

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6595705号  
(P6595705)

(45) 発行日 令和1年10月23日(2019.10.23)

(24) 登録日 令和1年10月4日(2019.10.4)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>G06K 19/077</b>	<b>(2006.01)</b>	G06K 19/077	2	4	8
<b>G06K 19/02</b>	<b>(2006.01)</b>	G06K 19/02			
		G06K 19/077	1	4	8
		G06K 19/077	2	7	6

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-512014 (P2018-512014)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	平成29年4月11日 (2017.4.11)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/014772		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(87) 国際公開番号	W02017/179562	(72) 発明者	山本 周一
(87) 国際公開日	平成29年10月19日 (2017.10.19)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
審査請求日	平成30年10月9日 (2018.10.9)		京セラ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2016-80388 (P2016-80388)	(72) 発明者	落合 達壮
(32) 優先日	平成28年4月13日 (2016.4.13)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		京セラ株式会社内
		審査官	境 周一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 RFIDタグおよびRFIDシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上面を有する絶縁基板と、  
 該絶縁基板の内部に配置されたコイル導体と、  
 前記絶縁基板の前記上面に搭載された半導体素子と、  
 前記絶縁基板の上面および前記半導体素子を被覆しているモールド樹脂とを備えており、  
 該モールド樹脂が、互いに粒径の異なる複数の磁性体粒子を含有しているとともに、  
前記磁性体粒子の前記モールド樹脂における含有率が、前記モールド樹脂の下部において  
上部よりも大きいRFIDタグ。

【請求項2】

上面を有する絶縁基板と、  
 該絶縁基板の内部に配置されたコイル導体と、  
 前記絶縁基板の前記上面に搭載された半導体素子と、  
 前記絶縁基板の上面および前記半導体素子を被覆しているモールド樹脂とを備えており、  
 該モールド樹脂が、互いに粒径の異なる複数の磁性体粒子を含有しており、  
 前記磁性体粒子が扁平状の磁性体粒子を含んでおり、  
 前記扁平状の磁性体粒子は、扁平面が前記絶縁基板の前記上面に沿うように配置され、前  
記磁性体粒子における前記扁平状の磁性体粒子の割合が、前記モールド樹脂の下部におい  
て上部よりも大きいRFIDタグ。

【請求項3】

上面を有する絶縁基板と、  
該絶縁基板の内部に配置されたコイル導体と、  
前記絶縁基板の前記上面に搭載された半導体素子と、  
前記絶縁基板の上面および前記半導体素子を被覆しているモールド樹脂とを備えており、  
該モールド樹脂が、互いに粒径の異なる複数の磁性体粒子を含有するとともに、  
前記磁性体粒子が中空の磁性体粒子を含んでおり、前記磁性体粒子における前記中空の磁性体粒子の割合が、前記モールド樹脂の上部において下部よりも大きいRFIDタグ。

【請求項4】

前記磁性体粒子が扁平状の磁性体粒子を含んでおり、  
 前記扁平状の磁性体粒子は、扁平面が前記絶縁基板の前記上面に沿うように配置されている請求項1または請求項3に記載のRFIDタグ。 10

【請求項5】

前記磁性体粒子における前記扁平状の磁性体粒子の割合が、前記モールド樹脂の下部において上部よりも大きい請求項4に記載のRFIDタグ。

【請求項6】

前記磁性体粒子が中空の磁性体粒子を含んでいる請求項1、請求項2および請求項3を引用しない請求項4のいずれかに記載のRFIDタグ。

【請求項7】

前記磁性体粒子における前記中空の磁性体粒子の割合が、前記モールド樹脂の上部において下部よりも大きい請求項6に記載のRFIDタグ。 20

【請求項8】

前記コイル導体と電氣的に接続されて前記絶縁基板の上面に配置されており、前記半導体素子とボンディングワイヤを介して電氣的に接続された端子をさらに備える請求項1～請求項7のいずれかに記載のRFIDタグ。

【請求項9】

請求項1～請求項8のいずれかに記載のRFIDタグと、  
 該RFIDタグの前記コイル導体と対向するアンテナを有するリーダライタとを備えるRFIDシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】 30

【0001】

本開示は、半導体素子と外部との間で無線による情報の送受が行なわれるRFID(Radio Frequency Identification)タグおよびRFIDシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

各種物品の情報を、物品に実装した半導体素子で検知し、管理することが広く行なわれるようになってきている。この場合の半導体素子は、コイル導体を有する基板上に搭載されたタグとして各種の物品に実装されている。半導体素子に対しては電波の送受信機能を有するリーダライタ等の外部機器との間で情報の送受が行なわれる。

【0003】 40

この場合に、半導体素子に送受される情報は、外部機器との間で無線(RF)通信によって行なわれる。外部機器から送信される電波に伴う磁束によってコイル導体で誘導電流が生じ、情報の書き込みおよび取り出しを含む半導体素子の作動に必要な電力が供給される(特許文献1等を参照。 )。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2011/108340号

【発明の概要】

【0005】 50

本開示の1つの態様のRFIDタグは、上面を有する絶縁基板と、該絶縁基板の内部に配置されたコイル導体と、該絶縁基板の前記上面に搭載された半導体素子と、前記絶縁基板の上面および前記半導体素子を被覆しているモールド樹脂とを有している。そして、モールド樹脂は、互いに粒径の異なる複数の磁性体粒子を含有しているして、前記磁性体粒子の前記モールド樹脂における含有率が、前記モールド樹脂の下部において上部よりも大きい。

【0006】

本開示の1つの態様のRFIDシステムは、上記構成のRFIDタグと、該RFIDタグのコイル導体と対向するアンテナを有するリーダライタとを有している。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は本開示の実施形態のRFIDタグの一例を示す断面図である。

【図2】図2は本開示の実施形態のRFIDシステムの一例を示す断面図である。

【図3】図3(a)は図1の要部の一例を拡大して示す斜視図であり、図3(b)は図1の要部の一例を拡大して示す断面図である。

【図4】図4(a)および図4(b)は図1の要部の他の例を拡大して示す断面図である。

【図5】図5(a)および図5(b)は図1の要部のさらに他の例を拡大して示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

近年、工業用の用具等の、各種の金属製の道具、ジグまたは用具等の物品に上記のような半導体素子を含むタグを実装することが求められている。しかしながら、半導体素子を含むタグが金属製の物品に実装されたときには、外部から送信される電波に伴う磁束により金属製の物品に渦電流が生じる。この渦電流に妨げられて、コイル導体に磁束を集めることが難しくなる可能性が高くなる。本開示のRFIDタグは、このような可能性を低減することができる。

【0009】

本開示の実施形態のRFIDタグおよびRFIDシステムを、添付の図面を参照して説明する。なお、以下の説明における上下の区別は説明上の便宜的なものであり、実際にRFIDタグおよびRFIDシステムが使用されるときは上下を限定するものではない。また、以下の説明における磁性体は強磁性体である。

【0010】

図1は本開示の実施形態のRFIDタグを示す断面図であり、図2は本開示の実施形態のRFIDシステムを示す断面図である。また、図3(a)は図1の要部の一例を拡大して示す斜視図であり、図3(b)は図1の要部の一例を拡大して示す断面図である。

【0011】

上面1aを有する絶縁基板1と、絶縁基板1の内部に配置されたコイル導体2と、絶縁基板1の上面1aに搭載された半導体素子3と、絶縁基板1の上面1aおよび半導体素子3を被覆しているモールド樹脂4とによって実施形態のRFIDタグ10が基本的に構成されている。このモールド樹脂4は、例えば図3に示す例のように、互いに粒径の異なる複数の磁性体粒子5を含有している。また、このRFIDタグ10と、RFIDタグ10のコイル導体2と対向するアンテナ21を有するリーダライタ20とによって実施形態のRFIDシステム30が基本的に構成されている。

【0012】

RFID10は、各種の物品40に実装されて用いられ、物品40に関する各種の情報が半導体素子3に書き込まれている。この情報は、RFIDタグ10を含むRFIDシステム30においてリーダライタ20とRFID10との間で送受される情報に応じて、随時書き換えが可能になっている。これによって、物品40に関する各種の情報が随時更新される。

【0013】

10

20

30

40

50

絶縁基板 1 は、コイル導体 2 を配置するとともに、半導体素子 3 を搭載して固定するための基体部分である。また、絶縁基板 1 は、コイル導体 2 を、コイル導体 2 自体における電気絶縁性を確保しながら所定のパターンで配置するための電気絶縁性の基体部分である。また、絶縁基板 1 は、半導体素子 3 を固定するための基体部分でもある。

【 0 0 1 4 】

絶縁基板 1 は、例えば四角形状の平板状である。この絶縁基板 1 の上面 1 a の中央部に半導体素子 3 が搭載されている。また、平面透視で半導体素子 3 を囲むように、絶縁基板 1 の内部の外周部分にコイル導体 2 が設けられている。平面透視で半導体素子 3 を囲むコイル導体 2 の内側、つまりは半導体素子 3 が位置する部分を通過するように磁束が通り、コイル導体 2 で誘導電流が生じる。また、半導体素子 3 とリーダライタ 20 との間で情報の送受が行なわれる。

10

【 0 0 1 5 】

絶縁基板 1 は、例えば、酸化アルミニウム質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体またはガラスセラミック焼結体等のセラミック焼結体によって形成されている。絶縁基板 1 は、例えば酸化アルミニウム質焼結体からなる場合であれば、次のようにして製作することができる。すなわち、まず酸化アルミニウムおよび酸化ケイ素等の原料粉末を適当な有機バインダおよび有機溶剤とともにシート状に成形して四角シート状の複数のセラミックグリーンシートを作製する。次に、これらのセラミックグリーンシートを積層して積層体を作製する。その後、この積層体を 1300 ~ 1600 の温度で焼成することによって絶縁基板 1 を製作することができる。

20

【 0 0 1 6 】

コイル導体 2 は、上記のようにリーダライタ 20 のアンテナ 21 から放射される電波による磁束（磁束の変化）を受けて誘導電流を生じる部分である。つまり、アンテナ 21 からコイル導体 2 を通して半導体素子 3 の作動（書き込みおよび読み取り）に必要な電流（電力）が供給される。また、これによって R F I D タグ 10 とリーダライタ 20 との間で各種の情報の送受が行なわれる。

【 0 0 1 7 】

コイル導体 2 は、例えば図 1 に示すように単層のコイル（符号なし）が上下に複数積層された構成であり、上下のコイル同士は、例えば絶縁基板 1 の内部に設けられたビア導体等の内部導体（図示せず）によって互いに直列に接続されている。言い換えれば、この実施形態におけるコイル導体 2 は、絶縁基板 1 の厚み方向に延びるソレノイド状のものである。コイル導体 2 の中心を磁束が通ると、電磁誘導によってコイル導体 2 に上記のような誘導電流が生じる。

30

【 0 0 1 8 】

コイル導体 2 の巻き数は、コイル導体 2 における所定の誘導電流、R F I D タグ 10 としでの生産性および経済性等の種々の条件に応じて適宜設定すればよい。

【 0 0 1 9 】

コイル導体 2 は、例えば、タングステン、モリブデン、マンガン、銅、銀、パラジウム、金、白金、ニッケルまたはコバルト等の金属材料によって形成されている。また、コイル導体 2 はこれらの金属材料を含む合金材料等によって形成されているものでもよい。このような金属材料等は、メタライズ層等の金属層として絶縁基板 1 の内部に設けられている。

40

【 0 0 2 0 】

コイル導体 2 は、例えばタングステンのメタライズ層である場合には、タングステンの粉末を有機溶剤および有機バインダと混合して作製した金属ペーストを絶縁基板 1 となるセラミックグリーンシートの所定位置にスクリーン印刷法等の方法で印刷した後に、これらを同時焼成する方法で形成することができる。

【 0 0 2 1 】

半導体素子 3 は、R F I D タグ 10 が実装される物品 40 に関する情報を随時更新しながら記憶し、その情報をリーダライタ 20 に伝える機能（書き込みおよび読み取り機能）を有す

50

る部分である。

【0022】

半導体素子3とコイル導体2とは、例えばボンディングワイヤ6等の接続材によって互いに電氣的に接続されている。図1に示す例では、絶縁基板1の上面1aにコイル導体2と電氣的に接続された端子7が配置されている。コイル導体2と端子7とは破線で示すビア導体等の内部導体(符号なし)によって互いに電氣的に接続されている。ボンディングワイヤ6の一端がこの端子7に接続されているとともに、ボンディングワイヤ6の他端が半導体素子3に接続されている。つまり、半導体素子3とコイル導体2とは、ボンディングワイヤ6、端子7および内部導体を介して互いに電氣的に接続されている。

【0023】

モールド樹脂4は、半導体素子3を被覆して、例えば外気の水分または酸素等の外気および外部からの機械的な応力等から保護するための部分である。そのため、モールド樹脂4は、絶縁基板1の上面1aから半導体素子3にかけて一体的に被覆している。

【0024】

また、モールド樹脂4は、磁束をRFIDタグ10に誘導するための磁性体粒子5を保持して絶縁基板1上の固定するための結合材または接着材としても機能している。モールド樹脂4は、半導体素子3の外部環境から保護する被覆材および接着材としての機能を有するものであればよい。

【0025】

このようなモールド樹脂4を形成する樹脂材料としては、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂およびシリコン樹脂等が挙げられる。また、これらの樹脂材料にシリカ粒子またはガラス粒子等のフィラー粒子が添加されていても構わない。フィラー粒子は、例えば、モールド樹脂4の機械的な強度、耐湿性または電気特性等の各種の特性を調整するために添加される。モールド樹脂4は、このような各種の樹脂材料から、RFIDタグ10の生産時の作業性(生産性)および経済性等の条件に応じて適宜選択して用いることができる。

【0026】

RFIDタグ10が実装される物品40は、使用に際して、その使用履歴等が必要な各種の物品である。例えば、機械加工、金属加工、樹脂加工等の各種の工業用加工において用いられるジグまたは工具等の用具が挙げられる。この用具には、切削または研磨等の消耗性のものも含まれる。また、工業用に限らず、家庭用の日用品、農産物、交通機関用等の各種のプリペイドカードおよび医療用の器具等も上記の物品40に含まれる。

【0027】

RFIDタグ10の物品40への実装は、図1に示す状態から上下ひっくり返された状態であってもよい。すなわち、RFIDタグ10は、モールド樹脂4を物品40に向け、コイル導体2を含む絶縁基板1を外側、つまりアンテナ21側にして物品40の表面に実装することができる。このような実装の場合には、コイル導体2とアンテナ21との距離を小さくする上では有利である。

【0028】

モールド樹脂4が含有している複数の磁性体粒子5は、アンテナ21から送信される電波に伴う磁束をモールド樹脂4の方向、つまり図2の例ではモールド樹脂4とアンテナ21との間に位置するコイル導体2の方向に誘導する機能を有する。磁性体粒子5による効果を得るためには、このように、アンテナ21と磁性体粒子5との間にコイル導体2が位置する(両者に挟まれる)ように実装することができる。

【0029】

図2においては、アンテナ21に対して上方向から物品40を近付ける形式のRFIDシステム30を示しているが、この逆(アンテナ21がRFIDタグ10の上側に位置する)場合であれば、RFIDタグ10は図1に対して上下逆方向になって、物品40上に実装される。なお、これらの実際の使用時の上下方向は、特に限定されず、前述したようにアンテナ21と磁性体粒子5との間にコイル導体2が位置するようなRFIDシステム30であればよい。

10

20

30

40

50

## 【0030】

磁性体粒子5は、例えば図3に示す例のように、互いに粒径の異なる複数の磁性体粒子5を含有している。これによって、モールド樹脂4中での磁性体粒子5の分散が容易になっている。また、コイル導体2の方向に有効に磁束を導くことができる程度に、磁性体粒子5をモールド樹脂4内に含有させることが容易になっている。

## 【0031】

磁性体粒子5は、例えば鉄、ニッケルおよびコバルトといった磁性材料が粉末状に成形されてなるものである。磁性体粒子5は、例えば鉄材料をミルで粉砕する粉砕法、溶液から析出させるイオン反応法または溶融した鉄等を用いるアトマイズ法等の方法で作製することができる。

10

## 【0032】

磁性体粒子5は、ボンディングワイヤ6同士、および半導体素子3上に形成された回路同士が磁性体粒子5を介して電氣的に接続されないように、磁性体粒子5の表面に絶縁処理を施すことができる。この場合、リン酸塩等各種成分を適用することができる。絶縁処理の磁性体粒子5に対する比率は、電氣的に接続されないよう、また使用時等の熱、機械的な外力等により磁性体粒子5表面から剥がれない程度に適宜調整可能である。

## 【0033】

この場合、例えば粉砕法における粉砕時間、イオン反応法における溶液の濃度またはアトマイズ法における冷却速度等の条件を調整することによって、磁性体粒子5の粒径を調整することができる。また、粒度分布を有する複数の磁性体粒子5（粉末）を作製した後に、これを分級してもよい。分級した後に、あらためて適当な粒径の割合で複数の磁性体粒子5を混合する方法で、モールド樹脂4中の磁性体粒子5の粒径（分布）を調整することもできる。

20

## 【0034】

複数の磁性体粒子5は、例えば球状であって後述するように0.5~50 $\mu$ m程度の範囲で分布している形態で、互いに粒径が異なっている。この分布の範囲内で磁性体粒子5の粒径が互いに異なっている。分布の形態は、正規分布でもよく、離散分布でもよい。また、特に規則性がなくランダムに粒径が異なるものを含む形態であってもよい。個々の磁性体粒子5の粒径は、例えば電子顕微鏡観察等で測定することができる。

## 【0035】

モールド樹脂4における磁性体粒子5の含有率は、大きいほど磁束による起電力を効果的に得ることができ、小さいほどモールド樹脂4の絶縁基板1に対する接着を強固とすることができる。例えば、モールド樹脂4がエポキシ樹脂であり、磁性体粒子5が、粒径0.5~50 $\mu$ m程度の鉄粒子の場合であれば、モールド樹脂4における磁性体粒子5の含有率は、約85~95質量%程度に設定すればよい。

30

## 【0036】

磁性体粒子5のモールド樹脂4における含有率は、モールド樹脂4の下部において上部よりも大きいものであってもよい。言い換えれば、モールド樹脂4は、コイル導体2により近い部分においてより大きな割合で磁性体粒子5を含有しているものであってもよい。さらに言い換えれば、モールド樹脂4は、物品40に接合される部分である上部において樹脂材料の割合がより大きなものであってもよい。

40

## 【0037】

この場合には、コイル導体2に近い部分に磁性体粒子5がより多く存在しているため、コイル導体2（コイル導体2の中心）に効果的に磁束を導くことができる。そのため、例えば物品40が工業用のジグまたは医療用具等の金属製のものであったとしても、コイル導体2（ICタグ10）とアンテナ21（リーダライタ20）との間で有効に、無線による情報の送受ができる。

## 【0038】

また、物品40に接合される部分でモールド樹脂4における樹脂材料、つまりは接着用の材料の割合が大きいため、ICタグ10としての物品40への接合（接着）を容易かつ強固な

50

ものとする上で有利である。

【0039】

モールド樹脂4中の磁性体粒子5の含有率は、例えば、モールド樹脂4の縦断面を電子顕微鏡等で観察し、断面における磁性体粒子5の面積割合から求めることができる。このとき、例えば、モールド樹脂4を厚み方向におおよそ3等分した上側の領域（絶縁基板1から最も離れた領域）をモールド樹脂4の上部とし、下側の領域（絶縁基板1に最も近い領域）をモールド樹脂4の下部として、上部における磁性体粒子5の含有率と下部における磁性体粒子5の含有率とを比較することができる。後述する上部および下部についても同様である。

【0040】

磁性体粒子5のモールド樹脂4における含有率が、モールド樹脂4の下部において上部よりも大きいものとするには、例えば、モールド樹脂4となる樹脂材料（未硬化で流動性を有するもの。以下、未硬化樹脂材料ともいう。）に磁性体粒子5を添加して絶縁基板1の上面1aに塗布し、磁性体粒子5が沈降して未硬化の樹脂材料内において絶縁基板1側、すなわち下部の方が磁性体粒子5の含有率が大きくなった状態で硬化させてモールド樹脂4を形成することができる。あるいは、未硬化の樹脂材料中の磁性体粒子5の含有率が異なる2種類を準備し、絶縁基板1の上面1aに磁性体粒子5の含有率の大きいものを塗布し、その上に磁性体粒子5の含有率の小さいものを塗布して硬化させてモールド樹脂4を形成することもできる。また、この場合は、磁性体粒子5の含有率の大きい樹脂材料を硬化させた後に磁性体粒子5の含有率の小さい樹脂材料を塗布して硬化させてもよい。

【0041】

磁性体粒子5は、例えば図3に示す例のように、扁平状の磁性体粒子5（以下、単に扁平状の磁性体粒子5bという。）を含んでいてもよい。この扁平状の磁性体粒子5bは、扁平面が絶縁基板1の上面1aに沿うように配置されている。扁平状とは扁平面が平坦な板状であってもよいし、扁平面が曲面であってもよい。例えば、扁平状の磁性体粒子5bは、平面視および側面視（または縦断面視）において互いに長軸の長さが同じ程度の楕円形状であり、平面視よりも側面視において短軸の長さが短い。言い換えれば、平面視および側面視で楕円形の板状であり、両主面が凸曲面で、側面も厚み方向の中央部が凸で、主面より曲率半径が小さい凸曲面である。図3（b）に示す例においては、扁平状の磁性体粒子5bの断面が示されているが、この断面図における扁平状の磁性体粒子5bの厚みより、図面における奥行き方向の幅の方が大きいものである。このような扁平状の磁性体粒子5bが絶縁基板1の上面に沿うように配置されていると、RFIDタグ10の平面視における磁性体粒子5（5b）面積の方が、側面視における面積よりも大きいものとなる。逆にいえば、扁平状の磁性体粒子5bが絶縁基板1の上面1aに沿うように配置されているとは、扁平状の磁性体粒子5bが、RFIDタグ10の側面視における面積より平面視における面積の方が大きくなるように配置されているということである。より具体的には、扁平状の磁性体粒子5bの扁平面（板状の場合の主面）が平坦な場合であれば、扁平面の絶縁基板1の上面1aに対する角度が45°未満である。扁平状の磁性体粒子5bの扁平面が平坦でない場合であれば、図3（b）に示す例のように、横断面（厚み方向に垂直な方向の断面）形状が平面視形状と同じとなる横断面CSの上面1aに対する角度が45°未満である。簡易的には、RFIDタグ10を絶縁基板1の上面にほぼ垂直に切断した断面におけるモールド樹脂4中の磁性体粒子5を観察することで確認できる。すなわち、図3（b）に示す例のように、RFIDタグ10の断面に現れている磁性体粒子5の断面の長径（長軸）Laの長さ方向、言い換えれば最大径となる方向の絶縁基板1の上面1aに対する角度が45°未満であれば、扁平状の磁性体粒子5bが絶縁基板1の上面1aに沿うように配置されているとみなしてよい。

【0042】

なお、磁性体粒子5は、扁平状の磁性体粒子5bを含む場合であっても、球形状の磁性体粒子5も含んでいて構わない。磁性体粒子5が扁平状の磁性体粒子5bを含む場合には、平面視におけるモールド樹脂4内の磁性体粒子5の存在する割合を大きくする上で有効

10

20

30

40

50

である。

【0043】

つまり、RFIDタグ10の平面視における(RFIDタグ10を上から見たときの)磁性体粒子5全体の面積を効果的に大きくすることができる。モールド樹脂4における磁性体粒子5の含有率が同じ程度である場合に、扁平状の磁性体粒子5bが含まれていれば、平面視における磁性体粒子5の面積をより大きくすることができる。したがって、例えばモールド樹脂4において物品40に対する接合性等のために樹脂材料の割合を大きくするような場合でも、アンテナ21からの電波をコイル導体2の方向に効果的に誘導することができる。また、モールド樹脂4中の磁性体粒子5の含有量を少なくすることができるので、磁性体粒子5が導電性であっても、磁性体粒子5によるボンディングワイヤ6同士等の短絡が発生する可能性を低減できる。

10

【0044】

扁平状の磁性体粒子5bは、例えば前述した各種の製法において粒子形成時の条件、例えば、アトマイズ法におけるノズル形状または冷却条件等の条件を適宜調整することによって作製することができる。また、扁平状の磁性体粒子5bは、いったん球状の磁性体粒子5aを作製した後に、これらを加圧して扁平な形に成形する方法で作製することもできる。

【0045】

扁平状の磁性体粒子5bについて、その扁平面が絶縁基板1の上面1aに沿うように配置するには、以下のような方法を用いることができる。例えば、まず、モールド樹脂4となる未硬化の樹脂材料に磁性体粒子5を添加して絶縁基板1の上面1aに塗布する際に、この樹脂材料の流体抵抗に従ってより抵抗が小さくなるように扁平状の磁性体粒子5bが流れ方向に並ぶことを利用して扁平状の磁性体粒子5aを配向させる。その後、樹脂材料を加熱等の方法で硬化させるようにすればよい。流体抵抗は、例えば樹脂材料をスキージニングする(スキージで表面を平らに均す工程等)際に生じる。スキージニングに際して絶縁基板1の上面1aに対して平行な力がかかる。そのため、扁平状の磁性体粒子5bの扁平面が絶縁基板1の上面1aに対して平行に(横向きに)なる。

20

【0046】

なお、扁平状の磁性体粒子5bは、例えば鉄からなる、平面視および側面視が楕円形状のものであって、その長軸が約10~50 $\mu$ m程度であり、平面視における短軸が約5~30 $\mu$ m程度であり、側面視における短軸(最大厚み)が約5~30 $\mu$ m程度のものである。

30

【0047】

この場合も、扁平状の磁性体粒子5bが上記の範囲で適宜、粒径が分布していればよい。なお、このような場合の粒径は、例えば、扁平状の磁性体粒子5bの長軸として測定することができる。

【0048】

磁性体粒子5における扁平状の磁性体粒子5bの割合は、モールド樹脂4の下部において上部よりも大きいものであってもよい。言い換えれば、モールド樹脂4のうちコイル導体2により近い部分で、より多くの扁平状の磁性体粒子5bが含有されていてもよい。

【0049】

この場合には、コイル導体2により近い部分で、平面視における磁性体粒子5全体の面積を効果的に、かつ容易に大きくすることができる。したがって、この場合にもコイル導体2(コイル導体2の中心)に効果的に磁束を導くことができ、コイル導体2(ICタグ10)とアンテナ21(リーダライタ20)との間での無線による情報の送受を容易なものにすることができる。この効果は、前述したモールド樹脂4の下部においてより多くの磁性体粒子5が含有されている場合の効果と同様に、物品40が工業用のジグまたは医療用具等の金属製のものであったとしても有効に得ることができる。

40

【0050】

磁性体粒子5における扁平状の磁性体粒子5bの割合が、モールド樹脂4の下部において上部よりも大きいものとするには、前述したようにモールド樹脂4となる未硬化の樹脂

50

材料の流体抵抗を利用する方法を用いることができる。例えば、球形状のものと扁平状のものとを含む磁性体粒子5を未硬化の樹脂材料に添加して、抵抗がより大きい扁平状の磁性体粒子5bがより速く樹脂材料の下部に沈むようにしてから、樹脂材料を加熱または紫外線照射によって硬化させるようにすればよい。

【0051】

またこの場合、一度磁性体粒子5における扁平状の磁性体粒子5bの割合を調整したモールド樹脂4を塗布、硬化させた後に、さらに該塗布上部に、扁平状の磁性体粒子5bの割合を、該塗布したモールド樹脂4とは異なる割合に調整したモールド樹脂4を塗布、硬化させることにより形成してもよい。すなわち、例えば、磁性体粒子5が球形状のものと扁平状のものとを含み、扁平状の粒子の割合が大きい未硬化の樹脂材料を絶縁基板1の上面1aおよび半導体素子3を被覆するように塗布し、さらにその上に磁性体粒子5が球形状のものと扁平状のものとを含み、扁平状の粒子の割合が小さい未硬化の樹脂材料を塗布して硬化させることにより、モールド樹脂4を形成することができる。

10

【0052】

また、実施形態のRFIDタグ10およびRFIDシステム30において、例えば図4に示すように、磁性体粒子5(球状の磁性体粒子5a)が中空の磁性体粒子5abを含んでもよい。図4(a)および図4(b)は図1の要部の他の例を拡大して示す断面図である。図4において図と同様の部位には同様の符号を付している。

【0053】

磁性体粒子5が中空の磁性体粒子5abを含んでいる場合には、磁性体粒子5aの表面積、つまり磁束の誘導に有効な平面視における磁性材料の面積を有効に確保しながら、磁性体粒子5(5ab)における応力の低減に対しても有効なRFIDタグ10およびRFIDシステム30とすることができる。

20

【0054】

すなわち、中空の磁性体粒子5abは、中空ではない(いわゆる中実の)磁性体粒子5aに比べて変形が容易である。そのため、例えば、モールド樹脂4と絶縁基板1との熱膨張率の差に起因した熱応力等の応力がモールド樹脂4に作用したとしても、その応力を中空の磁性体粒子5abの変形によって容易に吸収し、緩和することができる。したがって、モールド4の絶縁基板1に対する接合の信頼性の向上について有効なRFIDタグ10およびRFIDシステム30とすることができる。

30

【0055】

モールド樹脂4に作用する応力は、上記の熱応力に限らず、RFIDタグ10の搬送または物品40への接着等の取扱い時に生じる応力、および物品40の落下または衝突等の際の衝撃によって誤って生じる応力等が挙げられる。

【0056】

中空の磁性体粒子5abは、例えばアトマイズ法で磁性体粒子5を作製するとき、粒子にガスを発生させるようにすればよい。例えば水アトマイズ法において、磁性材料としての鉄に若干の炭素成分を添加して、酸素と炭素と反応で磁性体材料の粒子内でガスを発生させて、このガスで磁性体粒子5が中空になるようにすればよい。

【0057】

なお、磁性体粒子5(5a)は、中空の磁性体粒子5abを含む場合であっても、中実の磁性体粒子5aも含んでいて構わない。この場合、磁性体粒子5(5a)における中空の磁性体粒子5abの割合は、緩和しようとする応力、求められている信頼性、RFIDタグ10としての生産性および経済性(コスト)等の条件に応じて、適宜設定すればよい。例えば、モールド樹脂4がエポキシ樹脂であり、磁性体粒子5が鉄からなる粒径が粒径0.5~50 $\mu$ m程度のものであるときには、磁性体粒子5における中空の磁性体粒子5abの割合は約0.1~50体積%程度に設定すればよい。

40

【0058】

また、中空の磁性体粒子5abは、比較的少ない添加量でも、中空ではない磁性体粒子5a間に入り込むことにより、熱膨張等を効果的に緩和することができる。ただし、中空

50

の磁性体粒子 5 a b の割合が多すぎるとモールド樹脂 4 内の磁性体密度が絶縁基板 1 側で疎となる可能性がある。このような場合には、モールド樹脂 4 内の熱膨張率等の特性が不均一になる（偏りが生じる）。そのため、RFIDタグ10がRFIDシステム30で使用される際に高温環境にさらされた場合、モールド樹脂 4 と絶縁基板 1 との界面における互いの接合信頼性を向上させることが難しくなる可能性がある。

【0059】

また、磁性体粒子 5 における中空の磁性体粒子 5 a b の割合は、例えば図 4 に示すように、モールド樹脂 4 の上部において下部よりも大きいものであってもよい。この場合には、より外部環境に近く、衝撃等に起因した応力がより加わりやすいモールド樹脂 4 の上部において、より効果的に応力を緩和することができる。したがって、この場合には、例えば誤って応力が加わる可能性が環境での使用に際して、信頼性の向上について有効な RFIDタグ10およびRFIDシステム30を提供することができる。

10

【0060】

磁性体粒子 5 における中空の磁性体粒子 5 a b の割合をモールド樹脂 4 の上部において下部よりも大きいものとするには、例えば、前述したモールド樹脂 4 となる樹脂材料（流動性があるもの）における中空のものと中実のものとの密度差を利用すればよい。この場合、磁性体粒子 5 を含むモールド樹脂 4 を形成する途中段階の上記樹脂材料内で中空の磁性体粒子 5 a b と中実の磁性体粒子 5 a とは同じ程度の浮力を受けるが、質量は中空のものの方が小さい。そのため、中空の磁性体粒子 5 a b の方が、モールド樹脂 4 となる樹脂材料の上部に移動しやすい。したがって、中空の磁性体粒子 5 a b の割合を、モールド樹脂 4 の上部において下部よりも大きくすることができる。あるいは、磁性体粒子 5 を含む未硬化の樹脂材料を絶縁基板 1 の上に塗布する工程を 2 回に分けて行なうことでも中空の磁性体粒子 5 a の割合を調整できる。具体的には、絶縁基板 1 の上に中空の磁性体粒子 5 a b、5 b b の割合が小さい未硬化の樹脂材料を塗布し、さらにその上に中空の磁性体粒子 5 a b、5 b b の割合が大きい未硬化の樹脂材料を塗布して、これらを硬化することもできる。

20

【0061】

図 5 ( a ) および図 5 ( b ) は図 1 に示す RFIDタグ10の要部の他の例を示す断面図である。図 5 において図 1 と同様の部位には同様の符号を付している。図 5 に示す例において、磁性体粒子 5 は、球形状の磁性体粒子 5 a と扁平状の磁性体粒子 5 b とを含んでいる。また、磁性体粒子 5 は、球形状であって中空の磁性体粒子 5 a b と、扁平状であって中空の磁性体粒子 5 b b とを含んでいる。

30

【0062】

この例は、前述した複数の例における磁性体粒子 5 の形状をあわせて含む例とみなすことができる。この場合には、前述した各例における効果と同様の効果を得ることができる。すなわち、扁平状の磁性体粒子 5 b、5 b b が含まれていることによって、平面視における磁性体粒子 5 の面積を容易に大きくすることができる。そのためコイル導体 2 の方向に磁束を誘導する上で有効な RFIDタグ10とすることができる。

【0063】

また、中空の磁性体粒子 5 a b、5 b b を含んでいることによって、熱応力または衝撃に起因した応力を効果的に緩和することが容易なモールド樹脂 4 を有する RFIDタグ10およびRFIDシステム30とすることができる。この場合、外部からの応力の緩和については、球状のものおよび扁平状のものいずれについても、中空の磁性体粒子 5 a b、5 b b の含有の割合がモールド樹脂 4 の上部において下部よりも大きい方がよい。

40

【0064】

この場合も、前述したように、中空の磁性体粒子 5 a b、5 b b と中実の磁性体粒子 5 a b との密度の差を利用して、モールド樹脂 4 の上部においてより大きい割合で磁性体粒子 5 を含有させることができる。また、前述したような、中空の磁性体粒子 5 a b、5 b b の割合の異なる樹脂材料を準備して、2回に分けて塗布する方法を用いることもできる。

50

## 【 0 0 6 5 】

また、実施形態のRFIDタグ10およびRFIDシステム30は、コイル導体2と電氣的に接続されて絶縁基板1の上面1aに配置された端子7を有している。この端子7は、半導体素子3とボンディングワイヤ6を介して電氣的に接続されている。

## 【 0 0 6 6 】

このような端子7が設けられていることによって、半導体素子3とコイル導体2との電氣的な接続を容易に行なうことができる。

## 【 0 0 6 7 】

端子7は、例えば平面視において四角形状または円形状等の形状であり、コイル導体2と同様の金属材料を用い、同様の方法で形成することができる。また、端子7はその表面にニッケルおよび金等のめっき層（図示せず）が形成されていてもよい。これによって、端子7の酸化等の抑制、およびボンディングワイヤ6のボンディング性の向上等について有利なものとすることができる。

10

## 【 0 0 6 8 】

コイル導体2と半導体素子3との電氣的な接続は、端子7を介して行なわれているものでなくてもよく、例えば、コイル導体2の端部等を絶縁基板1の上面1aに露出させて、この露出した部分に半導体素子3の電極を接続してもよい。また、金属バンプ等の、ボンディングワイヤ6以外の接続手段（図示せず）を介してコイル導体2と半導体素子3との電氣的な接続を行なうようにしてもよい。

## 【 0 0 6 9 】

なお、ボンディングワイヤ6による上記端子7との接続の場合、ボンディングワイヤ6が磁性体粒子5の中を通るため、ボンディングワイヤ6のインダクタンス値が高くなり、絶縁基板1内のコイル導体2のインダクタンス値を小さくすることができる。これによって、コイル導体2の長さを短くできるため、RFIDタグ10の小型化において有利である。また、コイル導体2が短くなるので低抵抗化が図れ、通信ロスが少なくなるため、RFIDタグ10とアンテナ21との通信距離が伸びるという利点もある。通信距離が伸びると、例えば、物品40をリーダライタ20に近付ける（手で持ってかざす等の）時間が短くなり、実用性が向上する。

20

## 【 0 0 7 0 】

前述したように、上記いずれかの構成のRFIDタグ10と、RFIDタグ10のコイル導体と対向するアンテナ21を有するリーダライタ20とによって実施形態のRFIDシステム30が基本的に構成されている。RFIDシステム30の一例は図2に示すような形態である。この例の場合には、情報の記憶、演算等の機能を有するプロセッサを備える情報処理用の機器（図示せず）と電氣的に接続されたリーダライタ20に、RFIDタグ10が実装された物品40が随時近付けられて使用される。物品40は、前述したように各種の用具等である。

30

## 【 0 0 7 1 】

リーダライタ20へのRFIDタグ10の接近は、手動（物品40を手で持ってリーダライタ20に近付けること）でもよく、搬送用機器等で自動的に物品40（RFIDタグ10）がリーダライタ20の近くを通過するようにして行なってもよい。

40

## 【 0 0 7 2 】

なお、本開示のRFIDタグおよびRFIDシステム30は、上記の実施形態の例に限らず、本開示の要旨の範囲内であれば種々の変更は可能である。

## 【 0 0 7 3 】

例えば図2の例について、リーダライタ20のアンテナ21を傾けて、主導でRFIDタグ10に近付ける動作を行ないやすくするようにしてもよく、RFIDタグ10とリーダライタ20との配置を上下逆にしてもよい。いずれの場合でも、アンテナ21とコイル導体2との間に半導体素子3が位置するように設定されていればよい。

## 【 0 0 7 4 】

また、絶縁基板1の上面1aに凹凸（図示せず）を設けて、絶縁基板1とモールド樹脂

50

4 との接合の強度を高めるようにしてもよい。

【符号の説明】

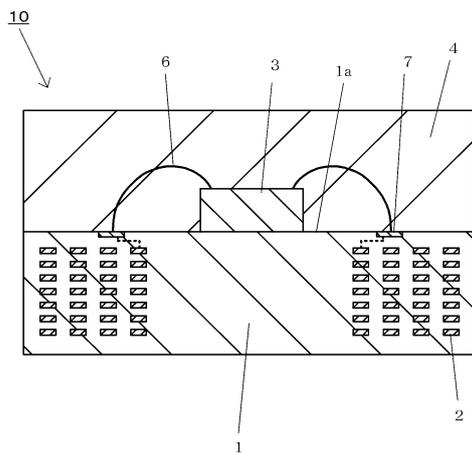
【 0 0 7 5 】

- 1・・・絶縁基板
- 1 a・・・上面
- 2・・・コイル導体
- 3・・・半導体素子
- 4・・・モールド樹脂
- 5・・・磁性体粒子
- 5 a・・・磁性体粒子（球状のもの）
- 5 b・・・磁性体粒子（扁平状のもの）
- 5 a b・・・磁性体粒子（球状、中空のもの）
- 5 b b・・・磁性体粒子（扁平状、中空のもの）
- 6・・・ボンディングワイヤ
- 7・・・端子
- 10・・・RFIDタグ
- 20・・・リーダライタ
- 21・・・アンテナ
- 30・・・RFIDシステム
- 40・・・物品

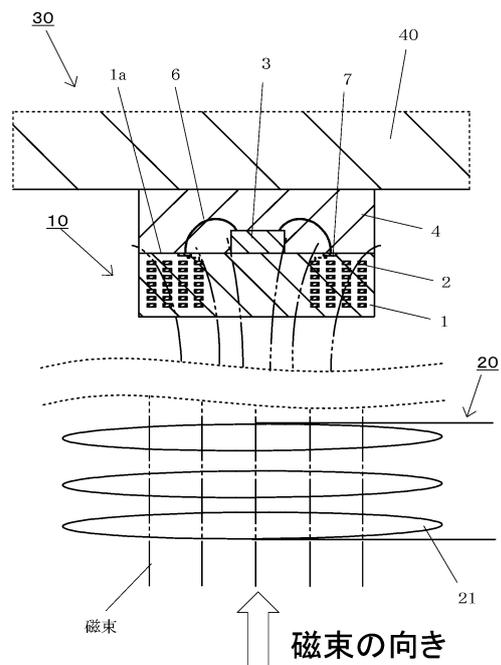
10

20

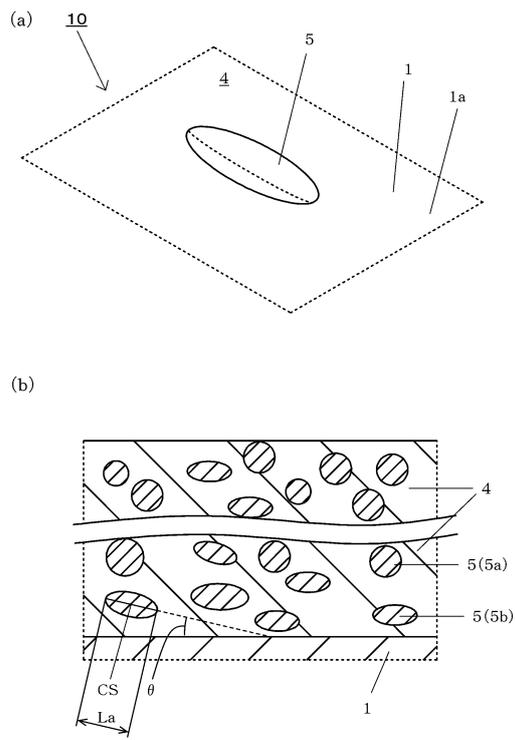
【図1】



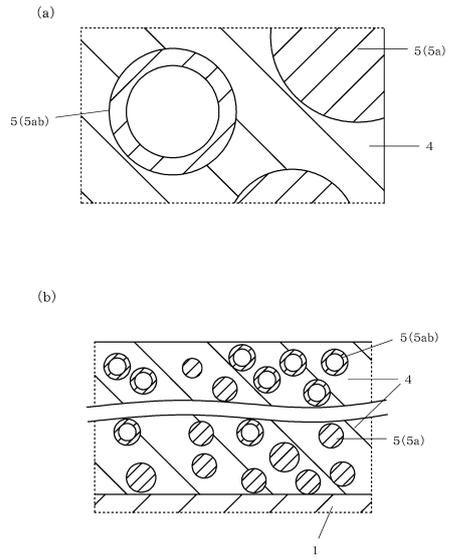
【図2】



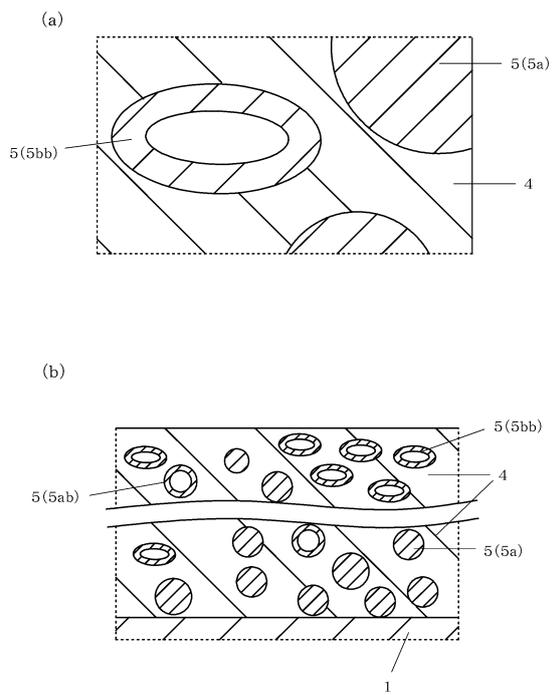
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-242698(JP,A)  
特開2013-210948(JP,A)  
特開2010-103313(JP,A)  
特開2005-080023(JP,A)  
特開2013-045995(JP,A)  
国際公開第2011/108341(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06K 1/00 - 21/08  
H04B 1/00 - 5/06