

(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
2013 年 2 月 14 日(14.02.2013)



(10) 国際公開番号

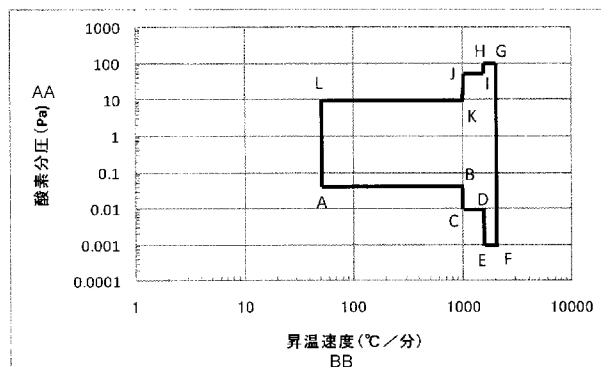
WO 2013/021885 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 41/04 (2006.01) H01F 17/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069554
- (22) 国際出願日: 2012 年 8 月 1 日(01.08.2012)
- (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 2011-171804 2011 年 8 月 5 日(05.08.2011) 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 10 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): 野宮 裕子(NOMIYA, Yuko) [JP/JP]; 〒6178555 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 Kyoto (JP). 山本 篤史(YAMAMOTO, Atsushi) [JP/JP]; 〒6178555 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 Kyoto (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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING CERAMIC ELECTRONIC PART

(54) 発明の名称: セラミック電子部品の製造方法

[図4]



AA Oxygen partial pressure (Pa)
BB Temperature rising rate (°C/min)

(57) Abstract: Provided is a ceramic electronic part wherein insulation of a magnetic material section can be secured, oxidation of Cu that is inner conductors can be inhibited, and excellent electrical characteristics can be achieved. A method of manufacturing a ceramic electronic part according to the present invention comprises a baking process for executing baking at a prescribed temperature rising rate (X) (°C/min) and at a prescribed oxygen partial pressure (Y) (Pa). The method of manufacturing a ceramic electronic part is characterized by executing baking in a condition prescribed by, when the temperature rising rate (X) is indicated as the x-axis and the oxygen partial pressure (Y) is indicated as the y-axis, an area in which (X, Y) is surrounded by A(50, 0.05), B(1000, 0.05), C(1000, 0.01), D(1500, 0.01), E(1500, 0.001), F(2000, 0.001), G(2000, 100), H(1500, 100), I(1500, 50), J(1000, 50), K(1000, 10), and L(50, 10).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/021885 A1



磁性体部の絶縁性を確保でき、また内部導体であるCuの酸化を抑制し、良好な電気特性を得ることができるセラミック電子部品を提供する。本発明に係るセラミック電子部品の製造方法は、所定の昇温速度X(°C/分)、および酸素分圧Y(Pa)で焼成する焼成工程を備え、昇温速度Xをx軸、酸素分圧Yをy軸として表したとき、(X, Y)がA(50, 0.05)、B(1000, 0.05)、C(1000, 0.01)、D(1500, 0.01)、E(1500, 0.001)、F(2000, 0.001)、G(2000, 100)、H(1500, 100)、I(1500, 50)、J(1000, 50)、K(1000, 10)、L(50, 10)で囲まれた領域で表される条件で焼成することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：セラミック電子部品の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、セラミック電子部品の製造方法に関するものである。より詳しくは、少なくともFe、Ni、Znを含む磁性体部と、磁性体部内に埋設されたCuを主成分とする内部導体とを備えたセラミック電子部品の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、磁性体部と、磁性体部内に埋設された内部導体とを備えたセラミック電子部品が知られている。この磁性体部と内部導体は、製造工程上、一体焼成することが好ましい。そして、低コストの要請から、Cuを主成分とした内部導体の開発が進められている。そのような電子部品として、例えば特許文献1のような銅導体一体焼成型フェライト素子が知られている。

[0003] この特許文献1では、Ni-Zn系フェライト材料にPbO、 B_2O_3 、及び 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℃の低温での焼成が可能であり、Cuとの一体焼成が可能としている。

[0004] 一方、酸化物の平衡酸素分圧を示すものとして、非特許文献1に示すエリンガム図が知られている。このエリンガム図によれば、Cu-Cu₂Oの平衡酸素分圧とFe₂O₃-Fe₃O₄の平衡酸素分圧との関係から、800℃以上ではCuとFe₂O₃とが共存する領域が存在しないことが知られている。すなわち、800℃以上の温度では、Fe₂O₃の状態を維持するような雰囲気に酸素分圧を設定して焼成を行った場合、Cuも酸化されてCu₂Oを生成する。一方、Cuが酸化しない雰囲気に酸素分圧を設定して焼成を行った場合は、Fe₂O₃が還元されてFe₃O₄を生成する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平7－97525号公報

非特許文献1：E. T. T. Ellingham著：J. Soc. Chem. Ind.、英国、63巻、1944年、p125

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記のように、特許文献1では、窒素雰囲気下で、Cuとフェライト材料とを一体焼成することができるとしている。しかし、非特許文献1によれば、Cuと Fe_2O_3 とが共存する領域が存在しないことから、Cuが酸化しない酸素分圧の雰囲気中で焼成すると、 Fe_2O_3 が Fe_3O_4 に還元されるため比抵抗 ρ が低下し、電気特性の劣化を招くおそれがある。

[0007] また、特許文献1では、ガラス成分である PbO 、 B_2O_3 、 SiO_2 を添加しているため、焼成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、所望の良好な磁気特性を得るのが困難である。また、フェライト中に PbO が含有されるため、環境負荷の観点からも問題がある。

[0008] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、Cuを主成分とする内部導体と磁性体部とを一体焼成しても、磁性体部の絶縁性を確保でき、また内部導体であるCuの酸化を抑制し、良好な電気特性を得ることができるセラミック電子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

[0009] 本発明に係るセラミック電子部品の製造方法は、少なくともFe、Ni、Znを含む磁性体部と、磁性体部内に埋設されたCuを主成分とする内部導体とを備えたセラミック電子部品の製造方法であって、焼成後に磁性体部となる磁性体材料中に、焼成後に内部導体となる内部導体材料が埋設された未焼成積層体を、所定の昇温速度 X （℃／分）、および酸素分圧 Y （Pa）で焼成する焼成工程を備え、昇温速度 X を x 軸、前記酸素分圧 Y を y 軸として表したとき、 (X, Y) がA（50，0.05）、B（1000，0.05）、C（1000，0.01）、D（1500，0.01）、E（1500，0.001）、F（2000，0.001）、G（2000，100）、

H (1500, 100)、I (1500, 50)、J (1000, 50)、K (1000, 10)、L (50, 10) で囲まれた領域で表される条件で焼成することを特徴とする。

[0010] また、本発明に係るセラミック電子部品の製造方法では、(X, Y) が A' (50, 1)、B' (1000, 1)、C' (1000, 0.1)、D' (1500, 0.1)、E' (1500, 0.05)、F' (2000, 0.05)、G (2000, 100)、H (1500, 100)、I (1500, 50)、J (1000, 50)、K (1000, 10)、L (50, 10) で囲まれた領域で表される条件で焼成することが好ましい。

発明の効果

[0011] 本発明の焼成条件によれば、Cu が酸化する前に、また磁性体部が還元して比抵抗が低下してしまう前に焼成が完了する。したがって、磁性体部の絶縁抵抗が高く、内部導体の直流抵抗が小さいセラミック電子部品を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]セラミック電子部品の断面図である。

[図2]本発明に係るセラミック電子部品の製造方法を示す断面図である。

[図3]本発明に係るセラミック電子部品の製造方法を示し、図2の続きを示す断面図である。

[図4]昇温速度 X (°C/分) を x 軸、酸素分圧 Y (Pa) を y 軸として、本発明の焼成条件の範囲を表した図である。

[図5]昇温速度 X (°C/分) を x 軸、酸素分圧 Y (Pa) を y 軸として、本発明のより好ましい焼成条件の範囲を表した図である。

[図6]試料番号 8-1 と試料番号 8-7 のインピーダンスの周波数特性を示した図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下において、本発明を実施するための形態について説明する。

[0014] (第1の実施形態)

最初に、セラミック電子部品について説明する。図1は、セラミック電子部品の断面図である。このセラミック電子部品1は、積層体13と、外部電極4、5と、を備えている。

[0015] 積層体13は、磁性体部2と、磁性体部2内に埋設された内部導体3と、を備えている。なお、図1の内部導体3は理解のため模式的に図示している。

[0016] 磁性体部2は、少なくともFe、Ni、Znを含むフェライトであり、Cuを含んでいてもよい。磁性体部2中のFe、Zn、Cu、及びNiの含有量は、特に限定されるものではないが、 Fe_2O_3 換算で40～49.5mol%、ZnO換算で5～35mol%、CuO換算で0～12mol%、NiO換算で残部となるように配合されることが好ましい。

[0017] Fe_2O_3 は40mol%以上で透磁率が十分に高い範囲となる。また、49.5mol%以下でより緻密な焼結体を得られる。ZnOは5mol%以上で透磁率が十分に高い範囲となる。また、35mol%以下でキュリー点がより向上する。CuOは12mol%以下で焼成後に異相として残るCuOの量が少なくなる。

[0018] 内部導体3はCuを主成分としている。また、内部導体3は螺旋状コイル11を形成している。

[0019] 外部電極4、5は、積層体13の両端面に形成されている。また、外部電極4、5は、螺旋状コイル11の両端と電氣的に接続されている。外部電極4、5の材質の例としては、Agが挙げられる。

[0020] 次に、上記のセラミック電子部品の製造方法について、図2～図4を参照しながら説明する。

[0021] 最初に、セラミック素原料として、 Fe_2O_3 、ZnO、CuO、及びNiOを用意する。そして、所定の組成比となるように、これらのセラミック素原料を秤量する。

[0022] 次に、秤量物を、純水とPSZ（部分安定化ジルコニア）ボール等の玉石と共にポットミルに入れて、十分に混合及び粉碎を行う。その後に混合物を

乾燥させる。そして、 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$ の温度で一定時間仮焼する。

[0023] 次に、仮焼物を、ポリビニルブチラル系等のバインダ、エタノールやトルエン等の溶剤、及びPSZボールと共に再びポットミルに入れて、十分に混合して、セラミックスラリーを作製する。

[0024] 次に、図2（A）のように、ドクターブレード法等を使用して、セラミックスラリーをシート状に成形して、所定の膜厚のセラミックグリーンシート6を形成する。

[0025] 次に、図2（B）のように、セラミックグリーンシート6上に導体パターン7を形成する。具体的には、Cuを主成分とした導電性ペーストを用意する。そして、セラミックグリーンシート6の表面に導電性ペーストをスクリーン印刷法で塗布するなどして、導体パターン7を形成する。

[0026] 次に、図2（C）のように、複数のセラミックグリーンシートを積層して、未焼成積層体12を形成する。このとき、積層により、導体パターンが内部導体材料9となり、セラミックグリーンシートが磁性体材料8になる。そして、内部導体材料9が磁性体材料8内に埋設される状態になる。

[0027] 次に、図3（D）のように、未焼成積層体を焼成して、積層体13を形成する。

[0028] 本実施形態では、未焼成積層体を所定の昇温速度 $X (^{\circ}\text{C}/\text{分})$ 、及び所定の酸素分圧 $Y (\text{Pa})$ で焼成する。図4は、昇温速度 $X (^{\circ}\text{C}/\text{分})$ をx軸、酸素分圧 $Y (\text{Pa})$ をy軸として、焼成条件の範囲を表した図である。本実施形態は、図4のように、 (X, Y) がA(50, 0.05)、B(1000, 0.05)、C(1000, 0.01)、D(1500, 0.01)、E(1500, 0.001)、F(2000, 0.001)、G(2000, 100)、H(1500, 100)、I(1500, 50)、J(1000, 50)、K(1000, 10)、L(50, 10)で囲まれた領域で表される条件で焼成することを特徴とする。

[0029] 前述したように、Cu-Cu₂Oの平衡酸素分圧とFe₂O₃-Fe₃O₄の平衡酸素分圧との関係から、 800°C 以上の高温ではCuとFe₂O₃とが共存する

領域が存在しない。したがって、通常の焼成条件で焼成した場合には、内部導体 3 の主成分である Cu が酸化したり、磁性体部 2 の Fe が還元して比抵抗が低くなるという問題を生じる。

[0030] しかしながら、本発明の焼成条件によれば、Cu が酸化する前に、また磁性体部 2 の Fe が還元して比抵抗が低下してしまう前に焼成が完了する。したがって、磁性体部 2 の絶縁抵抗が高く、内部導体 3 の直流抵抗が小さいセラミック電子部品を得ることができる。

[0031] 本明細書において、昇温速度とは、焼成時の最高温度から加熱開始温度を引いた値を、加熱時間で除した平均値を意味する。また、酸素分圧は、焼成時の酸素分圧の平均値を意味する。

[0032] 図 5 は、本実施形態のさらに好ましい焼成条件を示している。図 5 は、昇温速度 X (°C/分) を x 軸、酸素分圧 Y (Pa) を y 軸として、焼成条件の範囲を表した図である。本実施形態では、図 5 のように、(X, Y) が A' (50, 1)、B' (1000, 1)、C' (1000, 0.1)、D' (1500, 0.1)、E' (1500, 0.05)、F' (2000, 0.05)、G (2000, 100)、H (1500, 100)、I (1500, 50)、J (1000, 50)、K (1000, 10)、L (50, 10) で囲まれた領域で表される条件で焼成することが好ましい。この場合には、比抵抗がより向上する効果を有する。

[0033] 次に、図 3 (E) のように、積層体 13 の端面に、外部電極 4、5 を形成する。外部電極 4、5 は、例えば導電性ペーストを塗布し、乾燥させた後、750°C~800°C で焼き付けて形成される。外部電極 4、5 の表面に、さらに Ni と Sn のめっき膜を設けてもよい。この場合には、実装時のはんだへの濡れ性が向上する。

[0034] 次に、本発明の実験例を具体的に説明する。

[0035] [実験例 1]

セラミック素原料として、Fe₂O₃、ZnO、NiO、CuO を用意した。そして、これらセラミック素原料を Fe₂O₃: 48.5 mol%、ZnO: 3

0.0 mol%、NiO:20.5 mol%、CuO:1.0 mol%の比率となるように秤量した。その後、これら秤量物を純水及びPSZボールと共に塩化ビニル製のポットミルに入れ、湿式で48時間混合粉碎し、蒸発乾燥させた後、750℃の温度で仮焼した。

[0036] 次に、これら仮焼物を、エタノール及びPSZボールと共に、再び塩化ビニル製のポットミルに投入し、48時間混合粉碎した後、ポリビニルブチラル系バインダを加えた後、8時間混合して、セラミックスラリーを得た。

[0037] 次に、ドクターブレード法を使用し、厚さが35 μm となるようにセラミックスラリーをシート状に成形し、これを縦50 mm、横50 mmの大きさに打ち抜き、セラミックグリーンシートを作製した。

[0038] 次に、レーザ加工機を使用し、セラミックグリーンシートの所定位置にビアホールを形成した。その後、セラミックグリーンシートの表面に、Cu粉末、ワニス、及び有機溶剤を含有したCuペーストをスクリーン印刷した。同時に、Cuペーストをビアホールに充填した。これにより所定形状の導体パターンとビアホール導体を形成した。

[0039] 次に、導体パターンの形成されたセラミックグリーンシートを積層した。その後、これらを導体パターンの形成されていないセラミックグリーンシートで挟持した。そして、60℃、100 MPaの条件で圧着し、圧着ブロックを作製した。そして、この圧着ブロックを所定のサイズに切断し、未焼成積層体を作製した。

[0040] 次に、この未焼成積層体を、Cuが酸化しない雰囲気中で500～600℃に加熱して十分に脱脂した。その後、 $\text{N}_2-\text{H}_2-\text{H}_2\text{O}$ の混合ガスにより酸素分圧を0.0001～500 Paに制御し、昇温速度を25～2000℃/分として、表1に示した条件で焼成し、磁性体部に内部導体が埋設された積層体を作製した。焼成温度の最高温度は、試料近傍に設置している熱電対で測定した。そして、最高温度が所定温度になった時点で降温を開始した。

[0041] 次に、Ag粉、ガラスフリット、ワニス、及び有機溶剤を含有した外部電極用導電性ペーストを用意した。そして、この外部電極用導電性ペーストを

積層体の両端に塗布して乾燥した。その後、750℃で焼き付けて外部電極を形成した。これにより表1に示した試料（試料番号1-1～11-7）を作製した。なお、各試料の外径寸法は長さ：1.6mm、幅：0.8mm、厚み：0.8mmであり、コイルのターン数は9.5ターンであった。また、表中の*印は本発明の範囲外である。

[0042] [表1]

酸素分圧 (Pa)	昇温速度 (℃/分)						
	25	50	100	500	1000	1500	2000
500	*1-1	*1-2	*1-3	*1-4	*1-5	*1-6	*1-7
100	*2-1	*2-2	*2-3	*2-4	*2-5	2-6	2-7
50	*3-1	*3-2	*3-3	*3-4	3-5	3-6	3-7
10	*4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
5	*5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7
1	*6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7
0.1	*7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7
0.05	*8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7
0.01	*9-1	*9-2	*9-3	*9-4	9-5	9-6	9-7
0.001	*10-1	*10-2	*10-3	*10-4	*10-5	10-6	10-7
0.0001	*11-1	*11-2	*11-3	*11-4	*11-5	*11-6	*11-7

[0043] 得られた試料20個について外部電極の両端の抵抗をミリオームメーターで測定し、内部導体の直流抵抗 R_{dc} (Ω) を求めた。

[0044] また、磁性体部の絶縁抵抗測定用の試料を作製した。具体的には、導体パターン及びビアホール導体が形成されていないセラミックグリーンシートを所定枚数積層し、上記と同じような切断と焼成を行った。そして、長さ：1.6mm、幅：0.8mm、厚み：0.8mmの試料を作製した。そして、フェライト素体の両主面にインジウム・ガリウム合金を塗布した。

[0045] 得られた絶縁抵抗測定用の試料20個について、50Vを印加し、絶縁抵抗を測定し、試料形状から比抵抗 ρ (Ω・cm) を求めた。

[0046] 表2に内部導体の直流抵抗 R_{dc} (Ω) の結果を示す。また、表3に磁性体部の比抵抗 $\log \rho$ (Ω・cm) の結果を示す。

[0047]

[表2]

酸素分圧 (Pa)	昇温速度 (°C/分)						
	25	50	100	500	1000	1500	2000
500	—	—	—	92	55	2.2	1.9
100	—	170	53	3.5	2.2	0.20	0.20
50	—	1.0	0.80	0.39	0.20	0.19	0.18
10	—	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17
5	—	0.18	0.18	0.19	0.18	0.16	0.15
1	150	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15
0.1	0.2	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14
0.05	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
0.01	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13
0.001	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13
0.0001	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13

[0048] [表3]

酸素分圧 (Pa)	昇温速度 (°C/分)						
	25	50	100	500	1000	1500	2000
500	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
100	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
50	9.0	9.0	9.0	9.0	8.8	8.7	8.5
10	8.8	8.8	8.8	8.7	8.5	8.2	7.9
5	8.5	8.5	8.5	8.4	8.1	7.9	7.6
1	7.8	7.8	7.8	7.8	7.6	7.4	7.4
0.1	4.8	5.6	5.8	6.0	7.1	7.2	7.3
0.05	4.2	5.1	5.3	5.7	6.8	7.0	7.2
0.01	3.4	4.1	4.4	4.8	5.8	6.2	6.5
0.001	3.0	3.6	3.9	4.1	4.8	5.2	5.5
0.0001	2.5	3.2	3.3	3.4	3.8	4.0	4.2

[0049] 表2と表3の結果から、図4の(X, Y)がA(50, 0.05)、B(1000, 0.05)、C(1000, 0.01)、D(1500, 0.01)、E(1500, 0.001)、F(2000, 0.001)、G(2000, 100)、H(1500, 100)、I(1500, 50)、J(1000, 50)、K(1000, 10)、L(50, 10)で囲まれた領域で表される条件で焼成した場合には、内部導体の直流抵抗が0.2Ω以下と小さい。また、磁性体部の絶縁抵抗が比抵抗 $\log \rho$ で5以上と高く、良好な特性のセラミック電子部品を得ることができる。

[0050] また、図5の(X, Y)がA'(50, 1)、B'(1000, 1)、C'(1000, 0.1)、D'(1500, 0.1)、E'(1500, 0.05)、F'(2000, 0.05)、G(2000, 100)、H(1

500, 100)、I (1500, 50)、J (1000, 50)、K (1000, 10)、L (50, 10) で囲まれた領域で表される条件で焼成した場合には、磁性体部の絶縁抵抗が比抵抗 $\log \rho$ で7以上と高く、さらに良好な特性のセラミック電子部品を得ることができる。

[0051] 次に、試料番号8-7 (酸素分圧0.05 Pa、昇温速度2000°C/分) と試料番号8-1 (酸素分圧0.05 Pa、昇温速度25°C/分) について、アジレント・テクノロジー社製のインピーダンスアナライザ (型番HP4291A) を用いて、インピーダンスの周波数特性を測定した。結果を図6に示す。

[0052] 試料番号8-1、8-7はどちらも160MHz付近でピークを持つが、試料番号8-1のインピーダンス値は約500Ωと低い。これは磁性体部に含まれている Fe_2O_3 の一部が焼成工程で Fe_3O_4 に還元されてしまったためと考えられる。

[0053] なお、本実施形態は上記の実施形態に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

符号の説明

- [0054]
- 1 セラミック電子部品
 - 2 磁性体部
 - 3 内部導体
 - 4、5 外部電極
 - 6 セラミックグリーンシート
 - 7 導体パターン
 - 8 磁性体材料
 - 9 内部導体材料
 - 11 螺旋状コイル
 - 12 未焼成積層体
 - 13 積層体
 - 21 試料棒

2 2 試料台

2 3 高温域

2 4 焼成炉

請求の範囲

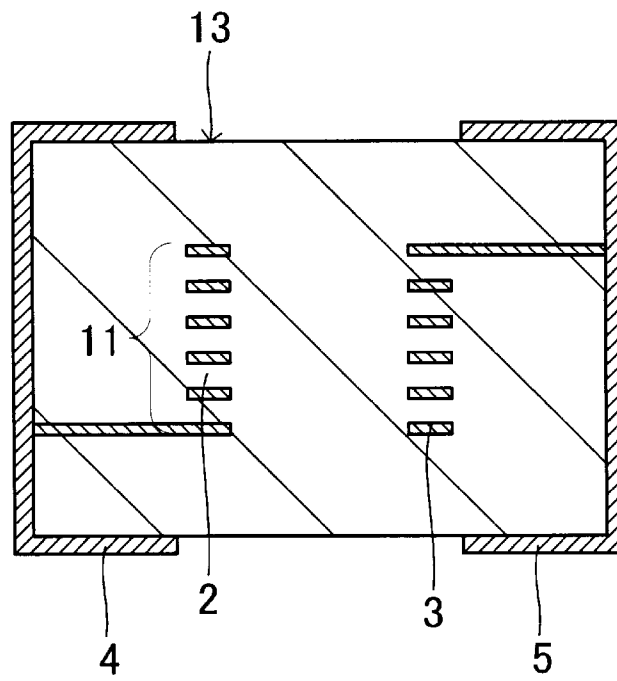
[請求項1] 少なくともFe、Ni、Znを含む磁性体部と、前記磁性体部内に埋設されたCuを主成分とする内部導体とを備えたセラミック電子部品の製造方法であって、

焼成後に前記磁性体部となる磁性体材料中に、焼成後に前記内部導体となる内部導体材料が埋設された未焼成積層体を、所定の昇温速度X(°C/分)、および酸素分圧Y(Pa)で焼成する焼成工程を備え、

前記昇温速度Xをx軸、前記酸素分圧Yをy軸として表したとき、
(X, Y)がA(50, 0.05)、B(1000, 0.05)、C(1000, 0.01)、D(1500, 0.01)、E(1500, 0.001)、F(2000, 0.001)、G(2000, 100)、H(1500, 100)、I(1500, 50)、J(1000, 50)、K(1000, 10)、L(50, 10)で囲まれた領域で表される条件で焼成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法。

[請求項2] (X, Y)がA'(50, 1)、B'(1000, 1)、C'(1000, 0.1)、D'(1500, 0.1)、E'(1500, 0.05)、F'(2000, 0.05)、G(2000, 100)、H(1500, 100)、I(1500, 50)、J(1000, 50)、K(1000, 10)、L(50, 10)で囲まれた領域で表される条件で焼成することを特徴とする、請求項1のセラミック電子部品の製造方法。

[図1]

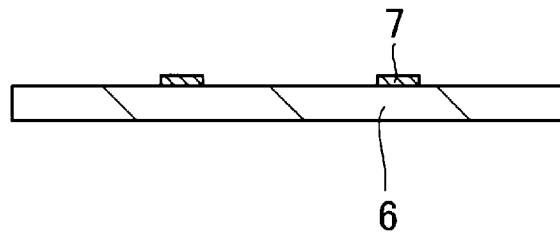
1

[図2]

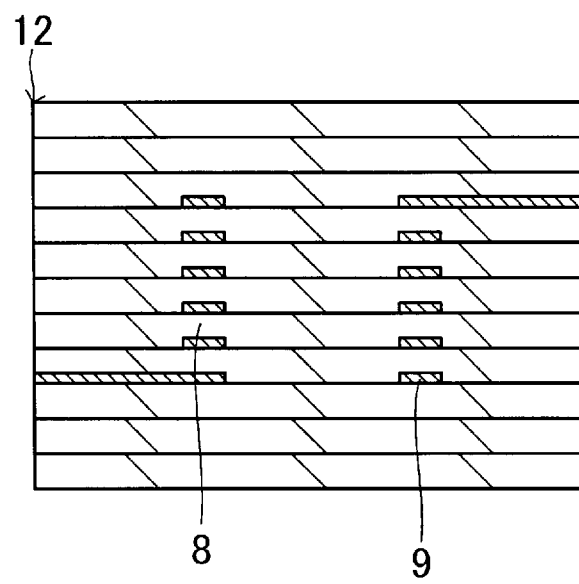
(A)



(B)

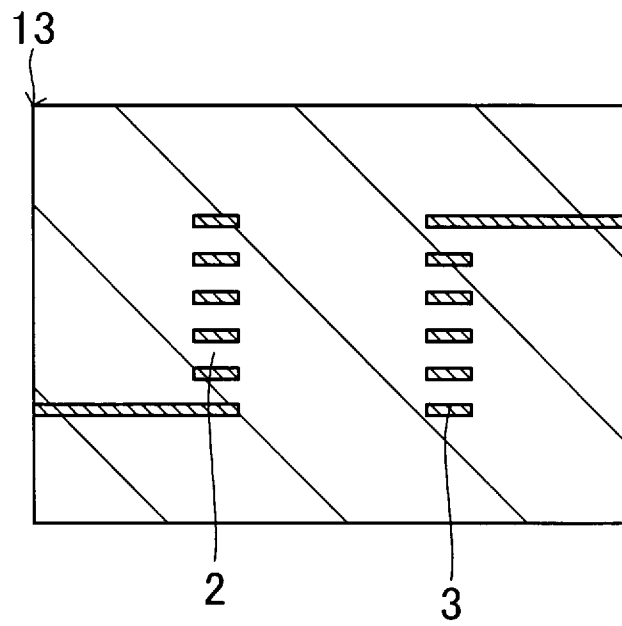


(C)

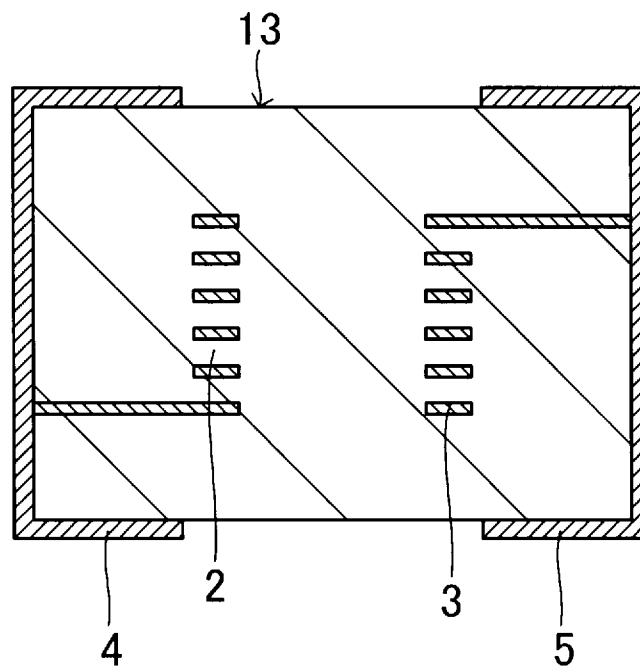


[図3]

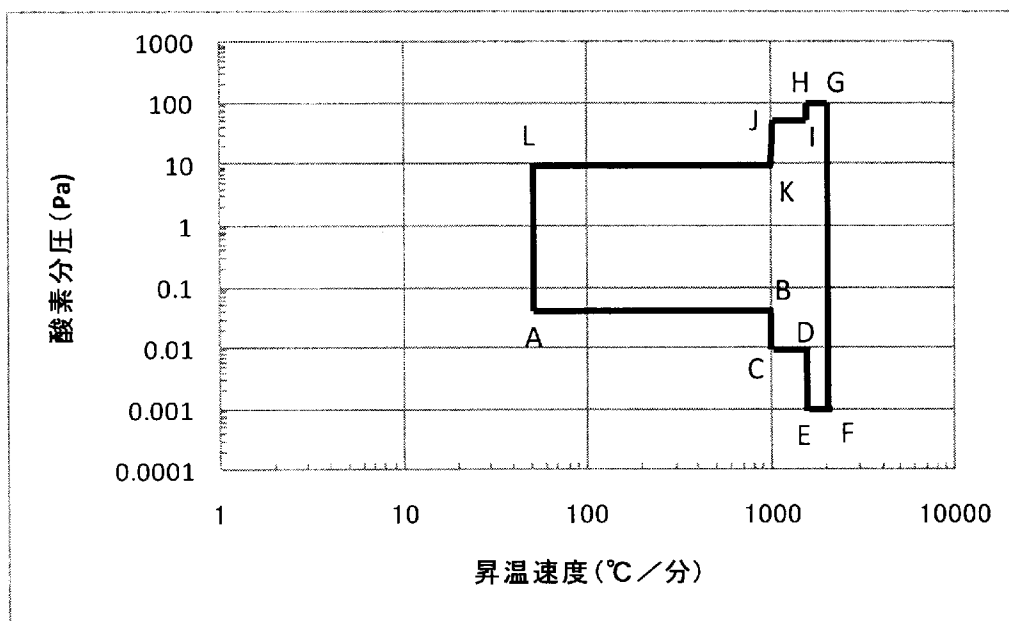
(D)



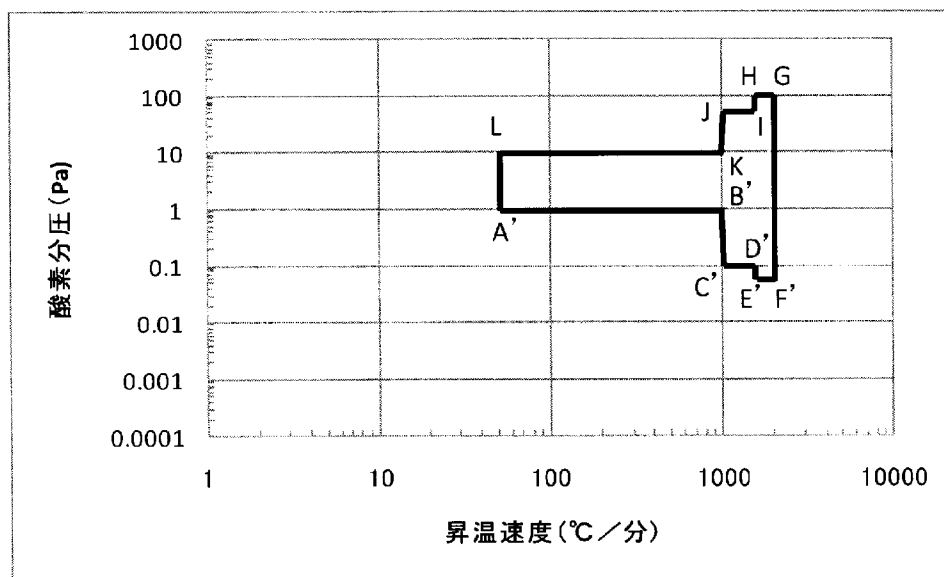
(E)



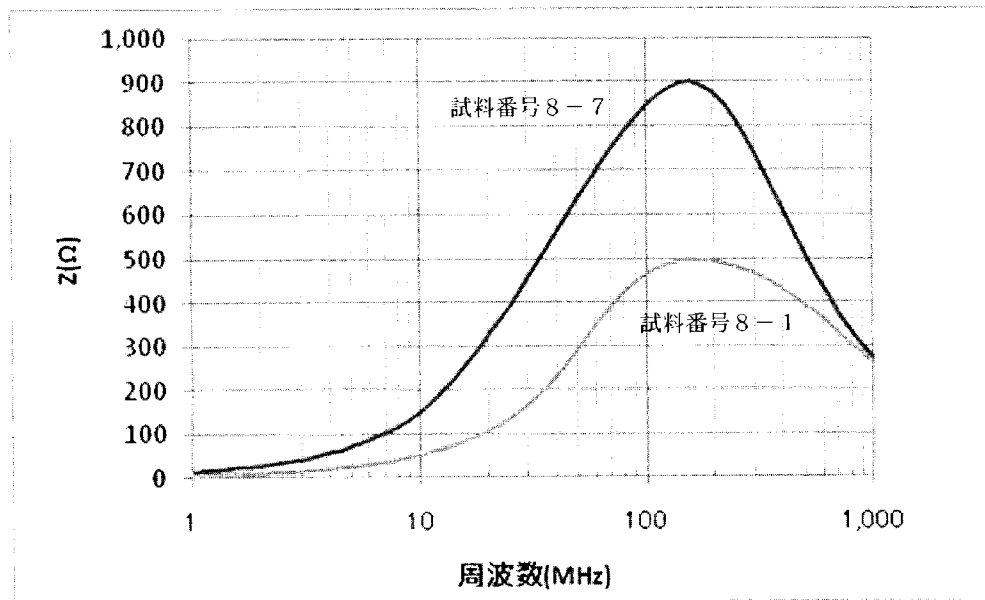
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F41/04(2006.01) i, H01F17/04(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)

H01F17/00-21/12, H01F27/00-27/02, H01F27/06-27/08, H01F27/29, H01F27/36, H01F27/42, H01F30/00, H01F38/42, H01F41/00-41/04, H01F41/08-41/10

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	WO 2011/093489 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0021] to [0035]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2
Y	JP 2007-67219 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0037] to [0039] (Family: none)	1-2



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
30 October, 2012 (30.10.12)Date of mailing of the international search report
06 November, 2012 (06.11.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069554

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-329604 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 15 November 2002 (15.11.2002), paragraphs [0059] to [0060], [0078] to [0080] & US 2003/0136468 A1 & EP 1358660 A & WO 2002/067275 A1 & DE 60228198 D & CN 1455937 A & AT 404982 T	1-2
P,A	WO 2011/114805 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0017] to [0028]; fig. 1 (Family: none)	1-2
P,A	WO 2011/114809 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0017] to [0028]; fig. 1 (Family: none)	1-2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F41/04(2006.01)i, H01F17/04(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. H01F17/00-21/12, H01F27/00-27/02, H01F27/06-27/08, H01F27/29, H01F27/36, H01F27/42, H01F30/00, H01F38/42, H01F41/00-41/04, H01F41/08-41/10

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	WO 2011/093489 A1 (株式会社村田製作所) 2011.08.04, 段落 [0021] - [0035], [図1] - [図3] (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 2007-67219 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2007.03.15, 段落【0037】 - 【0039】 (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 2002-329604 A (住友特殊金属株式会社) 2002.11.15, 段落【0059】 - 【0060】, 段落【0078】 - 【0080】 & US 2003/0136468 A1 & EP 1358660 A & WO 2002/067275 A1 & DE 60228198 D & CN 1455937 A & AT 404982 T	1-2

☒ 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

3 0 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 純一

5 D

9 0 7 4

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

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
P, A	WO 2011/114805 A1 (株式会社村田製作所) 2011.09.22, 段落 [0017] - [0028], [図1] (ファミリーなし)	1-2
P, A	WO 2011/114809 A1 (株式会社村田製作所) 2011.09.22, 段落 [0017] - [0028], [図1] (ファミリーなし)	1-2