

(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2017-123433

(P2017-123433A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 F 1/26 (2006.01)	H O 1 F 1/26	5 E 0 4 1
H O 1 F 41/04 (2006.01)	H O 1 F 41/04	B 5 E 0 6 2
H O 1 F 17/04 (2006.01)	H O 1 F 17/04	F 5 E 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-2697 (P2016-2697)	(71) 出願人	000006231
(22) 出願日	平成28年1月8日 (2016.1.8)		株式会社村田製作所
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
		(74) 代理人	110000914
			特許業務法人 安富国際特許事務所
		(72) 発明者	森内 祥行
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	友廣 俊
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	福島 光宏
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属磁性粉含有シート、インダクタの製造方法及びインダクタ

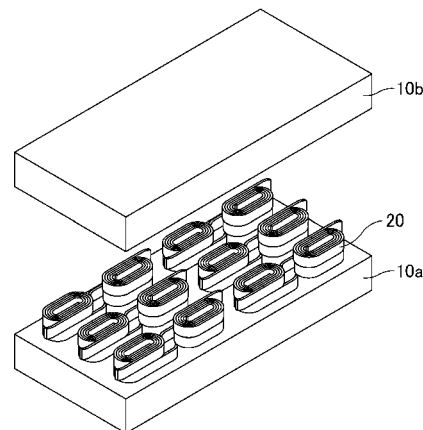
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】硬化物をダイサーにより切断したり、硬化物に対して表面研磨を行った際に脱粒を生じにくく、抗折強度やL値に優れたインダクタを製造することができる金属磁性粉含有シートを提供する。

【解決手段】金属磁性粉と、フェノキシ樹脂と、エポキシ樹脂とを含み、上記エポキシ樹脂100重量部に対する上記フェノキシ樹脂の含有量が50重量部以上、150重量部以下であることを特徴とする金属磁性粉含有シート10a, 10b。

【選択図】図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属磁性粉と、
フェノキシ樹脂と、
エポキシ樹脂とを含み、
前記エポキシ樹脂 100 重量部に対する前記フェノキシ樹脂の含有量が 50 重量部以上、
150 重量部以下であることを特徴とする、金属磁性粉含有シート。

【請求項 2】

前記金属磁性粉を 60 体積 % 以上、87 体積 % 以下含む請求項 1 に記載の金属磁性粉含有シート。

10

【請求項 3】

十分に硬化させた後の金属磁性粉含有シートの抗折強度が 125 MPa 以上である請求項 1 又は 2 に記載の金属磁性粉含有シート。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の金属磁性粉含有シートと、コイルとを準備し、
前記金属磁性粉含有シートと前記コイルとを重ねて加圧して金属磁性粉含有シートを硬化させて硬化物を作製し、
前記硬化物に対して切断又は研磨を行うことを特徴とする、インダクタの製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の金属磁性粉含有シートの硬化物と、
コイルと、を備えることを特徴とする、インダクタ。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、金属磁性粉含有シート、インダクタの製造方法及びインダクタに関する。

【背景技術】**【0002】**

インダクタとして、磁性体にフェライトセラミックではなく金属磁性粉を使用する形態のものが知られている。

【0003】

特許文献 1 には、金属粉末と、非晶質エポキシ樹脂とを含むフィルム状の混合物からなる、インダクタ用の金属 - ポリマー複合体フィルムが開示されている。また、この複合体フィルムを使用したインダクタの製造方法も記載されている。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2014 - 11467 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 1 に記載されたインダクタの製造方法では、コイル層に金属 - ポリマー複合体フィルムを積層し、圧着 / 硬化させた後に、ダイサーを用いて切断することにより複数のインダクタを製造している。

40

【0006】

上記工程においては、金属 - ポリマー複合体として金属粉末と、非晶質エポキシ樹脂とを含むフィルム状の混合物を用いているが、この混合物を硬化してダイサーによる切断を行うと、金属粉末の粒子が脱落する現象である脱粒が生じることがあった。
脱粒が生じた硬化物の表面を観察すると、脱粒が生じた部分が空隙となっており、硬化した樹脂の中に気泡が形成されたような状態となっていることがわかった。

【0007】

50

そして、脱粒が多く生じたインダクタについて本発明者らがその特性を測定したところ、抗折強度やL値が低くなることが判明した。

【0008】

本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、硬化物をダイサーにより切断したり、硬化物に対して表面研磨を行った際に脱粒を生じにくく、抗折強度やL値に優れたインダクタを製造することができる金属磁性粉含有シート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】

【0009】

上記目的を達成するための、本発明の金属磁性粉含有シートは、

金属磁性粉と、

フェノキシ樹脂と、

エポキシ樹脂とを含み、

上記エポキシ樹脂100重量部に対する上記フェノキシ樹脂の含有量が50重量部以上、150重量部以下であることを特徴とする。

【0010】

本発明の金属磁性粉含有シートは、樹脂成分としてフェノキシ樹脂を含んでおり、エポキシ樹脂100重量部に対するフェノキシ樹脂の含有量が50重量部以上、150重量部以下となっている。

フェノキシ樹脂を50重量部以上含有することにより、脱粒が抑制され、金属磁性粉含有シートを硬化させた硬化物の抗折強度が高くなる。また、脱粒が抑制されることによってL値が高くなる。

さらに、脱粒が抑制されることによって、外部電極を設けた際の外部電極との密着性が向上するという効果も発揮される。

また、フェノキシ樹脂の含有量が150重量部以下であると、シートを形成することが容易であるため好ましい。

【0011】

本発明の金属磁性粉含有シートでは、上記金属磁性粉を60体積%以上、87体積%以下含むことが好ましい。

金属磁性粉の含有割合は、金属磁性粉含有シート全体の体積を100体積%とした際の金属磁性粉の体積%として定められる。

金属磁性粉を60体積%以上含むことによりインダクタとしての性能が向上する。また、金属磁性粉の含有量が87体積%以下であるとシートの可撓性が向上する。

【0012】

本発明の金属磁性粉含有シートでは、十分に硬化させた後の金属磁性粉含有シートの抗折強度が125MPa以上であることが好ましい。

金属磁性粉含有シートを十分に硬化させた後の抗折強度が125MPa以上と高いと、この金属磁性粉含有シートを硬化させることによって機械的強度に優れたインダクタを製造することができる。

【0013】

本発明のインダクタの製造方法は、本発明の金属磁性粉含有シートと、コイルとを準備し、

上記金属磁性粉含有シートと上記コイルとを重ねて加圧して金属磁性粉含有シートを硬化させて硬化物を作製し、

上記硬化物に対して切断又は研磨を行うことを特徴とする。

【0014】

本発明の金属磁性粉含有シートは、硬化物とした後に切断（例えば、ダイシング）又は研磨（例えばバレル研磨）を行ったとしても脱粒が抑制されるので、上記製造方法によると、抗折強度やL値に優れたインダクタを製造することができる。

【0015】

10

20

30

40

50

本発明のインダクタは、本発明の金属磁性粉含有シートの硬化物と、コイルと、を備えることを特徴とする。

本発明のインダクタに含まれる本発明の金属磁性粉含有シートの硬化物は、脱粒が抑制されているため、抗折強度やL値に優れたインダクタとすることができる。

【発明の効果】

【0016】

この発明によれば、硬化物をダイサーにより切断したり、硬化物に対して表面研磨を行った際に脱粒を生じにくく、抗折強度やL値に優れたインダクタを製造することができる金属磁性粉含有シートを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0017】

【図1】図1は、金属磁性粉含有シート上に複数のコイルを並べ、さらに別の複数金属磁性粉含有シートを重ねる様子を模式的に示す斜視図である。

【図2】図2は、ダイシング工程を模式的に示す斜視図である。

【図3】図3は、外部電極を形成して得られるインダクタを模式的に示す一部透過斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の金属磁性粉含有シート、インダクタの製造方法及びインダクタについて説明する。

20

しかしながら、本発明は、以下の構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲において適宜変更して適用することができる。

以下に示す各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせが可能であることは言うまでもない。

以下において記載する本発明の個々の好ましい構成を2つ以上組み合わせたものもまた本発明である。

【0019】

<金属磁性粉含有シート>

本発明の金属磁性粉含有シートは、金属磁性粉と、フェノキシ樹脂と、エポキシ樹脂とを含み、上記エポキシ樹脂100重量部に対する上記フェノキシ樹脂の含有量が50重量部以上、150重量部以下であることを特徴とする。

30

【0020】

[金属磁性粉]

金属磁性粉としては、磁性を有する各種金属の粉末を使用することができる。例えば、Fe-Si-Cr合金、Fe(カルボニル)、電磁軟鉄(Fe)、ケイ素鋼(Fe-3Si)、鉄-アルミ(Fe-3.5Al)、アルパーム(Fe-16Al)、パーメンジュール(Fe-50Co-2V)、センダスト(Fe-9.5Si-5.5Al)、45パーマロイ(Fe-45Ni)、78パーマロイ(Fe-78.5Ni)、スーパーマロイ(Fe-95Ni-5Mo)、ミューメタル(Fe-77Ni-2Cr-5Cu)、ハードパーム(Fe-79Ni-9Nb)、鉄基アモルファス(Fe-5Si-3B)、Co基アモルファス(Co_{81.8}-Fe_{4.2}-Ni_{4.2}-Si₁₀-B₂₀)等の金属磁性材料が挙げられる。金属磁性粉は平均粒径D50の異なる2種類以上の金属磁性材料の粉を含んでいてもよい。平均粒径D50の異なる2種類以上の粉を含むことにより、インダクタが金属磁性粉を密に含むことができ、高いL値を取得しやすくなる。

40

【0021】

金属磁性粉含有シートに含まれる金属磁性粉の含有量の好ましい下限値は60体積%であり、より好ましい下限値は76体積%であり、好ましい上限値は87体積%であり、より好ましい上限値は82体積%である。

【0022】

[フェノキシ樹脂]

50

本明細書におけるフェノキシ樹脂としては、ビスフェノール A 骨格、ビスフェノール F 骨格、ビスフェノール S 骨格、ビスフェノールアセトフェノン骨格から選択される 1 種以上の骨格を有するものが挙げられる。フェノキシ樹脂は、エピクロロヒドリンとビスフェノールとから合成される樹脂であってよい。ビスフェノールは、ビスフェノール A、ビスフェノール F、ビスフェノール S、ビスフェノールアセトフェノンを含む。フェノキシ樹脂は 2 種以上を混合して用いてもよい。フェノキシ樹脂の末端はフェノール性水酸基、エポキシ基等のいずれの官能基でもよい。

フェノキシ樹脂は、GPC (ゲルパーミエーションクロマトグラフィ) 測定による重量平均分子量が 10,000 以上である。また、重量平均分子量の好ましい下限値は 30,000 であり、好ましい上限値は 1,000,000 であり、より好ましい上限値は 200,000 である。

10

本明細書における樹脂の重量平均分子量は、例えば、トルエン、テトラヒドロフラン、アセトン等を展開溶媒として用いた GPC 測定における、ポリスチレン換算の重量平均値として求めることができる。

フェノキシ樹脂の市販品としては、例えば、ジャパンエポキシレジン (株) 製 1256 (ビスフェノール A 骨格フェノキシ樹脂)、4250 (ビスフェノール A / ビスフェノール F 混合骨格フェノキシ樹脂)、ジャパンエポキシレジン製 YX8100 (ビスフェノール S 骨格フェノキシ樹脂)、東都化成 (株) 製 FX-316 (ビスフェノール F 骨格フェノキシ樹脂) 等が挙げられる。

20

【0023】

[エポキシ樹脂]

エポキシ樹脂は、GPC 測定による重量平均分子量が 10,000 未満であり、液状エポキシ樹脂と固形エポキシ樹脂のいずれか又はそれらの混合物が挙げられる。例えば、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、ビスフェノール S 型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、水添ビスフェノール A 型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、脂肪族エポキシ樹脂及びナフタレン型エポキシ樹脂等が挙げられ、これらを単独又は 2 種以上を混合して使用することができる。エポキシ樹脂としては、シート成形時に巻取り可能な柔軟性のあるシートを得るために、液状エポキシ樹脂を用いることが好ましい。

液状エポキシ樹脂は、室温 (25) で液状のエポキシ樹脂のことであり、固形エポキシ樹脂としては、室温 (25) で固体のエポキシ樹脂であって未硬化樹脂の軟化点が 120 以下であるものが好ましく、より好ましくは 100 以下である。

30

また、エポキシ樹脂の重量平均分子量が 1000 以下であることが好ましい。

【0024】

本発明の金属磁性粉含有シートでは、樹脂成分としてのフェノキシ樹脂とエポキシ樹脂の割合につき、エポキシ樹脂 100 重量部に対するフェノキシ樹脂の含有量が 50 重量部以上、150 重量部以下となっている。エポキシ樹脂 100 重量部に対するフェノキシ樹脂の含有量の好ましい下限値は 75 重量部であり、好ましい上限値は 125 重量部である。

【0025】

[その他の成分]

40

本発明の金属磁性粉含有シートには、さらに硬化剤が含まれていてもよい。硬化剤としては、ジシアンジアミド、酸無水物、イミダゾール類、アミン系硬化剤、フェノール系硬化剤等が挙げられる。また、これらの硬化剤のうち、1 種のみが用いられても複数種が併用されてもよい。長期保存と加工温度の調整しやすい潜在性のある硬化剤 (例えばジシアンジアミド) が望ましい。

【0026】

本発明の金属磁性粉含有シートには、さらに硬化促進剤が含まれていてもよい。

硬化促進剤としては、イミダゾール類、アミン系硬化促進剤、有機燐系硬化促進剤、オニウム塩系硬化促進剤、金属キレート系硬化促進剤、マイクロカプセル化された各種硬化促進剤などが挙げられる。これらのうち、1 種のみが用いられても複数種が併用されてもよ

50

い。

【 0 0 2 7 】

本発明の金属磁性粉含有シートには、シリカ、シリコンカーバイド、アルミナ、チタン酸バリウムなどのフィラー、水酸化アルミニウムなどの難燃材をさらに含有してもよい。

【 0 0 2 8 】

本発明の金属磁性粉含有シートには、さらにカップリング剤、分散剤等を含有してもよい。カップリング剤としては、エポキシシラン、メルカプトシラン、アミノシラン、ビニルシラン、スチリルシラン、メタクリロキシシラン、アクリロキシシラン等のシランカップリング剤；ヘキサトリメトキシシラン、メチルメトキシシラン、ヘキサメチルジシラザンなどのシロキサン；チタネート；アルミネート等が、挙げられる。分散剤としては、アルキルエーテル系分散剤、ソルビタンエステル系分散剤、アルキルポリエーテルアミン系分散剤、高分子系分散剤などが挙げられる。

10

【 0 0 2 9 】

本発明の金属磁性粉含有シートには、さらに必要に応じて、表面処理剤、レベリング剤、低弾性化ゴム成分、低弾性ゴム粒子、密着付与剤、チクソ剤等の適宜の添加剤を含有してもよい。

【 0 0 3 0 】

本発明の金属磁性粉含有シートの厚さは特に限定されるものではないが、厚さの好ましい下限値は含有するフィラーの最大粒径以上、上限値はその2倍程度である。例えば内在するフィラーの最大粒径が120 μm の場合、好ましい厚さの下限値は120 μm であり、好ましい厚さの上限値は240 μm である。厚さが上記範囲であるとコイルと重ねてインダクタを製造することに適している。

20

【 0 0 3 1 】

< 金属磁性粉含有シートの硬化物の特性 >

本発明の金属磁性粉含有シートは、十分に硬化させた後の金属磁性粉含有シートの抗折強度が125 MPa以上であることが好ましい。

金属磁性粉含有シートは、加熱により熱硬化させることができる。好ましい硬化条件はエポキシ樹脂とフェノキシ樹脂の種類及び配合割合によって異なる。

十分に硬化させた後の金属磁性粉含有シートの抗折強度は、金属磁性粉含有シートを加熱して完全硬化させ、測定に適したサイズにダイサーを用いて切断した後、抗折強度測定機を用いて3点曲げ試験を行うことにより測定することができる。

30

【 0 0 3 2 】

< 金属磁性粉含有シートの製造方法 >

本発明の金属磁性粉含有シートは、上記した各材料を、所定の割合で混合してシート状に成形することによって製造することができる。混合にあたっては、さらに溶剤を加えて粘度を調整してもよい。溶剤としては、MEK（メチルエチルケトン）、N,N-ジメチルホルムアミド（DMF）、PGM（プロピレングリコールモノメチルエーテル）、PMA（プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート）、DPM（ジプロピレングリコールモノメチルエーテル）、DPMA（ジプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート）、 γ -ブチロラクトン等が挙げられる。

40

シート状に成形する方法は特に限定されるものではないが、樹脂成分が未硬化状態（Aステージ状態）である混合物を、PETフィルム等からなる支持基材上に塗布して加熱することで、支持基材上に半硬化状態（Bステージ状態）の樹脂成分からなるシートを形成することができる。加熱は例えば熱風乾燥機を用いて行うことができる。

Aステージ状態の樹脂成分とは、硬化反応が進行していないエポキシ樹脂及びフェノキシ樹脂を含む成分である。また、Bステージ状態の樹脂成分とは、エポキシ樹脂及びフェノキシ樹脂が加熱されることで、エポキシ樹脂及びフェノキシ樹脂の硬化反応が一部進行しているが、完全には硬化していない状態の樹脂を含む成分である。

なお、本発明の金属粉含有シートは、樹脂成分が半硬化状態（Bステージ状態）であるシートであることが好ましい。

50

【 0 0 3 3 】

< インダクタの製造方法 >

本発明のインダクタの製造方法は、本発明の金属磁性粉含有シートと、コイルとを準備し、
上記金属磁性粉含有シートと上記コイルとを重ねて加圧して金属磁性粉含有シートを硬化させて硬化物を作製し、
上記硬化物に対して切断又は研磨を行うことを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

本発明のインダクタの製造方法においては、硬化物に対して切断（例えば、ダイシング）又は研磨（例えばパレル研磨）を行う。

複数のインダクタを一度に作製する場合には、硬化物を作製した後にダイシングによって各インダクタに切り分ける。また、寸法調整のために研磨を行う。いずれの場合においても、硬化物に機械的な力を加える工程があるので、硬化物からの脱粒が生じる可能性があるが、本発明の金属磁性粉含有シートを用いることによって、硬化物からの脱粒が抑制される。

10

【 0 0 3 5 】

複数のインダクタを一度に作製する場合、複数のコイルが形成された基板を準備して、その上に金属磁性粉含有シートを重ねて加圧して金属磁性粉含有シートを硬化させて硬化物を作製することができる。

20

【 0 0 3 6 】

複数のコイルが形成された基板を使用する場合、複数のコイルが形成された基板は、その表裏両面にコイルが形成されたものであってもよく、片面のみにコイルが形成されたものであってもよい。基板の表裏両面にコイルが形成されている場合、金属磁性粉含有シートを基板の表側と裏側の両方に配置してから加圧してもよい。

【 0 0 3 7 】

また、コイルは、複数のコイルが基板上に形成されたものでなくてもよい。その場合は、金型や離型性を有する板やフィルムの上に複数のコイルを並べておき、コイル上に金属磁性粉含有シートを重ねて加圧してプレス成形を行う。この場合、製造されるインダクタは基板を含まない構造となる。

30

【 0 0 3 8 】

例えば、複数のコイルを並べて、金属磁性粉含有シートを重ねて加圧して一次プレス成形を行う。これによりコイルの少なくとも一部が金属磁性粉含有シート中に埋め込まれ、コイルの内部に金属磁性粉含有シートが充填される。

そして、一次プレス成形により得られた、コイルが埋め込まれた磁性シートの、コイルが露出した面に別の金属磁性粉含有シートを重ねて、二次プレス成形を行う。一次プレス成形及び二次プレス成形により、複数枚の金属磁性粉含有シートが一体となり、インダクタの磁性体部を形成する。

40

【 0 0 3 9 】

金属磁性粉含有シートと上記コイルとを重ねて加圧することによって、軟化した金属磁性粉含有シートがコイルのコア部に充填され、その結果、金属磁性粉がコイルのコア部に充填される。

50

【 0 0 4 0 】

金属磁性粉含有シートの硬化は加熱により行うことが好ましい。好ましい硬化条件はエポキシ樹脂とフェノキシ樹脂の種類及び配合割合によって異なる。

【 0 0 4 1 】

上記工程で製造したインダクタの両端面に、外部電極となる導電性ペーストを塗布して外部電極を形成して、インダクタを製造することができる。外部電極の表面にはめっき層をさらに形成してもよい。また、導電性ペーストを用いる方法ではなくスパッタや直接めっきにより外部電極を形成してもよい。

【 0 0 4 2 】

50

以下、図面を使用して、インダクタの製造方法の一例について説明する。

図 1 は、金属磁性粉含有シート上に複数のコイルを並べ、さらに別の複数金属磁性粉含有シートを重ねる様子を模式的に示す斜視図である。

図 1 に示すように金属磁性粉含有シート 10 a にコイル 20 を複数個並べる。図 1 に示すコイル 20 は α 巻きのコイルであるが、コイルの巻き方は特に限定されるものではない。そして、別の金属磁性粉含有シート 10 b をコイル 20 の上に重ねて加圧してプレス成形を行う。これによりコイルが金属磁性粉含有シート中に埋め込まれ、コイルの内部に金属磁性粉含有シートが充填される。図 1 ではコイル 20 の上下に金属磁性粉含有シート 10 a、10 b をそれぞれ 1 枚だけ配置しているが、コイルの厚さに対して金属磁性粉含有シートの厚さが不足している場合には金属磁性粉含有シートを複数枚重ねて、コイルの上下に配置してもよい。

プレス成形と同時、又は、プレス成形の後に加熱を行い、金属磁性粉含有シートを硬化させる。

【0043】

図 2 は、ダイシング工程を模式的に示す斜視図であり、図 3 は、外部電極を形成して得られるインダクタを模式的に示す一部透過斜視図である。

図 2 中、ダイシングラインを「DL」と示しており、ダイシングにより複数のインダクタの単位に切り分ける。

その後、インダクタの両端面に外部電極 30 を形成することにより、図 3 に示すようなインダクタ 1 を製造することができる。

【0044】

<インダクタ>

本発明のインダクタは、本発明の金属磁性粉含有シートの硬化物と、コイルと、を備えることを特徴とする。

本発明のインダクタに含まれる本発明の金属磁性粉含有シートの硬化物は、脱粒が抑制されているため、抗折強度や L 値に優れたインダクタとすることができる。

コイルは、コイル状に巻かれた金属線（例えば銅線）であってよい。あるいは、コイルは、基板上に形成されたコイル状の導体であってよい。コイル状の導体は、例えば、基板上の金属膜をエッチングやめっきすることによって得られる。あるいは、コイル状の導体は、基板に導体ペーストをコイル状のパターンで印刷することによって得られる。基板は、樹脂基板であってよい。コイルは、硬化物の内部に配置される。但し、コイルの端部は、硬化物から露出してよい。

【実施例】

【0045】

以下、本発明の金属磁性粉含有シート、インダクタの製造方法及びインダクタをより具体的に開示した実施例を示す。なお、本発明は、これらの実施例のみに限定されるものではない。

【0046】

(実施例 1)

<混合物の調製>

エポキシ樹脂として重量平均分子量が 370 である、ビスフェノール A 型液状エポキシ樹脂を 100 重量部、フェノキシ樹脂として重量平均分子量が 40,000 である、ビスフェノール A 型フェノキシ樹脂を 50 重量部準備した。

さらに、硬化剤としてジシアンジアミドを 10 重量部、硬化促進剤として 2 - フェニルイミダゾールを 1 重量部準備した。シランカップリング剤として γ - グリシジル型エポキシシランを 5 重量部準備した。

金属磁性粉として Fe - Si - Cr 合金を、金属磁性粉含有シートに含まれる含有量が 80 体積%になる量だけ準備した。

これらの原料を混合し、混合物とした。

さらに、上記混合物をシート状に成形して金属磁性粉含有シートを作製した。

10

20

30

40

50

混合物中のエポキシ樹脂とフェノキシ樹脂の配合量を表 1 に示した。

【 0 0 4 7 】

< 硬化物の作製並びに脱粒度及び抗折強度の測定 >

上記工程で作製した金属磁性粉含有シートを 1 8 0 、 5 0 分の条件で乾燥炉を用いて加熱して硬化物を作製した。

硬化物を 6 個作製し、硬化物の断面を研磨した後、研磨面の顕微鏡観察を行い、観察領域 1 mm^2 中に観察される金属磁性粉の脱粒数をカウントした。6 個の硬化物について、 1 mm^2 ずつカウントを行い、その脱粒数の合計を「脱粒度」として表 1 に示した。

また、硬化物を抗折強度の測定が可能な大きさ ($1.5 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$) に切断し、抗折強度測定機を用いて 3 点曲げ試験を行った。抗折強度測定の結果を表 1 に示した。

【 0 0 4 8 】

(実施例 2 ~ 5、比較例 1 ~ 3)

混合物中のエポキシ樹脂とフェノキシ樹脂の配合量を表 1 に示すように変更した他は実施例 1 と同様にして金属磁性粉含有シートを作製し、硬化物の作製、インダクタの作製、脱粒度の測定、抗折強度の測定を行った。

これらの結果はまとめて表 1 に示した。

なお、比較例 3 ではシートの形成ができなかったため、各評価項目についての測定は行っていない。

【 0 0 4 9 】

【 表 1 】

	樹脂組成		評価項目	
	フェノキシ樹脂	エポキシ樹脂	脱粒度	抗折強度
	(重量部)	(重量部)		(MPa)
実施例 1	50	100	35	125
実施例 2	75	100	22	143
実施例 3	100	100	21	142
実施例 4	125	100	18	141
実施例 5	150	100	20	145
比較例 1	0	100	132	77
比較例 2	17	100	124	86
比較例 3	200	100	シート形成不可	

【 0 0 5 0 】

< インダクタの L 値の測定 >

また、実施例 3 及び比較例 1 の金属磁性粉含有シートとコイルとを重ねて加圧して金属磁性粉含有シートを硬化させて硬化物を作製し、硬化物に対してダイシングを行い、さらに外部電極を形成することによってインダクタを作製し、作製したインダクタについて、交流電流を流して L 値を測定した。

実施例 3 における L 値は 4.65×10^{-7} (H) であり、比較例 1 における L 値は 4.45×10^{-7} (H) であった。

【 0 0 5 1 】

表 1 に示されるように、金属磁性粉含有シートがフェノキシ樹脂とエポキシ樹脂を含み、エポキシ樹脂 1 0 0 重量部に対するフェノキシ樹脂の含有量が 5 0 重量部以上、1 5 0 重量部以下となっている実施例 1 ~ 5 では、脱粒度が低く、抗折強度が高くなっていた。

一方、フェノキシ樹脂を含まないかフェノキシ樹脂の含有量が 5 0 重量部未満である比較例 1、2 では脱粒度が高くなっており、抗折強度が低くなっていた。また、フェノキシ樹脂

脂の含有量が 150 重量部を超えている比較例 3 では、ハンドリングしづらい（加工しづらい）ため、シートの形成ができなかった。

また、実施例 3 においては比較例 1 よりも高い L 値が得られた。L 値は脱粒度の値と相関すると考えられるため、脱粒度の低い他の各実施例においても高い L 値が得られるものと考えられる。

【符号の説明】

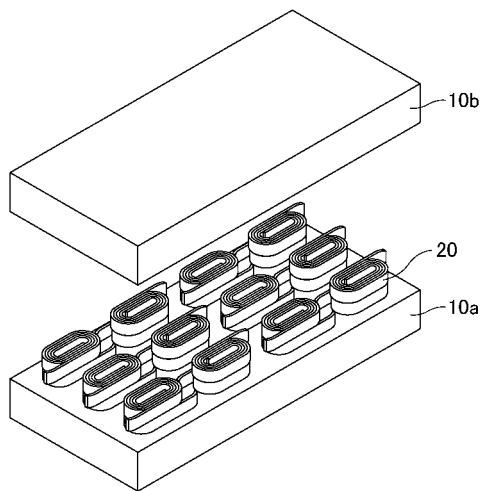
【0052】

- 1 インダクタ
- 10 a、10 b 金属磁性粉含有シート
- 20 コイル
- 30 外部電極
- D L ダイシングライン

10

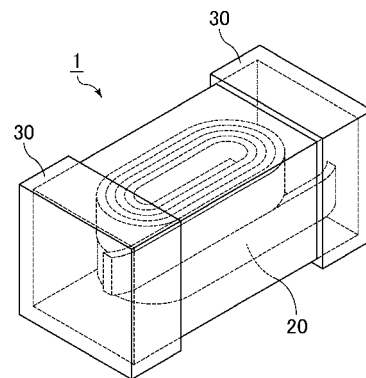
【図 1】

図1



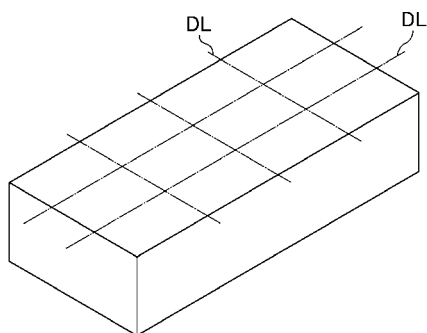
【図 3】

図3



【図 2】

図2



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E041 AA02 AA03 AA04 AA07 BB05 HB07 NN01 NN04
5E062 FF02 FF03
5E070 BA11 BB03 CC02