(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年4月1日(01.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/060479 A1

(51) 国際特許分類:
B22F 1/00 (2006.01)　*C22C 19/03* (2006.01)
B22F 1/02 (2006.01)　*C22C 38/00* (2006.01)
B22F 3/00 (2021.01)　*H01F 1/20* (2006.01)
C22C 30/00 (2006.01)　*H01F 1/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2020/036308

(22) 国際出願日：　2020年9月25日(25.09.2020)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

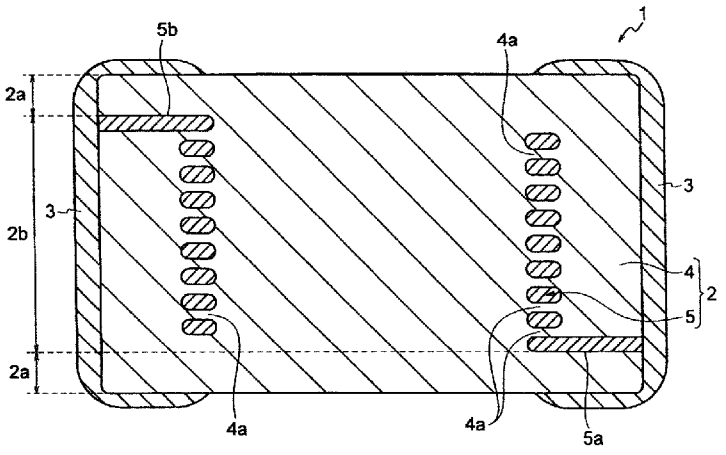
(30) 優先権データ：
特願 2019-176206　2019年9月26日(26.09.2019)　JP

(71) 出願人：ＴＤＫ株式会社(**TDK CORPORATION**) [JP/JP]；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：鈴木　孝志 (**SUZUKI, Takashi**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 櫻井 優(**SAKURAI, Yu**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 秀幸(**ITOH, Hideyuki**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 角田 晃一(**KAKUDA, Kouichi**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 和田 龍一(**WADA, Ryuichi**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 榎本 奈美(**ENOMOTO, Nami**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 永井 雄介(**NAGAI, Yusuke**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 川崎 邦彦(**KAWASAKI, Kunihiko**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 近藤 真一(**KONDO, Shinichi**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 石間 雄也(**ISHIMA, Yuya**)；

(54) **Title:** SOFT MAGNETIC METAL POWDER, SOFT MAGNETIC METAL FIRED BODY, AND COIL-TYPE ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称： 軟磁性金属粉末、軟磁性金属焼成体、およびコイル型電子部品



(57) **Abstract:** [Problem] To provide a soft magnetic metal powder or the like from which a soft magnetic metal fired body can be provided which has a high magnetic permeability μ and a specific resistance ρ and is contained in a coil-type electronic component having sufficiently high inductance L and Q value and unlikely to be plating-extended and short-circuited. [Solution] Provided is a soft magnetic metal powder containing soft magnetic metal particles containing at least Fe and Ni. Said soft magnetic metal powder further contains P, Si, Cr and/or M. M is at least one selected from among B, Co, Mn, Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Al, and rare earth elements. The content of each element is within a predetermined range.

WO 2021/060479 A1

［続葉有］

〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：前田・鈴木国際特許業務法人 (MAEDA & SUZUKI)；〒1010003 東京都千代田区一ツ橋２丁目５番５号 岩波書店一ツ橋ビル８階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：【課題】インダクタンスＬおよびＱ値が十分に高くめっき伸びが起きにくくショートしにくいコイル型電子部品に含まれる透磁率μおよび比抵抗ρが高い軟磁性金属焼成体を提供可能な軟磁性金属粉末等を提供する。【解決手段】少なくともＦｅおよびＮｉを含む軟磁性金属粒子を含む軟磁性金属粉末である。さらにＰ、Ｓｉ、Ｃｒおよび／またはＭを含む。ＭはＢ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ、ＡｌおよびＲＥ元素から選択される１種以上である。各元素の含有量が所定の範囲内である。

明　細　書

発明の名称 ：

軟磁性金属粉末、軟磁性金属焼成体、およびコイル型電子部品

技術分野

[0001] 本発明は、軟磁性金属粉末、軟磁性金属焼成体、およびコイル型電子部品に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、積層コイルに関する発明が記載されており、磁性体において、Ｆｅ－Ｓｉ－Ｃｒ合金粒子同士の間の空隙に樹脂を含浸させることを特徴としている。

[0003] 特許文献２には、軟磁性合金粉末に関する発明が記載されており、Ｆｅ、Ｎｉ、ＣｏおよびＳｉのそれぞれの含有量を特定の範囲内に制御したＦｅ－Ｎｉ系粒子を含有することを特徴としている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１２－２３８８４０号公報

特許文献2：特開２００８－１３５６７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、インダクタンスＬおよびＱ値が十分に高くめっき伸びが起きにくくショートしにくいコイル型電子部品に含まれ透磁率μおよび比抵抗ρが高い軟磁性金属焼成体を提供可能な軟磁性金属粉末等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

[0006] 本発明の第１の観点に係る軟磁性金属粉末は、

Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金から構成される軟磁性金属粒子を含む軟磁性

金属粉末であって、

前記Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－M系合金は、さらにＰを含み、

MはＢ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ、ＡＩおよび希土類元素から選択される１種以上であり、

前記Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－M系合金には、Ｆｅ、Ｎｉ、ＳｉおよびMの合計含有量を１００質量％として、Ｎｉが１５．０質量％以上５５．０質量％以下、Ｓｉが２．０質量％以上６．０質量％以下、Mが２．０質量％以上４０．０質量％以下、Ｐが１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下で含まれる。

[0007] 本発明の第２の観点に係る軟磁性金属粉末は、

Ｆｅ－Ｎｉ系合金から構成される軟磁性金属粒子を含む軟磁性金属粉末であって、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＣｒを含み、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＳｉおよび／またはMを含み、

MはＢ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ、ＡＩおよび希土類元素から選択される１種以上であり、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金には、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、MおよびＣｒの合計含有量を１００質量％として、Ｃｒが２．０質量％未満で含まれる。

[0008] 前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＰを含んでもよく、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金には、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、MおよびＣｒの合計含有量を１００質量％として、Ｐが１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下で含まれてもよい。

[0009] 以下の記載は第１の観点に係る軟磁性合金粉末と第２の観点に係る軟磁性金属粉末とに共通する記載である。

[0010] MがＣｏであってもよい。

[0011] 前記軟磁性金属粉末の平均粒子径（Ｄ５０）が、１．５μｍ以上１５．０μｍ以下であってもよい。

[0012] 本発明の第１、第２の観点に係る軟磁性金属焼成体は、第１、第２の観点に係る軟磁性金属粉末を含む。

[0013] 上記の軟磁性金属粉末を含む軟磁性金属焼成体は、透磁率μおよび比抵抗ρが高くなりやすい。

[0014] 本発明の第１、第２の観点に係るコイル型電子部品は、磁性素体と、前記磁性素体に内蔵されたコイル導体と、を有するコイル型電子部品であって、

前記磁性素体が、第１、第２の観点に係る軟磁性金属焼成体から構成されている。

[0015] 磁性素体が上記の軟磁性金属焼成体から構成されているコイル型電子部品は、インダクタンスＬおよびＱ値が十分に高く、めっき伸びが起きにくくショートしにくいコイル型電子部品となる。

[0016] 前記軟磁性金属粒子は被覆膜で被われてもよく、

前記被覆膜のうち前記軟磁性金属粒子と接する層がＳｉまたはＳｉを含む酸化物を含んでもよい。

[0017] 前記被覆膜のうち前記軟磁性金属粒子と接する層がさらにＰを含んでもよい。

[0018] 前記被覆膜の平均厚みが５ｎｍ以上６０ｎｍ以下であってもよい。

[0019] 本発明の第３の観点に係るコイル型電子部品は、

磁性素体と、前記磁性素体に内蔵されたコイル導体と、を有するコイル型電子部品であって、

前記磁性素体は軟磁性金属粒子を含み、

前記軟磁性金属粒子におけるＣｒの含有量は２．０質量未満（０質量％を含まない）であり、

前記軟磁性金属粒子は被覆膜で被われ、

前記被覆膜は前記軟磁性金属粒子と接する第１層および前記第１層と接する第２層からなり、

前記第１層がＳｉまたはＳｉを含む酸化物を含み、

前記第２層がＣｒを含む。

[0020] 前記第１層の平均厚みをＤ１、前記第２層の平均厚みをＤ２として、０．５≦Ｄ２／Ｄ１≦１．５であってもよい。

[0021] Ｄ２が２．５ｎｍ以上３０ｎｍ以下であってもよい。

[0022] 以下の記載は上記全てのコイル型電子部品に共通する記載である。

[0023] 前記磁性素体は軟磁性金属粒子および樹脂を含んでもよく、

前記樹脂は前記軟磁性金属粒子間の隙間スペースに充填されていてもよい。

[0024] 前記樹脂がフェノール樹脂またはエポキシ樹脂であってもよい。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図１は本発明の一実施形態に係る積層コイルである。

[図2]図２は磁性素体の断面模式図である。

[図3]図３は実施例１０３における層間部のＳＥＭ画像である。

[図4]図４は実施例１０４における層間部のＳＥＭ画像である。

[図5]図５は実施例１０３におけるＢＦ像である。

[図6]図６は実施例１０３におけるＢＦ像である。

[図7]図７は実施例１０３におけるＣマッピング画像である。

[図8]図８は実施例１０３におけるＣマッピング画像である。

[図9]図９は実施例１０３におけるＳｉマッピング画像である。

[図10]図１０は実施例１０３におけるＳｉマッピング画像である。

[図11]図１１は実施例１０３におけるＯマッピング画像である。

[図12]図１２は実施例１０３におけるＯマッピング画像である。

[図13]図１３は磁性素体における軟磁性金属粒子の断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づいて説明する。

[0027] ＜軟磁性金属粉末＞

（第１実施形態）

第１実施形態に係る軟磁性金属粉末は、複数の軟磁性金属粒子の集合体である。軟磁性金属粒子は、Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金から構成される。Ｆ

ｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－M系合金は、さらにＰを含む。MはＢ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ、ＡｌおよびＹ以外の希土類元素から選択される１種以上である。MがＣｏであることが好ましい。本実施形態では、Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－M系合金において、Ｆｅ、Ｎｉ、ＳｉおよびMの合計含有量を１００質量％として、その他の元素の含有量は、Ｐ、Ｏを除き、それぞれ０．１５質量％以下であってもよい。Ｏの含有量は０．５質量％以下であってもよい。Ｃｒの含有量は０．１質量％未満であってもよく、０．０３質量％以下であってもよい。

[0028] そして、Ｎｉの含有量が１５．０質量％以上５５．０質量％以下、Ｓｉの含有量が２．０質量％以上６．０質量％以下、Mの含有量が２．０質量％以上４０．０質量％以下である。さらに、Ｐの含有量が１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下、すなわち０．０１００質量％以上０．５０００質量％以下である。

[0029] Ｎｉの含有量は２２．０質量％以上４２．０質量％以下であってもよい。Ｓｉの含有量は２．５質量％以上５．５質量以下であってもよく、２．５質量％以上４．０質量％以下であってもよい。Mの含有量は５．０質量％以上３２．０質量％以下であってもよい。Ｐの含有量は３００ｐｐｍ以上２０００ｐｐｍ以下であってもよい。

[0030] 上記の組成を有する軟磁性金属粒子から構成される軟磁性金属粉末を用いて軟磁性金属焼成体を作製することにより、上記の組成を有しない軟磁性金属粒子から構成される軟磁性金属粉末を用いて軟磁性金属焼成体を作製する場合と比較して、透磁率μおよび比抵抗ρが高い軟磁性金属焼成体を得ることができる。

[0031] 特に、Ｓｉの含有量が少なすぎる場合には、比抵抗が低下する傾向がある。これは、熱処理後の軟磁性金属粒子の酸化状態を適切に維持しにくくなるためである。

[0032] 本実施形態に係る軟磁性金属粉末の平均粒子径（Ｄ５０）は、１．５μｍ以上１５．０μｍ以下であってもよく、２．０μｍ以上１５．０μｍ以下で

あってもよく、５．０μｍ以上１０．０μｍ以下であってもよい。軟磁性金属粉末の平均粒子径を上記の範囲内とすることにより、透磁率μおよび比抵抗ρが高い軟磁性金属焼成体を得やすくなる。平均粒子径（Ｄ５０）の測定方法には特に制限はない。例えばレーザー回折散乱法を用いてもよい。なお、軟磁性金属粉末を構成する軟磁性金属粒子の形状は特に制限されない。

[0033] ＜軟磁性金属焼成体＞

本実施形態に係る軟磁性金属焼成体は、焼成により複数の軟磁性金属粒子が互いに接続した構成を有している。具体的には、焼成により互いに接触している軟磁性金属粒子に含まれる元素と他の元素（例えばＯ）とが反応し、当該反応に起因する結合を介して複数の軟磁性金属粒子同士が接続している。本実施形態に係る軟磁性金属焼成体においては、熱処理により軟磁性金属粉末由来の軟磁性金属粒子が互いに接続されるが、各軟磁性金属粒子はほとんど粒成長しない。すなわち、各軟磁性金属粒子の粒子径はほとんど変化しない。

[0034] なお、軟磁性金属焼成体に含まれる軟磁性金属粒子の粒子径は、軟磁性金属焼成体の断面をＳＥＭやＳＴＥＭ等で画像解析することにより軟磁性金属粒子の面積を算出し、その面積に相当する円の直径（円相当径）として算出した値としてもよい。

[0035] 軟磁性金属焼成体に含まれる軟磁性金属粒子の組成および粒子径については、Ｏの含有量を除き、上記の軟磁性金属粉末の組成と同様である。Ｏの含有量については、０．５質量％以下であってもよい。

[0036] ＜コイル型電子部品＞

本実施形態に係るコイル型電子部品は、積層コイル型電子部品であってもよい。本実施形態に係るコイル型電子部品は、例えば、図１に示す積層コイルであってもよい。

[0037] 図１に示すように、本実施形態に係る積層コイル１は、素子２と端子電極３とを有する。素子２は、磁性素体４の内部にコイル導体５が３次元的かつ螺旋状に埋設された構成を有している。素子２の両端には、端子電極３が形

成されており、この端子電極３は、引出電極５ａ、５ｂを介してコイル導体５と接続されている。また、素子２はコイル導体５が埋設されている中央部２ｂおよび中央部２ｂの積層方向（ｚ軸方向）上下に存在しコイル導体５が埋設されていない表面部２ａからなる。また、本実施形態では、磁性素体４のうち、積層方向におけるコイル導体５同士の中間部を層間部４ａとする。

[0038] 素子２の形状は任意であるが、通常、直方体状とされる。また、その寸法にも特に制限はなく、用途に応じて適当な寸法とすればよい。例えば、０．２～２．５ｍｍ×０．１～２．０ｍｍ×０．１～１．２ｍｍとすることができる。

[0039] 端子電極３の材質は、電気伝導体であれば、特に制限はない。例えば、Ａｇ、Ｃｕ、Ａｕ、Ａｌ、Ａｇ合金、Ｃｕ合金等が用いられる。特にＡｇを用いることが安価で低抵抗のため好ましい。端子電極３はガラスフリットを含有していてもよい。また、端子電極３は、素子２の上に形成され、上記の金属、または上記の金属およびガラスフリットからなる金属層と、当該金属層の上に形成され、導電性樹脂からなる樹脂層と、の２層構造を有していてもよい。導電性樹脂が含有する金属の種類には特に制限はない。例えば、Ａｇが挙げられる。また、端子電極３は表面にめっきを施してもよい。たとえば、Ｃｕめっき、Ｎｉめっき、および／または、Ｓｎめっきを適宜施してもよい。

[0040] コイル導体５および引出電極５ａ、５ｂの材質は、電気伝導体であれば、任意の材質とすることができる。例えば、Ａｇ、Ｃｕ、Ａｕ、Ａｌ、Ａｇ合金、Ｃｕ合金等が用いられる。特にＡｇを用いることが安価で低抵抗のため好ましい。

[0041] 磁性素体４は、図２に示すように軟磁性金属粒子１１および樹脂１３からなっていてもよい。樹脂１３があることにより、インダクタンスＬおよびＱ値を高くしやすくなる。さらに、積層コイルがショートしにくくなる。図２は磁性素体４の断面模式図である。また、磁性素体４のうち軟磁性金属粒子１１以外の部分を隙間スペース１２とする。そして隙間スペース１２に樹脂

１３が充填され、樹脂１３が充填されていない部分が空隙１４となる。また、樹脂を充填する前の段階では、隙間スペース１２は全て空隙１４である。

[0042] 軟磁性金属粒子１１は被覆膜で被われていてもよい。具体的には、図１３に示すように、軟磁性金属粒子１１が軟磁性金属粒子本体１１ａおよび軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂからなっていてもよい。さらに、本実施形態に係る軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂはＳｉを含む酸化物からなる層を含むことが好ましく、軟磁性金属粒子本体１１ａとＳｉを含む酸化物からなる層とが接していることが好ましい。軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂがＳｉを含む酸化物からなる層を含むことにより、軟磁性金属粒子１１同士の間の絶縁性が高くなることでＱ値が向上する。また、軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂがＳｉを含む化合物からなる層を含むことで、Ｆｅの酸化物が形成されることを防止することもできる。

[0043] 軟磁性金属粒子本体１１ａは、上記のＦｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金から構成される。特に、Ｐの含有量が所定の範囲内である場合には、熱処理後の磁性素体４を構成する軟磁性金属粒子１１の酸化状態、すなわち酸化被膜１１ｂの被覆率や厚み等が適切に制御されると考えられる。上記のＳｉを含む酸化物からなる層がさらにＰを含む場合には、酸化被膜１１ｂの被覆率や厚み等がさらに適切に制御されやすくなる。その結果、熱処理後の磁性素体４は、高い比抵抗を示し、しかも所定の磁気特性を発揮できる。したがって、本実施形態に係る磁性素体４は、コイル導体５と直接接触する磁性素体として好適である。

[0044] 樹脂１３の種類は任意である。フェノール樹脂またはエポキシ樹脂であってもよい。樹脂１３がフェノール樹脂またはエポキシ樹脂である場合には、特に隙間スペース１２に樹脂１３が充填されやすい。また、樹脂１３はフェノール樹脂であることが安価で取り扱いが容易であるため好ましい。

[0045] 樹脂１３が隙間スペース１２に充填されることで、積層コイル１の強度（特に抗折強度）が高くなる。また、軟磁性金属粒子１１同士の間の絶縁性が

さらに高くなることでインダクタンスＬおよびＱ値が向上しやすくなる。さらに、信頼性および耐熱性が向上する。

[0046] ここで、積層コイル１の素子２のうち、樹脂１３が隙間スペース１２に最も充填されにくい部分は層間部４ａである。したがって、層間部４ａの隙間スペース１２に樹脂１３が充填されていれば、積層コイル１の素子２全体に十分に樹脂１３が充填されているといえる。

[0047] 軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂがＳｉを含む酸化物からなる層を含むか否か、および、樹脂１３が隙間スペース１２に充填されているか否かを確認する方法には特に制限はない。例えば、ＳＥＭ－ＥＤＳ測定およびＳＴＥＭ－ＥＤＳ測定を行い、目視にて軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂがＳｉを含む酸化物からなる層を含むか否か、および、樹脂１３が隙間スペース１２に充填されているか否かを確認することができる。

[0048] ここで、図３は後述する実施例１０３、図４は後述する実施例１０４の層間部におけるＳＥＭ画像（倍率１００００倍）である。図３および図４より、軟磁性金属粒子以外に樹脂が存在し、隙間スペースを充填していることが分かる。

[0049] さらに、図５～図１２は後述する実施例１０３の層間部のＳＴＥＭ－ＥＤＳ測定結果を示す図面である。図５はＳＴＥＭによる明視野像（ＢＦ像）（倍率２００００倍）である。図６はＳＴＥＭによる明視野像（ＢＦ像）（倍率５００００倍）である。図７はＳＴＥＭ－ＥＤＳによるＣマッピング画像（倍率２００００倍）である。図８はＳＴＥＭ－ＥＤＳによるＣマッピング画像（倍率５００００倍）である。図９はＳＴＥＭ－ＥＤＳによるＳｉマッピング画像（倍率２００００倍）である。図１０はＳＴＥＭ－ＥＤＳによるＳｉマッピング画像（倍率５００００倍）である。図１１はＳＴＥＭ－ＥＤＳによるＯマッピング画像（倍率２００００倍）である。図１２はＳＴＥＭ－ＥＤＳによるＯマッピング画像（倍率５００００倍）である。

[0050] 図５～図１２より、樹脂１３が層間部の隙間スペース１２に充填され、硬

化されていることがわかる。さらに、Ｓｉが実質的に軟磁性金属粒子１１のみに存在し、Ｃが実質的に隙間スペース１２のみに存在していることがわかる。

[0051] また、後述する実施例１０３では、図１３に示されているように、軟磁性金属粒子本体１１ａを被覆する酸化被膜１１ｂが存在する。酸化被膜１１ｂはＳｉ酸化物層を含む。Ｓｉは実質的に軟磁性金属粒子本体１１ａおよび酸化被膜１１ｂのみに存在する。また、Ｓｉの酸化物は実質的に酸化被膜１１ｂのみに存在する。なお、Ｓｉ酸化物層１１ｂは主にＳｉの酸化物からなる層である。

[0052] なお、酸化被膜１１ｂの厚みには特に制限はない。Ｓｉ酸化物層が軟磁性金属粒子本体１１ａと接していてもよい。例えば、酸化被膜１１ｂがＳｉ酸化物層のみからなっていてもよいし、Ｓｉ酸化物層と別の酸化物層の多層構造としてもよい。軟磁性金属粒子本体１１aと接しているＳｉ酸化物層は実質的にＳｉの酸化物のみからなっていてもよい。酸化被膜１１ｂの厚みおよび各層の厚みはＳＴＥＭ－ＥＤＳ測定画像を用いて測定することができる。本実施形態では、被覆層の平均厚み、すなわち酸化被膜１１ｂ全体の平均厚みが５ｎｍ以上６０ｎｍ以下となっていてもよい。なお、上記の平均厚みは、少なくとも５０個の軟磁性金属粒子１１について酸化被膜１１ｂの厚みを測定した場合の厚みの平均とする。

[0053] 酸化被膜１１ｂの形成方法には特に制限はない。例えば本実施形態に係る軟磁性金属粉末を焼成することにより形成できる。また、酸化被膜１１ｂの厚みおよび各酸化物層の厚みは焼成温度や時間等の焼成条件やアニール条件等により制御できる。なお、酸化被膜１１ｂが厚くなるほど隙間スペース１２が小さくなり樹脂１３の充填量が低下する。なお、Ｓｉの酸化物は実質的に酸化被膜１１ｂのみに含まれ、酸化被膜１１ｂよりも外側の二つの軟磁性金属粒子１１の間に挟まれた部分（隙間スペース１２）にはほとんど存在しないことが好ましい。

[0054] 本実施形態に係る積層コイル１では、磁性素体４を構成する軟磁性材料（

軟磁性金属粒子１１）の比抵抗が高い。これは、軟磁性金属粒子本体１１ａが酸化被膜１１ｂにより被覆されているためである。さらに、隙間スペース１２に樹脂１３が充填されている場合には、めっき液が隙間スペース１２に侵入しにくい。そのため、樹脂１３が充填されている場合には、めっき後においてもショートしにくく高いインダクタンスＬを有しやすい。さらに、積層コイル１の強度（特に抗折強度）も向上する。

[0055] また、層間部４ａ（中央部２ｂ）の断面における隙間スペース１２の面積比率がＳＥＭ観察画像全体に対して５．０％以上３５．０％以下であることが好ましい。隙間スペース１２の面積比率は軟磁性金属粒子の粒径分布により制御できるほか、グリーンチップでのバインダ樹脂の樹脂量、グリーンチップを形成するときの成形圧力、焼成条件、アニール条件などを制御することでも制御することができる。また、軟磁性金属粒子の平均粒子径（Ｄ５０）が同程度であれば、隙間スペースが大きく、充填される樹脂の量が多くなるほどインダクタンスＬが小さくなるが、Ｑ値および抗折強度が大きくなる傾向にある。

[0056] ＜軟磁性金属粉末の製造方法＞

軟磁性金属粉末の製造方法の一例について説明する。本実施形態では、軟磁性金属粉末は、公知の軟磁性金属粉末の作製方法と同様の方法を用いて得ることができる。具体的には、ガスアトマイズ法、水アトマイズ法、回転ディスク法等を用いて軟磁性金属粉末を作製することができる。これらの中では、所望の磁気特性を有する軟磁性金属粉末が得られやすいという観点から、水アトマイズ法を用いることが好ましい。

[0057] 水アトマイズ法では、溶融した原料（溶湯）をルツボ底部に設けられたノズルを通じて線状の連続的な流体として供給し、供給された溶湯に高圧の水を吹き付けて、溶湯を液滴化するとともに、急冷して微細な粉末を得る。

[0058] 本実施形態では、例えば、Ｆｅ、Ｎｉ、ＳｉおよびＣｏの各原料を溶融し、この溶融物にＰを添加したものを水アトマイズ法により微粉化することにより、本実施形態に係る軟磁性金属粉末を製造することができる。また、原

料中、たとえば、Ｆｅの原料中にＰが不純物として含まれている場合、不純物としてのＰの含有量と、添加するＰの量との合計を調整して目的とする量のＰを含む軟磁性金属粉末を製造してもよい。あるいは、Ｐの含有量が異なる複数のＦｅの原料を用いて、Ｐの含有量が調整された溶融物を水アトマイズ法により微粉化してもよい。

[0059] ＜軟磁性金属焼成体およびコイル型電子部品の製造方法＞

まず、本実施形態に係る軟磁性金属焼成体の製造方法の一例について説明する。上記の方法により得られた軟磁性金属粉末にバインダを添加し、造粒粉を作製する。バインダの種類には特に制限はない。例えば、アクリル樹脂が挙げられる。得られた造粒粉を成形し、成形体を得る。成形圧には特に制限はない。例えば、３ｔｏｎ／ｃｍ^{2}以上１０ｔｏｎ／ｃｍ^{2}以下であってもよい。次に、脱バインダを行う。脱バインダ時の保持温度および保持時間には特に制限はない。例えば３００℃以上４５０℃以下で０．５時間以上２．０時間以下としてもよい。次に、脱バインダ後の成形体を焼成して軟磁性金属焼成体が得られる。還元性雰囲気の種類には特に制限はない。例えば、水素濃度０．１％以上３．０％以下のN_2ガスとH_2ガスとの混合ガス雰囲気などが挙げられる。焼成温度および焼成時間には特に制限はない。例えば、５５０℃以上８５０℃以下で０．５時間以上３．０時間以下としてもよい。軟磁性金属粉末を被う被覆膜（酸化被膜１１ｂ）の厚みは、焼成時間が長く、還元性雰囲気中の水素濃度が低いほど厚くなる。

[0060] 主にＦｅ、Ｓｉ、Ｃｒを含み、Ｎｉ、Ｍなどのその他の元素の含有量が小さいＦｅ－Ｓｉ－Ｃｒ系の軟磁性金属粉末を用いる場合には、酸素を含有する雰囲気中で４００～９００℃で焼成することにより比抵抗が向上する。Ｓｉおよび／またはＣｒからなる絶縁性の高い酸化膜が形成されるためである。しかし、本実施形態に係る軟磁性金属粉末を用いる場合には、酸素を含有する雰囲気中で焼成させた場合には酸化鉄が優先的に生成されやすい。その結果、軟磁性金属粉末の比抵抗がむしろ低下し、最終的に得られるコイル型電子部品のインダクタンスＬが低下してしまう。

[0061] さらに、得られた軟磁性金属焼成体をアニール処理（熱処理）してもよい。アニール処理の条件には特に制限はない。例えば５００℃以上８００℃以下で０．５時間以上２．０時間以下としてもよい。熱処理時の雰囲気にも特に制限はない。例えば酸素濃度０．０５％以上２１．０％以下の雰囲気としてもよい。

[0062] また、脱バインダおよび焼成は、大気中のような酸化雰囲気で行ってもよい。しかし、大気雰囲気よりも酸化力の弱い雰囲気下、例えば窒素雰囲気下や窒素及び水素の混合雰囲気下で行うことが好ましい。このようにすることで、軟磁性金属粒子の比抵抗を高く維持しながら、磁性素体の密度を向上させ、さらに透磁率等を向上させることができる。また、軟磁性金属粒子の表面にＳｉ酸化被膜を形成させやすくなり、Ｆｅの酸化物を形成させにくくなる。この結果、Ｆｅの酸化によるインダクタンスＬの低下を防止することができる。

[0063] なお、熱処理後の軟磁性金属粒子に含有されるＰ量は、熱処理前の軟磁性金属粒子に含有されるＰ量と一致する。

[0064] さらに、得られた軟磁性金属焼成体にコイルを巻線等することによりコイル型電子部品が得られる。コイル型電子部品を作製する方法には特に制限はなく、本技術分野で用いられている方法を用いることができる。

[0065] ＜積層コイル型電子部品の製造方法＞

積層コイル型電子部品の製造方法の一例として、図１に示す積層コイル型電子部品の製造方法について説明する。まず、得られた軟磁性金属粉末を溶媒やバインダ等の添加剤とともにスラリー化し、ペーストを作製する。そして、このペーストを用いて、焼成後に磁性素体（軟磁性金属焼成体）となるグリーンシートを形成する。次いで、形成されたグリーンシートの上に、コイル導体となる銀（Ａｇ）等を所定のパターンで形成する。続いて、コイル導体パターンが形成されたグリーンシートを複数積層した後に、スルーホールを介して各コイル導体パターンを接合することで、コイル導体が３次元的かつ螺旋状に形成されたグリーンの積層体が得られる。

[0066] 得られた積層体に対し、熱処理（脱バインダ工程および焼成工程）を行うことにより、バインダを除去し、軟磁性金属粉末に含まれる軟磁性金属粒子が互いに接続されて固定された（一体化した）焼成体（素子）を得る。脱バインダ工程における保持温度（脱バインダ温度）は、バインダが分解してガスとして除去できる温度であれば、特に制限されない。例えば、３００℃以上４５０℃以下であってもよい。また、脱バインダ工程における保持時間（脱バインダ時間）も特に制限されない。例えば、０．５時間以上２．０時間以下であってもよい。

[0067] 焼成工程における保持温度（焼成温度）は、軟磁性金属粉末を構成する軟磁性金属粒子が互いに接続される温度であれば、特に制限されない。５５０℃以上８５０℃以下であってもよい。また、焼成工程における保持時間（焼成時間）も特に制限されない。０．５時間以上３．０時間以下であってもよい。

[0068] なお、熱処理後の軟磁性金属粒子に含有されるリン（Ｐ）量は、熱処理前の軟磁性金属粒子に含有されるリン（Ｐ）量と一致する。

[0069] なお、本実施形態では、脱バインダおよび焼成における雰囲気を調整することが好ましい。

[0070] 焼成後にアニール処理（熱処理）を行ってもよい。アニール処理を行う場合の条件には特に制限はない。例えば５００～８００℃で０．５～２．０時間行ってもよい。また、アニール後の雰囲気にも特に制限はない。

[0071] なお、上記の熱処理後の軟磁性金属粒子の組成は、上記の熱処理前の軟磁性金属粉末の組成と実質的に一致する。

[0072] 続いて、素子に端子電極を形成する。端子電極を形成する方法には特に制限はなく、通常は端子電極となる金属（Ａｇ等）を溶媒やバインダ等の添加剤とともにスラリー化して作製する。

[0073] 次に、磁性素体が樹脂を含む場合には、素子に対して樹脂を含浸させることで、隙間スペースに樹脂を充填する。樹脂を含浸させる方法には特に制限はない。例えば、真空含浸による方法が挙げられる。

[0074] 真空含浸は、上記の積層コイルの素子を樹脂中に浸漬させ、気圧制御を行うことにより行われる。樹脂は気圧を低下させることにより素子に含まれる磁性素体内部に侵入する。そして、磁性素体の表面から内部には隙間スペースが存在するため、隙間スペースを介して毛細管現象の原理により樹脂が磁性素体内部、特に樹脂が最も侵入しづらい層間部にまで侵入することで、隙間スペースに樹脂が充填される。さらに、加熱により樹脂を硬化させる。加熱条件は樹脂の種類により異なる。

[0075] 樹脂の種類には特に制限はない。最終的に隙間スペースに樹脂が充填されることが好ましい。例えば、特にフェノール樹脂またはエポキシ樹脂を用いる場合には、磁性素体内部（特に層間部）の隙間スペースまで樹脂が十分に侵入し、硬化後にも十分に隙間スペースに充填されやすい。さらに加熱しても容易に分解されないため耐熱性も高い。これに対し、シリコーン樹脂を用いる場合には、樹脂が特に表面部における軟磁性金属粒子の表面に膜状に存在する状態となり、磁性素体内部（特に層間部）の隙間スペースまで樹脂が十分に侵入しにくい。さらに、３００℃以上で加熱すると樹脂が分解してしまうため、耐熱性も低い。

[0076] 最終的に得られる積層コイル型電子部品の磁性素体における樹脂の含有量は０．５重量％以上３．０重量％以下であることが好ましい。なお、樹脂の含有量は例えば含侵時の樹脂溶液濃度、浸漬時間、浸漬回数等を変化させることにより制御することができる。

[0077] 本実施形態では、樹脂の充填後に端子電極に電解めっきを施すことができる。樹脂が隙間スペースに充填されているため、磁性素体をめっき液に投入してもめっき液が磁性素体内部に侵入しにくい。そのためにめっき後においても積層コイル型電子部品内部でショートが発生せず、インダクタンスＬが高く保たれる。

[0078] （第２実施形態）

以下、第２実施形態について説明するが、特に記載のない点については第１実施形態と同様である。

[0079] 第２実施形態に係る軟磁性金属粉末は、複数の軟磁性金属粒子の集合体である。軟磁性金属粒子は、Ｆｅ－Ｎｉ系合金から構成される。Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＣｒを含む。そして、Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＳｉおよび／またはＭを含む。Ｍを含む場合には、ＭがＣｏであることが好ましい。そして、本実施形態では、Ｆｅ－Ｎｉ系合金において、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、ＭおよびＣｒの合計含有量を１００質量％として、Ｃｒの含有量が２．０質量％未満である。Ｃｒの含有量は０．１質量％以上１．８質量％以下であってもよく、０．５質量％以上１．５質量％以下であってもよい。

[0080] 特にＣｒの含有量が上記の範囲内であることにより、透磁率μおよび比抵抗ρが高くなる。

[0081] また、第２実施形態に係る軟磁性金属粉末は、さらにＰを含んでもよい。Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、ＭおよびＣｒの合計含有量を１００質量％として、Ｐが１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下で含まれてもよく、２００ｐｐｍ以上２０００ｐｐｍ以下で含まれてもよい。

[0082] そして、Ｎｉの含有量が１５．０質量％以上８０．０質量％以下であってもよく、１５．０質量％以上５５．０質量％以下であってもよい。Ｓｉを含む場合において、Ｓｉの含有量が１．０質量％以上６．０質量％以下であってもよく、２．０質量％以上６．０質量％以下であってもよく、２．０質量％以上４．０質量％以下であってもよい。Ｍを含む場合において、Ｍの含有量が１．０質量％以上５０．０質量％以下であってもよく、２．０質量％以上４０．０質量％以下であってもよい。

[0083] さらに、Ｎｉの含有量は２２．０質量％以上４２．０質量％以下であってもよい。Ｓｉの含有量は２．５質量％以上５．５質量以下であってもよく、２．５質量％以上４．０質量％以下であってもよい。Ｍの含有量は５．０質量％以上３２．０質量％以下であってもよい。Ｐの含有量は３００ｐｐｍ以上２０００ｐｐｍ以下であってもよい。

[0084] （第３実施形態）

以下、第３実施形態について説明するが、特に記載のない点については第

１実施形態および第２実施形態と同様である。

[0085] 第３実施形態では、軟磁性金属粒子の組成については、Ｃｒの含有量が２．０質量％未満（０質量％を含まない）である点以外、特に制限はない。第２実施形態の軟磁性金属粒子であってもよい。

[0086] 当該軟磁性金属粒子を含む軟磁性金属粉末を用いて作製されるコイル型電子部品が、磁性素体と、磁性素体に内蔵されたコイル導体と、を有するコイル型電子部品であって、

磁性素体は軟磁性金属粒子を含み、

軟磁性金属粒子は被覆膜で被われ、

被覆膜は前記軟磁性金属粒子と接する第１層および第１層と接する第２層からなり、

第１層がＳｉまたはＳｉを含む酸化物を含み、

第２層がＣｒを含むコイル型電子部品が第３実施形態に係るコイル型電子部品である。

[0087] 軟磁性金属粒子が被われる被覆膜（酸化被膜１１ｂ）が第１層および第２層からなり、それぞれの組成が上記の組成であることにより、軟磁性金属粒子からなる軟磁性金属焼成体の透磁率μおよび比抵抗ρが向上する。そして、軟磁性金属粒子を含む磁性素体を有するコイル型電子部品のＱ値およびインダクタンスＬが向上する。

[0088] ただし、軟磁性金属粒子におけるＣｒの含有量が２．０質量％以上である場合には、透磁率μが大きく低下する。そして、コイル型電子部品のＱ値およびインダクタンスＬも低下する。

[0089] 第１層は軟磁性金属粒子と比較してＳｉの含有量が多くてもよく、Ｆｅの含有量が少なくてもよい。第２層は軟磁性金属粒子と比較してＳｉ、Ｃｒ、Ｎｉの含有量が多くてもよく、Ｆｅの含有量が少なくてもよい。

[0090] 第１層の平均厚みをＤ１、第２層の平均厚みをＤ２として、０．５≦Ｄ２／Ｄ１≦１．５を満たしてもよい。Ｄ２／Ｄ１が上記の範囲内であることにより適切な厚みの酸化被膜が形成されやすく、軟磁性金属焼成体の透磁率μ

および比抵抗ρが良好になりやすい。

[0091] Ｄ２が２．５ｎｍ以上３０ｎｍ以下であってもよく、５ｎｍ以上２０ｎｍ以下であってもよい。Ｄ２が３０ｎｍ以下であることにより、軟磁性金属粒子の透磁率μが向上しやすくなり、コイル型電子部品のＱ値およびインダクタンスＬも向上しやすくなる。また、Ｄ２が２．５ｎｍ以上であることにより、軟磁性金属粒子の比抵抗ρが向上しやすくなり、コイル型電子部品のめっき伸びも抑制しやすくなる。

[0092] 磁性素体に含まれる軟磁性金属粒子が上記の被覆膜に被われるようにする方法には特に制限はない。例えば、軟磁性金属粉末の段階で第１層および第２層を形成する方法の他、焼成により軟磁性金属粒子の表面に第１層および第２層を形成する方法が挙げられる。ＳｉおよびＣｒを含有する軟磁性金属粒子を還元性雰囲気で焼成することにより、軟磁性金属粒子の表面に第１層および第２層が形成される。なお、焼成温度が同一であれば焼成時間が長く焼成雰囲気中の水素濃度が低いほど第１層、第２層ともに厚くなる。焼成時間が同一であれば焼成温度が高く焼成雰囲気の水素濃度が低いほど第２層が厚くなる。さらに、軟磁性金属粒子に含まれるＣｒの含有量が多いほど第２層が厚くなる。

[0093] 第２実施形態のコイル型電子部品に含まれる軟磁性金属粒子が第３実施形態のコイル型電子部品に含まれる軟磁性金属粒子と同様の被覆膜で被われていてもよい。

[0094] 以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は上記の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の範囲内において種々の態様で改変しても良い。

[0095] なお、コイル型電子部品としては、トランス、チョークコイル、コイル等が知られている。また、本実施形態に係るコイル型電子部品は、インダクタやインピーダンスなどの用途で携帯機器等の各種電子機器の電源回路などに好適に用いられる。

実施例

[0096] 以下、実施例を用いて、発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0097] （実験例１）

まず、原料として、Ｆｅ－Ｎｉ合金、Ｆｅ単体、Ｎｉ単体、Ｓｉ単体、Ｍ単体をそれぞれ準備した。各合金および／または単体の形状はインゴット、チャンクまたはショットとした。次に、これらの原料を、表１～表３に示す組成となるように混合して、水アトマイズ装置内に配置されたルツボに収容した。なお、表３の実施例２ｂ～２ｐは実施例２からＭの種類を変更した点以外は同条件で実施した実施例である。

[0098] 続いて、不活性雰囲気下において、ルツボ外部に設けたワークコイルを用いて、ルツボを高周波誘導により１６００℃以上まで加熱し、ルツボ中のインゴット、チャンクまたはショットを溶融、混合して溶湯を得た。なお、リンの含有量の調整は、軟磁性金属粉末の原料を溶融、混合する際に、Ｆｅ単体の原料に含まれるリンの量を調整することで行った。

[0099] 次いで、ルツボに設けられたノズルから、線状の連続的な流体を形成するように供給された溶湯に、高圧（５０ＭＰａ）の水流を衝突させ、液滴化すると同時に急冷し、脱水、乾燥、分級することにより、Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金粒子からなる軟磁性金属粉末を作製した。当該軟磁性金属粉末は平均粒子径（Ｄ５０）が表１～表３に記載の値となるようにした。

[0100] 得られた軟磁性金属粉末を、ＩＣＰ分析法により組成分析した結果、各実施例および比較例で用いられる軟磁性金属粉末が表１～表３に記載の組成となっていることを確認した。さらに、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、ＭおよびＰ以外の元素、例えばＣｒ等は実質的に含有していないことを確認した。

[0101] 得られた軟磁性金属粉末に、バインダとしてのアクリル樹脂を添加し、造粒粉を作製した。この造粒粉を用いて、外径１３ｍｍ×内径６ｍｍ×高さ２．７～３．３ｍｍであるトロイダル形状となるように、成形圧６ｔｏｎ／ｃｍ^{2}で成形した。 次に、不活性雰囲気下で、成形体を４００℃に保持して脱バインダした後、還元性雰囲気（水素濃度１．０％のN_2ガスとH_2ガスとの

混合ガス雰囲気）下で、脱バインダ後の成形体を７５０℃－１ｈの条件で焼成して焼成体を得た。なお、上記の不活性雰囲気はN_2ガス雰囲気であり、上記の還元性雰囲気はN_2ガスとH_2ガスとの混合ガス雰囲気である。なお、上記の混合ガス雰囲気における水素濃度は１．０％である。さらに、得られた焼成体を酸素分圧１％の雰囲気下、７００℃－１ｈの条件で熱処理して評価用の焼成体を得た。

[0102] 得られた評価用の焼成体について、以下の方法により、透磁率（μ）および比抵抗（ρ）を測定した。

[0103] 透磁率は、ＲＦインピーダンスマテリアルアナライザー（アジレントテクノロジー社製：４９９１Ａ）を用いて、同軸法によりｆ＝２ＭＨｚで測定した。

[0104] 表１ではＰの含有量が５０ｐｐｍである各比較例（比較例８、比較例１、比較例１０、比較例１２）のμに対して、Ｐの含有量以外の条件が同等な試料におけるμの増加割合（Δμ／μ）を算出した。Δμ／μが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0105] 表２の比較例３、４、実施例２、５～６、５ａ、６ａでは、Ｓｉの含有量が１．５質量％である比較例３のμに対して、Ｓｉの含有量等を変化させた試料におけるΔμ／μを算出した。Δμ／μが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0106] 表２の比較例５、６ａ、６、実施例７～１０、７ａ、９ａでは、Ｃｏの含有量が１．０質量％である比較例５のμに対して、Ｃｏの含有量等を変化させた試料におけるΔμ／μを算出した。Δμ／μが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0107] 表２の比較例７、７ａ、実施例１１、１２では、Ｎｉの含有量が５６．０質量％である比較例７のμに対して、Ｎｉの含有量等を変化させた試料におけるΔμ／μを算出した。Δμ／μが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0108] 表３ではＰの含有量が５０ｐｐｍである比較例１のμに対して、Ｐの含有

量およびMの種類以外の条件が同等な試料におけるμの増加割合（$\Delta\mu/\mu$）を算出した。$\Delta\mu/\mu$が２０．０％以上である試料を良好とした。

[0109] ρは、得られた焼成体の両面にＩｎ－Ｇａ電極を塗布し、ウルトラハイレジスタンスメーター（ＡＤＶＡＮＴＥＳＴ社製：Ｒ８３４０）で直流抵抗を測定し、焼成体の体積および直流抵抗からρを算出した。ρが１．０Ｅ０６Ω・ｍ以上である場合を良好とした。

[0110] [表1]

試料No.	軟磁性金属粉末						焼成体		
	（質量%）				(ppm)	(μm)	μ	(%)	(Ω・m)
	Fe	Ni	Si	Co	P	D50		⊿μ/μ	ρ
比較例8	49.0	42.0	3.0	6.0	*50*	2.0	20.0	*0*	*3E05*
実施例13	49.0	42.0	3.0	6.0	100	2.0	25.2	26.0	3E06
実施例13a	49.0	42.0	3.0	6.0	300	2.0	26.5	32.5	8E06
実施例13b	49.0	42.0	3.0	6.0	500	2.0	27.0	35.0	1E07
実施例14	49.0	42.0	3.0	6.0	1000	2.0	27.5	37.5	3E07
実施例14a	49.0	42.0	3.0	6.0	2000	2.0	26.8	34.0	2E07
実施例15	49.0	42.0	3.0	6.0	5000	2.0	24.8	24.0	9E06
比較例9	49.0	42.0	3.0	6.0	*6000*	2.0	23.0	*15.0*	2E06
比較例1	49.0	42.0	3.0	6.0	*50*	5.0	33.5	*0*	*1E05*
実施例1	49.0	42.0	3.0	6.0	100	5.0	40.5	20.9	3E06
実施例1a	49.0	42.0	3.0	6.0	300	5.0	43.7	30.4	1E07
実施例2	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	45.0	34.3	4E07
実施例2a	49.0	42.0	3.0	6.0	1000	5.0	44.0	31.3	3E07
実施例3	49.0	42.0	3.0	6.0	2000	5.0	42.5	26.9	2E07
実施例4	49.0	42.0	3.0	6.0	5000	5.0	40.5	20.9	5E06
比較例2	49.0	42.0	3.0	6.0	*6000*	5.0	37.0	*10.4*	*5E05*
比較例10	49.0	42.0	3.0	6.0	*50*	10.0	44.0	*0*	*5E04*
実施例16	49.0	42.0	3.0	6.0	100	10.0	53.5	21.6	5E06
実施例16a	49.0	42.0	3.0	6.0	300	10.0	57.0	29.5	1E07
実施例16b	49.0	42.0	3.0	6.0	500	10.0	59.2	34.5	2E07
実施例17	49.0	42.0	3.0	6.0	1000	10.0	58.5	33.0	1E07
実施例18a	49.0	42.0	3.0	6.0	2000	10.0	57.0	29.5	8E06
実施例18	49.0	42.0	3.0	6.0	5000	10.0	55.0	25.0	4E06
比較例11	49.0	42.0	3.0	6.0	*6000*	10.0	47.0	*6.8*	*5E05*
比較例12	49.0	42.0	3.0	6.0	*50*	15.0	48.0	*0*	*2E04*
実施例19	49.0	42.0	3.0	6.0	100	15.0	58.0	20.8	2E06
実施例19a	49.0	42.0	3.0	6.0	300	15.0	60.3	25.6	5E06
実施例19b	49.0	42.0	3.0	6.0	500	15.0	61.0	27.1	5E06
実施例20	49.0	42.0	3.0	6.0	1000	15.0	62.0	29.2	7E06
実施例20a	49.0	42.0	3.0	6.0	2000	15.0	60.5	26.0	5E06
実施例21	49.0	42.0	3.0	6.0	5000	15.0	58.3	21.5	2E06
比較例12	49.0	42.0	3.0	6.0	*6000*	15.0	48.3	*0.6*	*1E05*

[0111]

[表2]

試料No.	軟磁性金属粉末						焼成体		
	(質量%)				(ppm)	(μm)	μ	(%)	(Ω・m)
	Fe	Ni	Si	Co	P	D50		Δμ/μ	ρ
比較例3	50.5	45.0	*1.5*	3.0	500	5.0	32.0	*0*	*1E04*
実施例5	50.5	44.5	2.0	3.0	500	5.0	38.8	21.3	1E06
実施例5a	50.5	44.0	2.5	3.0	500	5.0	43.0	34.4	7E06
実施例2	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	45.0	40.6	1E07
実施例6a	47.5	41.0	5.5	6.0	500	5.0	42.2	31.9	2E07
実施例6	47.0	41.0	6.0	6.0	500	5.0	39.8	24.4	3E07
比較例4	46.5	40.5	*7.0*	6.0	500	5.0	32.3	*0.9*	5E06
比較例5	51.0	45.0	3.0	*1.0*	500	5.0	32.3	*0*	3E06
実施例7	50.5	44.5	3.0	2.0	500	5.0	40.2	24.4	8E06
実施例7a	49.5	42.5	3.0	5.0	500	5.0	42.2	30.7	9E06
実施例2	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	45.0	39.3	1E07
実施例8	45.0	32.0	3.0	20.0	500	5.0	44.5	37.8	2E07
実施例9	43.0	24.0	3.0	30.0	500	5.0	45.5	40.9	3E07
実施例9a	43.0	22.0	3.0	32.0	500	5.0	43.7	33.1	1E07
実施例10	37.0	20.0	3.0	40.0	500	5.0	41.2	27.6	4E06
比較例6a	41.5	15.0	3.0	*40.5*	500	5.0	36.2	*12.1*	2E06
比較例6	43.5	*13.0*	3.0	*40.5*	500	5.0	36.5	*13.0*	1E06
比較例7	40.0	*56.0*	2.0	2.0	500	5.0	33.0	*0*	*3E05*
実施例11	40.0	55.0	3.0	2.0	500	5.0	45.0	36.4	8E06
実施例12	39.0	15.0	6.0	40.0	500	5.0	40.0	21.2	3E06
比較例7a	39.5	*14.5*	6.0	40.0	500	5.0	37.0	*12.1*	2E06

[0112]

[表3]

試料No.	軟磁性金属粉末			焼成体		
	M	(ppm)	(μm)	μ	(%)	(Ω・m)
		P	D50		Δμ/μ	ρ
比較例1	Co	*50*	5.0	33.5	*0*	*1E05*
実施例2	Co	500	5.0	45.0	34.3	4E07
実施例2b	B	500	5.0	40.2	20.0	8E06
実施例2c	Mn	500	5.0	42.0	25.4	1E06
実施例2d	Ti	500	5.0	41.2	23.0	7E06
実施例2e	Zr	500	5.0	40.8	21.8	6E06
実施例2f	Hf	500	5.0	40.3	20.3	7E06
実施例2g	Nb	500	5.0	40.9	22.1	1E06
実施例2h	Ta	500	5.0	40.2	20.0	1E06
実施例2i	Mo	500	5.0	43.5	29.9	9E06
実施例2j	Mg	500	5.0	40.5	20.9	6E06
実施例2k	Ca	500	5.0	40.7	21.5	5E06
実施例2l	Sr	500	5.0	40.3	20.3	1E06
実施例2m	Ba	500	5.0	40.3	20.3	1E06
実施例2n	Zn	500	5.0	41.2	23.0	4E06
実施例2o	Al	500	5.0	43.5	29.9	9E06
実施例2p	Nd	500	5.0	40.4	20.6	1E06
比較例2	Co	*6000*	5.0	37.0	*10.4*	*5E05*

[0113] 表１、表３より、Ｐの含有量が１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下である各実施例は、Ｐの含有量が５０ｐｐｍである点以外は同一条件である比較例と比較してμおよびρが良好であった。これに対し、Ｐの含有量が５０ｐｐｍである比較例はρが低くなった。また、Ｐの含有量が６０００ｐｐｍである比較例はＰが１００～５０００ｐｐｍである点以外は同一条件である実施例と比較してμが低くなり、ρも低くなる傾向にあった。

[0114] 表２より、各成分の含有量が所定の範囲内である各実施例は、Ｎｉ、Ｓｉおよび／またはＣｏの含有量が所定の範囲外である各比較例と比較してμおよびρが良好になる傾向にあった。

[0115] （実験例２）

実験例２は、原料としてさらにＣｒ単体を準備した点、および、軟磁性金

属粉末がＦｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、Ｍ、ＣｒおよびＰ以外の元素を実質的に含有していないことを確認した点以外、実験例１と同様に実施した。

[0116] 表４～表６では、Ｃｒの含有量が２．０質量％である比較例５３７のμに対して、Ｃｒの含有量が２．０質量％未満である試料におけるμの増加割合（Δμ／μ）を算出した。Δμ／μが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0117] 表４の実施例５３８～５４２は比較例５３７からＣｒの含有量を主に変化させた実施例である。表４の実施例５４３～５４６、５４４ａは実施例５４０からＳｉの含有量を主に変化させた実施例である。表５の実施例５４７～５５０は実施例５４０からＰの含有量を変化させた実施例である。表６の実施例５４０ｂ～５４０ｐは実施例５４０からＭの種類を変更した点以外は同条件で実施した実施例である。

[0118]

[表4]

試料No.	軟磁性金属粉末								焼成体		
	(質量%)					(ppm)	(μm)	μ	(%)		(Ω・m)
	Fe	Ni	Si	Co	Cr	P	D50		Δμ/μ		ρ
比較例537	41.0	24.0	3.0	30.0	*2.0*	500	5.0	39.0	*0*		7E07
実施例538	41.2	24.0	3.0	30.0	1.8	500	5.0	48.0	23.1		6E07
実施例539	41.5	24.0	3.0	30.0	1.5	500	5.0	50.3	29.0		5E07
実施例540	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	52.0	33.3		5E07
実施例541	42.5	24.0	3.0	30.0	0.5	500	5.0	50.6	29.7		4E07
実施例542	42.9	24.0	3.0	30.0	0.1	500	5.0	48.7	24.9		3E07
実施例543	43.0	24.0	2.0	30.0	1.0	500	5.0	48.0	23.1		1E07
実施例544	42.5	24.0	2.5	30.0	1.0	500	5.0	50.0	28.2		7E07
実施例540	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	52.0	33.3		8E07
実施例544a	41.5	23.5	4.0	30.0	1.0	500	5.0	51.6	31.3		8E07
実施例545	40.5	23.0	5.5	30.0	1.0	500	5.0	49.2	26.2		9E07
実施例546	40.0	23.0	6.0	30.0	1.0	500	5.0	48.3	23.8		9E07

[0119]

[表5]

試料No.	軟磁性金属粉末							焼成体			
	(質量%)					(ppm)	(μm)	μ	(%)		(Ω・m)
	Fe	Ni	Si	Co	Cr	P	D50		Δμ/μ		ρ
比較例537	41.0	24.0	3.0	30.0	*2.0*	500	5.0	39.0	*0*		7E07
実施例547	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	100	5.0	48.4	24.1		3E07
実施例548	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	300	5.0	50.7	30.0		6E07
実施例540	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	52.0	33.3		8E07
実施例549	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	2000	5.0	49.5	26.9		7E07
実施例550	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	5000	5.0	48.0	23.1		3E07

[0120]

[表6]

試料No.	軟磁性金属粉末			焼成体		
	M	(質量%)	(μm)	μ	(%)	(Ω・m)
		Cr	D50		Δμ/μ	ρ
比較例537	Co	*2.0*	5.0	39.0	*0*	7E07
実施例540	Co	1.0	5.0	52.0	33.3	8E07
実施例540b	B	1.0	5.0	47.1	20.8	7E07
実施例540c	Mn	1.0	5.0	49.0	25.6	1E07
実施例540d	Ti	1.0	5.0	48.3	23.8	6E07
実施例540e	Zr	1.0	5.0	47.8	22.6	6E07
実施例540f	Hf	1.0	5.0	47.3	21.3	6E07
実施例540g	Nb	1.0	5.0	47.8	22.6	1E07
実施例540h	Ta	1.0	5.0	47.0	20.5	1E07
実施例540i	Mo	1.0	5.0	50.5	29.5	7E07
実施例540j	Mg	1.0	5.0	47.6	22.1	6E07
実施例540k	Ca	1.0	5.0	47.8	22.6	5E07
実施例540l	Sr	1.0	5.0	47.2	21.0	1E07
実施例540m	Ba	1.0	5.0	47.1	20.8	1E07
実施例540n	Zn	1.0	5.0	48.3	23.8	5E07
実施例540o	Al	1.0	5.0	50.8	30.3	7E07
実施例540p	Nd	1.0	5.0	47.4	21.5	1E07

[0121] 表４～表６より、Ｃｒの含有量が２．０質量％未満である各実施例は、Ｃｒの含有量が２．０質量％である比較例５３７と比較してμおよびρが良好であった。

[0122] （実験例３）

実験例１において作製した軟磁性金属粉末を、溶媒、バインダ等の添加物と共にスラリー化し、ペーストを作製した。軟磁性金属粉末の種類を表７～表１０に示す。そして、このペーストを用いて焼成後に磁性素体となるグリーンシートを形成した。このグリーンシート上に所定パターンのＡｇ導体（コイル導体）を形成し、積層することにより、厚さ０．８ｍｍのグリーン積層体を作製した。

[0123] 次に、得られたグリーン積層体を２．０ｍｍ×１．２ｍｍ形状に切断して、グリーン積層コイルを得た。得られたグリーン積層コイルに対して、不活

性雰囲気（N_2ガス雰囲気）下、４００℃で脱バインダ処理を行った。その後、表７～表９に記載の試料では、還元性雰囲気（N_2ガスとH_2ガスとの混合ガス雰囲気（水素濃度１．０％））下７５０℃－１ｈの条件で焼成して焼成体を得た。表１０に記載の試料では、表１０に記載の焼成温度、焼成時間および焼成雰囲気で焼成して焼成体を得た。得られた焼成体の両側端面に、端子電極用ペーストを塗布、乾燥し、酸素分圧１％の雰囲気下、７００℃で１時間、焼付処理を行い、端子電極を形成して積層コイル（焼付品）を得た。

[0124] 次に、下表７～表１０に記載した実施例および比較例では、得られた各焼付品に対して樹脂含浸を行った。具体的には、フェノール樹脂またはエポキシ樹脂の原料混合物を真空含浸し、その後加熱して樹脂を１５０℃－２ｈで硬化させることで樹脂を充填した。なお、樹脂を硬化させる際に原料混合物に含まれる溶剤等が蒸発した。その後、電解めっきを施し、端子電極上にＮｉめっき層およびＳｎめっき層を形成した。

[0125] なお、フェノール樹脂の原料混合物は約５０重量％のフェノール類（C_7H_8O．CH_2O．$C_4H_{10}O$）$_x$、約３８重量％のエチレングリコールモノブチルエーテル、約１１重量％の１－ブタノール、約０．２０重量％のホルムアルデヒドおよび約０．１％のｍ－クレゾールを混合した混合物である。エポキシ樹脂の原料混合物はナフタレン型エポキシ樹脂、硬化剤、溶剤（トルエン）等を混合した混合物である。

[0126] そして、各実施例および比較例の積層コイルについて、ＬＣＲメータ（ＨＥＷＬＥＴＴ　ＰＡＣＫＡＲＤ社製：４２８５Ａ）を用いて、ｆ＝２ＭＨｚ、Ｉ＝０．１Ａでインダクタンスおよびｑ値を測定した。なお、表７～表１０に記載したおよびｑ値は、それぞれ３０個の積層コイルのおよびｑ値の平均値である。

[0127] 表７については、Ｐの含有量が５０ｐｐｍである比較例（比較例１０２、１０３）のに対して、Ｐの含有量以外の条件が同等な積層コイルにおけるの増加割合（Δ／）を算出した。Δ／が２０．０％以上である場合を良好とした。

[0128] 表８については、比較例１１１、１１２、実施例１１１～１１３、１１１ａ、１１２ａでは、Ｓｉの含有量が１．５質量％である比較例１１１のＬに対して、Ｓｉの含有量等を変化させた試料におけるΔＬ／Ｌを算出した。ΔＬ／Ｌが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0129] 比較例１１３～１１５、実施例１１４～１１７、１１４ａ、１１６ａでは、Ｃｏの含有量が１．０質量％である比較例１１３のＬに対して、Ｃｏの含有量等を変化させた試料におけるΔＬ／Ｌを算出した。ΔＬ／Ｌが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0130] 比較例１１６、１１７、実施例１１８、１１９では、Ｎｉの含有量が５６．０質量％である比較例１１６のＬに対して、Ｎｉの含有量等を変化させた試料におけるΔＬ／Ｌを算出した。ΔＬ／Ｌが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0131] 表９については、Ｐの含有量が５０ｐｐｍである比較例１０２のＬに対して、Ｐの含有量およびＭの種類以外の条件が同等な試料におけるΔＬ／Ｌを算出した。ΔＬ／Ｌが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0132] 表１０については、表８にも記載した実施例１１６の焼成条件を変化させた実施例１２１～１２６では、表８にも記載した比較例１１３に対するΔＬ／Ｌを算出した。ΔＬ／Ｌが２０．０％以上である試料を良好とした。

[0133] 積層コイルのＱ値は４０．０以上である場合を良好とした。

[0134] 各実施例および比較例の積層コイルについて、めっき伸びを評価した。めっき伸びの評価は、積層コイルの外観を観察することにより行った。めっき伸びが全く見られない場合をＡ、めっき伸びが見られるが５０μｍ以下の場合をＢ、めっき伸びが５０μｍを上回り４００μｍ未満の場合をＣ、めっき伸びが４００μｍ以上の場合をＤとして表７～表１０に記載した。実験例３および後述する実験例４では、めっき伸びの評価がＡまたはＢである場合を良好とし、Ａである場合を特に良好とした。

[0135] 各実施例および比較例の積層コイルについて、ショート率を測定した。各試料につき３０個の積層コイルを作製し、ＬＣＲメータを用いてショートし

ている積層コイルの数を測定し、ショート率を算出した。ショート率が３％以下である場合、すなわち０／３０である場合を良好とした。

[0136] 表１０に記載した積層コイルについては、被覆膜の平均厚みを測定した。被覆膜の平均厚みの測定は、層間部の断面におけるＳＴＥＭ－ＥＤＳを用いた倍率２００００倍で７μｍ×７μｍのサイズでの観察、および、倍率５００００倍で０．３μｍ×０．３μｍのサイズでの観察を適宜組み合わせて行った。具体的には、層間部の断面において少なくとも５０個の軟磁性金属粒子１１の被覆膜の厚みをＳＴＥＭ－ＥＤＳを用いて測定し、平均した。

[0137]

[表7]

試料No.	軟磁性合金粉末						積層コイル					
	（質量%）				（ppm）	（μm）	試料No.	樹脂含浸	（μH）	（%）	Q値	めっき伸び	ショート率
	Fe	Ni	Si	Co	P	D50			L	ΔL/L			
比較例1	49.0	42.0	3.0	6.0	*50*	5.0	比較例102	フェノール	0.420	*0*	*32.0*	B	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	*50*	5.0	比較例103	エポキシ	0.420	*0*	*31.5*	B	0/30
実施例1	49.0	42.0	3.0	6.0	100	5.0	実施例101	フェノール	0.523	24.5	43.0	A	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	100	5.0	実施例102	エポキシ	0.528	25.7	44.2	A	0/30
実施例1a	49.0	42.0	3.0	6.0	300	5.0	実施例101a	フェノール	0.552	31.4	47.0	A	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	300	5.0	実施例102a	エポキシ	0.554	31.9	47.5	A	0/30
実施例2	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	実施例103	フェノール	0.580	38.1	50.0	A	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	実施例104	エポキシ	0.578	37.6	49.3	A	0/30
実施例3	49.0	42.0	3.0	6.0	2000	5.0	実施例105	フェノール	0.563	34.0	47.0	A	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	2000	5.0	実施例106	エポキシ	0.565	34.5	47.8	A	0/30
実施例4	49.0	42.0	3.0	6.0	5000	5.0	実施例107	フェノール	0.525	25.0	44.5	A	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	5000	5.0	実施例108	エポキシ	0.521	24.0	44.2	A	0/30
比較例2	49.0	42.0	3.0	6.0	*6000*	5.0	比較例109	フェノール	0.473	*12.6*	*37.0*	B	0/30
	49.0	42.0	3.0	6.0	*6000*	5.0	比較例110	エポキシ	0.471	*12.1*	*37.5*	B	0/30

[0138] [表8]

軟磁性合金粉末							積層コイル						
試料No.	（質量%）				（ppm）	（μm）	試料No.	樹脂含浸	（μH）	（%）	Q値	めっき伸び	ショート率
	Fe	Ni	Si	Co	P	D50			L	⊿L/L			
比較例3	50.5	45.0	*1.5*	3.0	500	5.0	比較例111	フェノール	0.412	*0*	*30.5*	*D*	*10/30*
実施例5	50.5	44.5	2.0	3.0	500	5.0	実施例111	フェノール	0.513	24.5	41.3	A	0/30
実施例5a	50.5	44.0	2.5	3.0	500	5.0	実施例111a	フェノール	0.541	31.3	43.5	A	0/30
実施例2	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	実施例112	フェノール	0.580	40.8	50.0	A	0/30
実施例6a	47.5	41.0	5.5	6.0	500	5.0	実施例112a	フェノール	0.538	30.6	50.5	A	0/30
実施例6	47.0	41.0	6.0	6.0	500	5.0	実施例113	フェノール	0.523	26.9	51.2	A	0/30
比較例4	46.5	40.5	*7.0*	6.0	500	5.0	比較例112	フェノール	0.432	*4.9*	45.5	A	0/30
比較例5	51.0	44.5	3.0	*1.0*	500	5.0	比較例113	フェノール	0.415	*0*	*38.0*	A	0/30
実施例7	50.5	44.5	3.0	2.0	500	5.0	実施例114	フェノール	0.550	32.5	47.8	A	0/30
実施例7a	49.5	42.5	3.0	5.0	500	5.0	実施例114a	フェノール	0.570	37.3	50.0	A	0/30
実施例2	49.0	42.0	3.0	6.0	500	5.0	実施例112	フェノール	0.580	40.8	50.0	A	0/30
実施例8	45.0	32.0	3.0	20.0	500	5.0	実施例115	フェノール	0.597	43.9	50.2	A	0/30
実施例9	43.0	24.0	3.0	30.0	500	5.0	実施例116	フェノール	0.605	45.8	51.2	A	0/30
実施例9a	43.0	22.0	3.0	32.0	500	5.0	実施例116a	フェノール	0.582	40.2	50.0	A	0/30
実施例10	37.0	20.0	3.0	40.0	500	5.0	実施例117	フェノール	0.523	26.0	48.2	A	0/30
比較例6a	41.5	15.0	3.0	*40.5*	500	5.0	比較例114	フェノール	0.442	*6.5*	42.5	A	0/30
比較例6	43.5	*13.0*	3.0	*40.5*	500	5.0	比較例115	フェノール	0.450	*8.4*	43.2	A	0/30
比較例7	40.0	*56.0*	2.0	2.0	500	5.0	比較例116	フェノール	0.420	*0*	*31.2*	B	0/30
実施例11	40.0	55.0	3.0	2.0	500	5.0	実施例118	フェノール	0.572	36.2	48.0	A	0/30
実施例12	39.0	15.0	6.0	40.0	500	5.0	実施例119	フェノール	0.535	27.4	50.5	A	0/30
比較例7a	39.5	*14.5*	6.0	40.0	500	5.0	比較例117	フェノール	0.453	*7.9*	43.6	A	0/30

[0139] [表9]

軟磁性合金粉末				積層コイル						
試料No.	M	(ppm) P	(μm) D50	試料No.	樹脂含浸	(μH) L	(%) ΔL/L	Q値	めっき伸び	ショート率
比較例1	Co	*50*	5.0	比較例102	フェノール	0.420	*0*	*32.0*	B	0/30
実施例2	Co	500	5.0	実施例103	フェノール	0.580	38.1	50.0	A	0/30
実施例2b	B	500	5.0	実施例103b	フェノール	0.510	21.6	40.8	A	0/30
実施例2c	Mn	500	5.0	実施例103c	フェノール	0.533	27.0	42.7	A	0/30
実施例2d	Ti	500	5.0	実施例103d	フェノール	0.523	24.6	41.9	A	0/30
実施例2e	Zr	500	5.0	実施例103e	フェノール	0.518	23.4	41.5	A	0/30
実施例2f	Hf	500	5.0	実施例103f	フェノール	0.511	21.9	40.9	A	0/30
実施例2g	Nb	500	5.0	実施例103g	フェノール	0.519	23.7	41.6	A	0/30
実施例2h	Ta	500	5.0	実施例103h	フェノール	0.511	21.6	40.8	A	0/30
実施例2i	Mo	500	5.0	実施例103i	フェノール	0.552	31.5	44.2	A	0/30
実施例2j	Mg	500	5.0	実施例103j	フェノール	0.514	22.5	41.1	A	0/30
実施例2k	Ca	500	5.0	実施例103k	フェノール	0.517	23.1	41.4	A	0/30
実施例2l	Sr	500	5.0	実施例103l	フェノール	0.512	21.9	40.9	A	0/30
実施例2m	Ba	500	5.0	実施例103m	フェノール	0.512	21.9	40.9	A	0/30
実施例2n	Zn	500	5.0	実施例103n	フェノール	0.523	24.6	41.9	A	0/30
実施例2o	Al	500	5.0	実施例103o	フェノール	0.552	31.5	44.2	A	0/30
実施例2p	Nd	500	5.0	実施例103p	フェノール	0.513	22.2	41.0	A	0/30
比較例2	Co	*6000*	5.0	比較例109	フェノール	0.473	*12.6*	*37.0*	B	0/30

[0140]

[表10]

軟磁性合金粉末	焼成条件	焼成体			積層コイル						(nm)
試料No.	温度、時間および雰囲気	μ	(%) Δμ/μ	(Ω・m) ρ	試料No.	樹脂含浸	(μH) L	(%) ΔL/L	Q値	めっき伸び	ショート率	被膜平均厚み
比較例5	750℃1h, 99%N_2+1%H_2	32.3	*0*	3E06	比較例113	フェノール	0.415	*0*	*38.0*	A	0/30	40
実施例9	750℃30min, 96%N_2+4.0%H_2	52.0	61.0	1E07	実施例121	フェノール	0.630	51.8	50.0	B	0/30	3.0
	750℃35min, 97%N_2+3.0%H_2	50.3	55.7	2E07	実施例122	フェノール	0.624	50.4	53.0	A	0/30	5.0
	750℃40min, 98%N_2+2.0%H_2	48.1	48.9	2E07	実施例123	フェノール	0.611	47.2	52.5	A	0/30	11
	750℃50min, 98.5%N_2+1.5%H_2	47.3	46.4	3E07	実施例124	フェノール	0.606	46.0	51.8	A	0/30	22
	750℃1h, 99%N_2+1%H_2	45.5	40.9	3E07	実施例116	フェノール	0.605	45.8	51.2	A	0/30	40
	750℃1h30min, 99.5%N_2+0.5%H_2	44.1	36.5	4E07	実施例125	フェノール	0.597	43.9	50.0	A	0/30	60
	750℃3h, 99.5%N_2+0.5%H_2	41.5	20.7	5E07	実施例126	フェノール	0.570	37.3	48.0	A	0/30	101

[0141] 表７、表９より、比較例１、比較例２の軟磁性金属粉末から作成した積層コイルは、ＬおよびＱ値が好適な値とならなかった。さらに、めっき伸びも表７、表９の各実施例より劣る結果となった。

[0142] 表８、実施例１１１～１１９、実施例１１１ａ、１１２ａ、１１４ａ、１１６ａおよび比較例１１１～１１７より、比較例３～７、６ａ、７ａの軟磁性金属粉末を用いて積層コイルを作製する場合には、実施例２～１２、５ａ、６ａ、７ａ、９ａの軟磁性金属粉末を用いて積層コイルを作製する場合と比較してＬおよび／またはＱ値が低い結果となった。さらに、Ｓｉの含有量が小さすぎる比較例３の軟磁性金属粉末を用いる場合には、めっき伸びおよびショート率も悪い結果となった。

[0143] 表１０、実施例１１６、１２１～１２６より、焼成時間が短く焼成雰囲気の水素濃度が高いほど、焼成体のμが高くなりρが低くなる傾向にあった。さらに、積層コイルのＬが高くなり被覆膜が薄くなる傾向にあった。

[0144] なお、表７～表９に記載された実施例における被覆膜の平均厚みは、４０ｎｍ程度であることを確認した。

[0145] （実験例４）

実施例１０３、実施例１０４の積層コイルについて、層間部の隙間スペースへの樹脂充填の有無を確認した。具体的には、ＳＥＭを用いて倍率１００００倍で１３μｍ×１０μｍのサイズで層間部の断面写真を撮影し、観察した。図３が実施例１０３の積層コイルにおける層間部のＳＥＭ画像、図４が実施例１０４の積層コイルにおける層間部のＳＥＭ画像である。実施例１０３、実施例１０４ともに層間部の隙間スペースにおいて樹脂が充填されていることが分かった。

[0146] さらに、実施例１０３の積層コイルについて、ＳＴＥＭ－ＥＤＳを用いて上記の測定よりも高倍率な倍率２００００倍で７μｍ×７μｍのサイズで観察した。さらに、倍率５００００倍で０．３μｍ×０．３μｍのサイズで観察した。結果を図５～図１２に示す。図５が倍率２００００倍でのＢＦ像、図６が倍率５００００倍でのＢＦ像、図７が倍率２００００倍でのＣマ

ッピング画像、図８が倍率５００００００倍でのＣマッピング画像、図９が倍率２００００倍でのＳｉマッピング画像、図１０が倍率５００００００倍でのＳｉマッピング画像、図１１が倍率２００００倍でのＯマッピング画像、図１２が倍率５００００００倍でのＯマッピング画像である。

[0147] これらの画像より、軟磁性金属粒子本体が被覆膜の一種である酸化被膜で被われ、酸化被膜のうち軟磁性金属粒子本体と接する層がＳｉまたはＳｉを含む酸化物からなることが分かった。さらに、Ｓｉは実質的に軟磁性金属粒子本体および被覆膜のみに含まれ、Ｃは実質的に隙間スペースに充填された樹脂のみに含まれることが分かった。また、表７～表９に記載した全ての実施例において、被覆膜の平均厚みが５ｎｍ以上６０ｎｍ以下であることを確認した。

[0148] （実験例５）

実験例２において作製した軟磁性金属粉末を、溶媒、バインダ等の添加物と共にスラリー化し、ペーストを作製した。以下、実験例３と同様にして積層コイルを作製した。焼成条件については、表１１～表１３に記載の試料では、還元性雰囲気（N_2ガスとH_2ガスとの混合ガス雰囲気（水素濃度１．０％））下７５０℃－１ｈの条件で焼成して焼成体を得た。表１４に記載の試料では、表１４に記載の焼成温度、焼成時間および焼成雰囲気で焼成して焼成体を得た。積層コイルのＱ値は４０．０以上である場合を良好とした。

[0149] また、表１１～表１４に記載の積層コイルでは、表１０に記載した積層コイルと同様に被覆膜を観察した。そして、Ｄ１、Ｄ２を測定してＤ２／Ｄ１を算出した。なお、第１層は軟磁性金属粒子と比較してＳｉの含有量が多くＦｅの含有量が少ないこと、および、第２層は軟磁性金属粒子と比較してＳｉ、Ｃｒ、Ｎｉの含有量が多くＦｅの含有量が少ないことを表１１～表１４に記載された全ての実施例で確認した（実施例１１６、１１６ｃを除く）。

[0150] 実験例５では、Ｃｒの含有量が２．０質量％である比較例（比較例６０１、６０２）のＬに対して、Ｃｒの含有量が２．０質量％未満であり樹脂の種類が比較例と同一である積層コイルにおけるＬの増加割合（ΔＬ／Ｌ）を算

出した。ΔＬ／Ｌが２０．０％以上である場合を良好とした。

[0151]

[表11]

軟磁性合金粉末								積層コイル								
試料No.	(質量%)					(ppm)	(μm)	試料No.	樹脂含浸	(μH)	(%)	Q値	めっき伸び	ショート率	(nm) D1	(nm) D2	D2/D1
	Fe	Ni	Si	Co	Cr	P	D50			L	ΔL/L						
比較例537	41.0	24.0	3.0	30.0	*2.0*	500	5.0	比較例601	フェノール	*0.500*	*0*	*39.7*	A	0/30	19	51	2.7
	41.0	24.0	3.0	30.0	*2.0*	500	5.0	比較例602	エポキシ	*0.501*	*0*	*39.5*	A	0/30	20	49	2.5
実施例538	41.2	24.0	3.0	30.0	1.8	500	5.0	実施例602	フェノール	0.611	22.2	52.0	A	0/30	20	30	1.5
	41.2	24.0	3.0	30.0	1.8	500	5.0	実施例603	エポキシ	0.609	21.6	51.9	A	0/30	21	30	1.4
実施例539	41.5	24.0	3.0	30.0	1.5	500	5.0	実施例605	フェノール	0.621	24.2	52.6	A	0/30	20	26	1.3
	41.5	24.0	3.0	30.0	1.5	500	5.0	実施例606	エポキシ	0.620	23.8	52.5	A	0/30	21	26	1.2
実施例540	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例608	フェノール	0.630	26.0	53.1	A	0/30	19	20	1.1
	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例609	エポキシ	0.630	25.7	53.2	A	0/30	20	19	1.0
実施例541	42.5	24.0	3.0	30.0	0.5	500	5.0	実施例611	フェノール	0.620	24.0	52.5	A	0/30	25	20	0.8
	42.5	24.0	3.0	30.0	0.5	500	5.0	実施例612	エポキシ	0.621	24.0	52.5	A	0/30	25	19	0.8
実施例542	42.9	24.0	3.0	30.0	0.1	500	5.0	実施例614	フェノール	0.609	21.8	52.0	A	0/30	34	18	0.5
	42.9	24.0	3.0	30.0	0.1	500	5.0	実施例615	エポキシ	0.610	21.8	52.1	A	0/30	34	17	0.5
実施例9	43.0	24.0	3.0	30.0	0.0	500	5.0	実施例116	フェノール	0.605	21.0	51.2	A	0/30	40	0	0.0
	43.0	24.0	3.0	30.0	0.0	500	5.0	実施例116c	エポキシ	0.603	20.4	51.1	A	0/30	40	0	0.0

[0152] [表12]

軟磁性合金粉末								積層コイル							
試料No.	(質量%)					(ppm)	(μm)	試料No.	樹脂含浸	(μH)	Q値	めっき伸び	ショート率	(nm)	(nm)	D2/D1
	Fe	Ni	Si	Co	Cr	P	D50			L				D1	D2	
比較例537	41.0	24.0	3.0	30.0	*2.0*	500	5.0	比較例601	フェノール	*0.500*	*39.7*	A	0/30	19	51	2.7
	41.0	24.0	3.0	30.0	*2.0*	500	5.0	比較例602	エポキシ	*0.501*	*39.5*	A	0/30	20	49	2.5
実施例543	43.0	24.0	2.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例621	フェノール	0.611	52.1	A	0/30	17	25	1.5
	43.0	24.0	2.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例622	エポキシ	0.612	52.2	A	0/30	17	25	1.5
実施例544	42.5	24.0	2.5	30.0	1.0	500	5.0	実施例623	フェノール	0.612	52.2	A	0/30	18	24	1.3
	42.5	24.0	2.5	30.0	1.0	500	5.0	実施例624	エポキシ	0.613	52.3	A	0/30	18	23	1.3
実施例540	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例608	フェノール	0.630	53.1	A	0/30	19	20	1.1
	42.0	24.0	3.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例609	エポキシ	0.630	53.2	A	0/30	20	19	1.0
実施例544a	41.5	23.5	4.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例623a	フェノール	0.610	52.5	A	0/30	24	20	0.8
	41.5	23.5	4.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例624a	エポキシ	0.612	52.6	A	0/30	25	19	0.8
実施例545	40.5	23.0	5.5	30.0	1.0	500	5.0	実施例625	フェノール	0.584	51.7	A	0/30	28	19	0.7
	40.5	23.0	5.5	30.0	1.0	500	5.0	実施例626	エポキシ	0.586	51.6	A	0/30	29	19	0.7
実施例546	40.0	23.0	6.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例627	フェノール	0.570	50.9	A	0/30	33	18	0.5
	40.0	23.0	6.0	30.0	1.0	500	5.0	実施例628	エポキシ	0.571	50.8	A	0/30	34	17	0.5

[0153] [表13]

軟磁性合金粉末				積層コイル				
試料No.	M	(質量%) Cr	(μm) D50	試料No.	樹脂含浸	(μH) L	Q値	めっき伸び	ショート率
比較例537	Co	*2.0*	5.0	比較例601	フェノール	*0.500*	*39.7*	A	0/30
実施例540	Co	1.0	5.0	実施例608	フェノール	0.630	53.1	A	0/30
実施例540b	B	1.0	5.0	実施例608b	フェノール	0.606	50.2	A	0/30
実施例540c	Mn	1.0	5.0	実施例608c	フェノール	0.623	51.6	A	0/30
実施例540d	Ti	1.0	5.0	実施例608d	フェノール	0.615	50.9	A	0/30
実施例540e	Zr	1.0	5.0	実施例608e	フェノール	0.608	50.3	A	0/30
実施例540f	Hf	1.0	5.0	実施例608f	フェノール	0.607	50.3	A	0/30
実施例540g	Nb	1.0	5.0	実施例608g	フェノール	0.608	50.3	A	0/30
実施例540h	Ta	1.0	5.0	実施例608h	フェノール	0.599	49.6	A	0/30
実施例540i	Mo	1.0	5.0	実施例608i	フェノール	0.641	51.9	A	0/30
実施例540j	Mg	1.0	5.0	実施例608j	フェノール	0.606	50.2	A	0/30
実施例540k	Ca	1.0	5.0	実施例608k	フェノール	0.608	50.3	A	0/30
実施例540l	Sr	1.0	5.0	実施例608l	フェノール	0.607	50.3	A	0/30
実施例540m	Ba	1.0	5.0	実施例608m	フェノール	0.606	50.2	A	0/30
実施例540n	Zn	1.0	5.0	実施例608n	フェノール	0.614	50.8	A	0/30
実施例540o	Al	1.0	5.0	実施例608o	フェノール	0.645	52.2	A	0/30
実施例540p	Nd	1.0	5.0	実施例608p	フェノール	0.606	50.2	A	0/30

[0154]

[表14]

軟磁性合金粉末	焼成条件	焼成体		積層コイル									
試料No.	温度、時間および雰囲気	μ	ρ (Ω・m)	試料No.	樹脂含浸	L (μH)	ΔL/L (%)	Q値	めっき伸び	ショート率	D1 (nm)	D2 (nm)	D2/D1
比較例537	750℃1h, 99%N_2+1%H_2	39.0	7E07	比較例601	フェノール	*0.500*	*0*	*39.7*	A	0/30	19	51	2.7
実施例540	750℃30min, 96%N_2+4.0%H_2	59.2	4E07	実施例631	フェノール	0.682	36.4	53.9	A	0/30	2.5	2.5	1.0
	750℃35min, 97%N_2+3.0%H_2	57.9	4E07	実施例632	フェノール	0.670	34.0	53.6	A	0/30	4.5	5.0	1.1
	750℃40min, 98%N_2+2.0%H_2	55.8	5E07	実施例633	フェノール	0.655	31.0	53.5	A	0/30	9.0	10	1.1
	750℃50min, 98.5%N_2+1.5%H_2	53.2	5E07	実施例634	フェノール	0.642	28.4	53.3	A	0/30	14	15	1.1
	750℃1h, 99%N_2+1%H_2	52.0	5E07	実施例608	フェノール	0.630	26.0	53.1	A	0/30	18	19	1.1
	750℃1h30min, 99.5%N_2+0.5%H_2	50.0	6E07	実施例635	フェノール	0.625	25.0	52.7	A	0/30	25	24	1.0
	750℃3h, 99.5%N_2+0.5%H_2	49.0	6E07	実施例636	フェノール	0.613	22.6	51.7	A	0/30	30	30	1.0
	550℃1h, 96.5%N_2+3.5%H_2	58.5	4E07	実施例637	フェノール	0.678	35.6	53.8	A	0/30	5.0	1.5	0.3
	600℃1h, 96.5%N_2+3.5%H_2	58.1	4E07	実施例638	フェノール	0.673	34.6	53.7	A	0/30	5.5	2.5	0.5
	750℃1h, 99%N_2+1%H_2	52.0	5E07	実施例608	フェノール	0.630	26.0	53.1	A	0/30	18	19	1.1
	800℃1h, 99.5%N_2+0.5%H_2	49.9	6E07	実施例639	フェノール	0.621	24.2	52.2	A	0/30	20	30	1.5
	850℃1h, 99.9%N_2+0.1%H_2	47.2	6E07	実施例640	フェノール	0.605	21.0	51.0	A	0/30	22	40	1.8

[0155] 表１１～表１３より、比較例５３７の軟磁性金属粉末から作製した積層コイルは、ＬおよびＱ値が好適な値とならなかった。また、Ｃｒを含まない実施例９の軟磁性金属粉末から作製した実施例１１６、１１６ｃの積層コイルは、被覆膜が第１層のみからなる構造となった。そして、Ｆｅの含有量およびＣｒの含有量以外が同条件である他の実施例と比較してＱ値が低い結果となった。

[0156] 表１２より、Ｃｒの含有量が同一であれば、Ｓｉの含有量が多いほどＤ１が大きくなり、Ｄ２が小さくなる傾向にあった。

[0157] 表１４、実施例６０８、６３１～６３６より、焼成時間が短く焼成雰囲気の水素濃度が高いほど、焼成体のμが高くなりρが低くなる傾向にあった。さらに、積層コイルのＬが高くなり被覆膜が薄くなる傾向にあった。また、実施例６０８、６３７～６４０より、焼成温度が高く焼成雰囲気の水素濃度が低いほど、焼成体のμが低くなりρが高くなる傾向にあった。さらに、積層コイルのＬが低くなり被覆膜が厚くなりＤ２／Ｄ１が高くなる傾向にあった。

符号の説明

[0158] １… 積層コイル

２… 素子

２ａ…表面部

２ｂ…中央部

３… 端子電極

４… 磁性素体

４ａ… 層間部

５… コイル導体

５ａ，５ｂ…引出電極

１１…軟磁性金属粒子

１１ａ…軟磁性金属粒子本体

１１ｂ…酸化被膜

１２…隙間スペース

１３…樹脂

１４…空隙

請求の範囲

[請求項1] Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金から構成される軟磁性金属粒子を含む軟磁性金属粉末であって、

前記Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金は、さらにＰを含み、

ＭはＢ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ、Ａｌおよび希土類元素から選択される１種以上であり、

前記Ｆｅ－Ｎｉ－Ｓｉ－Ｍ系合金には、Ｆｅ、Ｎｉ、ＳｉおよびＭの合計含有量を１００質量％として、Ｎｉが１５．０質量％以上５５．０質量％以下、Ｓｉが２．０質量％以上６．０質量％以下、Ｍが２．０質量％以上４０．０質量％以下、Ｐが１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下で含まれる軟磁性金属粉末。

[請求項2] Ｆｅ－Ｎｉ系合金から構成される軟磁性金属粒子を含む軟磁性金属粉末であって、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＣｒを含み、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＳｉおよび／またはＭを含み、

ＭはＢ、Ｃｏ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｍｏ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ、Ａｌおよび希土類元素から選択される１種以上であり、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金には、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、ＭおよびＣｒの合計含有量を１００質量％として、Ｃｒが２．０質量％未満で含まれる軟磁性金属粉末。

[請求項3] 前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金は、さらにＰを含み、

前記Ｆｅ－Ｎｉ系合金には、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｓｉ、ＭおよびＣｒの合計含有量を１００質量％として、Ｐが１００ｐｐｍ以上５０００ｐｐｍ以下で含まれる請求項２に記載の軟磁性金属粉末。

[請求項4] ＭがＣｏである請求項１～３のいずれかに記載の軟磁性金属粉末。

[請求項5] 前記軟磁性金属粉末の平均粒子径（Ｄ５０）が、１．５μｍ以上１

５．０μｍ以下である請求項１～４のいずれかに記載の軟磁性金属粉末。

[請求項6] 請求項１～５のいずれかに記載の軟磁性金属粉末を含む軟磁性金属焼成体。

[請求項7] 磁性素体と、前記磁性素体に内蔵されたコイル導体と、を有するコイル型電子部品であって、

前記磁性素体が、請求項６に記載の軟磁性金属焼成体から構成されているコイル型電子部品。

[請求項8] 前記軟磁性金属粒子は被覆膜で被われ、

前記被覆膜のうち前記軟磁性金属粒子と接する層がＳｉまたはＳｉを含む酸化物を含む請求項７に記載のコイル型電子部品。

[請求項9] 前記被覆膜のうち前記軟磁性金属粒子と接する層がさらにＰを含む請求項８に記載のコイル型電子部品。

[請求項10] 前記被覆膜の平均厚みが５ｎｍ以上６０ｎｍ以下である請求項８または９に記載のコイル型電子部品。

[請求項11] 磁性素体と、前記磁性素体に内蔵されたコイル導体と、を有するコイル型電子部品であって、

前記磁性素体は軟磁性金属粒子を含み、

前記軟磁性金属粒子におけるＣｒの含有量は２．０質量未満（０質量％を含まない）であり、

前記軟磁性金属粒子は被覆膜で被われ、

前記被覆膜は前記軟磁性金属粒子と接する第１層および前記第１層と接する第２層からなり、

前記第１層がＳｉまたはＳｉを含む酸化物を含み、

前記第２層がＣｒを含むコイル型電子部品。

[請求項12] 前記第１層の平均厚みをＤ１、前記第２層の平均厚みをＤ２として、０．５≦Ｄ２／Ｄ１≦１．５である請求項１１に記載のコイル型電子部品。

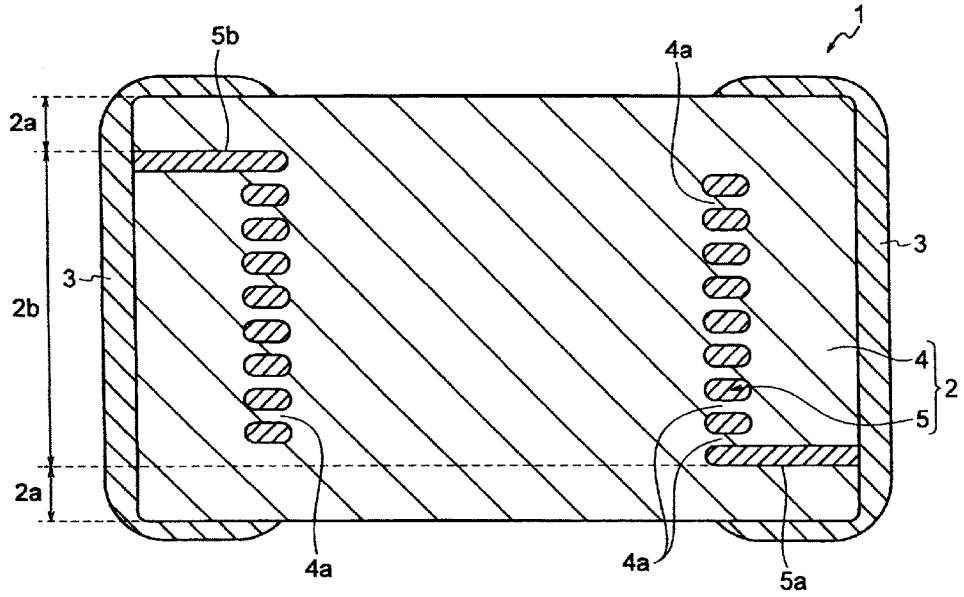
[請求項13] Ｄ２が２．５ｎｍ以上３０ｎｍ以下である請求項１１または１２に記載のコイル型電子部品。

[請求項14] 前記磁性素体は軟磁性金属粒子および樹脂を含み、

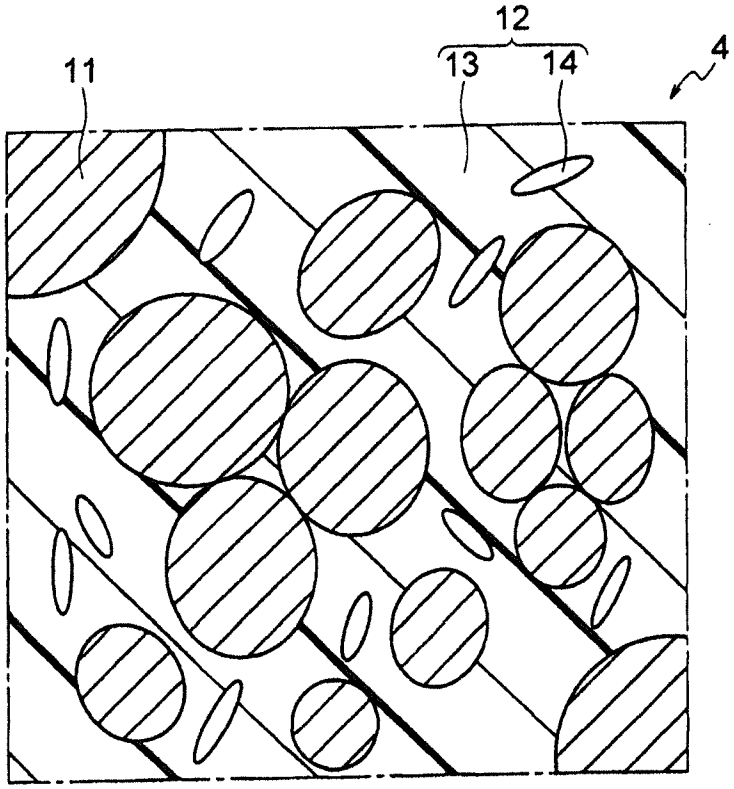
前記樹脂は前記軟磁性金属粒子間の隙間スペースに充填される請求項７～１３のいずれかに記載のコイル型電子部品。

[請求項15] 前記樹脂がフェノール樹脂またはエポキシ樹脂である請求項１４に記載のコイル型電子部品。

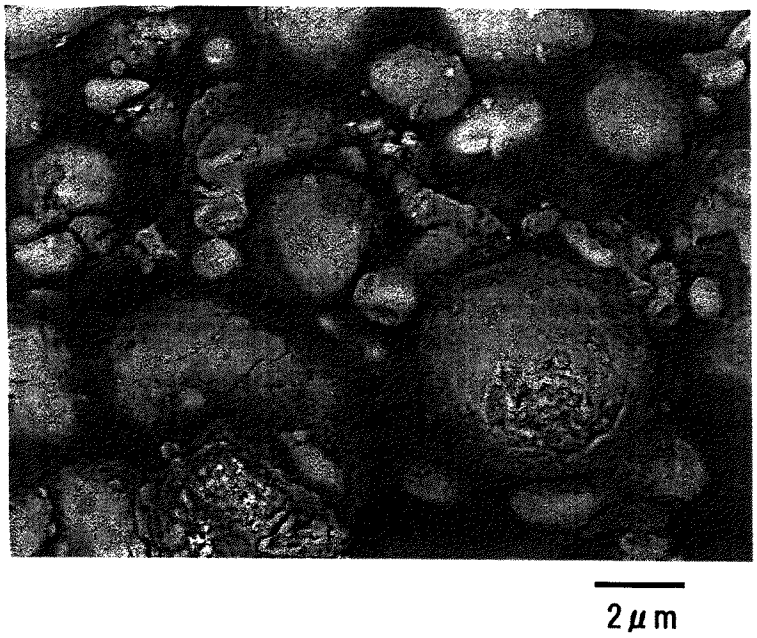
[図1]



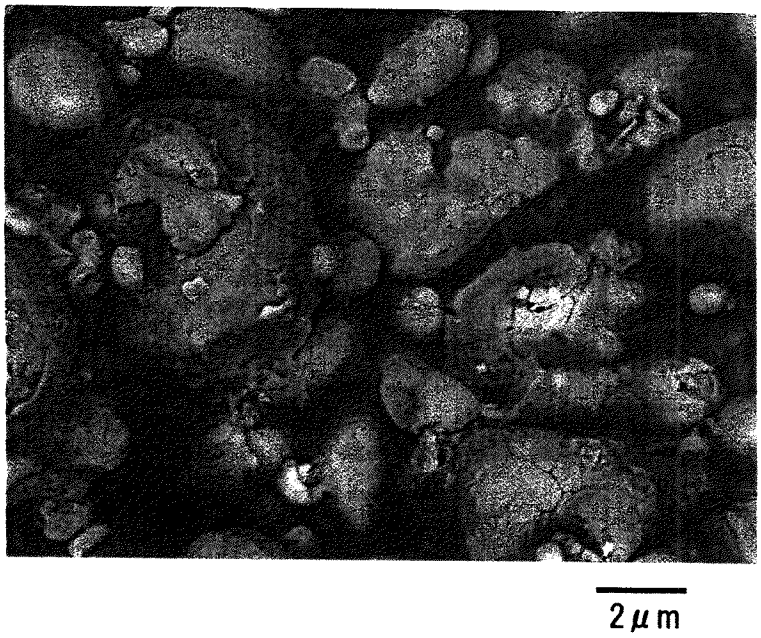
[図2]



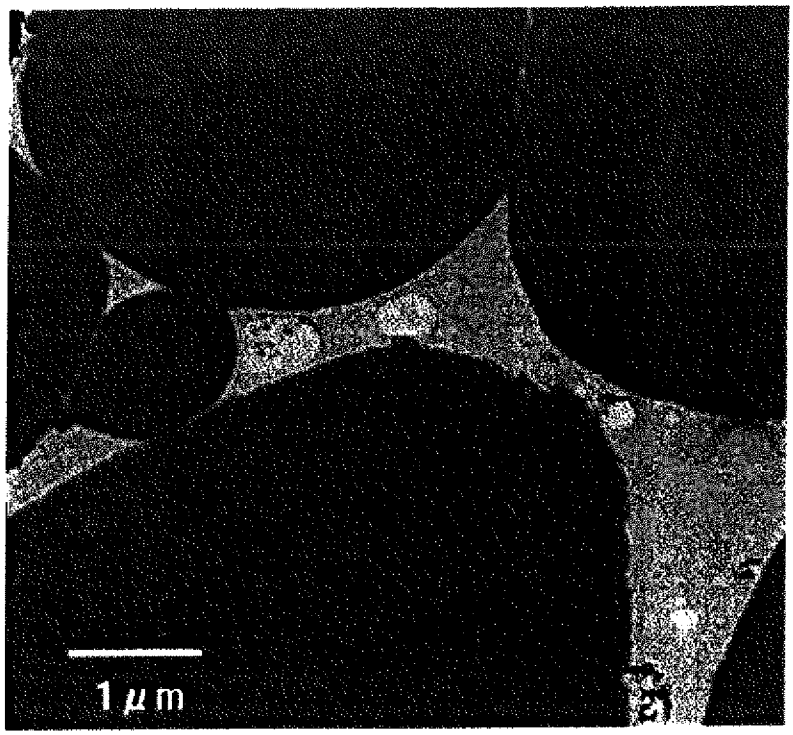
[図3]



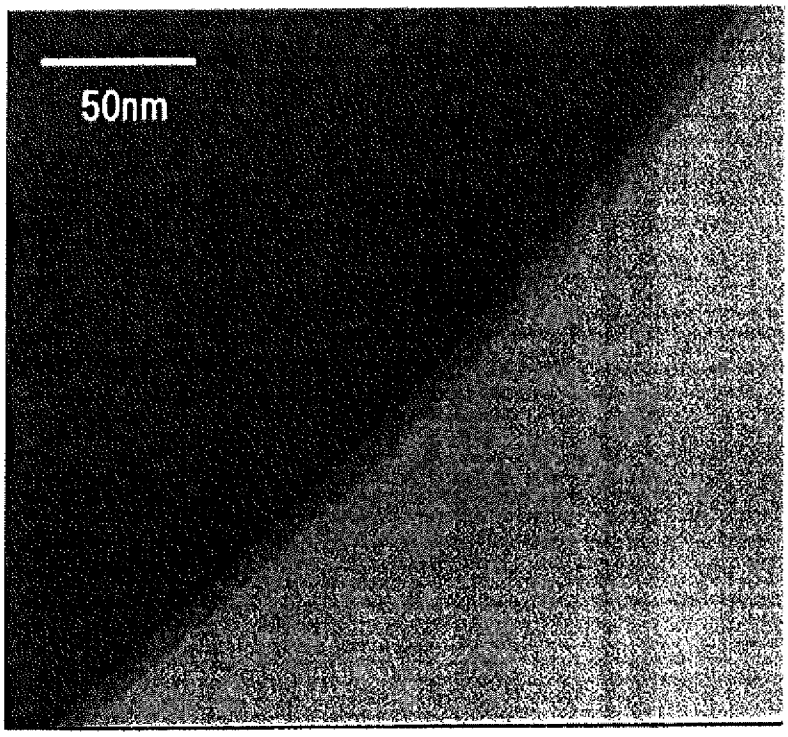
[図4]



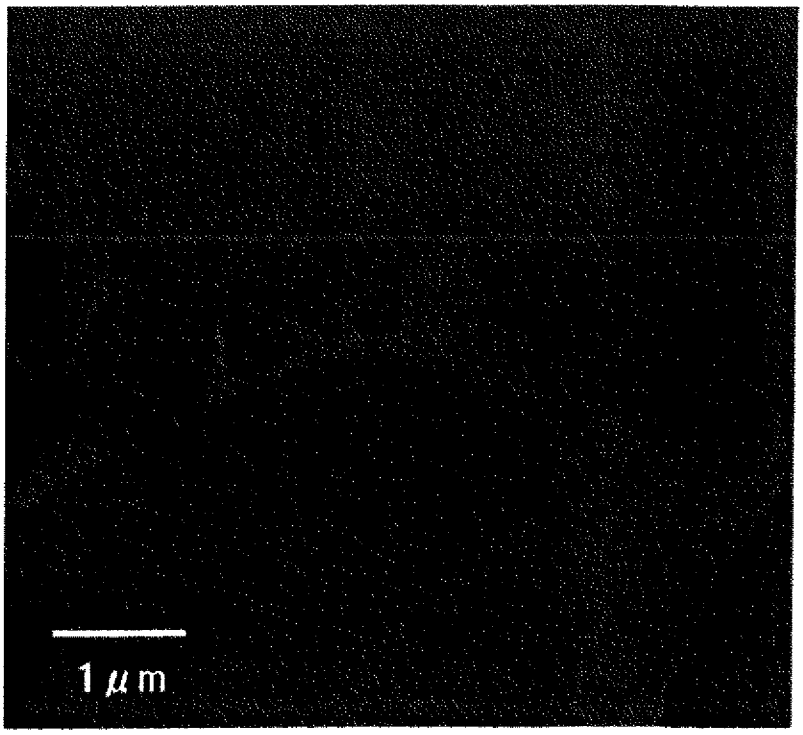
[図5]



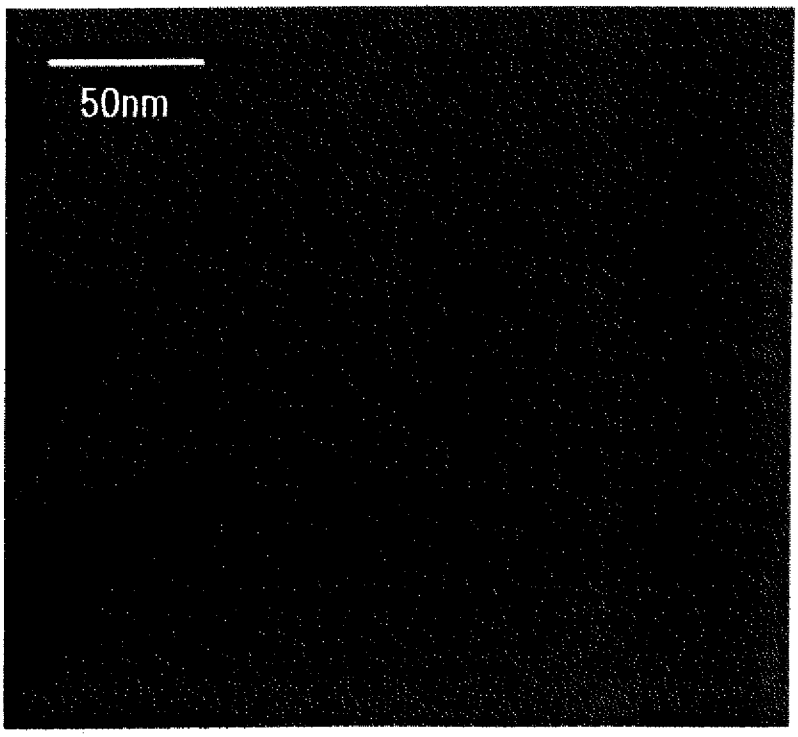
[図6]



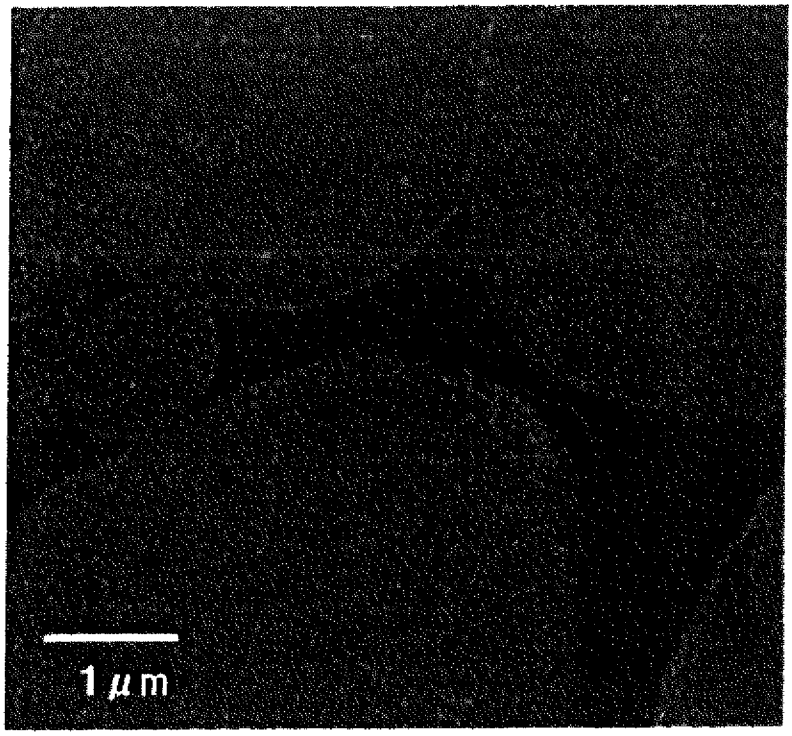
[図7]



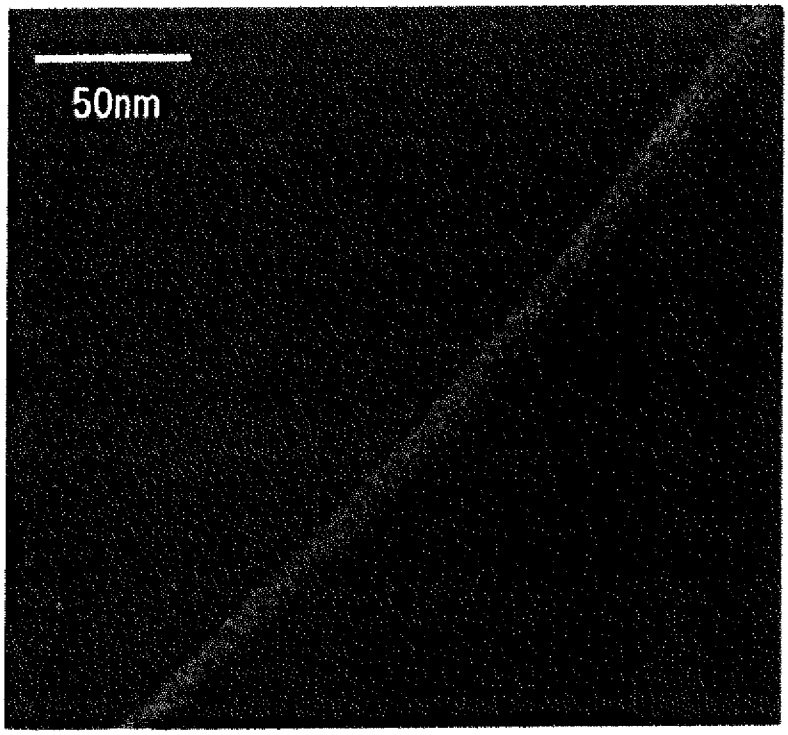
[図8]



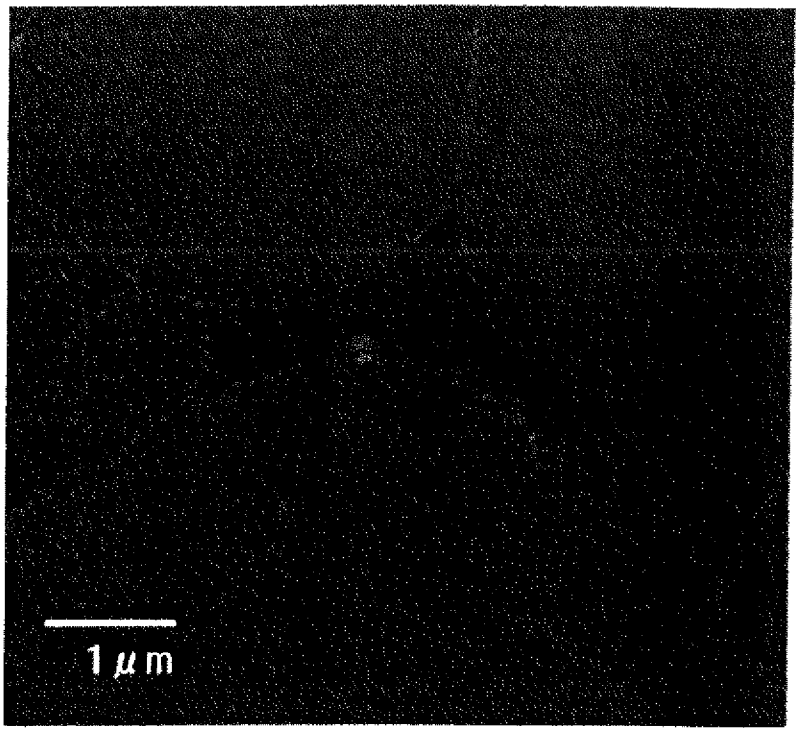
[図9]



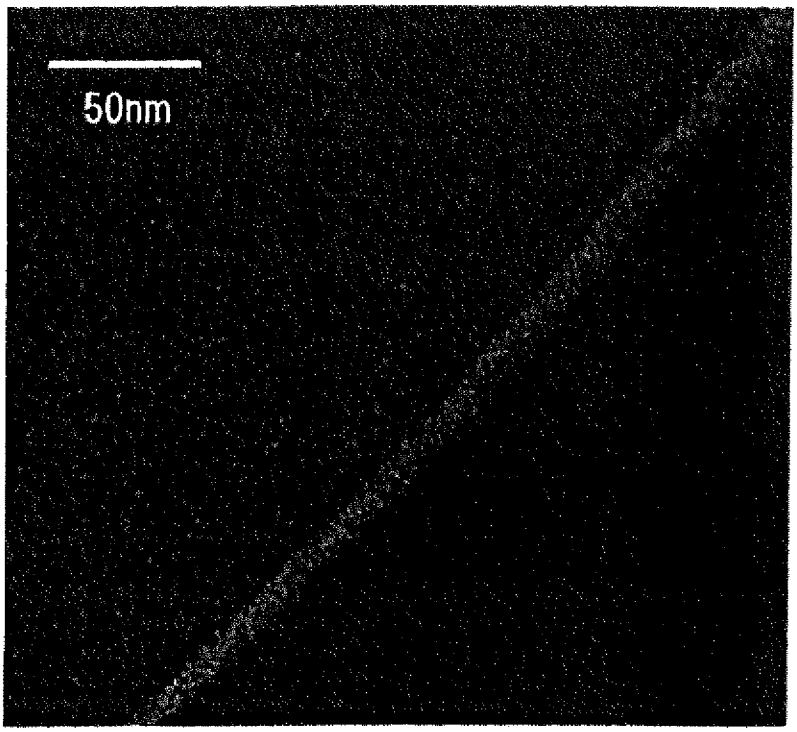
[図10]



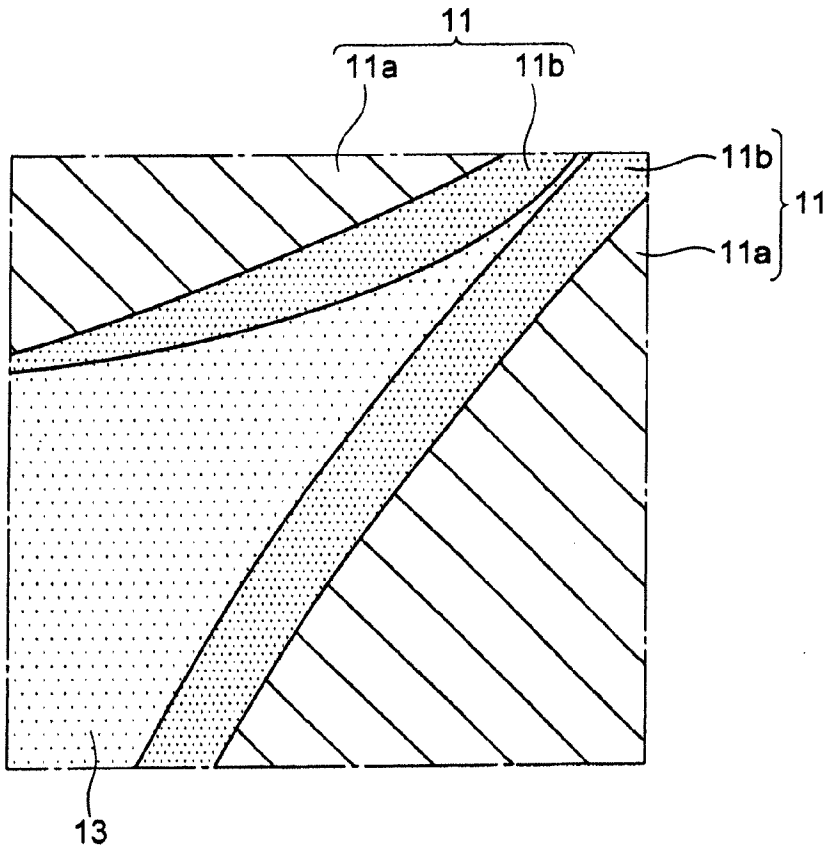
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/036308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B22F 1/00(2006.01)i; B22F 1/02(2006.01)i; B22F 3/00(2021.01)i; C22C 30/00(2006.01)i; C22C 19/03(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; H01F 1/20(2006.01)i; H01F 1/22(2006.01)i
FI: B22F1/00 Y; H01F1/20; H01F1/22; C22C38/00 303S; C22C19/03 D; C22C30/00; B22F1/02 E; B22F3/00 E
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)
B22F1/00; B22F1/02; B22F3/00; C22C30/00; C22C19/03; C22C38/00; H01F1/20; H01F1/22

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58-054185 B2 (DAIDO STEEL CO., LTD.) 03 December 1983 (1983-12-03) claim 2	1-15
Y	JP 2017-101311 A (JFE STEEL CORPORATION) 08 June 2017 (2017-06-08) claims, paragraphs [0002], [0038]	1-15
Y	JP 2019-117921 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 18 July 2019 (2019-07-18) claims	14-15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
24 November 2020 (24.11.2020)	08 December 2020 (08.12.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.
PCT/JP2020/036308

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 58-054185 B2	03 Dec. 1983	(Family: none)	
JP 2017-101311 A	08 Jun. 2017	(Family: none)	
JP 2019-117921 A	18 Jul. 2019	US 2019-0198211 A1 claims KR 10-2019-0078885 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/036308

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B22F 1/00(2006.01)i; B22F 1/02(2006.01)i; B22F 3/00(2021.01)i; C22C 30/00(2006.01)i; C22C 19/03(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; H01F 1/20(2006.01)i; H01F 1/22(2006.01)i
FI: B22F1/00 Y; H01F1/20; H01F1/22; C22C38/00 303S; C22C19/03 D; C22C30/00; B22F1/02 E; B22F3/00 E

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（ＩＰＣ））

B22F1/00; B22F1/02; B22F3/00; C22C30/00; C22C19/03; C22C38/00; H01F1/20; H01F1/22

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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）

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	関連する請求項の番号
Y	JP 58-054185 B2 (大同特殊鋼株式会社) 03.12.1983 (1983-12-03) 請求項２	1-15
Y	JP 2017-101311 A (ＪＦＥスチール株式会社) 08.06.2017 (2017-06-08) 特許請求の範囲、第0002段落、第0038段落	1-15
Y	JP 2019-117921 A (サムソン エレクトローメカニックス カンパニーリミテッド.) 18.07.2019 (2019-07-18) 特許請求の範囲	14-15

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
24.11.2020	08.12.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
米田　健志 4E 8924
電話番号 03-3581-1101 内線 3425

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/036308

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 58-054185 B2	03.12.1983	（ファミリーなし）	
JP 2017-101311 A	08.06.2017	（ファミリーなし）	
JP 2019-117921 A	18.07.2019	US 2019-0198211 A1 claims KR 10-2019-0078885 A	