

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007 年 5 月 10 日 (10.05.2007)

PCT

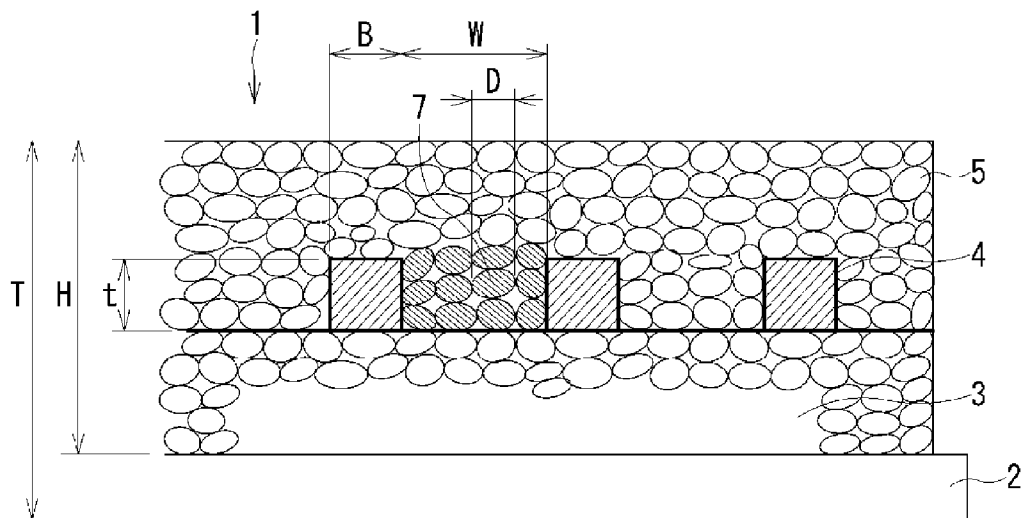
(10) 国際公開番号
WO 2007/052528 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 27/255 (2006.01) H01F 17/04 (2006.01)
H01F 1/20 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/321368
- (22) 国際出願日: 2006 年 10 月 26 日 (26.10.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2005-318647 2005 年 11 月 1 日 (01.11.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社 (TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井上 哲夫 (INOUE, Tetsuo). 佐藤 光 (SATO, Akira). 中川 勝利 (NAKAGAWA, Katsutoshi).
- (74) 代理人: 波多野 久, 外 (HATANO, Hisashi et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目 1 7 番 1 6 号 宮田ビル 2 階 東京国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: FLAT MAGNETIC ELEMENT AND POWER IC PACKAGE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 平面磁気素子およびそれを用いた電源 IC パッケージ



(57) Abstract: A flat magnetic element (1) includes a flat coil (4) arranged between a first magnetic layer (3) and a second magnetic layer (5). A gap (W) between coil wires of the flat coil (4) is filled with magnetic particles (7) having shape ratio S/L in the range of 0.7 to 1, wherein L represents the long axis length and S represents the short axis length. By using micro particles capable of effectively obtaining a high inductance value, it is possible to realize a flat magnetic element such as an inductor having a reduced height.

(57) 要約: 第 1 磁性層 3 と第 2 磁性層 5 との間に平面コイル 4 を配設した平面磁気素子 1 において、長軸の長さを L、長軸に直交する短軸の長さを S としたときの形状比 S/L が 0.7 ~ 1 である磁性粒子 7 が上記平面コイル 4 のコイル配線同士の隙間 W に充填されていることを特徴とする平面磁気素子 1 である。上記構成を有する平面磁気素子 1 によれば、高いインダクタンス値が効果的に得られる微粒子を用いるこ

[続葉有]

WO 2007/052528 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

平面磁気素子およびそれを用いた電源ICパッケージ

技術分野

- [0001] 本発明は、薄型インダクタとして使用される平面磁気素子(磁気受動素子)に係り、特に平面コイルに発生する磁界に対する透磁率を高めインダクタンスを向上させた平面磁気素子およびそれを用いた電源ICパッケージに関する。

背景技術

- [0002] 近年、各種電子機器の小型化が盛んに進められ、これに伴って各種デバイスが薄膜プロセスを用いて作成される傾向にある。この流れの中でインダクタ(リアクター)、トランス、磁気ヘッドなどの磁気素子も従来のバルク磁性材料に巻線を施した構造に代えて、スパイラル形状やつづら折れ(ミアンダ型)パターンを有する平面コイルを磁性体で被覆した外鉄型の構造を有する平面磁気素子(平面インダクタ)が提案され、デバイスの小型薄型化が試行されている(例えば、非特許文献1参照)。
- [0003] 一方、小型電子機器用のDC-DCコンバータの例に見られるように、機器の小型軽量化を実現するためにMHz以上の高い動作周波数で動作させようという技術的要求が高まっている。この中で高周波インダクタは一つのキーコンポーネントとなっており、以下のような特性が要求されている。
- [0004] (1)小型薄型であること。
- [0005] (2)周波数特性が良好であること。
- [0006] (3)適当な電力容量を有すること。
- [0007] 一般的に小型インダクタ素子としては、バルクフェライトにコイルを巻回したものや塗布型のフェライト材料と塗布型の導体材料とを一体に焼成したものが実用化されている(例えば、特許文献1参照)。
- [0008] 前者は、バルクフェライトコアを小型・薄型化するに伴って研磨加工等による加工歪を原因とした表面劣化層が総体積に占める割合が大きくなり、透磁率を始めとした特性が劣化し、低損失で高インダクタンスのインダクタ素子の実現できなくなる。
- [0009] また、後者はコイルをスパイラル型やトロイダル型を形成する様にパターンニングして塗

布し、これらのコイルによって軟磁性体が励磁される様にフェライトを塗布し、最後にこれらを焼結して作製されている。例えばトロイダル型のインダクタではフェライトと導体とを交互にパターン化して塗布する工程を経て製造されている。

特許文献1:特開2002-299120号公報

非特許文献1:IEEE Trans. Magn. MAG-20, No. 5, pp. 1804-1806 し
かしながら、上記従来のインダクタのうち前者は薄型化するに伴って表面劣化層が総体積に占める割合が大きくなり、透磁率を始めとした特性が劣化するため低背の高インダクタンス素子の実現できなくなる。また後者は概して透磁率が低いために、高いインダクタンス値が得られにくい欠点があり、この欠点を補うために多量の磁性材料を用いるとインダクタなどの磁気素子の低背化には限界があった。このため、部品の高密度実装化による機器の小型化が困難になるという問題点を生じていた。

[0010] [発明の開示]

本発明は、上記のように低背の高インダクタンス素子を得にくいという従来の状況に鑑み、平面コイルにおいて高いインダクタンス値が効果的に得られる微粒子を用いることにより、低背化したインダクタなどの平面磁気素子を実現することを目的とする。

[0011] 上記目的を達成するために、本発明者らは特に平面コイルとの組合せにおいて高いインダクタンス値が得られるような磁性粒子の形状及び配置構造を鋭意研究し、実験によりそれらのファクターが磁気素子特性に及ぼす影響を確認した。その結果、長軸と短軸との長さの比(形状比)が所定範囲にある磁性微粒子を含有した磁性ペーストを平面コイル間に充填して薄膜インダクタを構成したときに、コイルに発生する磁界に対する透磁率を効果的に向上でき、インダクタンス値が向上した低背インダクタが初めて実現するという知見が得られた。本発明はこれらの知見に基づいて完成されたものである。

[0012] すなわち、本発明に係る平面磁気素子は、第1磁性層と第2磁性層との間に平面コイルを配設した平面磁気素子において、長軸の長さをL、長軸に直交する短軸の最大長さをSとしたときの形状比 S/L が0.7~1である磁性粒子が上記平面コイルのコイル配線同士の隙間に充填されていることを特徴とする。

[0013] 上記平面磁気素子において、コイル配線同士の隙間に充填されている磁性粒子の

形状比 S/L は、下記のように測定される。すなわち、平面磁気素子(インダクタ)の上下の磁性層(磁性シート)膜面と平行でかつ平面コイルを含む断面で切断したコイル間の領域で縦 $300\mu\text{m} \times$ 横 $300\mu\text{m}$ の観察領域を任意に3箇所設定し、各観察領域に現れた各磁性粒子の断面において、最も長い対角線の長さを長軸長さとして測定する一方、この長軸と直交し、かつ長軸の midpoint と交差する短軸が磁性粒子によって切り取られる長さを磁性粒子の短軸長さとして測定する。そして、各観察領域で測定された短軸長さの平均値、長軸長さの平均値およびその形状比の平均値をそれぞれ S , L , S/L とする。

- [0014] 上記形状比 S/L が0.7未満と過小になると、コイル間に充填された磁性粒子はコイル導体配線方向と平行な方向に粒子の長手方向が配向しやすくなり、その結果コイル通電時に発生する磁界方向の反磁界が大きくなり実効透磁率が小さくなるのでインダクタンス値が低下し易くなる。したがって磁性粒子の形状比 S/L は、0.7以上で等方形状である形状比1以下の範囲とされる。この形状比の範囲内において平面磁気素子のインダクタンスを高くすることが可能になる。
- [0015] なお、上記磁性粒子の形状比 S/L の範囲(0.7~1)は平均値であるが、好ましくはコイル間に充填された各磁性粒子の形状比が絶対値で0.7~1の範囲であることが好適である。
- [0016] 上記磁性粒子および磁性層を構成する磁性材料としては、特に限定されるものではなく飽和磁化が高く保持力が低く透磁率が高く、高周波での損失が少ない磁性材料であればよく、具体的には、センダスト、パーマロイまたはけい素鋼等の結晶軟磁性合金の他に、Fe-Co合金、Fe-Ni合金、Fe-Al合金、Fe-Al-Si合金、Co系アモルファス合金、Fe系アモルファス合金等の高透磁率金属が好適に使用できる。
- [0017] 前記平面コイルは、スパイラル形状ないしはつづれ折り状に形成したミアンダ型コイルのように、隣接する導体コイルが並走する形状の平面コイルであれば同様のインダクタンス増大効果を示す。上記平面コイルの厚さ(高さ)は $10 \sim 200\mu\text{m}$ 程度に調整される。
- [0018] また上記平面磁気素子において、前記平面コイルのコイル配線同士の間隔を $W\mu$

mとしたときに、前記磁性粒子の平均粒径Dが $(W/2) \mu m$ 以下であることが好ましい。

- [0019] 上記磁性粒子の平均粒径Dは、形状比を測定する際に使用した短軸長さの平均値Sと、長軸長さの平均値Lとの平均値である。この平均粒径Dは、 $0.5 \mu m$ 未満では磁性粒子が過度に微細であり取扱いが難しい。具体的には、表面酸化層や表面劣化層を生じて磁気特性劣化や、熱振動による磁気特性劣化を発生し易い。また、ペーストとしたときに粒子が均一に混合されにくい等の難点がある。
- [0020] 一方、磁性粒子の平均粒径Dが $(W/2)$ より大きいと、コイル間に磁性粒子が十分充填されにくくなり、インダクタンスが低下する恐れがある。磁性粒子の平均粒径Dは $(W/3) \mu m$ 以下であることが、より好ましい。
- [0021] さらに上記平面磁気素子において、前記平面コイルのコイル配線同士の隙間への前記磁性粒子の充填率が30vol%以上であることが好ましい。このコイル配線同士の隙間への磁性粒子の充填率が30vol%未満と過少になると、平面磁気素子のインダクタンスが低下するため好ましくない。したがって、上記磁性粒子の充填率は30vol%以上が好ましいが、さらに50%以上が好ましい。
- [0022] また上記平面磁気素子において、前記磁性粒子は、アモルファス合金、平均結晶粒径が $20 \mu m$ 以下の微細結晶合金、フェライトの少なくとも1種の磁性材料から成ることが好ましい。上記磁性材料から成る磁性粒子をコイル間隙に充填することにより、透磁率が高まり平面磁気素子のインダクタンス値を高めることができる。
- [0023] さらに上記平面磁気素子において、前記第1磁性層(下面側磁性層)と前記第2磁性層(上面側磁性層)は、磁性粉末と樹脂との混合物から成ることが好ましい。上記磁性層を構成する磁性材料としては、特に限定されるものではなく飽和磁化が高く保持力が低く透磁率が高く、高周波での損失が少ない磁性材料であればよく、具体的には、センダスト、パーマロイまたはけい素鋼等の結晶軟磁性合金の他に、Fe-Co合金、Fe-Ni合金、Fe-Al合金、Fe-Al-Si合金、Co系アモルファス合金、Fe系アモルファス合金等の高透磁率金属が好適に使用できる。上記各磁性層の厚さは、 $50 \sim 400 \mu m$ 程度に設定するとよい。
- [0024] また上記平面磁気素子において、前記平面磁気素子の全厚さが $0.5mm$ 以下で

あることが好ましい。本発明では平面磁気素子とICチップとを同一パッケージ内に収容し、より小型の回路部品を実現することを目的としており、半導体チップと同じ高さ以下でないとワンパッケージ化するメリットがなくなる。このため、平面磁気素子の厚さは高くても半導体素子ペレットの一般的な高さ0.625mm以下、望ましくは0.3mm以下が求められる。特に平面磁気素子の厚さを0.4mm程度以下にすることにより、後述の図7や図8に示すような積層タイプのワンパッケージ化が可能になる。

[0025] さらに上記平面磁気素子において、前記平面コイルは、金属粉末と樹脂との混合物から成ることが好ましい。金属粉末としては、Cu, Ag, Au, Pt, Ni, Sn, その他の導電粉末が用いられ、特に導電性および経済性の観点からCu, Agが好ましい。平面コイルは、上記金属粉末と樹脂と溶媒との混合物を所定パターンに塗布した後に自然乾燥したり、溶媒気化温度ないしはそれ以上の温度に加熱したり、還元等の反応含む加熱操作を実施したりしてコイルとして固化せしめて形成される。

[0026] 平面コイル配線の幅、高さ(厚さ)、間隔(隙間)は、コイルの特性に影響を及ぼす要因であり、配線密度を高めて配線の幅及び厚さを可及的に大きく設定し、かつ配線の間隔は相互の絶縁性を保持する範囲で可及的に小さくすることが望ましい。具体的には、コイル配線の高さ(厚さ)は、20 μ m以上、好ましくは40 μ m以上が好ましい。薄いとコイル抵抗が大きくなり高い性能係数(Q値:Quality factor)が得られない。要求される性能に応じて可及的に厚くすることが好ましい。また前記のように、コイル配線の間隔は狭いほど良い。配線間隔が広いとデバイスサイズが増加し、またコイル長が長くなるためにコイル直流抵抗が大きくなり、性能係数(Q値)が低下する。したがって、配線間隔は200 μ m以下が好適である。

[0027] また上記平面磁気素子において、前記磁性粒子は樹脂バインダーを20質量%以下混合した磁性混合物であることが好ましい。磁性層を形成する磁性粒子に20質量%を超える樹脂バインダーが含有されていると磁性層の磁気特性が劣化しインダクタンスが低下する。したがって、バインダー含有量は2質量%以下に規定されるが、最終的に磁性層を形成した段階では樹脂バインダーをほぼ完全に揮散せしめて、実質的に磁性粒子のみが凝集して固化した磁性層を形成することが好ましい。

[0028] さらに上記平面磁気素子において、前記コイル配線同士の隙間に磁性粒子が充

填されて磁性層が形成された後に、磁性層に樹脂バインダーが浸透した状態で乾燥されており、乾燥後の磁性層における樹脂バインダーの含有量が0～20質量%であることが好ましい。バインダーは非磁性物質であるために、磁性層形成後においては高インダクタンスを実現する観点から加熱処理してバインダー成分を飛ばして、磁性層に残留するバインダー量を可及的に低減することが望ましい。

[0029] 上記のような平面磁気素子は、例えば次のような工程を経て製造される。すなわち、所定の形状比(S/L)および平均粒径Dを有する磁性粉末にビヒクルを混合してペーストを調製し、このペーストを用いて基板上に所定寸法の磁性シートを印刷し第1磁性層を調製する。

[0030] 上記磁性パターン(第1磁性層)形成後に、ニトロセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロースなどのセルロース誘導体、アクリル樹脂、ケトン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリビニルブチラール、石油樹脂、ポリエステル、アルキッド樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリウレタン、マレイン酸樹脂、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、シリコンポリマー(メチルシロキ酸、メチルフェニルシロキ酸)ポリスチレン、ブタジエン/スチレンコポリマー、ビニルピロリドン、ポリエーテル、エポキシ樹脂、アリアル樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、ポリイミド、ロジン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ダンマー、コパイバルサム等の有機物、 SiO_2 等の無機物等による絶縁層を形成しても良い。有機物に関しては絶縁性があれば、これに限定されるものではない。

[0031] その上に、例えばAgペーストやCuペースト等の導電金属ペーストを使用してスパイラル状またはミアンダ状にパターン化して平面コイルを印刷する。平面コイルはミアンダコイルのように隣接する導体コイル配線が並走する平面コイルであれば同様の効果を示す。なお、上記平面コイルは上記金属ペーストを印刷方法以外に、めっき法、導体金属薄の打抜き法、導体金属エッチング法、スパッタ法、蒸着法などの気相成長法など、低い体積抵抗率の平面コイルを実現できるものであれば特に限定されるものではない。

[0032] そして上記平面コイル形成後に、この平面コイルを被覆するように所定のパターン及び厚さで再度磁性シートを第2磁性層として印刷することにより、上記平面コイルが

第1及び第2の磁性層によって被覆された平面磁気素子としての低背型インダクタが形成される。このとき、第2磁性層の磁性パターンには、コイル端子部に相当する部位に開口を設ける。

[0033] 上記平面コイルの上下面に磁性層を形成する方法としては、磁性体の薄板を絶縁性接着剤で接着する方法、磁性粉末を樹脂中に分散した磁性体ペーストを塗布乾燥する方法、上記磁性体のめっきを施す方法などがあり、これらを組み合わせても良い。

[0034] 本発明に係る電源ICパッケージは、上記のように調製した平面磁気素子と、制御IC、電界効果トランジスタ(FET)等の半導体チップとを同一基板または同一パッケージ上の平面方向または高さ方向に実装して形成される。特に上記電源ICパッケージは、同一基板上に平面磁気素子とICチップとを一体に実装したIC一体型であることが、デバイスの小型化に有効である。また、複数の半導体チップと能動素子とを一体化しワンパッケージ化することも可能である。例えば、DC-DCコンバータ等の電源機能を組み込んだパッケージとしても良いし、外付けでキャパシタ等を配置することにより、同様の電源機能を持たせることができる。

[0035] 上記構成に係る平面磁気素子によれば、長軸長さ(L)と長軸に直交する短軸の長さ(S)の比である形状比 S/L が0.7~1である磁性微粒子が平面コイルの配線間の隙間に充填されて形成されているために、平面コイルに発生する磁界に対する透磁率を向上させることができ、インダクタンスが向上した低背のインダクタとしての磁気素子を実現する。

[0036] さらに、上記のように調製した平面磁気素子と、制御IC、電界効果トランジスタ(FET)等の半導体チップとを同一基板または同一パッケージ上の平面方向または高さ方向に実装してワンパッケージ化することも可能であり、機能素子の高密度実装も可能となり、半導体デバイスの小型化および高機能化に顕著な効果を発揮する。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]コイル形状としてスパイラル型を採用した場合における、本発明の一実施例に係る平面磁気素子の平面図である。

[図2]図1におけるII-II矢視断面図である。

[図3]図2におけるIII部の部分拡大断面図である。

[図4]コイル形状としてミアンダ型を採用した場合における、本発明の一実施例に係る平面磁気素子の平面図である。

[図5]図3に示す磁性粒子の寸法測定方法を示す断面図である。

[図6]本発明に係る平面磁気素子と半導体チップとを平面上に配置してパッケージングしたICパッケージの構成例を示す断面図である。

[図7]本発明に係る平面磁気素子と半導体チップとを積層配置してパッケージングしたICパッケージの構成例を示す断面図である。

[図8]本発明に係る平面磁気素子と半導体チップとをバンプ方式にて積層してパッケージングしたICパッケージの構成例を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0038] 以下に本発明の実施形態について添付図面および以下の実施例を参照して詳細に説明する。

[0039] [実施例1]

5. 5wt%Al-10wt%Si-Feの合金組成を有するセンダストの溶湯材料を水ガスアトマイズ法により処理して微細磁性粒子を調製した。すなわち、溶湯材料をろつばから噴出させると同時に不活性ガス(Ar)を吹き付けて分散させ、さらに分散粒子を水中に導入して急冷することにより実施例1用の磁性粒子を調製した。

[0040] 上記のようにして得られた磁性粒子は平均粒径(体積で50%)は $28\mu\text{m}$ であり、この磁性粒子を、目開きが $63\mu\text{m}$ メッシュの篩にかけることにより、 $63\mu\text{m}$ アンダーの磁性粒子のみを選択した。その結果、表1に示すような形状比S/Lおよび平均粒径Dを有する磁性粒子を調製した。さらに、1.4質量%のビヒクル(バインダー)を上記磁性粒子に混合してペーストを調製した。

[0041] 次に、図1～図3に示すように基体2として厚さ $300\mu\text{m}$ のSi基板の上面に、 $100\mu\text{m}$ 厚さのパターン化された $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ の磁性シートを印刷し、第1磁性層3を形成した。

[0042] その第1磁性層3の上面に、図1に示すようにAgペーストをスパイラル状にパターン化して印刷し、平面コイル4を形成した。本実施例1においては、平面コイル4のコイ

ル配線幅Bは $300\ \mu\text{m}$ であり、コイル配線同士の隙間Wは $125\ \mu\text{m}$ であり、コイルの巻き数が8ターンであり、厚さtが $40\ \mu\text{m}$ である平面コイル4を作製した。

- [0043] なお、図4に示すように、つづら折り状に形成したミアンダコイルのように隣接する導体コイルが並走する平面コイル4aであれば同様の効果を示す。
- [0044] 上記平面コイル4を形成した後に、平面コイル部4における磁性層厚さが $100\ \mu\text{m}$ となるように再度磁性シートをパターン形成し、図2に示すような第2磁性層5を形成した。このとき、第2磁性層5には、平面コイル部4の端子6に相当する部位には開口を設けた。こうして図1～図3に示すような平面磁気素子1を作成した。
- [0045] この実施例1に係る平面磁気素子(インダクタ)1の上下の磁性層(磁性シート)3, 5膜面と平行でかつ平面コイル4を含む断面で切断したコイル間の領域で縦 $300\ \mu\text{m}$ ×横 $300\ \mu\text{m}$ の観察領域を任意に3箇所設定し、各観察領域に現れた各磁性粒子7の断面において、図5に示すように最も長い対角線の長さを長軸長さLとして測定する一方、この長軸と直交し、かつ長軸の midpoint と交差する短軸が磁性粒子7によって切り取られる長さを磁性粒子7の短軸長さSとして測定し、その平均値からコイル間に充填された磁性粒子7の形状比および平均粒径を測定したところ表1に示す通りの値となった。
- [0046] 得られた平面磁気素子としてのインダクタの特性を表1に示す。
- [0047] スパイラルコイルでは、扁平の磁性粒子をコイル配線同士の隙間に充填するとコイル配線方向に扁平磁性粒子の長軸方向が向き易くなり、コイル電流による励磁磁界方向が磁性粒子の短軸方向と一致するため、粒子形状による反磁界に起因する異方性が大きくなり透磁率低下およびインダクタンスの低下を招く。しかしながら、実施例1のように等方的な磁性粒子を使用した場合には、反磁界が等方的になり透磁率の低下を効果的に抑制できる。このために大きなインダクタンス値を有する磁気素子を得ることができた。また、磁性層および平面コイルを薄く形成できるので、高透磁率の材料を用いた磁気素子(インダクタ)は低背化できる。
- [0048] 特に実施例1においては、基体として使用するSi基板をケミカルメカニカルエッチングにより $60\ \mu\text{m}$ まで薄く研磨した結果、平面磁気素子1としてのインダクタの総厚Tは 0.3mm となり、制御ICや電界効果トランジスタ(FET)等の半導体チップ8の厚さ以

下となる。したがって、図6～図8に示す様にスイッチングIC等の半導体チップ8と平面磁気素子1とを一体化しパッケージングすることにより、インダクタ内蔵の低背ICパッケージ10、10a、10bが実現する。

[0049] 図6に示すICパッケージ10は、パッケージ基板上の平面方向に半導体チップ8と平面磁気素子1、1aとを配置し、それぞれリードフレーム9に接続しモールド樹脂で固定した構造を有し、図7に示すICパッケージ10aは、パッケージ基板上の厚さ方向に半導体チップ8と平面磁気素子1、1aとを積層配置し、それぞれリードフレーム9に接続しモールド樹脂で固定した構造を有し、図8に示すICパッケージ10bは、パッケージ基板上の厚さ方向に半導体チップ8と平面磁気素子1、1aとをバンプ接合方式により積層配置し、それぞれリードフレーム9に接続しモールド樹脂で固定した構造を有している。

[0050] このような平面磁気素子としてのインダクタを含む低背パッケージによれば、例えばワンパッケージ化された小型のDC-DCコンバータICや電源ICパッケージを容易に実現できる。

[0051] なお、平面磁気素子を担持する基体2としてはSi基板に限らず、 SiO_2 基板、酸化膜あるいは窒化膜を形成したSi基板、アルミナ(Al_2O_3)基板、窒化アルミニウム(AlN)基板などを用いても良い。

[0052] [実施例2]

原子比率で($\text{Co}0.90\text{-Fe}0.05\text{-Mn}0.02\text{-Nb}0.03$) $71\text{-Si}15\text{-B}14$ の合金組成を有する溶湯材料を、水ガスアトマイズ法に準拠してつぼから噴出させ、同時に不活性ガスを溶湯材料に吹き付け分散せしめ、分散した粒子を更に水中に投入することにより急冷し、アモルファス磁性粒子を作製した。

[0053] この様にして得られた磁性粒子は平均粒径(体積で50%)が $14\mu\text{m}$ であり、この磁性粒子を、目開きが $32\mu\text{m}$ メッシュの篩をかけることにより、粒径が $32\mu\text{m}$ アンダーの磁性粒子のみを選択した。その後、0.9質量%のビヒクル(バインダー)を磁性粒子に混合しペーストを作製し、Si基板上に $100\mu\text{m}$ 厚さのパターン化された $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ の磁性シートを第1磁性層3として印刷した。

[0054] 磁性パターン(第1磁性層3)形成後に、ポリイミドを塗布・イミド化させることにより、

厚さ4 μm の絶縁層を形成した。なお、その他の絶縁材料として、クロロプレンゴム系、ニトリルゴム系、ポリサルファイド系、ブタジエンゴム系、SBR系、シリコンゴム系等のエラストマー系、酢酸ビニル系、ポリビニルアルコール系、ポリビニルアセタール系、塩化ビニル系、ポリスチレン系等の熱可塑性を中心とした樹脂系等の有機物、 SiO_2 等の無機物等による絶縁層を使用することも可能である。

[0055] その上に、Cuペーストをスパイラル状にパターン化して図1に示すような平面コイル4を印刷した。本実施例2においては、コイル配線幅Bが300 μm であり、コイル配線同士の隙間Wが100 μm であり、コイル巻き数が9ターンであり、厚さ5 μm の下地コイルパターンを作製した。さらに、この下地コイルパターンの表面に無電解めっき法により30 μm 厚さのCuめっき層を積層し、総厚35 μm であるCu平面コイル4を形成した。なお、上記めっき処理は、電解めっき法により実施しても良い。

[0056] コイルパターン形成後に、ニトロセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロースなどのセルロース誘導体、アクリル樹脂、ケトン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリビニルブチラール、石油樹脂、ポリエステル、アルキッド樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリウレタン、マレイン酸樹脂、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、シリコンポリマー(メチルシロキ酸、メチルフェニルシロキ酸)ポリスチレン、ブタジエン/スチレンコポリマー、ビニルピロリドン、ポリエーテル、エポキシ樹脂、アリール樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、ポリイミド、ロジン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ダンマー、コパイバルサム等の有機物、 SiO_2 等の無機物等による絶縁層を使用することも可能である。上記平面コイル形成後に再度磁性シートを、平面コイル部における磁性層5の厚さが100 μm となる様にパターン形成し第2磁性層5を形成した。このとき、第2磁性層5には、平面コイル4の端子6に相当する部位に開口を設けた。このようにして実施例2に係る平面磁気素子としてのインダクタを調製した。

[0057] 得られたインダクタの特性を表1に示す。

[0058] 実施例2のように等方的な磁性粒子を平面コイルの配線同士の隙間に充填した場合には、反磁界が等方的になり透磁率の低下を効果的に抑制できる。このために大きなインダクタンス値を有する磁気素子が得られた。

[0059] [実施例3～11]

実施例1で使用したセンダスト、実施例2で使用したCo系アモルファス合金、組成が $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (モル比)であるフェライト合金を粉砕、篩い分けすることにより、それぞれ表1に示す形状比および平均粒径を有する磁性粒子を調製した。得られた各磁性粒子に表1に示す含有量となるように所定量のバインダーを混合してそれぞれ磁性材料ペーストを調製した。

[0060] 次に実施例1で使用したSi基板上に、上記磁性材料ペーストを使用して所定厚さの第1磁性層3を形成した後に表1に示すコイル間間隙WとなるようにAgペーストで平面コイルを形成し、さらに再度上記磁性材料ペーストを使用して所定厚さの第2磁性層を形成することにより、各実施例3～11に係る平面磁気素子としてのインダクタを調製した。

[0061] なお、実施例3、5では磁性粒子の粒径が粗大なものを使用している一方、実施例4では粒径が極微細な磁性粒子を使用した。実施例6では磁性層における磁性体の占有率を低下させた例である。また、実施例7ではCo系アモルファス合金製磁性粒子を使用し、実施例8ではフェライト合金製磁性粒子を使用した。実施例9では2層のAg印刷層から成る厚さ80 μm の平面コイルを使用した。実施例10では第1および第2の磁性層の厚さをそれぞれ200 μm として厚く形成した。実施例11では両磁性層の厚さをそれぞれ200 μm として厚く形成すると共に、2層のAg印刷層から成る厚さ80 μm の平面コイルを使用した。

[0062] 得られた各インダクタの特性を表1に示す。

[0063] [実施例12]

実施例1と同様に水アトマイズ法にしたがって、センダスト溶湯を分散冷却処理して磁性粒子を作製した。この様にして得られた磁性粒子は平均粒径(体積で50%)が28 μm であった。さらに目開きが63 μm の篩をかけることにより、63 μm アンダーの微粒子のみを選択した。その後有機バインダーの含有量が1.4質量%となるように磁性粒子に対して添加し混合して磁性材料ペーストを作製した。次に、この磁性材料ペーストを用い、実施例1で使用したSi基板上に100 μm 厚さのパターン化された10mm×10mmの磁性シートを印刷し、100℃で30分間乾燥し、150℃で60分間焼

成することにより第1磁性層3を形成した。

[0064] なお、上記有機バインダーとしては、ニトロセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロースなどのセルロース誘導体、アクリル樹脂、ケトン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリビニルブチラール、石油樹脂、ポリエステル、アルキッド樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリウレタン、マレイン酸樹脂、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、シリコンポリマー（メチルシロキ酸、メチルフェニルシロキ酸）ポリスチレン、ブタジエン／スチレンコポリマー、ビニルピロリドン、ポリエーテル、エポキシ樹脂、アリアル樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、ポリイミド、ロジン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ダンマー、コパイバルサム等の有機物を用いることができる。有機物については絶縁性があれば、これに限定されるものではない。

[0065] 次に、上記第1磁性層3の上面に、Agペーストをスパイラル状にパターン化して印刷した。本実施例12においては、コイルの配線幅Bが $300\ \mu\text{m}$ であり、コイル配線同士の隙間Wが $125\ \mu\text{m}$ であり、コイルの巻き数が8ターンであり、コイル配線の厚さが $40\ \mu\text{m}$ である平面コイル4を作製した。

[0066] 次に上記平面コイル4を覆うように、再度磁性材料ペーストを印刷し、平面コイル4部における磁性層の厚さが $100\ \mu\text{m}$ となるように磁性シートパターンを形成し、第2磁性層5を形成した。このとき、磁性パターンには、コイル4の端子6に相当する部位に開口を設けた。これによりインダクタの厚さHが $240\ \mu\text{m}$ であり、Si基板2込みの厚さTが $300\ \mu\text{m}$ である平面磁気素子を作成した。

[0067] その後、エチルセルロースをBCA（ブチルカルビトールアセテート）に溶解した溶液中に、上記のようにしてインダクタを印刷したSi基板（基材）ごとディップした。10分間放置後、基材ごと取り出し、乾燥させることにより、脆性を低減した実施例12に係る平面磁気素子を調製した。

[0068] このインダクタをディップする溶液は、樹脂成分としてのニトロセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロースなどのセルロース誘導体、アクリル樹脂、ケトン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリビニルブチラール、石油樹脂、ポリエステル、アルキッド樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリウレタン、マレイン酸樹脂、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、シリコンポリマー（メチルシロキ酸、メチ

ルフェニルシロキ酸)ポリスチレン、ブタジエン／スチレンコポリマー、ビニルピロリドン、ポリエーテル、エポキシ樹脂、アリール樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、ポリイミド、ロジン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ダンマー、コパイバルサム等の有機物と、これらを溶解するか、あるいは均一に分散する溶媒とから成る溶液であれば何ら限定されるものではない。

[0069] 得られたインダクタの特性およびハンドリング時のひび割れ、はがれ状態を表1に示す。

[0070] また、ディッピングすることによって、十分に近接した磁性微粒子の間に有機バインダーを充填することができ、微粒子同士の脆い結合でなく、強固な接着剤が空隙に存在する接合構造になるため、十分な剛性と取扱い性とを実現する柔軟性をインダクタに付与することができ、磁性層のひび割れや剥がれなどが発生せず、かつ低背化が可能となった。

[0071] 本実施例12のように高透磁率の磁性材料粒子を用いたインダクタは低背化が可能である。特に本実施例12においては、インダクタは総厚0.3mmとなり、スイッチングIC等の半導体チップと同等の厚さとなるので、これらの半導体チップと一体化しパッケージングすることにより、図6～図8に示すようなインダクタ内蔵のICパッケージを実現できる。例えば、上記インダクタによりワンパッケージ化された低背のDC-DCコンバータICパッケージを実現できる。

[0072] [実施例13]

基体としてのSi基板の代わりに厚さ25 μ mのポリイミドフィルムを使用し、表1に示す形状比および平均粒径を有する磁性粒子を使用し、さらに最後に実施例12と同様のディップ処理を実施した点以外は実施例1と同様に処理することにより実施例13に係る平面磁気素子としてのインダクタを調製した。

[0073] [実施例14]

表1に示す形状比および平均粒径を有するセンダスト磁性粒子を使用し、基体としてのSi基板の代わりに厚さ25 μ mのポリイミドフィルムを使用した点以外は実施例1と同様に処理することによりインダクタを調製した。その後、エチルセルロースをBCA(ブチルカルビトールアセテート)に溶解した溶液を上記のようにして形成したインダク

タに対し、外部端子部分をマスク等で被覆した状態で吹き付け塗布した後、乾燥させることにより、脆性を低下させた実施例14に係る平面磁気素子を調製した。

[0074] このインダクタに噴霧する溶液は、樹脂成分としてのニトロセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロースなどのセルロース誘導体、アクリル樹脂、ケトン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリビニルブチラール、石油樹脂、ポリエステル、アルキッド樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリウレタン、マレイン酸樹脂、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、シリコンポリマー(メチルシロキ酸、メチルフェニルシロキ酸)ポリスチレン、ブタジエン/スチレンコポリマー、ビニルピロリドン、ポリエーテル、エポキシ樹脂、アリアル樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、ポリイミド、ロジン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ダンマー、コパイバルサム等の有機物と、これらを溶解する、あるいは均一に分散する溶媒とから成る溶液であれば、特に限定されるものではない。また、吹き付け以外に印刷することで磁性表面から浸透させる方法によって磁性微粒子の間に有機バインダーを充填してもよい。

[0075] 得られた平面磁気素子としてのインダクタの特性およびハンドリング時のひび割れ、はがれ状態を表1に示す。

[0076] [実施例15]

原子比で(Co0.90Fe0.05Mn0.02Nb0.03)71-Si15-B14成る合金組成を有する溶湯材料を、るつぽから噴出し同時に不活性ガスを吹き付け、更に水中に投入する水ガスアトマイズ法で急冷することにより、表1に示す形状比および平均粒径を有するアモルファス磁性粒子を作製した。

[0077] このようにして得られた磁性粒子は平均粒径(体積で50%)が14 μm であった。この磁性粒子を、目開きが32 μm の篩にかけることにより、32 μm アンダーの微細な磁性粒子のみを選択した。その後、セルロース系有機バインダーの含有量が0.9質量%となるように磁性粒子と混合しペーストを作製した。次に、このペーストを使用して厚さ60 μm のSi基板2上に100 μm 厚さのパターン化された10mm×10mmの磁性シートを第1磁性層3として印刷した。

[0078] 次に、実施例2で形成しためっきコイルに代えて厚さ30 μm の銅箔を型で打ち抜いて形成され実施例2の打ち抜きコイルとで同一の寸法および形状を有するCu箔平面

コイルを、上記第1磁性層3表面に貼り付けた以降は実施例2と同様にコイル4表面に第2磁性層を形成することにより実施例15に係る平面磁気素子を調製した。

[0079] [比較例1]

実施例1で使用したセンダストを粉砕することにより、長軸と長軸(Lc)に直交する短軸の長さ(Sc)の比Sc/Lcが0.4である偏平な磁性粒子を作製した。この磁性粒子を目開きが63 μ mである篩にかけることにより、63 μ mアンダーの微細な磁性粒子のみを選択した。それ以外は実施例1と同様に処理することにより、作製したものを比較例1に係る平面磁気素子を調製した。

[0080] [比較例2]

原子比で(Co_{0.90}Fe_{0.05}Mn_{0.02}Nb_{0.03})₇₁-Si₁₅-B₁₄成る組成を有するアモルファス磁性粒子を、目開きが32 μ mである篩にかけることにより、32 μ m以下の微細な磁性粒子のみを選択した。それ以外は実施例2と同様に処理して比較例2に係る平面磁気素子を調製した。

[0081] [実施例16]

表1に示すように長軸長さ(L)および短軸長さ(S)が共に極めて微細なセンダスト磁性粒子を使用した点以外は実施例1と同様に処理して実施例16に係る平面磁気素子を調製した。

[0082] [実施例17]

表1に示すように長軸長さ(L)および短軸長さ(S)が共に大きい粗大なセンダスト磁性粒子を使用した点以外は実施例1と同様に処理して実施例17に係る平面磁気素子を調製した。

[0083] [実施例18]

表1に示すように磁性粒子中に含有される有機バインダーの含有量を高めて磁性層における磁性体の占有率を低下させた点以外は実施例1と同様に処理して実施例17に係る平面磁気素子を調製した。

[0084] [実施例19]

表1に示すような形状比および平均粒径を有する磁性粒子を使用した点および最後にディップ処理を実施しない点以外は実施例13と同様に処理して実施例19に係る平面磁気素子を調製した。

る平面磁気素子を調製した。

- [0085] 上記のように調製された各実施例および比較例に係る平面磁気素子としてのインダクタのインダクタンス特性、直流抵抗、性能係数(Q値)およびハンドリング性(ひび割れ、はがれ状態)を測定した結果を表1に示す。
- [0086] ここで表1においてインダクタ厚さHとは、図3に示すように平面磁気素子1の第1磁性層3下端から第2磁性層上端までの距離をいう。
- [0087] また磁性粒子の形状比 S/L は下記のように測定される。すなわち、インダクタ磁性層3、5の膜面と平行でかつ平面コイル4を含む断面組織においてコイル間の領域 $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ を任意に3箇所観察し、各磁性粒子の断面において、最も長い対角線を長軸長さとし、長軸と直交し、かつ長軸の midpoint と交わる線分における粒子の長さを短軸長さとし、該観察領域において得られた短軸長さの平均値、長軸長さの平均値およびその比の平均値をそれぞれ S , L , S/L とする。また、観察領域内の各磁性粒子の短軸と長軸との算術平均を平均粒径とする。
- [0088] なお、各平面磁気素子の評価項目の測定方法は下記の通りである。すなわち、各平面磁気素子のインダクタンスは、インピーダンスアナライザを使用し、その励磁電圧を0.5Vとし、測定周波数を10MHzとした条件で測定した。さらに、直流抵抗はテスタを使用して測定した。同様に、平面コイルの性質係数 Q (Quality Factor)は、インピーダンスアナライザを使用し、その励磁電圧を0.5Vとし、測定周波数を10MHzとした条件で測定した。また、ハンドリング特性は、各インダクタ作成の全工程終了時に、磁性層の箇所において破損等を生じ不良品になったものの割合が5%未満である場合を◎と評価し、8%未満である場合を○と評価し、7%未満△と評価し、10%以上×と評価した。評価測定結果を下記表1に示す。

- [0089] [表1]

試料No.	作 成 条 件										評 価 項 目			
	インダクターの 厚さH [μm]	短軸長S [μm]	長軸長L [μm]	形状比S/L [-]	磁性粒子 平均粒径D [μm]	コイル間 間隔W [μm]	ハイダの		基板の 厚さT [μm]	脆性対策	インダクタンス [μH]	直流抵抗 [Ω]	性能指数 (Q値) [@10MHz]	ハネリング性 [割れ易さ]
							占有率 [vol.%]	磁活性 材料						
実施例1	240	19.8	28.2	0.70	23.9	125	1.4	60	センダスト	—	0.79	1.25	20	○
実施例2	240	9.7	10.3	0.95	9.9	100	0.9	60	Co系フェルマス	—	0.61	0.75	26	○
実施例3	240	34.0	47.1	0.72	40.5	125	1.4	60	センダスト	—	0.8	1.25	21	○
実施例4	240	1.7	2.4	0.72	1.9	125	1.4	60	センダスト	—	0.78	1.25	20	○
実施例5	240	50.0	70.6	0.71	60.3	125	1.4	60	センダスト	—	0.63	1.25	16	○
実施例6	260	20.1	27.0	0.74	23.6	100	5.26	39	センダスト	—	0.62	1.1	18	◎
実施例7	240	17.1	18.9	0.90	17.9	125	1.8	55	Co系フェルマス	—	0.78	1.25	22	○
実施例8	240	26.8	37.2	0.72	32.1	125	1.3	62	フライット	—	0.79	1.25	20	○
実施例9	260	19.8	28.3	0.70	24.1	125	1.4	60	センダスト	—	0.79	0.65	37	○
実施例10	440	19.8	28.2	0.70	24.0	125	1.4	60	センダスト	—	0.87	1.25	22	○
実施例11	460	19.9	28.2	0.70	24.1	125	1.4	60	センダスト	—	0.87	0.65	40	○
実施例12	240	19.6	28.1	0.70	23.9	125	1.4	60	センダスト	最後にデバッグ処理	0.79	1.25	20	◎
実施例13	240	19.7	28.2	0.70	24.0	125	1.4	60	センダスト	最後にデバッグ処理	0.78	1.25	20	○
実施例14	240	20.0	28.5	0.70	24.2	125	1.4	60	センダスト	最後に吹き付け処理	0.785	1.25	20	○
実施例15	250	10.5	11.3	0.93	10.9	100	0.9	60	Co系フェルマス	—	0.46	0.73	20	○
比較例1	240	15.9	32.0	0.50	24.0	125	1.4	60	センダスト	—	0.52	1.25	13	○
比較例2	240	7.2	12.9	0.56	10.1	100	0.9	60	Co系フェルマス	—	0.36	0.8	14	○
実施例16	240	0.38	0.53	0.72	0.46	125	2.2	49	センダスト	—	0.58	1.25	15	○
実施例17	240	66.0	94.1	0.70	80.1	125	1.4	60	センダスト	—	0.59	1.25	15	△
実施例18	270	20.1	28.0	0.72	24.1	100	8.2	28	センダスト	—	0.305	1.1	9	◎
実施例19	240	19.6	28.3	0.70	24.1	125	1.4	60	センダスト	—	0.79	1.25	20	×

- [0090] 上記表1に示す結果から明らかなように、長軸長さ(L)と長軸に直交する短軸の長さ(S)の比である形状比 S/L が0.7～1である磁性微粒子が平面コイルの配線間の隙間に充填されて形成されている各実施例に係る平面磁気素子によれば、平面コイルに発生する磁界に対する透磁率を向上させることができ、インダクタンスが向上した低背のインダクタとしての平面磁気素子の実現する。
- [0091] さらに、上記のように調製した平面磁気素子と、制御IC、電界効果トランジスタ(FET)等の半導体チップとを同一基板または同一パッケージ上の平面方向または高さ方向に実装してワンパッケージ化することも可能になり、機能素子の高密度実装も可能となり、半導体デバイスの小型化および高機能化に顕著な効果を発揮する。
- [0092] 特にスパイラルコイルを配置した平面磁気素子では、形状比が所定範囲の微細な磁性粒子を極少量の有機バインダーでペースト化してコイル配線間に充填した場合、微細な磁性粒子同士を有機物のような絶縁体で覆うことがなく、磁性粒子同士を最も近接した状態にすることが可能であり、透磁率の低下を抑制できる。このため、特に大きなインダクタンス値を得ることができる。
- [0093] また、実施例12～13のようにディッピング処理を実施することによって、十分に近接した磁性微粒子の間に有機バインダーを充填することが可能になり、微粒子同士の脆い結合でなく、強固な接着剤が空隙に存在することになるため、十分な剛性と取扱い上問題のない柔軟性とをインダクタに付与することができ、また磁性層のひび割れや剥がれなどが発生せず、かつ低背化が可能となる。
- [0094] 一方、コイル配線間に充填する磁性粒子の形状比(S/L)が規定範囲外であると、いずれの磁性材料を使用してもインダクタンスが低くなることが再確認された。

産業上の利用可能性

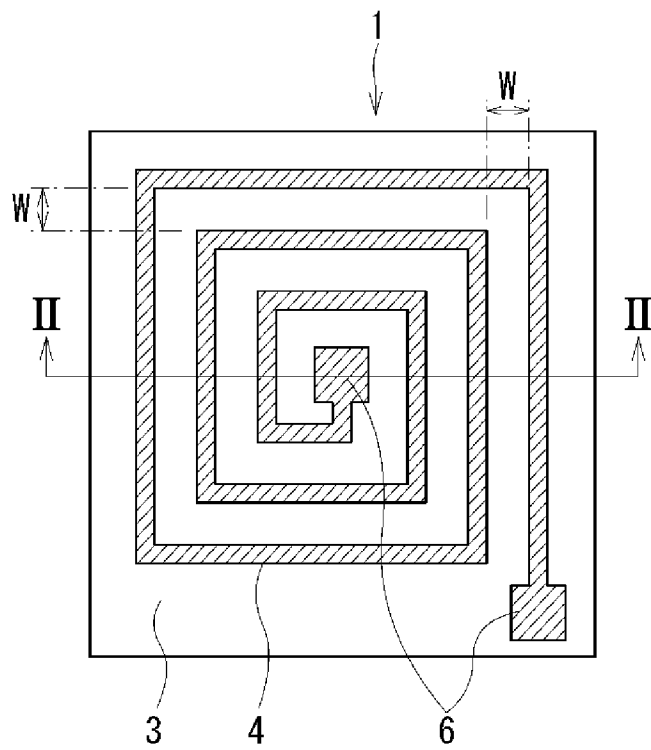
- [0095] 上記本発明に係る平面磁気素子によれば、長軸長さ(L)と長軸に直交する短軸の長さ(S)の比である形状比 S/L が0.7～1である磁性微粒子が平面コイルの配線間の隙間に充填されて形成されているために、平面コイルに発生する磁界に対する透磁率を向上させることができ、インダクタンスが向上した低背のインダクタとしての磁気素子の実現する。
- [0096] さらに、上記のように調製した平面磁気素子と、制御IC、電界効果トランジスタ(FE

T)等の半導体チップとを同一基板または同一パッケージ上の平面方向または高さ方向に実装してワンパッケージ化することも可能であり、機能素子の高密度実装も可能となり、半導体デバイスの小型化および高機能化に顕著な効果を発揮する。

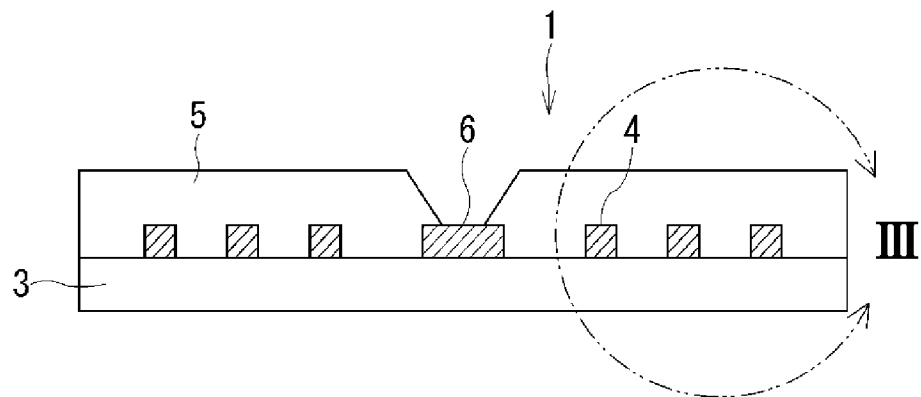
請求の範囲

- [1] 第1磁性層と第2磁性層との間に平面コイルを配設した平面磁気素子において、長軸の長さをL、長軸に直交する短軸の長さをSとしたときの形状比 S/L が0.7～1である磁性粒子が上記平面コイルのコイル配線同士の隙間に充填されていることを特徴とする平面磁気素子。
- [2] 前記平面コイルのコイル配線同士の隙間を $W \mu m$ としたときに、前記磁性粒子の平均粒径が $(W/2) \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の平面磁気素子。
- [3] 前記平面コイルのコイル配線同士の隙間への前記磁性粒子の充填率が30vol%以上であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の平面磁気素子。
- [4] 前記磁性粒子は、アモルファス合金、結晶軟磁性合金、フェライトの少なくとも1種から成ることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の平面磁気素子。
- [5] 前記第1磁性層と前記第2磁性層は、磁性粉末と樹脂との混合物からなることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の平面磁気素子。
- [6] 平面磁気素子の厚さが0.5mm以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の平面磁気素子。
- [7] 前記平面コイルは、金属粉末と樹脂との混合物から成ることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の平面磁気素子。
- [8] 前記磁性粒子は樹脂バインダーを2質量%以下混合した磁性混合物であることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の平面磁気素子。
- [9] 前記コイル配線同士の隙間に磁性粒子が充填されて磁性層が形成された後に、磁性層に樹脂バインダーが浸透した状態で乾燥されており、乾燥後の磁性層における樹脂バインダーの含有量が0～2質量%であることを特徴とする請求項1に記載の平面磁気素子。
- [10] 請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の平面磁気素子を用いたことを特徴とする電源ICパッケージ。
- [11] IC一体型であることを特徴とする請求項9記載の電源ICパッケージ。

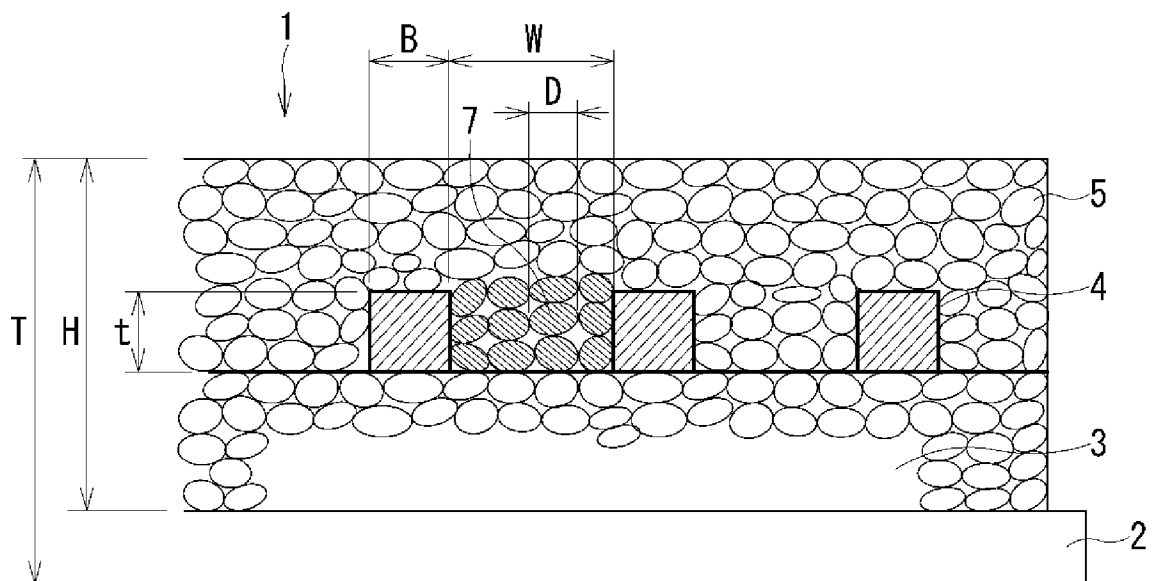
[図1]



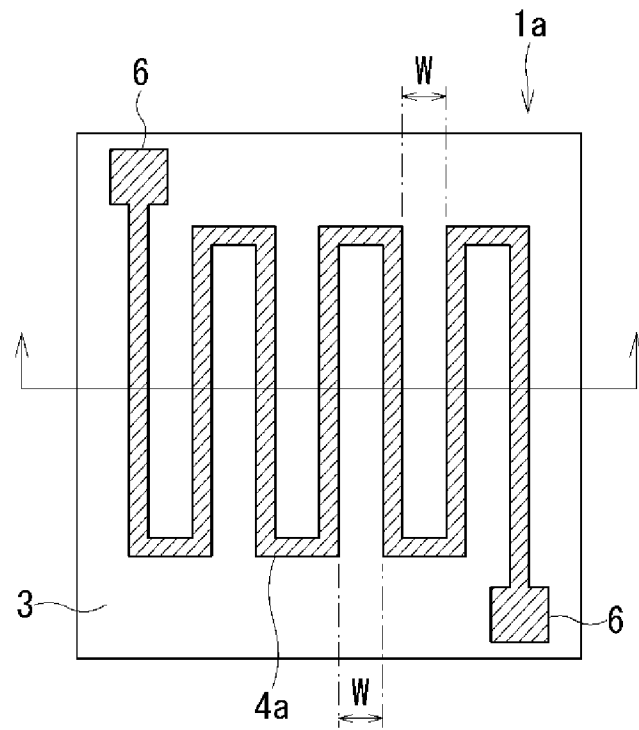
[図2]



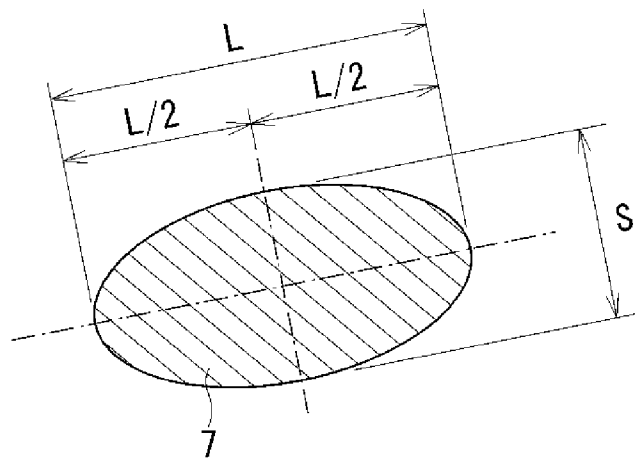
[図3]



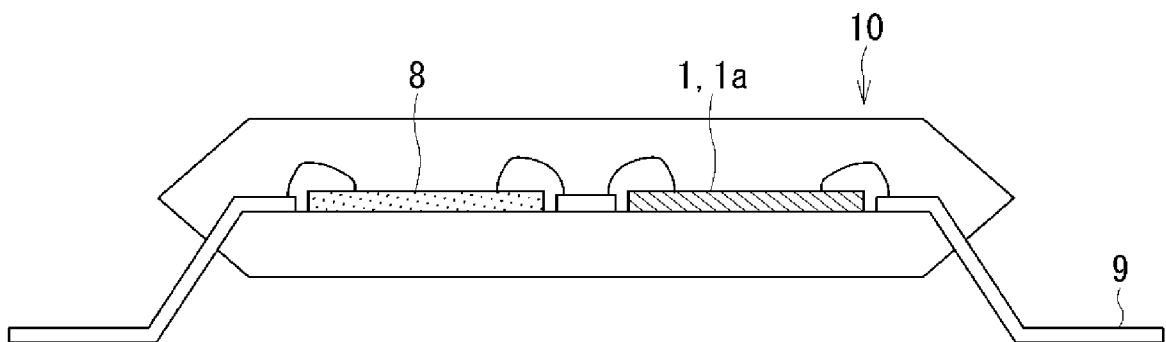
[図4]



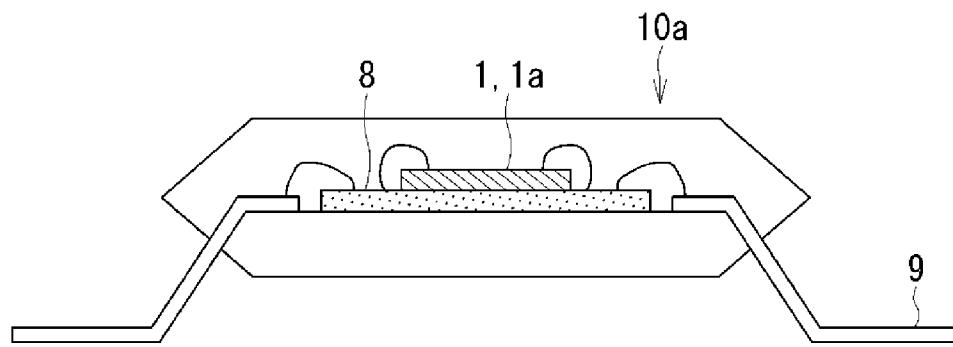
[図5]



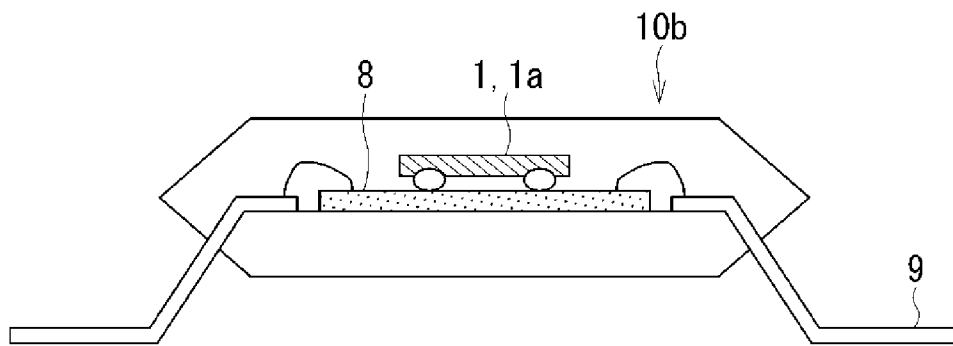
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/321368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F27/255(2006.01)i, H01F1/20(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i, H01F41/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F27/255, H01F1/20, H01F17/04, H01F41/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 05-275247 A (Nippon Steel Corp.), 22 October, 1993 (22.10.93), Par. Nos. [0027] to [0028]; Fig. 1 (Family: none)	1-6 7-11
Y	JP 2002-353030 A (Kawasaki Steel Corp.), 06 December, 2002 (06.12.02), Full text; all drawings (Family: none)	10-11
A	JP 2003-017322 A (Kawasaki Steel Corp.), 17 January, 2003 (17.01.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January, 2007 (25.01.07)

Date of mailing of the international search report

06 February, 2007 (06.02.07)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/321368

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-299120 A (Kawasaki Steel Corp.), 11 October, 2002 (11.10.02), Full text; table 1; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2002-299122 A (Kawasaki Steel Corp.), 11 October, 2002 (11.10.02), Full text; table 1; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F27/255(2006.01)i, H01F1/20(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i, H01F41/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F27/255, H01F1/20, H01F17/04, H01F41/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 0 5 - 2 7 5 2 4 7 A (新日本製鐵株式会社) 1 9 9 3. 1 0. 2 2, 段落【0 0 2 7】 - 【0 0 2 8】、図1（ファミリーなし）	1 - 6 7 - 1 1
Y	JP 2 0 0 2 - 3 5 3 0 3 0 A (川崎製鐵株式会社) 2 0 0 2. 1 2. 0 6, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 0 - 1 1
A	JP 2 0 0 3 - 0 1 7 3 2 2 A (川崎製鐵株式会社) 2 0 0 3. 0 1. 1 7, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 1

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 1 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 2 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

右田 勝則

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5

5 R

9 1 7 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-299120 A (川崎製鉄株式会社) 2002.10.11, 全文、表1、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2002-299122 A (川崎製鉄株式会社) 2002.10.11, 全文、表1、全図 (ファミリーなし)	1-11