品にも対応できる。しかし、引用文献3のRFIDタグは、アンテナを多層に設けるため、アンテナを設ける基材も多層構造が必要となり、コストがかかる上、全体の厚みも増す問題がある。引用文献4のRFIDタグは、基材で支持されない単体のアンテナを、多数個繋げたリードフレーム状の部材を用いるので、封止後に個々のパッケージに切断すると、アンテナの切断面がパッケージの外部に露出し、環境劣化等による通信特性や信頼性への影響が懸念される。しかも、引用文献3、4のような、数mm角程度サイズのRFIDタグは、一般に、通信距離が数mm以下程度であり、実用的には十分とは言えない。リーダ等の側で対応することで、通信距離を伸ばすことは可能であるが、専用のリーダ等が必要になり、汎用のリーダ等が使えないため、使い勝手が悪い問題がある。

10

## 【0008】

引用文献5、6のRFIDタグは、サイズはICチップと同等（数100μm角程度）であり、小型多品種品に十分対応できる。しかし、通信距離が1mm以下または接触レベルと短く、実際に使用する現場においては、作業の効率や自由度が低い問題がある。一方、通信距離を長くしようとすると、ICチップ自体のサイズを拡大する必要があるため、コスト高になる問題があった。

20

## 【0009】

サイズが10mm角程度以下で、かつ通信距離が、10mm程度以上であるようなRFIDタグであれば、小型多品種品を始めとして、適用範囲は大幅に拡大し、また汎用のリーダ等でも対応可能であるため、産業上利用価値が非常に高い。しかしながら、上述したように、サイズが数mm角オーダー以下のRFIDタグは、通信距離が短く、実用上は、使い勝手の悪いものであった。

30

## 【0010】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、小型のRFIDタグ単体に比べて長い通信距離を実現し、しかもこれまでRFIDタグの装着対象である金属部品や金属製品そのものを、RFIDシステムの一部であるスリットを形成する導体として用いることも可能な、適応自由度が高いRFIDタグシステム及びこれに用いるRFIDパッケージ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】

## 【0011】

本発明は、以下のものに関する。

1. ICチップと、このICチップと接続されて電氣的閉回路を形成するアンテナと、前記ICチップ及びアンテナを封止する封止材とを有し、前記ICチップの動作波長に対して縦及び横及び高さのサイズが1/50以下のRFIDパッケージと、このRFIDパッケージを内部または周辺に配置するスリットを備える導体と、を有するRFIDタグシステム。
2. 項1において、RFIDパッケージのアンテナが単層のコイルであるRFIDタグシステム。
3. 項1または2において、導体が銅、アルミニウム、鉄のいずれかを主成分としているRFIDタグシステム。
4. 項1から3の何れかにおいて、導体がRFIDパッケージの装着対象である金属部品もしくは金属製品または金属部品もしくは金属製品の一部であるRFIDタグシステム

40

50

。

5. 項1から4の何れかにおいて、導体のスリットが切削、プレス、粉末冶金、溶接、鋳造のいずれかにより形成されたRFIDタグシステム。

6. 項1から5の何れかにおいて、導体の表面が絶縁材料で覆われているRFIDタグシステム。

7. 項1から6の何れかにおいて、導体に備えられたスリットの形状が略直線状もしくは略コの字状もしくは略メアングライン状であるRFIDタグシステム。

8. 項1から7の何れかにおいて、スリットの長さがICチップの動作波長のおおよそ1/2であるRFIDタグシステム。

9. 項1から7の何れかにおいて、スリットの両端のうち片方が開放端であり、前記スリットの長さがICチップの動作波長のおおよそ1/4であるRFIDタグシステム。

10. 項1～9において、ICチップの動作周波数が0.86～0.96GHzの間であるRFIDタグシステム。

11. 項1から10の何れかにおいて、RFIDパッケージが樹脂製のネジに埋め込まれ、導体に備えられたスリットの一部にネジ穴加工が施され、前記ネジを前記スリットの一部にネジ止めすることにより、前記RFIDパッケージが前記スリットの内部または周辺に配置されているRFIDタグシステム。

12. 項1から10の何れかにおいて、RFIDパッケージが樹脂製の圧着ピンに埋め込まれ、前記圧着ピンを前記スリットの一部に圧入することにより、前記RFIDパッケージが前記スリットの内部または周辺に配置されているRFIDタグシステム。

13. 項1から12の何れかにおいて、RFIDパッケージのサイズが、縦2.5mm以下×横2.5mm以下×高さ1.0mm以下であるRFIDタグシステム。

14. 1から13の何れかのRFIDタグシステムに用いるRFIDパッケージであって、ICチップと、このICチップと接続されて電氣的閉回路を形成するアンテナと、前記ICチップ及びアンテナを封止する封止材とを有し、前記ICチップの動作波長に対して縦及び横及び高さのサイズが1/50以下のRFIDパッケージ。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、小型のRFIDタグ単体に比べて長い通信距離を実現し、しかもRFIDタグの装着対象である金属部品や金属製品そのものを、スリットを形成する導体として用いることも可能な、適応自由度が高いRFIDタグシステム及びこれに用いるRFIDパッケージを提供することを目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】従来のRFIDパッケージの概略の断面図である。

【図2】従来の他のRFIDパッケージの概略の断面図である。

【図3】本発明のRFIDパッケージのアンテナの形状を示す概略の平面図である。

【図4】本発明のRFIDパッケージの一例の概略の断面図である。

【図5】ICチップを接続したコイルアンテナの電氣的等価回路を示す図である。

【図6】本発明のRFIDタグシステムの概略の(a)平面図と(b)A-A断面の拡大図である。

【図7】本発明のRFIDタグシステムの概略の平面図である。

【図8】本発明のRFIDタグシステムの概略の平面図である。

【図9】本発明のRFIDタグシステムの概略の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明におけるRFIDパッケージとは、ICチップと基材上に設けたアンテナをワイヤボンディングなどで接続し、それらを封止材で封止したRFIDタグをいう。以下に、本発明に用いるRFIDパッケージの実施形態の一例を示す。

【0015】

10

20

30

40

50

R F I D パッケージにおける基材は、アンテナや I C チップを支持するものである。基材としては、樹脂製のものを使用する。樹脂製の基材としては、リフローや成形時の加熱、あるいは使用時の発熱に晒される時に必要な、250 ~ 300 で数秒程度の耐熱性と機械的強度を有し、熱膨張係数が小さい材料が好適であり、このようなものとして、ガラスエポキシ、フェノール、ポリイミド等が利用できる。アンテナを低コストでばらつきなく形成するためには、基材の片面に金属箔が貼り合わされた金属箔付き基材を用いて、エッチングによりアンテナを形成することが効果的である。さらに R F I D パッケージの薄型化のためには 10 ~ 50  $\mu\text{m}$  程度の薄い基材を用いることが有効である。前記条件を満たす基材として、ポリイミド基材の片面に銅箔が貼り合わされた銅箔付きポリイミド基材（例えば、日立化成工業株式会社製 製品名：MCF-5000I、ポリイミド厚み 25  $\mu\text{m}$ 、銅箔厚み 18  $\mu\text{m}$ ）が利用できる。なお、比誘電率は、紙フェノールが 4.6 ~ 7.0 程度、ガラスエポキシが 4.4 ~ 5.2 程度、ポリイミドが 3.5 程度であり、これらの基材は全て利用できるが、比誘電率が高ければ、インダクタンスが増加するため、アンテナを小型化できる。なお、比誘電率は、紙フェノールやガラスエポキシより小さいが、基材が薄く形成可能で、耐熱性があり、物理的強度が強く、アンテナの形成性も良好な点で、銅箔付きポリイミド基材を用いるのが望ましい。

10

20

30

40

50

#### 【0016】

アンテナは、リーダ等と電磁結合して電力を受け取り、I C チップに伝えて、I C チップを動作させるものである。アンテナは単層でよく、多層化する必要がないので、基材の片面に銅箔を貼り合せた、銅箔付きポリイミド基材の銅箔を用いて形成すると、低コストでばらつきなく形成することができる点で望ましい。

#### 【0017】

図3に示すように、樹脂製の基材1上の中央部にI C チップ30を配置し、このI C チップ30の外周部の基材1の片面にアンテナ20を配置する。アンテナ20は、基材1の外周部の長さのとれる領域に配置されるので、アンテナ形状の自由度が拡大し、アンテナ20のインダクタンスLとI C チップ30の静電容量Cとを含めて形成される電気回路（以下、「LC共振回路」ということがある。）の共振周波数の調整が容易となる。また、アンテナ20は、I C チップ30の外周部に設けられるので、コイルアンテナの場合、コイルの直径が大きくなり、インダクタンスが増加して、通信距離の確保と小型化に有利となる。また、アンテナ20は、I C チップ30と接続されて電気的閉回路を形成し、開放端を有しないようにする。ここで、電気的閉回路を形成し、開放端を形成しないとは、アンテナ20が端部を2箇所所有しており、この端部2箇所とI C チップ30の2つの電極（図示しない。）とがそれぞれ接続されていることを意味する。また、アンテナ20端部とは、アンテナ20の端から1mm以内の領域をいう。I C チップ30と接続されて電気的閉回路を形成し、開放端を有しないアンテナの具体例としては、図3のコイルアンテナが挙げられ、これにより、R F I D パッケージのサイズが小型でも、LC回路としてアンテナ20を容易に設計でき、かつ小面積で効率的にインダクタンスを得ることができるため、通信距離を確保するのが有利となる。

#### 【0018】

アンテナの形状を、図3に示す。アンテナ20の形状は、アンテナ20のインダクタンスとI C チップ30の静電容量とを含めて形成される電気回路（LC共振回路）の共振周波数が、I C チップ30の動作周波数またはその付近となるように設計する。アンテナ20の形状としては、コイルアンテナなどが利用できる。I C チップ30と接続されて電気的閉回路を形成するコイルアンテナは、電気回路をLC共振回路として容易に設計することができ、かつ小面積で効率的にインダクタンスを得ることができるため、小型化することが可能となる点で望ましい。アンテナ20の設計手法については後述する。またコイルアンテナの場合、巻線コイルを接着剤等で搭載することも可能だが、巻線コイルよりもエッチングで作製するコイルのほうがインダクタンス等の性能が安定しており、また、導線幅/導線間距離が、0.2mm/0.2mm ~ 0.05mm/0.05mm程度の微細な配線を形成することができるため小型化に有利であり、量産性にも優れているため、エッ

チング製法のほうが産業上有効である。

【0019】

また、図3には、ICチップ30及びワイヤボンディングしたワイヤ40も図示している。銅箔付きポリミドの銅箔をエッチングしてアンテナ20を形成するとき、ICチップ30を搭載する部分の銅箔も残しておき、ダイパッド(図示しない。)を形成しておくことで、ICチップ30のワイヤボンディング等の接続の際に剛性を保ち歩留まりが向上する。ICチップ30を搭載する部分の銅箔の上にダイボンドフィルム(図示しない。)を配置し、その上にICチップ30を固定する。ICチップ30は読み取り専用のものでよいが、情報を書き込めるもののほうが、作業履歴等を随時書き込めるため好適である。その後、ワイヤボンディングによってICチップ30とアンテナ20を直接接続する。図3のコイルアンテナ20では、2箇所アンテナ端部が、アンテナ20を間に挟んで位置するが、この間に位置するアンテナ20を、ワイヤボンディングのワイヤ40で跨いで、アンテナ端部とICチップ30とを直接接続することによって、ジャンパー線を設けたり、多層化してスルーホールを介して接続する必要がないため、低コスト化を図ることができる。

10

【0020】

アンテナは配線場所を調整することでフリップチップ接続により、アンテナとICチップとを直接接続することが可能になる。両面銅箔基材等を用いた多層配線及び片面銅箔基材を用いた単層配線の何れを用いることもできる。両面銅箔基材等を用いて多層配線する場合は、コイルの直径を小さくすることができるため、RFIDパッケージの縦および横の寸法を減らし、縦及び横のサイズの小型化を実現し易い。しかし、この場合は、高さの寸法が増加すること、量産性減少やコスト上昇の傾向があること、さらに、片面を封止するだけでは、配線が表面に露出してしまふ等のデメリットがある。このため、片面銅箔基材を用いて、単層のコイルアンテナを形成することで、RFIDパッケージの縦及び横の寸法を減らし、縦及び横のサイズの小型化を実現するのが望ましい。

20

【0021】

図4は、封止材によって封止された後、ダイシング加工によって、略直方体に形成されたRFIDパッケージ80を示す断面図である。基材1上にてダイパッド90上に搭載されたICチップ30、アンテナ20、ワイヤ40を、封止材10を用いて一括して封止することで、それらを保護する。基材1として薄いものを用い、アンテナ20を基材の片面のみに単層で設けているので、封止後の厚み(高さ)は、例えば0.2~1.0mm程度にすることができる。封止後、ICチップ30やアンテナ20やワイヤ40等の金属配線部分は全て封入されるため、封止材10の外部からは、まったく触れられない構造となり、環境劣化の観点からも偽造防止の観点からも安全性・信頼性が向上する。

30

【0022】

封止材としては、通常半導体で使用されている封止材を使用することができ、比誘電率は2.6~4.5程度である。RFIDパッケージ自体の性能を高めるためには、封止材の比誘電率は低いほうが好ましいが、比誘電率が高ければインダクタンスが増加するためアンテナを小型化することができる。

【0023】

このようにして作製されたRFIDパッケージは、基材が耐熱性180以上、封止材が耐熱性150以上であり、ワイヤボンディングを使用しているため、従来のPET等にアンテナを形成しているRFIDタグに比べて耐熱性が高く、高温でも正常に動作する。このため、適用製品が、半導体パッケージ等の電子部品や射出成形品等の場合、リフローや成形時の加熱、あるいは使用時の発熱に晒されるので、250~300で数秒程度の耐熱性を要するが、このような用途にも対応可能である。

40

【0024】

以下、アンテナの設計手法について説明する。

アンテナの設計は、アンテナ線の形状、線の太さ、線の長さ、等によって決まる共振周波数を指標とする。この共振周波数を、使用するICチップの動作周波数に近づけること

50

によって、リーダライタからの電力をアンテナが受け取り、ICチップに伝えて、ICチップが動作する。

【0025】

共振周波数をアンテナの図面から解析的に導出することは一般的に難しい。実際にはアンテナを試作して実験的に測定する方法が採られることが多い。しかし、本発明のRFIDタグは小型なので、アンテナの試作を手作業で正確に行うことは不可能であり、一方でエッチングマスク作製からエッチングまで行ってアンテナを作製するのは時間もコストもかかってしまう。このため、本発明では、電磁界シミュレータ(アンシス・ジャパン株式会社製シミュレータソフト 製品名: HFSS)を用いてアンテナ設計を行なうが、これにより、時間およびコストを削減することができる。電磁界シミュレータに、アンテナの形状、材質、およびICチップの静電容量等を入力することにより、シミュレーション結果から共振周波数を得る。そして、電磁界シミュレータにより求められる、アンテナのインダクタンスLとICチップの静電容量Cとを含めて形成される電気回路の共振周波数 $f_0$ が、ICチップの動作周波数またはその付近であるように、アンテナを設計する。なお、この場合の共振周波数とは、アンテナの両端にICチップを接続した場合の電気的閉回路のインピーダンスの虚数部がゼロとなる周波数のことである。

10

【0026】

設計の原理を理解しやすいのはコイルアンテナの両端にICチップを接続した場合の電気的閉回路を考えることであり、単純なLC共振回路と見立てることができる。図3のコイルアンテナ20の電気的等価回路を、図5に示す。この場合の共振周波数 $f_0$ は、コイルアンテナの等価回路であるコイル50のインダクタンスL、ICチップ30の等価回路であるコンデンサ60の静電容量Cを用いて、次式で表される。

20

【0027】

【数1】

$$(2\pi f_0)^2 = \frac{1}{LC}$$

Cは使用するICチップ30の選定によって変えられ、Lはコイルアンテナの形状(特にコイルアンテナの直径と巻数)によって調整することができ、その結果、目的の共振周波数 $f_0$ を実現することができる。特にLの調整は有効で、コイルアンテナの直径を大きくしたり、巻数を増やすことでLが増加し、その結果 $f_0$ は減少する。

30

【0028】

RFIDパッケージ(ICチップ)の共振周波数(動作周波数)は、電波法上特に商業的に利用価値が高い13.56MHz~2.45GHzの範囲とすることが好ましい。UHF帯(Ultra High Frequency Band)の動作周波数0.86~0.96GHz付近のRFIDの場合、電波の波長は30cm程度であるが、一方で、UHF帯用のICチップの大きさは、通常0.6mm角以下であるため、オンチップアンテナ方式では、ICチップが正常に動作するようなアンテナを、ICチップ上に形成することは困難である。また、数mm角程度サイズのRFIDタグにおいても、従来の設計手法を用いたアンテナでは、1mm程度の通信距離しか得られなかった。しかし、上記の電磁界シミュレータを用いた設計手法による本発明のRFIDパッケージによれば、従来の数cm角のアンテナを用いずとも、数mm角のアンテナでも、RFIDパッケージが動作するための通信距離を大幅に拡大できるという優れた特長がある。具体的には、略直方体に形成されたRFIDパッケージであって、全ての辺の長さが、UHF帯の波長30cmに対してその1/50以下である縦2.5mm×横2.5mm×高さ1.0mmの大きさのRFIDパッケージであって、内部にアンテナが形成されており、通信距離は10mm以上である。

40

【0029】

本発明で用いるRFIDパッケージは、例えば、ネジ、圧着ピン等の樹脂成形品に埋め込んで装着対象に取り付けて使用することができる。また、両面テープ等でラベルのよう

50



に装着対象である商品やサンプルに貼り付けて管理等に利用することができ、商品を販売する際等に容易に取り外すことも可能である。金属製品や金属部品等の導体のスリットの内部や周辺に配置すれば、後述するように、導体が外部アンテナとして作用することで、RFIDパッケージ単独の場合に比べて、通信距離を大幅に拡大可能なRFIDタグシステムを構成することができる。本発明のRFIDパッケージを商品やサンプルに装着して構成したRFIDタグシステムと、リーダ等とを組み合わせることにより、眼鏡や時計あるいは医療用サンプルや半導体パッケージ等のような小型多品種品であっても、通信距離が長く、作業性のよい自動認識システムを構成することができる。この場合、本発明のRFIDタグシステムであれば、通信距離が長いので、汎用のリーダ等と組み合わせると自動認識システムを構成することも可能である。なお、本発明におけるRFIDタグシステムとは、RFIDパッケージ等のRFIDタグと、スリットを備える導体とを組み合わせたものであって、全体としてRFIDタグとして機能するものをいう。

10

#### 【0030】

本発明のRFIDタグシステムの実施形態の例を、図6～9に示す。本発明のRFIDタグシステム85は、ICチップ30と、このICチップ30と接続されて電氣的閉回路を形成するアンテナ20と、前記ICチップ30及びアンテナ30を封止する封止材10とを有し、前記ICチップ30の動作波長に比べて縦及び横及び高さのサイズが1/50以下のRFIDパッケージ80と、このRFIDパッケージ80を内部または周辺に配置するスリット110を備える導体100と、を有する。

20

#### 【0031】

図6(a)、(b)に、本発明のRFIDタグシステム85の実施形態の一例の平面図と断面図を示す。RFIDパッケージ80の外部周辺には、RFIDパッケージ80のアンテナ20やICチップ30とは電氣的に接続されておらず、表面が絶縁材料(図示せず)で覆われている導体100に形成されたスリット110を配置している。導体としては金属の塊、金属の板、金属製の部品、製品、これらの一部などが含まれる。図6ではスリット110を備える導体100が外部アンテナとなり、リーダ(図示せず)からの信号を効率よくRFIDパッケージ80に伝え、結果的に通信距離が向上する。

30

#### 【0032】

リーダからの信号を受けることで、導体100に備えられたスリット110の壁面には電流が流れる。その電流によって発生した磁束は、RFIDパッケージのコイル状アンテナに電流を発生させ、それによりICチップには電圧が印加されて動作する。この原理が活用できるのはRFIDパッケージのアンテナがコイル状のためである。

40

#### 【0033】

そのため、RFIDパッケージを、導体に備えられたスリットの内部または周辺に配置することにより、スリット110で発生した磁束が、RFIDパッケージのコイル状アンテナに伝わるため、効率が良く、通信距離が長くなる。特に、RFIDパッケージのコイル状アンテナが、導体に備えられたスリットの内部(導体の厚みの範囲内)に配置されると、スリット110で発生した磁束が多くコイル状アンテナに伝わるため、より効率が良く、通信距離が長くなる。さらに、RFIDパッケージのコイル状アンテナが、スリットが形成された導体表面と略平行になるように配置されると、さらに効率が良く、通信距離が長くなる。ここで、スリットの内部とは、スリットにより形成された空間の内部をいい、スリットの周辺とは、スリットの内部に限らず、スリットの内壁から2mmまでの範囲内をいう。図6(b)に、コイル状アンテナ20を備えるRFIDパッケージ80を、導体100に備えられたスリット110の内部に配置した場合の具体例を示す。

50

#### 【0034】

同様の理由で、RFIDパッケージのコイル状アンテナから遠い位置よりも、近接した位置にスリットを配置すると、通信距離が長くなる。RFIDパッケージのコイル状アンテナの端から、スリットの壁面までの距離が、2mm以内の位置にあることが、スリットで発生した磁束をコイルアンテナに伝える効率がよい点で望ましい。

#### 【0035】

60

導体としては、金属の塊、金属の板、金属製の部品や製品または金属製部品や製品の一部などが含まれる。導体は、銅、アルミニウム、鉄のいずれかを主成分とすると、導体にスリットを設けることにより、このスリットで磁束が発生し、この磁束がRFIDパッケージのコイル状アンテナに伝わるため、効率が良く、通信距離が長くなるので望ましい。導体の表面を覆う絶縁材料は、導体の表面を絶縁し保護するものであれば特に限定はないが、金属等の絶縁被覆として一般に使用される絶縁塗料等を用いることができる。

【0036】

スリットを備える導体が、RFIDパッケージの装着対象にもなり得る金属製の部品や製品または金属製部品や製品の一部などであれば、本発明のRFIDタグシステムを構成するために、わざわざスリットを備える導体を用意する必要がないため、コストを低減できる。また、RFIDタグであるRFIDパッケージ自体のサイズが小さくても、装着対象であるスリットを備える導体の作用により、小型のRFIDタグ単体に比べて長い通信距離を実現できる。さらに、RFIDパッケージを導体に備えられたスリットの内部や周辺に配置するので、例えば、RFIDパッケージが樹脂製のネジに埋め込まれ、スリットの一部にネジ穴加工が施され、ネジをスリットの一部にネジ止めすることなどにより、従来RFIDタグの装着が困難であった金属部品や金属製品などにも、装着が容易になる。

10

【0037】

本発明におけるスリットとは、導体を貫通するように設けられた細長い開口をいう。導体のスリットは、例えば、切削、プレス、粉末冶金、溶接、鑄造のいずれかにより形成することができる。スリットの内壁は、導体が露出しているも、絶縁材料で覆われていてもよい。

20

【0038】

図7(1)~(3)に、導体100に設けられた場合に、外部アンテナとして効率がよいスリット110の形状を示す。(1)はスリット110が直線型である。(2)はコの字型である。(3)はメアングライン型である。

【0039】

スリットの長さは、ICチップの動作波長の $1/3 \sim 2/3$ が好適であり、 $1/2$ (半分)程度がもっとも好適である。ICチップの動作周波数を $f_0$ (Hz)、光の速度を $c$ (m/秒)とすると、ICチップの動作波長(m)は次式で示せる。

【0040】

【数2】

$$\lambda = \frac{c}{f_0}$$

30

例えば、動作周波数が950MHzの場合、動作波長は315.6mmであり、スリットの長さはその半分の157.8mm程度が好適である。

【0041】

図8(1)~(3)に、導体100に設けられたスリット110の長さ方向の両端のうち、片方が開放端(開放した状態)となっているRFIDタグ85を示す。(1)はスリット110が直線型である。(2)はL字型である。(3)はメアングライン型である。この場合、スリット110の片端が開放端となることでミラー効果が生じるため、スリット110の長さは、ICチップの動作波長の $1/8 \sim 3/8$ が好適であり、 $1/4$ (4分の1)程度がもっとも好適である。

40

【0042】

図9は、金属部品120にスリット110を設け、RFIDパッケージ80が樹脂製ネジ130に埋め込まれ、スリット110の一部にネジ穴加工が施され、樹脂製ネジ130をスリット110の一部にネジ止めすることにより、RFIDパッケージ80がスリット110の周辺に配置されているRFIDタグ85を示す。この例では、RFIDパッケージ80のコイル状アンテナ(図示せず)は、スリット110の周辺であって、金属部品120の表面よりも上方に、略平行に配置される。RFIDパッケージ80の樹脂製ネジ1

50

30内に埋め込まれる位置によって、スリット110の内部に配置することもできる。樹脂製ネジ130は樹脂製の圧着ピンでもよく、圧着ピンを前記スリットの一部に圧入することにより、容易にスリット110の周辺にRFIDパッケージ80を配置することができる。

#### 【実施例】

##### 【0043】

以下に、本発明の実施例を説明するが、本発明は、本実施例に限定されない。

RFIDパッケージを作製する方法はいくつか提案されている。本発明ではRFIDパッケージの作製方法は、特に限定されない。今回はその中の一例を実施した。

樹脂基材として、ポリイミド基材の片面に銅箔を貼り合せた、銅箔付きポリイミド基材（日立化成工業株式会社製 MCF-5000I、ポリイミド厚み25 $\mu$ m、銅箔厚み18 $\mu$ m）を準備した。この銅箔付きポリイミド基材の銅箔をエッチングすることにより、図3に示すようなコイルアンテナ20を、2.5mm角の範囲内に、導線幅/導線間幅が0.1mm/0.1mm、巻数4回で形成した。また、同時にICチップ30を搭載するダイパッド（図示せず）を形成した。

##### 【0044】

次に、ICチップとして、大きさが0.5mm $\times$ 0.5mm $\times$ 0.1mm程度、静電容量が0.8pF、動作周波数が0.86~0.96GHz付近のものを用いた。このICチップを、ダイパッド上に、ダイボンディング材を用いて搭載し、ワイヤボンディングにより、アンテナとICチップとを直接接続した。次に、基材の片面上のアンテナとICチップ、ワイヤボンディングのワイヤを含めて、封止材で封止した。最後に、必要なサイズにダイシング加工し、RFIDパッケージを作製した。

##### 【0045】

以下、読取り評価の方法と実験結果について説明する。

リーダライタはLS産電株式会社製 製品名：UI-9061（出力1W）を用いた。リーダライタの読取り部を中心として、周囲5m四方に障害物がない状態で、RFIDタグシステム及びRFIDパッケージの読取り評価を行った。リーダライタでRFIDタグシステム及びRFIDパッケージを読取れる時の、リーダライタ読取り部からRFIDタグシステム及びRFIDパッケージまでの最大距離を測定した。

##### 【0046】

（比較例1）

製作したRFIDパッケージを、そのままリーダで読み取り距離を測定した結果、読み取り距離は18mmであった。

##### 【0047】

（実施例1）

製作したRFIDパッケージを用いて、図7（1）のように、導体100である厚さ5mmのアルミ板に、長さ150mm、幅3mmのスリット110を直線状に形成して、その長さ方向の端部から30mmの付近（つまり、図7（1）において、スリット110の右側の端部から左側に30mmの付近）のスリット110内部に、RFIDパッケージ80を配置してRFIDタグシステム85を製作し、読み取り距離を測定した結果、読み取り距離は3.5mであった。また、図7（2）のように、スリット110の形状を上側に向いた略コの字状にし、スリット110の右上の端部から30mmの付近のスリット110内部にRFIDパッケージ80を配置し、読み取り距離を測定した結果では、読み取り距離は3.2mであった。更に、図7（3）のようにスリット110の形状を略メアング状にし、スリット110の右側の端部から30mmの付近のスリット110内部にRFIDパッケージを配置しても読み取り距離は3.0mであった。いずれも、RFIDパッケージ80が単体である場合（比較例1）に比べて、150~200倍近い通信距離を実現した。

##### 【0048】

（実施例2）

次に、製作したRFIDパッケージ80を用いて、図8(1)のように、導体100である厚さ5mmのアルミ板に、長さ75mm、幅3mmで、片方が開放端となるスリット110を直線状に形成して、その長さ方向の端部から30mmの付近(つまり、図8(1)において、スリット110の右側の端部から左側に30mmの付近)のスリット110内部に、RFIDパッケージ80を配置してRFIDタグ85を製作し、読み取り距離を測定した結果、読み取り距離は2.7mであった。また、図8(2)のようにスリット110の形状を略Lの字状にし、スリット110の右上の端部から30mmの付近のスリット110内部にRFIDパッケージ80を配置し、読み取り距離を測定した結果では、読み取り距離は2.6mであった。更に、図8(3)のようにスリット110の形状を略メアンダ状にし、スリット110の右側の端部から30mmの付近のスリット110内部にRFIDパッケージ80を配置しても、読み取り距離は2.5mであった。いずれも、図7の約半分のサイズでRFIDパッケージ80が単体である場合(比較例1)に比べて、150倍近い通信距離を実現した。

#### 【0049】

(実施例3)

次に、製作したRFIDパッケージ80を用いて、図9のようにRFIDパッケージ80をM6サイズ(直径6ミリ)の樹脂製ネジ130に埋め込み、導体であるアルミダイキャスト製の金属部品120の端部から、長さ75mm、幅3mmのスリット110を切削加工にて形成し、スリット110の一部にM6のネジ穴加工を施し、RFIDパッケージ80が埋め込まれた樹脂製ネジ130をネジ止めした。RFIDパッケージ80のコイル状アンテナ(図示せず)は、スリット110の周辺(スリット110の内壁から2mm以内)であって、金属部品120の表面よりも上方に、略平行に配置されている。読み取り距離を測定した結果、約2mの読み取り距離を実現した。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0050】

本発明のRFIDタグは、商品、包装、カード、書類、眼鏡、時計(特に腕時計等小型のもの)、半導体、医療用途(患者から採取したサンプル等)、ホテル等で使用するリネン類、作業着、屋外で使用する耐候性ラベル、ショッピングカートなどのカゴ車、ガスボンベ等の製品の管理、識別、情報提示、情報記録、偽造防止の目的として使用することができる。

#### 【符号の説明】

#### 【0051】

- 1 基材
- 10 封止材
- 20 アンテナまたはコイルアンテナまたはコイル状アンテナ
- 30 ICチップ
- 40 ワイヤボンディングのワイヤ
- 50 コイル(アンテナ)
- 60 コンデンサ(ICチップ)
- 70 シミュレーション時に入力するポート
- 80 RFIDパッケージまたはRFIDタグ
- 85 RFIDタグシステム
- 90 ダイパッド
- 100 導体
- 110 スリット
- 120 金属部品
- 130 樹脂製ネジ

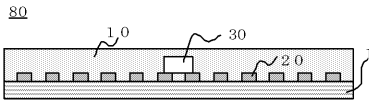
10

20

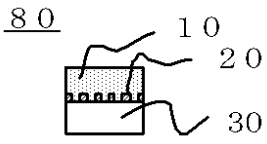
30

40

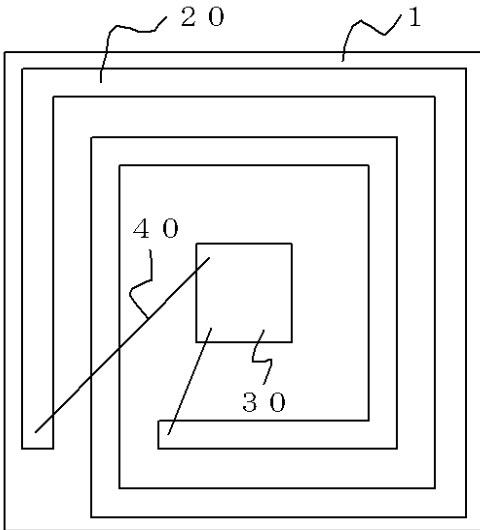
【図1】



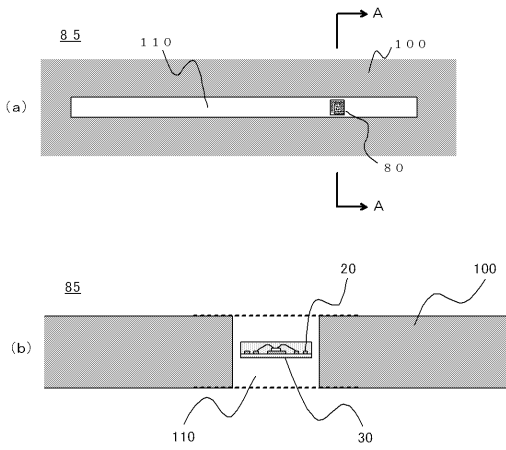
【図2】



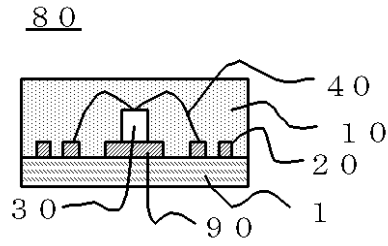
【図3】



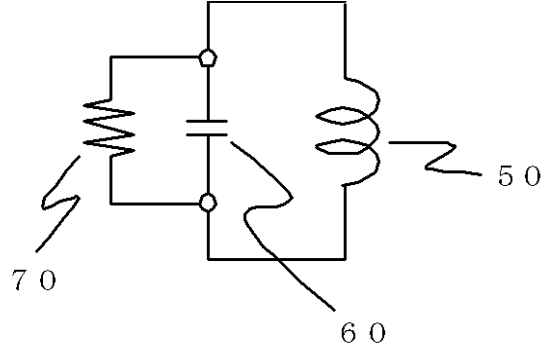
【図6】



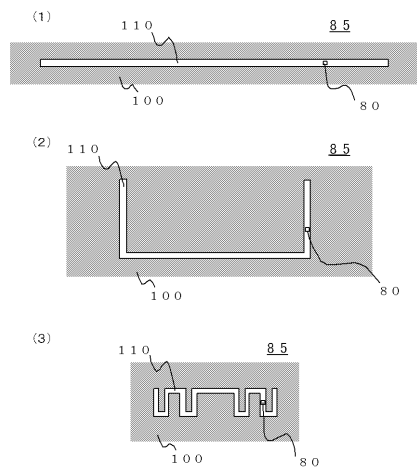
【図4】



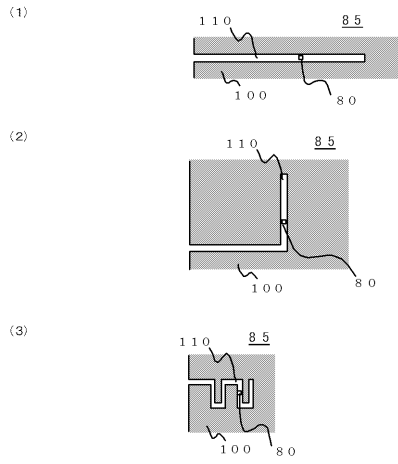
【図5】



【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】

