

(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
2011 年 8 月 25 日(25.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/102452 A1

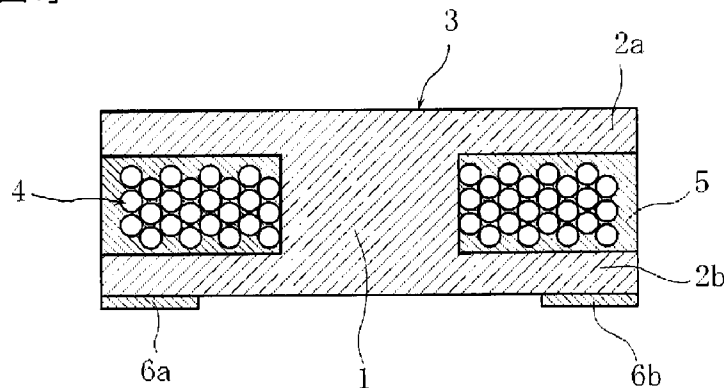
- (51) 国際特許分類:
C04B 35/30 (2006.01) H01F 17/04 (2006.01)
C04B 35/26 (2006.01) H01F 27/255 (2006.01)
H01F 1/34 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053479
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 18 日(18.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-034504 2010 年 2 月 19 日(19.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山本 篤史(YAMAMOTO Atsushi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP). 中村 彰宏(NAKAMURA Akihiro) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP). 小和田 大樹(KOWADA Hiroki) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 國弘 安俊(KUNIHIRO Yasutoshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 1 4 - 1 〇 サムディ新大阪フロントビル 1 〇 階 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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 (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: FERRITE PORCELAIN PRODUCTION METHOD, FERRITE PORCELAIN, AND COIL PART

(54) 発明の名称: フェライト磁器の製造方法、フェライト磁器、及びコイル部品

[図1]



(57) Abstract: Provided are a ferrite porcelain production method, a ferrite porcelain, and a coil part. When an Ni-Cu-Zn ferrite porcelain is produced, Fe₂O₃, NiO, and ZnO, as well as 5 mol% or less (including 0 mol%), preferably 1.75 mol% or less, of CuO, are mixed to prepare ferrite powder, the ferrite powder is molded, and the product is baked in an atmosphere having an oxygen concentration of 0.1 vol% or less to produce a ferrite porcelain. A core member (3) is then formed from this ferrite porcelain. It is thereby possible to realize a ferrite porcelain production method, a ferrite porcelain, and a coil part with which sintering performance and insulation performance are good and direct-current superimposed properties are good, even when baking is performed at a low temperature of 1,000°C or less.

(57) 要約: Ni-Cu-Zn系フェライト磁器を製造する際に、Fe

[続葉有]

WO 2011/102452 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ZnO 及び NiO 、さらには ZnO に加え、 CuO を 5 mol% 以下 (0 mol% を含む。)、好ましくは 1.75 mol% 以下の範囲で混合してフェライト粉末を作製し、該フェライト粉末を成形処理した後、酸素濃度 0.1 体積% 以下の雰囲気中で焼成し、フェライト磁器を製造する。そして、コア部材 3 がこのフェライト磁器で形成されている。これにより 1000°C 以下の低温で焼成しても焼結性や絶縁性が良好で、かつ直流重畳特性の良好なフェライト磁器の製造方法、フェライト磁器、及びコイル部品を実現する。

明 細 書

発明の名称：

フェライト磁器の製造方法、フェライト磁器、及びコイル部品

技術分野

[0001] 本発明はフェライト磁器の製造方法、フェライト磁器、及びコイル部品に関し、より詳しくは、少なくともNiO及びFe₂O₃を含有したフェライト磁器の製造方法、この製造方法を使用して製造されたフェライト磁器、及び該フェライト磁器をコア部材に使用した単板コイル部品、フェライト磁器を磁性層に使用した積層インダクタや複合積層部品等の各種コイル部品に関する。

背景技術

[0002] 従来より、Ni-Cu-Zn系フェライト磁器は、単板コイル部品のコア部材（磁心）、積層インダクタ、複合積層部品等に広く使用されており、フェライト材料の開発も盛んに行なわれている。

[0003] 例えば、特許文献1には、Fe₂O₃が47.5mol%～50.5mol%、NiOが18.0mol%～34.0mol%、ZnOが12.0mol%～28.0mol%、CuOが1.5mol%～10.0mol%の組成を有し、焼結体グレインの平均円相当径が1μm～5μmのノイズフィルタ用フェライトコアが提案されている。

[0004] この特許文献1では、大気雰囲気中で焼成することにより、比抵抗ρが10⁶Ω・cm以上であり、かつ、室温の飽和磁化が440mT以上のフェライトコアを得ている。そして、特許文献1では、飽和磁化を向上させるためには、CuOの含有量を少なくするのが効果的であることが記載されている。

[0005] すなわち、フェライト磁器をコア部材に使用したコイル部品では、大電流が通電された場合であっても安定したインダクタンスLが得られることが重要であり、そのためには、コイルに大きな直流電流を通電してもインダクタンスLの低下が抑制されるような直流重畳特性を有することが必要となる。

そして、直流重畳特性が高磁界まで保てるような良好な直流重畳特性を得るためには、飽和磁化（飽和磁束密度 B_s ）を向上させる必要がある。

[0006] そして、特許文献1では、440mT以上の飽和磁化の高いフェライト材料を使用することにより、コイルに大電流を流したときでもインダクタンスが低下するのを抑制することができ、これにより大電流用途に適したフェライト磁器の実現を可能にしている。

[0007] また、特許文献2には、フェライト母体の原料組成が、Ni-Zn系フェライト100重量部に対し、PbO成分を0.3重量部以上5.0重量部以下の割合で添加した銅導体一体焼成型フェライト素子が提案されている。

[0008] さらに、この特許文献2には、フェライト母体の原料組成が、Ni-Zn系フェライト100重量部に対し、PbO成分を0.3重量部以上5.0重量部以下、 B_2O_3 成分を0.03重量部以上1.5重量部以下、 SiO_2 成分を0.03重量部以上1.5重量部以下の割合で添加した銅導体一体焼成型フェライト素子が提案されている。

[0009] この特許文献2では、フェライト材料にPbO、又はPbO、 B_2O_3 、 SiO_2 の低融点のガラス成分を添加することにより、窒素雰囲気下、950～1030℃の低温での焼成を可能としている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2002-343620号公報（請求項6、請求項4、表2）

特許文献2：特公平7-97525号公報（請求項1、請求項2、第（3）頁第5欄第7行目～同頁同欄第8行目）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、特許文献1では、CuOの含有量を減少させることにより、飽和磁化を向上させているものの、融点が1026℃と低いCuOの含有

量を減少させてゆくと、焼成温度を例えば1050～1250℃程度に上げざるを得ず、省エネルギーや低コスト化の観点から問題があった。

[0012] また、特許文献2では、ガラス成分であるPbO、B₂O₃、SiO₂を添加しているため、焼成処理中にこれらのガラス成分が異常粒成長を引き起こして透磁率の低下等を招き、このため所望の良好な磁気特性を得られないという問題があった。

[0013] しかも、この特許文献2では、フェライト中にPbOが含有されるため、環境負荷の面でも問題があった。

[0014] 本発明はこのような事情に鑑みなされたものであって、1000℃以下の低温で焼成しても焼結性や絶縁性が良好で、かつ直流重畳特性の良好なフェライト磁器の製造方法、フェライト磁器、及びコイル部品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

[0015] 本発明者らは、上記目的を達成するためにNi系フェライト材料を使用して鋭意研究を行ったところ、フェライト粉末中のCuOの含有量を5mol%以下とし、酸素濃度を0.1体積%以下に雰囲気調整して焼成したところ、1000℃以下の低温で焼成しても、焼結性や絶縁性が良好で、かつ直流重畳特性の良好なフェライト磁器を得ることができるという知見を得た。

[0016] 本発明はこのような知見に基づきなされたものであって、本発明に係るフェライト磁器の製造方法は、少なくともFe₂O₃及びNiOを含有したフェライト磁器の製造方法であって、前記Fe₂O₃及び前記NiOに加え、CuOを5mol%以下(0mol%を含む。)の範囲で混合してフェライト粉末を作製し、該フェライト粉末を成形処理した後、酸素濃度0.1体積%以下の雰囲気中で焼成し、フェライト磁器を製造することを特徴としている。

[0017] また、本発明のフェライト磁器の製造方法は、前記CuOを1.75mol%以下の範囲で前記Fe₂O₃及び前記NiOと混合するのが好ましい。

[0018] さらに、本発明のフェライト磁器の製造方法は、前記フェライト粉末中にガラス成分を含まないのが好ましい。

- [0019] また、本発明のフェライト磁器の製造方法は、前記フェライト粉末は、 ZnO を含有しているのが好ましい。
- [0020] さらに、本発明のフェライト磁器の製造方法は、前記 ZnO の含有量は、 $10 \sim 28 \text{ mol\%}$ であるのが好ましい。
- [0021] また、本発明者らの更なる鋭意研究の結果、フェライト粉末に SnO_2 を添加することにより、直流重畳特性の更なる向上を図ることができることが分かった。
- [0022] すなわち、本発明のフェライト磁器の製造方法は、前記フェライト粉末に SnO_2 を添加するのが好ましい。
- [0023] また、本発明のフェライト磁器の製造方法は、前記 Fe_2O_3 の含有量が、 $44 \sim 49.8 \text{ mol\%}$ であるのが好ましい。
- [0024] また、本発明に係るフェライト磁器は、上記製造方法で製造されたことを特徴としている。
- [0025] また、本発明に係るコイル部品は、上記フェライト磁器で形成されたコア部材を備えていることを特徴としている。
- [0026] また、本発明に係るコイル部品は、前記コア部材が、軸芯部と該軸芯部の両端に形成された鍔部とを有し、巻線が前記軸芯部に巻回されていることを特徴としている。

発明の効果

- [0027] 上記フェライト磁器の製造方法によれば、 Fe_2O_3 及び NiO 、さらには ZnO に加え、 CuO を $5 \text{ mol\%}$ 以下（ $0 \text{ mol\%}$ を含む。）、好ましくは $1.75 \text{ mol\%}$ 以下の範囲で混合してフェライト粉末を作製し、該フェライト粉末を成形処理した後、酸素濃度 $0.1 \text{ 体積\%}$ 以下の雰囲気中で焼成し、フェライト磁器を製造するので、フェライト組成中にガラス成分を含んでいなくても良好な焼結性を得ることができ、 1000°C 以下の低温で焼成しても良好な絶縁性を確保しつつ、飽和磁束密度 B_s の高い直流重畳特性の良好なフェライト磁器を製造することができる。
- [0028] また、フェライト粉末中にガラス成分を含まないので、焼成中に異常粒成

長を引き起こすこともなく、したがって透磁率の低下を招くこともなく、良好な磁気特性を確保することができる。しかも、ガラス成分としてのPb成分を含んでいないので、環境汚染を招くこともない。

[0029] さらに、前記フェライト粉末に SnO_2 を添加することにより、飽和磁束密度がより一層向上し、これにより直流重畳特性が更に向上した所望のフェライト磁器を製造することができる。

[0030] また、本発明のコイル部品は、上記のようにして製造されたフェライト磁器からなるコア部材を備えているので、絶縁性を確保しつつ高磁界まで良好な直流重畳特性を有するコイル部品を得ることができる。したがって、大きな直流電流が通電されてもインダクタンス L の低下を抑制することが可能となり、大電流用途に適したコイル部品を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明のフェライト磁器の製造方法を使用して製造されたコイル部品の一実施の形態を示す断面図である。

[図2]大気雰囲気中で焼成した場合の CuO の含有量と焼結密度との関係を示す図である。

[図3]大気雰囲気中で焼成した場合の CuO の含有量と比抵抗との関係を示す図である。

[図4]酸素濃度0.1体積%の雰囲気中で焼成した場合の CuO の含有量と焼結密度との関係を示す図である。

[図5]図4の要部拡大図である。

[図6]酸素濃度0.1体積%の雰囲気中で焼成した場合の CuO の含有量と比抵抗との関係を示す図である。

[図7] CuO の含有量と飽和磁束密度との関係を示す図である。

[図8] CuO の含有量と飽和磁束密度の増加率との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0032] 次に、本発明の実施の形態を詳説する。

[0033] 本発明の一実施の形態としてのフェライト磁器は、 Fe_2O_3 、 NiO 、Z

n O、及びCu Oを含有したNi-Zn-Cu系フェライト材料で形成されている。

[0034] そして、本実施の形態では、フェライト組成中のCu Oの含有量が、5 mol %以下（0 mol %を含む。）となるように配合されている。

[0035] ここで、上述のようにフェライト組成中のCu Oの含有量を、5 mol %以下（0 mol %を含む。）としたのは以下の理由による。

[0036] フェライト磁器をコア材料に使用したコイル部品では、直流重畳特性が高磁界まで保てるような良好な直流重畳特性を有することが要請される。そのためにはフェライト磁器が高い飽和磁束密度 B_s を有する必要がある。そして、特許文献1にも記載されているように飽和磁束密度 B_s を高くするためには、Cu Oの含有量を低くすることが効果的である。

[0037] しかしながら、Cu Oの含有量が5 mol %を超えると、十分に高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなくなる。

[0038] そこで、本実施の形態では、Cu Oの含有量が5 mol %以下（0 mol %を含む。）、好ましくは0～1.75 mol %となるように組成成分を配合している。

[0039] また、フェライト組成中の Fe_2O_3 、Ni O、及びZn Oの含有量は、特に限定されるものではないが、所望特性を得る観点からは、 Fe_2O_3 ：44～49.8 mol %、Zn O：10～28 mol %、及びNi O：残部となるように配合するのが好ましい。

[0040] すなわち、 Fe_2O_3 の含有量が、44 mol %未満になると、透磁率の低下を招くおそれがあり、一方49.8 mol %を超えると焼結性の低下を招くおそれがある。また、Zn Oの含有量が、10 mol %未満になると、透磁率の低下を招くおそれがあり、一方28 mol %を超えると飽和磁束密度 B_s の低下を招くおそれがある。

[0041] さらに、本発明は、上記フェライト粉末に SnO_2 を添加するのも好ましく、直流重畳特性がより一層向上したフェライト磁器を得ることが可能となる。この場合、所望の特性向上を得るためには、 SnO_2 は、フェライト粉末1

0.0重量部に対し少なくとも0.3重量部以上添加する必要がある。ただし、フェライト粉末100重量部に対し1.3重量部を超えると、透磁率の大幅な低下を招く。このため SnO_2 を添加する場合は、フェライト粉末100重量部に対し0.3～1.3重量部が好ましい。

[0042] そして、上記フェライト磁器は、酸素濃度が0.1体積%以下の窒素雰囲気中で焼成されており、これにより1000℃以下の低温で焼成しても焼結性や絶縁性が良好で、直流重畳特性の良好なフェライト磁器を得ることができる。

[0043] 次に、上記フェライト磁器の製造方法を詳述する。

[0044] まず、セラミック素原料として、 Fe_2O_3 、 ZnO 、 NiO 、及び CuO を用意し、例えば Fe_2O_3 ：44～49.8mol%、 ZnO ：10～28mol%、 CuO ：0～5mol%、 NiO ：残部となるようにこれらセラミック素原料を秤量し、更に必要に応じ SnO_2 を所定量秤量する。

[0045] 次に、これら秤量物を純水及びPSZ（Partial Stabilized Zirconia；部分安定化ジルコニア）ボール等の玉石と共にボールミルに入れ、湿式で十分に混合粉碎し、蒸発乾燥させた後、700～800℃の温度で所定時間仮焼し、仮焼物を得る。

[0046] 次に、この仮焼物を再びボールミル内で十分に湿式粉碎し、ポリビニルアルコール等の有機バインダを適量添加し、加圧プレス等を使用して成形加工し、セラミック成形体を得る。

[0047] 次に、得られたセラミック成形体を酸素濃度0.1体積%以下に調整された N_2 - O_2 混合ガス雰囲気下、950～1000℃の温度で2～3時間焼成し、これによりフェライト磁器を作製することができる。

[0048] ここで、焼成雰囲気を酸素濃度0.1体積%以下としたのは以下の理由による。

[0049] 焼成時の酸素濃度を低くすることで、結晶構造中に酸素欠陥が形成され、結晶中に存在する Fe 、 Ni 、 Cu 、 Zn の相互拡散が促進され、低温焼結性を高めることができる。

[0050] しかしながら、焼成雰囲気酸素濃度が0.1体積%を超えると、結晶構造中の酸素欠陥の形成が不十分となり、低温での焼成が困難になる。

[0051] そこで、本実施の形態では、焼成雰囲気酸素濃度を0.1体積%以下に調整している。

[0052] そして、このように焼成雰囲気酸素濃度を0.1体積%以下とすることにより、 $\text{Cu}-\text{CuO}$ の平衡酸素濃度の関係から950～1000℃の低温で焼成しても CuO が Cu に還元されるのを極力回避することができ、したがって比抵抗 ρ が低下することなく所望の絶縁性を確保することができる。

[0053] また、上述したように焼成雰囲気酸素濃度を0.1体積%以下とし、かつ CuO の含有量を0～5mol%の範囲に低減することにより、焼結性の向上と相俟って飽和磁束密度 B_s を向上させることができ、これにより直流重畳特性を向上させることができる。

[0054] ただし、酸素濃度が0.001体積%未満になると、酸素欠陥が必要以上に形成され、その結果フェライト磁器の比抵抗 ρ の低下を招くおそれがある。したがって酸素濃度は0.001体積%以上が好ましい。

[0055] このように本実施の形態では、 Fe_2O_3 、 ZnO 、 NiO に加え、 CuO を0～5mol%以下（好ましくは0～1.75mol%）の範囲で混合してフェライト粉末を作製し、該フェライト粉末を成形処理した後、酸素濃度0.1体積%以下の雰囲気焼成し、フェライト磁器を製造しているので、フェライト組成中にガラス成分を含まなくても、1000℃以下の低温で焼成することができる良好な焼結性を得ることができ、かつ絶縁性が良好で直流重畳特性の良好なフェライト磁器を得ることができる。

[0056] 具体的には、焼結密度が5.0g/cm³以上の良好な焼結性と、比抵抗 ρ が $10^5\Omega\cdot\text{cm}$ 以上（好ましくは $10^7\Omega\cdot\text{cm}$ 以上）の良好な絶縁性を有し、かつ高い飽和磁束密度 B_s を有する直流重畳特性が良好なフェライト磁器を1000℃以下の低温焼成で得ることができる。そしてこれにより、大電流を通電してもインダクタンス L の低下が抑制されたフェライト磁器を省

エネルギーかつ低コストで得ることができる。

[0057] しかも、フェライト組成中にガラス成分（ PbO 、 SiO_2 、 B_2O_3 等）を含んでいないので、焼成中に異常粒成長を引き起こすこともなく、透磁率の低下を招くのを回避することができ、良好な磁気特性を確保することができる。特に、ガラス成分としての Pb 系成分を含んでいないので、環境汚染を招くこともない。

[0058] また、フェライト粉末に所定量の SnO_2 を添加することにより、飽和磁束密度 B_s の更なる向上を図ることができ、直流重畳特性がより一層向上したフェライト磁器を得ることができる。

[0059] 図1は上記フェライト磁器を使用して製造されたコイル部品の一実施の形態を示す断面図である。

[0060] このコイル部品は、外観が円板状に形成されると共に、軸芯部1と該軸芯部1の両端に接続された一対の鏑部2a、2bとからなるコア部材3を備えている。そして、巻線4は前記軸芯部1に巻回され、さらに該巻線4はエポキシ樹脂等の熱硬化樹脂を主成分とする保護部材5で外装されている。また、コア部材3の一方の主面に実装用電極6a、6bが形成されている。そして、前記コア部材3が、上記フェライト磁器で形成されている。

[0061] このように上記コイル部品は、コア部材3が本発明のフェライト磁器で形成されているので、絶縁性が良好でかつ直流重畳特性が高磁界まで保てるような良好な直流重畳特性を有することができ、したがって大きな直流電流を通電してもインダクタンス L の低下を抑制できる大電流用途に適したコイル部品を得ることができる。

[0062] 尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。上記実施の形態では、本発明のフェライト磁器をコア部材に使用した場合について説明したが、積層インダクタや積層 LC 部品のような積層複合部品の磁性層に使用できるのはいうまでもない。

[0063] 次に、本発明の実施例を具体的に説明する。

実施例 1

[0064] 〔試料の作製〕

セラミック素原料として、 Fe_2O_3 、 ZnO 、 NiO 、及び CuO を用意し、表1のような組成となるように、これらセラミック素原料を秤量した。次いで、これら秤量物を純水及びPSZボールと共にボールミルに入れ、湿式で16時間混合粉碎し、蒸発乾燥させた後、 750°C の温度で2時間仮焼した。

[0065] これら仮焼物を再びボールミル内で10時間湿式粉碎し、適量のポリビニルアルコール（有機バインダ）を添加した後、加圧プレスを使用し、外径が20mm、内径が12mm、厚みが1mmのリング状試料を作製した。また同様に加圧プレスを使用し、直径10mm、厚み1mmの円板状試料を作製した。

[0066] そして、得られた各試料を大気雰囲気中、又は酸素濃度が0.1体積%に調整された N_2-O_2 の混合ガス雰囲気中、 $950\sim 1100^\circ\text{C}$ の温度で2時間焼成させ、試料番号1～10のリング状試料及び円板状試料を作製した。

[0067] 〔試料の評価〕

（焼結性及び絶縁性）

試料番号1～10の各リング状試料について、アルキメデス法を使用し、焼結密度（ g/cm^3 ）を求め、焼結性を評価した。

[0068] また、試料番号1～10の各円板状試料について、両面に銀を塗布し、焼き付けて電極を形成し、直流電圧50Vを印加して絶縁抵抗（IR）を測定し、この測定値と試料寸法とから比抵抗 $\log \rho$ （ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）を求めた。そして、焼結密度が $5.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ 以上を焼結性「良」と評価し、比抵抗 $\log \rho$ が5.0以上を絶縁性「良」と評価した。

[0069] 表1は、試料番号1～10の各試料のフェライト組成、焼成温度、各焼成雰囲気（大気及び酸素濃度0.1体積%）における焼結密度及び比抵抗 $\log \rho$ を示している。

[0070]

[表1]

試料 No.	フェライト組成 (mol%)				焼成条件				
	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO	CuO	焼成温度 (°C)	大気		酸素濃度O ₂ 1体積%	
						焼結密度 (g/cm ³)	比抵抗 log ρ (Ω・cm)	焼結密度 (g/cm ³)	比抵抗 log ρ (Ω・cm)
1	49.0	31.0	20.0	0	950	3.05	5.3	5.00	9.8
					1000	3.60	7.9	5.13	8.8
					1050	4.10	7.9	5.21	5.5
					1100	4.80	8.8	5.26	4.4
2	49.0	30.9	20.0	0.1	950	3.12	5.3	5.04	9.8
					1000	3.70	7.9	5.17	8.9
					1050	4.20	8.1	5.24	5.4
3	49.0	30.8	20.0	0.2	950	3.18	5.3	5.07	9.8
					1000	3.83	7.9	5.18	8.7
					1050	4.31	8.2	5.26	5.4
4	49.0	30.5	20.0	0.5	950	3.39	5.3	5.11	9.6
					1000	4.00	7.8	5.19	8.5
					1050	4.52	8.4	5.29	5.3
5	49.0	30.0	20.0	1.0	950	3.60	5.3	5.15	9.2
					1000	4.25	7.8	5.21	7.8
					1050	4.70	8.6	5.31	5.1
					1100	5.10	9.2	5.32	4.1
6	49.0	29.25	20.0	1.75	950	3.96	5.2	5.21	8.5
					1000	4.45	8.0	5.26	7.0
					1050	4.83	8.7	5.32	4.9
7	49.0	28.5	20.0	2.5	950	4.25	5.2	5.21	7.7
					1000	4.65	8.3	5.26	6.5
					1050	4.95	8.9	5.32	4.5
					1100	5.22	9.3	5.32	3.8
8	49.0	26.0	20.0	5.0	950	4.75	5.7	5.21	6.0
					1000	4.97	9.0	5.28	5.0
					1050	5.20	9.3	5.30	3.6
					1100	5.32	10.3	5.32	3.1
9	49.0	24.0	20.0	7.0	950	5.05	6.4	5.23	4.6
					1000	5.17	9.4	5.28	4.0
					1050	5.30	10.2	5.31	3.1
					1100	5.32	11.0	5.32	2.8
10	49.0	22.0	20.0	9.0	950	5.25	9.2	5.23	3.5
					1000	5.27	11.9	5.31	3.1
					1050	5.30	12.1	5.32	2.8
					1100	5.32	11.8	5.32	2.8

[0071] a. 大気雰囲気中で焼成した場合

試料番号1～6のようにフェライト組成中のCuOの含有量が0～1.75 mol%と少ない場合は、950～1050°C又は1100°Cの各温度で焼成しても、焼結密度が5.0 g/cm³未満となり、焼結性に劣ることが確認さ

れた。

[0072] 試料番号 7 は、フェライト組成中の CuO の含有量を 2.5 mol % に増量したため、1100℃の温度で焼成した場合に焼結密度が 5.22 g/cm^3 に向上し、比抵抗 $\log \rho$ も 9.3 と良好となったが、焼成温度が高く、所望の低温焼成を行うことができなかった。

[0073] 試料番号 8 は、フェライト組成中の CuO の含有量を 5.0 mol % に増量したため、1050℃の温度で焼成した場合に焼結密度が 5.20 g/cm^3 に向上し、比抵抗 $\log \rho$ も 9.3 と良好となった。すなわち、 CuO の含有量を 5.0 mol % とすることにより、試料番号 7 よりも低温で焼結させることができるものの、焼成温度は未だ高く、所望の低温焼成を行うことができなかった。

[0074] 試料番号 9 は、フェライト組成中の CuO の含有量が 7.0 mol % と多いため、950℃の低温で焼成しても焼結密度が 5.05 g/cm^3 となって低温焼成が可能となり、比抵抗 $\log \rho$ も 6.4 と良好であった。しかしながら、この場合は、後述するように所望の高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなかった。

[0075] 試料番号 10 は、フェライト組成中の CuO の含有量が 9.0 mol % と多いため、試料番号 9 と同様、950℃の低温で焼成しても 5.0 g/cm^3 以上の焼結密度と 5.0 以上の比抵抗 $\log \rho$ を確保できるが、この場合も、試料番号 9 と同様、所望の高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなかった。

[0076] 図 2 は、 CuO の含有量と焼結密度の関係を示す図であり、横軸が CuO の含有量 (mol %)、縦軸が焼結密度 (g/cm^3) である。図中、◇印は焼成温度 950℃、△印は焼成温度 1000℃、□印は焼成温度 1050℃、○印は焼成温度 1100℃を示している。

[0077] この図 2 から明らかなように、焼成温度を上昇させることにより、また CuO の含有量を増量させることにより、焼結密度が大きくなり、焼結性が向上する。特に CuO の含有量が 7.0 mol % 以上になると、950～1000℃の温度で焼成しても 5.0 g/cm^3 以上の焼結密度を確保できる。ただし

、後述するように大気雰囲気中で焼成した場合は、所望の直流重畳特性を満足するような十分に高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなかった。

[0078] 図3は、 CuO の含有量と比抵抗 $\log \rho$ の関係を示す図であり、横軸が CuO の含有量 (mol%)、縦軸が比抵抗 $\log \rho$ ($\Omega \cdot \text{cm}$) である。図中、◇印は焼成温度 950°C 、△印は焼成温度 1000°C 、□印は焼成温度 1050°C 、○印は焼成温度 1100°C を示している。

[0079] この図3から明らかなように、大気雰囲気中で焼成した場合は、焼成温度を上げることにより、比抵抗 $\log \rho$ も上昇傾向となり、また、 $950 \sim 1000^\circ\text{C}$ の低温で焼成しても比抵抗 $\log \rho$ は5.0以上を確保できた。しかしながら、後述するように大気雰囲気中で焼成した場合は、所望の直流重畳特性を満足するような高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなかった。

[0080] b. 酸素濃度0.1体積%で焼成した場合

試料番号1～10のいずれにおいても、 $950 \sim 1100^\circ\text{C}$ の温度範囲で焼成することにより、 5.00 g/cm^3 以上の焼結密度を確保することができ、良好な焼結性を得ることができた。これは焼成時の酸素濃度が0.1体積%と低いので、結晶構造中に酸素欠陥が形成され、結晶中に存在するFe、Ni、Cu、Znの相互拡散が促進され、焼結性を高めることができたものと思われる。

[0081] しかしながら、試料番号9は、フェライト組成中の CuO の含有量が7.0mol%と多すぎるため、比抵抗 $\log \rho$ が5.0未満に低下し、絶縁性が低下した。これは CuO の含有量が多いため、Cuに還元される CuO が増加し、このため比抵抗 $\log \rho$ が低下したものと思われる。

[0082] 試料番号10は、フェライト組成中の CuO の含有量が9.0mol%と多すぎるため、試料番号9と同様の理由から、比抵抗 $\log \rho$ が5.0未満に低下し、絶縁性が低下した。

[0083] また、試料番号1、5で焼成温度を 1100°C に設定した場合は、比抵抗 $\log \rho$ が5.0未満に低下した。これは、 CuO の含有量は0mol%又は1.0mol% CuO と少ないものの、 1100°C におけるCu-CuOの平衡酸素濃

度の関係から、焼成雰囲気が還元雰囲気となってCuOの還元が促進され、比抵抗 $\log \rho$ の低下を招いたものと思われる。

[0084] 試料番号6～8で焼成温度を1050℃～1100℃に設定した場合も、比抵抗 $\log \rho$ がいずれも5.0未満に低下した。これは、CuOの含有量は1.75mol%～5mol%と少ないものの、1050℃～1100℃におけるCu-CuOの平衡酸素濃度の関係から、焼成雰囲気が還元雰囲気となってCuOの還元が促進され、上述と同様、比抵抗 $\log \rho$ の低下を招いたものと思われる。

[0085] これに対し試料番号1～8で焼成温度を950℃～1000℃に設定した場合は、比抵抗 $\log \rho$ がいずれも5.0以上となり、1000℃以下の低温で焼成しても良好な絶縁性の得られることが分かった。

[0086] 特に、CuOの含有量が1.75mol%以下の試料番号1～6は、1000℃以下の低温で焼成することにより、7.0以上の比抵抗 $\log \rho$ を得ることができ、より好ましいことが分かった。

[0087] 図4は、CuOの含有量と焼結密度の関係を示す図であり、図5は図4の要部拡大図である。尚、横軸はCuOの含有量(mol%)、縦軸が焼結密度(g/cm^3)である。また、図中、◇印は焼成温度950℃、□印は焼成温度1000℃、△印は焼成温度1050℃を示している。

[0088] この図4及び図5から明らかなように、酸素濃度を0.1体積%に設定して焼成した場合は、5.0 g/cm^3 以上の焼結密度を確保できることが分かった。

[0089] 図6は、CuOの含有量と比抵抗 $\log \rho$ の関係を示す図であり、横軸がCuOの含有量(mol%)、縦軸が比抵抗 $\log \rho$ ($\Omega \cdot \text{cm}$)である。図中、◇印は焼成温度950℃、△印は焼成温度1000℃、□印は焼成温度1050℃を示している。

[0090] この図6から明らかなように焼成温度を上げてゆくと、Cu-CuOの平衡酸素濃度の関係からCuOが還元されてCuとなりやすく比抵抗 $\log \rho$ は低下傾向となる。

[0091] また、CuOの含有量を5mol%以下とし、かつ1000℃以下の温度で焼成した場合は、比抵抗 $\log \rho$ は5.0以上を確保できた。特に、CuOの含有量を1.75mol%以下とし、かつ1000℃以下の温度で焼成した場合は、比抵抗 $\log \rho$ が7.0以上の良好な絶縁性を得ることができた。

[0092] 一方、CuOの含有量が7mol%以上になると、比抵抗 $\log \rho$ は5.0以下に低下し、絶縁性を損なう結果となった。

[0093] (直流重量特性)

試料番号1～10の各リング状試料について、1000℃の温度で焼成させた場合の飽和磁束密度 B_s (mT)を測定し、また、飽和磁束密度 B_s の増加率(%)を算出し、直流重量特性を評価した。

[0094] ここで、飽和磁束密度 B_s は、振動試料型磁力計(東英工業株式会社製、VSM-5-15)を使用し、1Tの磁束密度で飽和磁化を測定し、その測定値と焼結密度とから算出した。

[0095] また、飽和磁束密度 B_s の増加率は、CuOの含有量が9mol%で大気雰囲気中で焼成した場合(試料番号10)の飽和磁束密度 B_s を基準(100%)として算出した。

[0096] 表2は、試料番号1～10の各試料のフェライト組成、焼成温度、各焼成雰囲気(大気及び酸素濃度0.1体積%)における飽和磁束密度 B_s 、飽和磁束密度 B_s の増加率(%)を示している。

[0097] [表2]

試料 No.	フェライト組成 (mol%)				焼成条件				
	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO	CuO	焼成温度 (°C)	大気		酸素濃度0.1体積%	
						飽和磁束密度 B_s (mT)	増加率 (%)	飽和磁束密度 B_s (mT)	増加率 (%)
1	49.0	31.0	20.0	0	1000	349	76	503	110.1
2	49.0	30.9	20.0	0.1	1000	360	79	506	110.7
3	49.0	30.8	20.0	0.2	1000	372	81	506	110.7
4	49.0	30.5	20.0	0.5	1000	390	85	505	110.5
5	49.0	30.0	20.0	1.0	1000	411	90	505	110.5
6	49.0	29.3	20.0	1.75	1000	425	93	504	110.3
7	49.0	28.5	20.0	2.5	1000	435	95	500	109.4
8	49.0	26.0	20.0	5.0	1000	453	99.8	484	105.9
9	49.0	24.0	20.0	7.0	1000	462	101	474	103.7
10	49.0	22.0	20.0	9.0	1000	457	100	465	101.8

- [0098] この表 2 から明らかなように、大気雰囲気では焼成した場合は飽和磁束密度 B_s が 349 ~ 462 mT と低かった。これは、試料番号 1 ~ 8 では、1000 °C の温度で焼成した場合、融点の低い CuO の含有量が 5 mol % 以下と少ないため、5.0 g / cm³ 以上の焼結密度を得ることができず、焼結性の低下を招いたためと思われる。また試料番号 9、10 では、CuO の含有量が 7 mol % 又は 9 mol % と多すぎることから（表 1 参照）、所望の高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなかったものと思われる。
- [0099] 一方、酸素濃度を 0.1 体積 % とした場合であっても、試料番号 9、10 のように、CuO の含有量が 7 mol % 又は 9 mol % と多すぎると、飽和磁束密度 B_s は 480 mT 未満となって所望の高い飽和磁束密度 B_s を得ることができなかった。
- [0100] これに対し酸素濃度を 0.1 体積 % とし、かつ CuO の含有量を 5 mol % 以下とした場合は、試料番号 1 ~ 8 のように飽和磁束密度 B_s は 480 mT 以上となり、大気雰囲気では焼成した試料番号 10 に対し 5 % 以上の増加率を得ることができた。特に CuO の含有量を 0 ~ 1.75 mol % の試料番号 1 ~ 6 は、飽和磁束密度 B_s の増加率は 10 % 以上に向上した。
- [0101] 図 7 は、CuO の含有量と飽和磁束密度 B_s の関係を示す図であり、横軸が CuO の含有量 (mol %)、縦軸が飽和磁束密度 B_s (mT) である。図中、○印が酸素濃度を 0.1 体積 % の雰囲気下で焼成した場合、●印が大気雰囲気下で焼成した場合を示している。
- [0102] この図 7 から明らかなように大気雰囲気では CuO の含有量を減少させると焼結性が低下して所望の高い飽和磁束密度 B_s を得ることはできず、一方で CuO の含有量を増量させると焼結性は向上するが、飽和磁束密度 B_s を高くすることはできない。
- [0103] これに対し酸素濃度 0.1 % で焼成させた場合は、焼結性が良好であるため CuO の含有量が 5 mol % 以下の領域で 480 mT 以上の飽和磁束密度 B_s を得ることができる。特に、CuO の含有量が 1.75 mol % 以下に抑制した場合は、500 mT 以上の良好な飽和磁束密度 B_s を得ることができる。

[0104] 図8は、CuOの含有量と飽和磁束密度 B_s の増加率の関係を示す図であり、横軸がCuOの含有量（mol%）、縦軸が飽和磁束密度 B_s （mT）である。図中、○印が酸素濃度を0.1体積%の雰囲気下で焼成した場合、●印が大気雰囲気下で焼成した場合を示している。

[0105] この図8から明らかなように、大気雰囲気下、1000℃で焼成した場合、CuOの含有量が5mol%以下の領域では焼結性に劣るため、CuOの減少と共に飽和磁束密度 B_s も減少傾向にある。

[0106] これに対し酸素濃度0.1%で焼成した場合は、大気雰囲気下で焼成した試料番号10に比べ、飽和磁束密度 B_s は増加している。そして、CuOの含有量を5mol%以下とすることにより、飽和磁束密度 B_s は5%以上増加し、特にCuOの含有量を1.75mol%以下とすることにより、飽和磁束密度 B_s は10%以上増加することが分かった。

[0107] （総合評価）

以上より大気雰囲気下で焼成した場合は、CuOの含有量を増量させ、かつ1050℃以上の高温で焼成しないと十分に焼結させることができない。また1050℃の高温で焼結できたとしてもCuOの含有量が多いため、所望の高い飽和磁束密度 B_s を得ることができず、良好な直流重畳特性を得ることができない。

[0108] これに対しフェライト組成中のCuOの含有量を5.0mol%以下とし、酸素濃度を0.1%に雰囲気調整した場合は、焼結密度が5.0g/cm³以上の高い焼結性を得ることができ、1000℃の温度で焼成しても比抵抗 $\log \rho$ が5.0以上の良好な絶縁性を確保したまま、480mT以上で増加率が5%以上の良好な飽和磁束密度 B_s を得ることができることが分かった。

[0109] 特に、フェライト組成中のCuOの含有量を1.75mol%以下とし、酸素濃度を0.1%に設定した雰囲気下では、950℃の温度で焼成しても焼結密度が5.0g/cm³以上の高い焼結性を得ることができると共に、比抵抗 $\log \rho$ が7.0以上の良好な絶縁性を有し、かつ500mT以上で増加率が10%以上の良好な飽和磁束密度 B_s を得ることができることが分かった。

実施例 2

[0110] Fe_2O_3 、 ZnO 、 NiO 、及び CuO の含有量が表3のような組成となるように、これらセラミック素原料を秤量し、その後は実施例1と同様の方法・手順で、外径が20mm、内径が12mm、厚みが1mmのリング状試料を作製した。

[0111] そして、得られた試料を酸素濃度が0.1体積%に調整された N_2-O_2 の混合ガス雰囲気中、1000℃の温度で2時間焼成し、試料番号11～20の試料を作製した。

[0112] 次に、試料番号11～20の各試料について、軟銅線を20ターン巻回し、インピーダンスアナライザ（アジレント・テクノロジー社製、E4991A）を使用し、周波数1MHzでのインダクタンスを測定し、測定値から透磁率 μ を求めた。

[0113] また、試料番号11～20の各試料について、実施例1と同様の方法・手順で磁束飽和密度 B_s を求めた。

[0114] 表3は、試料番号11～20の各試料のフェライト組成、焼成温度及び透磁率 μ を示している。

[0115] [表3]

試料 番号	フェライト組成 (mol%)				焼成温度 (°C)	透磁率 μ (—)	飽和磁束密度 B_s (mT)
	Fe_2O_3	NiO	ZnO	CuO			
11	49.0	40.0	10.0	1.0	1000	110	461
12	49.0	34.0	16.0	1.0	1000	184	489
13	49.0	30.0	20.0	1.0	1000	250	505
14	49.0	26.0	24.0	1.0	1000	322	490
15	49.0	22.0	28.0	1.0	1000	401	472
16	44.0	35.0	20.0	1.0	1000	101	432
17	45.0	34.0	20.0	1.0	1000	125	446
18	47.0	32.0	20.0	1.0	1000	194	466
19	48.0	31.0	20.0	1.0	1000	222	483
20	49.8	29.2	20.0	1.0	1000	350	505

[0116] この表3から明らかなように、 Fe_2O_3 : 44 ~ 49.8 mol%、 ZnO : 10 ~ 28 mol%の範囲で、磁束飽和密度 B_s を損なうこともなく、透磁率 μ は100以上となり、実用上有効な値を確保できることが分かった。

実施例 3

[0117] Fe_2O_3 : 49.0 mol%、 NiO : 26.0 mol%、 ZnO : 24.0 mol%、及び CuO : 1.0 mol%となるように、これらセラミック素原料を秤量し、さらに、 SnO_2 の含有量が、フェライト粉末100重量部に対し、表4に示す重量部となるように SnO_2 を秤量した。

[0118] そしてその後は実施例1と同様の方法・手順で、外径が20 mm、内径が12 mm、厚みが1 mmのリング状試料を作製した。

[0119] 得られた試料を酸素濃度が0.1体積%に調整された N_2 - O_2 の混合ガス雰囲気中、1000℃の温度で2時間焼成し、試料番号31~35の試料を作製した。

[0120] 次に、試料番号31~35の各試料について、実施例3と同様の方法・手順でインダクタンスの初期値 L_0 を測定し、この初期値 L_0 から透磁率 μ を求めた。次に、これらの試料について、JIS規格のC2560-2に準拠し、磁界が500 A/mとなるように直流電流を重畳し、インダクタンス L を測定した。そしてこのインダクタンス L とインダクタンスの初期値 L_0 とに基づいてインダクタンス変化率を求め、直流重畳特性を評価した。

[0121] 表4は、試料番号31~35の各試料のフェライト組成、 SnO_2 の含有量、焼成温度、透磁率 μ 、インダクタンス変化率を示している。

[0122]

[表4]

試料 番号	フェライト組成(mol%)				SnO ₂ の含有量 (重量部)	焼成温度 (°C)	透磁率 μ (-)	インダクタンス 変化率(%)
	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO	CuO				
31	49.0	26.0	24.0	1.0	0	1000	322	60
32	49.0	26.0	24.0	1.0	0.3	1000	267	52
33	49.0	26.0	24.0	1.0	0.6	1000	214	40
34	49.0	26.0	24.0	1.0	1.0	1000	175	34
35	49.0	26.0	24.0	1.0	1.3	1000	154	30

[0123] 試料番号31と試料番号32～35との対比から明らかなように、SnO₂を添加することにより、インダクタンス変化率が低減し、直流重畳特性が向上することが分かった。また、SnO₂の添加量が増加するに伴い、インダクタンス変化率も低減し、直流重畳特性が向上することも分かった。すなわち

、 SnO_2 の添加が直流重畳特性の向上に寄与し、しかも添加量が増えるに従い、直流重畳特性も向上することが確認された。

産業上の利用可能性

[0124] 1000℃以下の低温で焼成しても、焼結性及び絶縁性が良好で、良好な直流重畳特性を有する大電流用途に適したフェライト磁器及びコイル部品を実現できる。

符号の説明

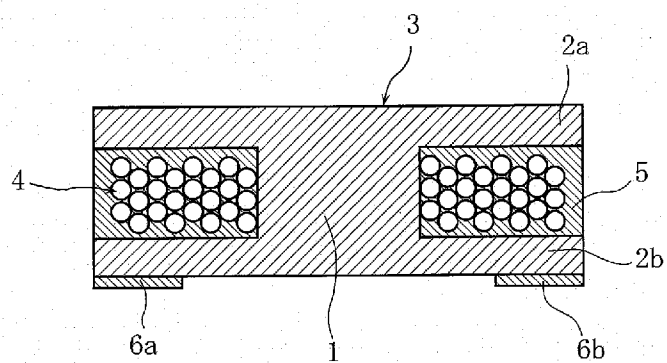
- [0125] 1 軸芯
2 a、2 b 鋳部
3 コア部材
4 巻線

請求の範囲

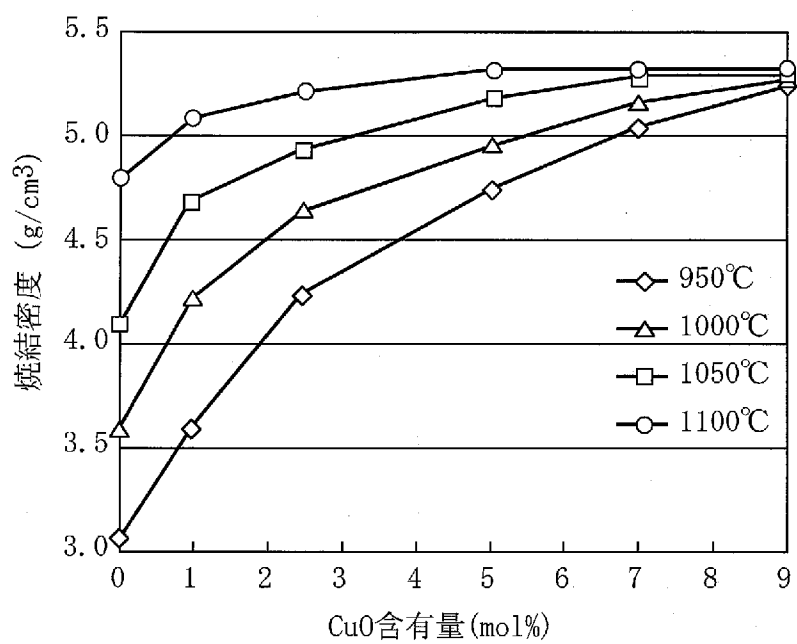
- [請求項1] 少なくとも Fe_2O_3 及び NiO を含有したフェライト磁器の製造方法であって、
- 前記 Fe_2O_3 及び前記 NiO に加え、 CuO を 5 mol % 以下（0 mol % を含む。）の範囲で混合してフェライト粉末を作製し、該フェライト粉末を成形処理した後、酸素濃度 0.1 体積 % 以下の雰囲気中で焼成し、フェライト磁器を製造することを特徴とするフェライト磁器の製造方法。
- [請求項2] 前記 CuO を 1.75 mol % 以下の範囲で前記 Fe_2O_3 及び前記 NiO と混合することを特徴とする請求項 1 記載のフェライト磁器の製造方法。
- [請求項3] 前記フェライト粉末中にガラス成分を含まないことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のフェライト磁器の製造方法。
- [請求項4] 前記フェライト粉末は、 ZnO を含有していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のフェライト磁器の製造方法。
- [請求項5] 前記 ZnO の含有量は、10～28 mol % であることを特徴とする請求項 4 記載のフェライト磁器の製造方法。
- [請求項6] 前記フェライト粉末に SnO_2 を添加することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のフェライト磁器の製造方法。
- [請求項7] 前記 Fe_2O_3 の含有量は、44～49.8 mol % であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載のフェライト磁器の製造方法。
- [請求項8] 請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の製造方法で製造されたことを特徴とするフェライト磁器。
- [請求項9] 請求項 8 記載のフェライト磁器で形成されたコア部材を備えていることを特徴とするコイル部品。
- [請求項10] 前記コア部材が、軸芯部と該軸芯部の両端に形成された鰐部とを有し、巻線が前記軸芯部に巻回されていることを特徴とする請求項 9 記

載のコイル部品。

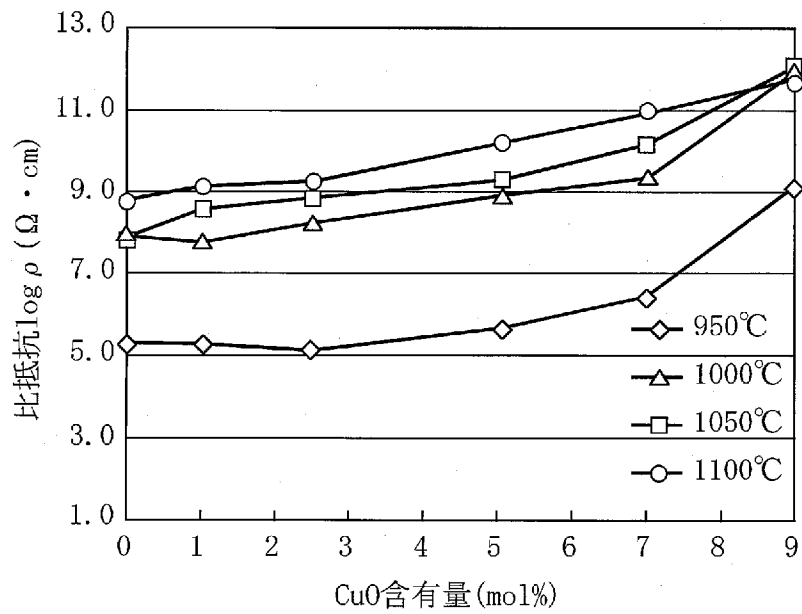
[図1]



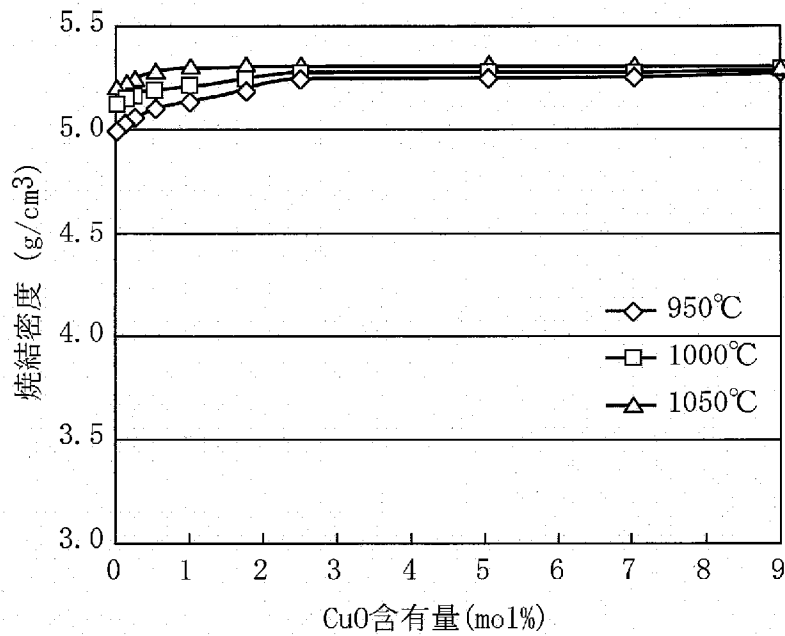
[図2]



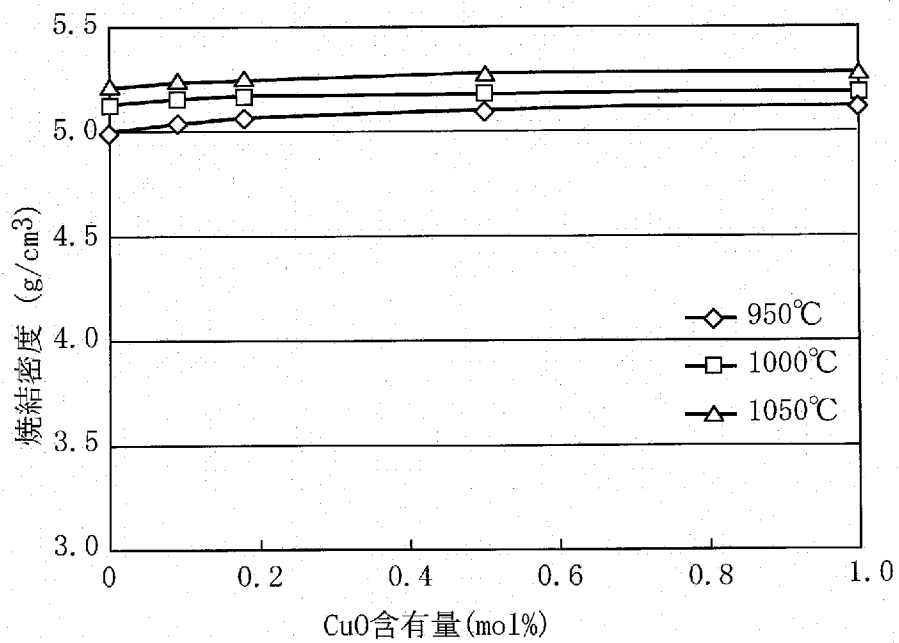
[図3]



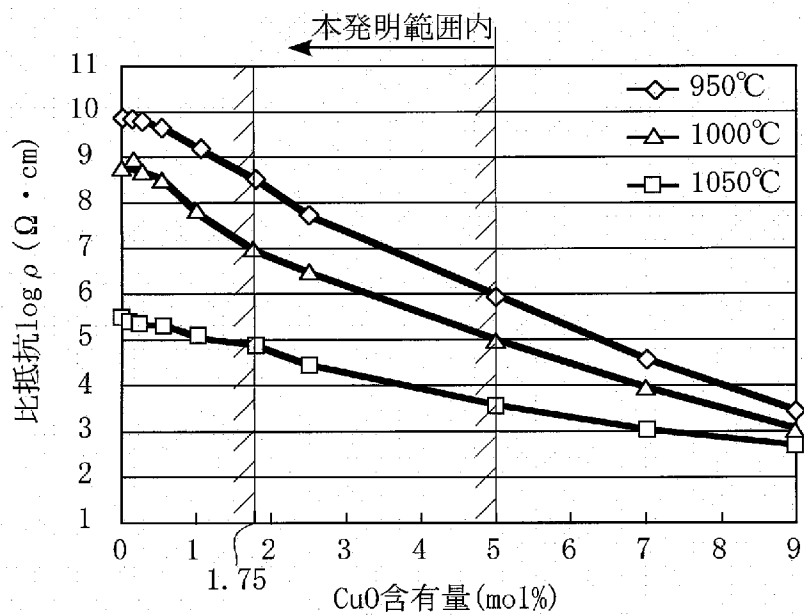
[図4]



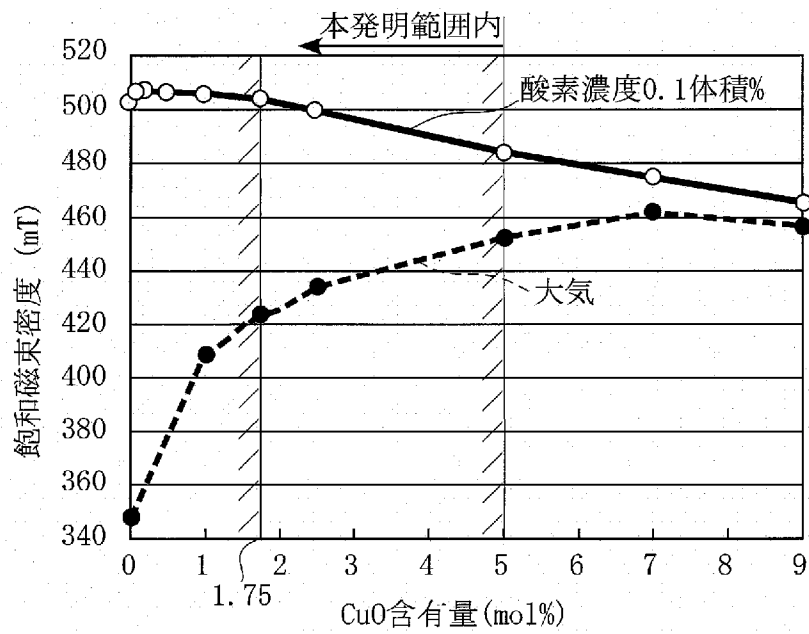
[図5]



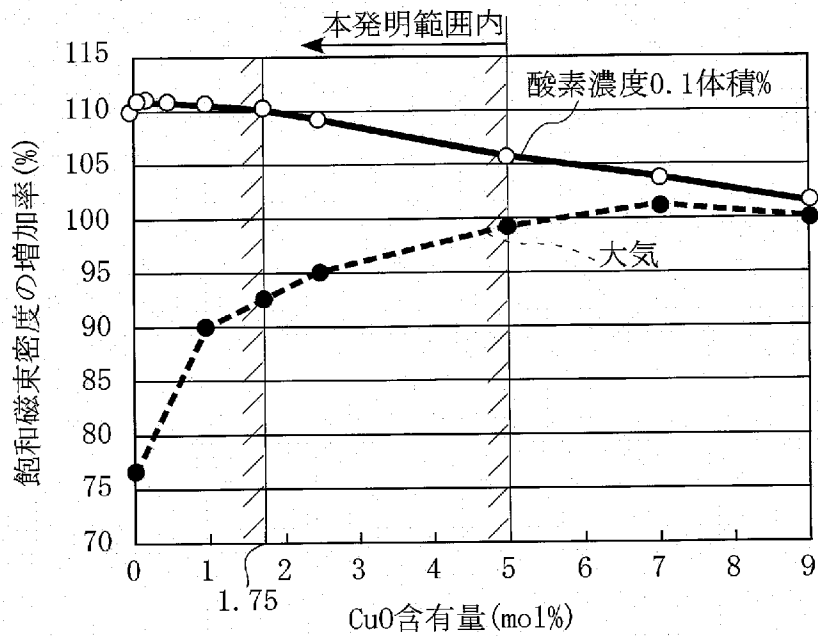
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B35/30(2006.01)i, C04B35/26(2006.01)i, H01F1/34(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i, H01F27/255(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)

C04B35/30, C04B35/26, H01F1/34, H01F17/04, H01F27/255, 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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X Y	JP 2000-327411 A (Kawasaki Steel Corp.), 28 November 2000 (28.11.2000), claim 1; paragraphs [0001], [0032], [0039] (Family: none)	1-5, 7-10 6
X Y	JP 49-122510 A (Hitachi, Ltd.), 22 November 1974 (22.11.1974), claim 1; page 1, left column; page 3, lower left column to lower right column (Family: none)	1-5, 7-10 6
X Y A	JP 4-61203 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 27 February 1992 (27.02.1992), page 3, upper left column to lower right column (Family: none)	1, 3-5, 7-10 6 2

☒ 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
24 May, 2011 (24.05.11)

Date of mailing of the international search report
31 May, 2011 (31.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053479

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 10-226568 A (Sung-Yong Hong), 25 August 1998 (25.08.1998), claim 4; paragraphs [0021], [0053] & US 5770534 A & EP 858982 A1 & KR 10-0210369 B1 & CN 1263068 A	1, 3, 4, 8 6 2, 5, 7, 9, 10
Y	JP 2007-169115 A (Hitachi Metals, Ltd.), 05 July 2007 (05.07.2007), claim 3; paragraph [0017] (Family: none)	1-10
Y	JP 5-175032 A (TDK Corp.), 13 July 1993 (13.07.1993), claim 1; paragraph [0015]; table 1-A (Family: none)	1-10
Y	JP 2003-272912 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 September 2003 (26.09.2003), paragraph [0021] (Family: none)	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053479

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053479

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The invention in claim 1 does not have novelty and a special technical feature since the invention is described in the following documents 1 - 4, and consequently, the invention in claim 1 does not comply with the requirement of unity.

Document 1: JP 2000-327411 A (Kawasaki Steel Corp.), 28 November 2000 (28.11.2000), claim 1, paragraphs [0001], [0032], [0039] (Family: none)

Document 2: JP 49-122510 A (Hitachi, Ltd.), 22 November 1974 (22.11.1974), claim 1, page 1, left column, page 3, lower left column to lower right column (Family: none)

Document 3: JP 4-61203 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 27 February 1992 (27.02.1992), page 3, upper left column to lower right column (Family: none)

Document 4: JP 10-226568 A (Sung-Yong Hong), 25 August 1998 (25.08.1998), claim 4, paragraphs [0021], [0053] & US 5770534 A & EP 858982 A1 & KR 10-0210369 B1 & CN 1263068 A

The inventions in claims as indicated below are relevant to main invention.

Claims 1 - 7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C04B35/30(2006.01)i, C04B35/26(2006.01)i, H01F1/34(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i,
H01F27/255(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. C04B35/30, C04B35/26, H01F1/34, H01F17/04, H01F27/255, 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 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
X Y	JP 2000-327411 A（川崎製鉄株式会社）2000.11.28, 請求項1、【0001】、【0032】、【0039】（ファミリーなし）	1-5, 7-10 6
X Y	JP 49-122510 A（株式会社日立製作所）1974.11.22, 請求項1、第1頁左欄、第3頁左下欄～右下欄（ファミリーなし）	1-5, 7-10 6
X Y A	JP 4-61203 A（株式会社村田製作所）1992.02.27, 第3頁左上欄～右下欄（ファミリーなし）	1, 3-5, 7-10 6 2

☒ 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 4 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 5 . 2 0 1 1

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100-8915

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）

武石 卓

4 T

3 7 6 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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 請求項の番号
X Y A	JP 10-226568 A (スノーヨン ホン) 1998. 08. 25, 請求項 4、【0 0 2 1】、【0 0 5 3】 & US 5770534 A & EP 858982 A1 & KR 10-0210369 B1 & CN 1263068 A	1, 3, 4, 8 6 2, 5, 7, 9, 10
Y	JP 2007-169115 A (日立金属株式会社) 2007. 07. 05, 請求項 3、【0 0 1 7】 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 5-175032 A (ティーディーケー株式会社) 1993. 07. 13, 請求項 1、【0 0 1 5】、表 1-A (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2003-272912 A (株式会社村田製作所) 2003. 09. 26, 【0 0 2 1】 (ファミリーなし)	6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明は、下記の文献 1 ～ 4 に記載されているから、新規性が無く、特別な技術的特徴を有さず、事後的に単一性の要件を満たさない。

- ・ 文献 1 : JP 2000-327411 A (川崎製鉄株式会社) 2000. 11. 28, 請求項 1、【0 0 0 1】、【0 0 3 2】、【0 0 3 9】 (ファミリーなし)
- ・ 文献 2 : JP 49-122510 A (株式会社日立製作所) 1974. 11. 22, 請求項 1、第 1 頁左欄、第 3 頁左下欄～右下欄 (ファミリーなし)
- ・ 文献 3 : JP 4-61203 A (株式会社村田製作所) 1992. 02. 27, 第 3 頁左上欄～右下欄 (ファミリーなし)
- ・ 文献 4 : JP 10-226568 A (スノーヨン ホン) 1998. 08. 25, 請求項 4、【0 0 2 1】、【0 0 5 3】 & US 5770534 A & EP 858982 A1 & KR 10-0210369 B1 & CN 1263068 A

以下に示す請求項に係る発明が、主発明である。

- ・ 請求項 1 ～ 7