

(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
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/098728 A1

- (51) 国際特許分類:
H01G 4/232 (2006.01) H01G 4/30 (2006.01)
H01G 4/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083662
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 19 日(19.12.2014)
- (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 2013-266350 2013 年 12 月 25 日(25.12.2013) JP
- (71) 出願人: T D K 株式会社(TDK CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目 9 番 1
号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石田 慶介(ISHIDA Keisuke); 〒1080023
東京都港区芝浦三丁目 9 番 1 号 T D K 株式会
社内 Tokyo (JP). 遠藤 誠(ENDO Makoto); 〒
1080023 東京都港区芝浦三丁目 9 番 1 号 T D
K 株式会社内 Tokyo (JP). 山口 孝一(YAMAGU-
CHI Koichi); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目 9
番 1 号 T D K 株式会社内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, 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).

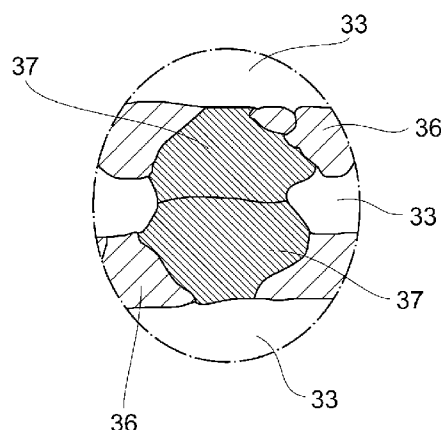
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LAMINATION-TYPE CERAMIC ELECTRONIC PART

(54) 発明の名称: 積層型セラミック電子部品

[図5]



(57) Abstract: [Problem] To minimize cracking and delamination, and improve the bending strength, of a lamination-type ceramic electronic part having inside electrode layers 0.5 μm or less in size. [Solution] This lamination-type ceramic electronic part is a laminate in which inside electrode layers and dielectric ceramic layers are laminated in alternating fashion, the lamination-type ceramic electronic part being characterized in that the inside electrode layers have an electrode discontinuity portion, a portion of the electrode discontinuity portion includes dielectric ceramic particles which, viewed in cross section from a direction orthogonal to the lamination direction of the laminate, appear larger than the thickness of the dielectric ceramic layer; and the dielectric ceramic particles have a crystalline structure of the same kind as the dielectric ceramic particles that form the dielectric ceramic layer, and contact at least one of inside electrode layers that face one another with a dielectric ceramic layer sandwiched therebetween.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/098728 A1



【課題】 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の内部電極層を有する積層型セラミック電子部品のクラック及びデラミネーションを抑制し抗折強度を良好とする。【解決手段】内部電極層と誘電体セラミック層とが交互に積層された積層体であって、前記内部電極層は電極途切れ部を有し、前記電極途切れ部の一部には、積層体の積層方向に直交する方向から断面を見て、誘電体セラミック層厚みよりも大きい誘電体セラミック粒子を含み、前記誘電体セラミック粒子は誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子と同種の結晶構造を有し、誘電体セラミック層を挟んで対向する、内部電極層の少なくとも一方と接することを特徴とする積層型セラミック電子部品。

明 細 書

発明の名称： 積層型セラミック電子部品

技術分野

[0001] 本発明は、積層型セラミック電子部品に関する。

背景技術

[0002] 近年、電子機器の小型化、薄型化が進む中、これらの電子機器に搭載される電子部品にも小型のものが要求されている。なかでも積層セラミックコンデンサに関しては、薄型民生機器の需要により、電子部品の実装面積に制限がなされ、小型品の高容量化が求められている。

[0003] このような市場の要求から、積層セラミックコンデンサは、容量を確保し小型化しなければならない。ここで、積層セラミックコンデンサの静電容量は、式1で表わされる。

(式1)

$$C = \left(\frac{\epsilon_r \times \epsilon_0 \times S}{d} \right) \times n$$

C：静電容量、 ϵ_r ：比誘電率、 ϵ_0 ：真空の誘電率、

S：内部電極重なり面積、d：誘電体セラミック層厚み、n：積層数

[0004] 式1に示されるように、積層セラミックコンデンサの静電容量を上げる為には、内部電極重なり面積がほぼ定数であることを考慮すると、セラミック材料の持つ固有の比誘電率を高くするか、誘電体セラミック層厚みを薄くするか、内部電極層厚みを薄くして積層数を増やす等して調整する。

[0005] しかしながら、比誘電率に関しては物質固有の値であるため、新規誘電体物質の発見に至らなければ大幅な向上は見込めない。そのため、内部電極層

厚みや誘電体セラミック層厚みを薄くする等、設計上の検討を要する。近年、 $0.50\mu\text{m}$ 以下の内部電極層及び誘電体セラミック層で形成された積層セラミックコンデンサが求められている。この中で一番の課題になるのが、内部構造の薄層化に伴って発生しやすくなる、クラックやデラミネーション等の構造欠陥を抑制する技術である。

[0006] 積層セラミックコンデンサ等のデラミネーションを抑制する従来技術としては、例えば、特許文献1に代表されるような、内部電極層に内部電極層厚み程度まで粒成長させた誘電体セラミック粒子による電極途切れ部を生成させ、内部電極層の上下に配置された誘電体セラミック層との間をつなぐ柱のようなアンカーの機能を持たせる方法が提案されている。

[0007] また、特許文献2では、内部電極層の途切れ部に針状偏析物を設け、かつ針状粒子は電極途切れ部を貫通させ、誘電体セラミック層間にブリッジをかけるように配置させ、誘電体セラミック層との接触面積を大きくとることで、内部電極層と誘電体セラミック層との接着強度を向上させる方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開 2003-77761号公報

特許文献2：特開 2008-258190号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1で提案されている構造では、 $1.0\mu\text{m}$ 程度の内部電極層を備える積層セラミックコンデンサにおいては、デラミネーションを抑制する効果が見込める。しかし $0.5\mu\text{m}$ 以下に薄層化された内部電極層を備える積層セラミックコンデンサにおいては、内部電極層中の粒成長した誘電体セラミック粒子と誘電体セラミック層中の粒成長が抑制された誘電体セラミック粒子との界面でクラックが発生、延伸し、デラミネーションが

発生してしまい、昨今の薄層多層化された積層セラミックコンデンサにおいては、構造欠陥を抑制する内部構造としては不十分であった。

[0010] また、特許文献2で提案されている構造においても、デラミネーションを抑制する効果が見込めるが、 $0.5\mu\text{m}$ 以下にまで薄層化された内部電極層を備える積層セラミックコンデンサにおいては、内部電極粒子が球状化しようとするエネルギーに対して、内部電極層の途切れ部分を貫通する針状偏析物（BaおよびTiを主成分とする）が、誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子に対して異相である為に、針状偏析物と誘電体セラミック粒子との接着強度が十分ではなく、針状偏析物と誘電体セラミック粒子との界面でクラックが発生してしまい、昨今の薄層多層化された積層セラミックコンデンサにおいて、構造欠陥を改善する手法としては不十分であった。

[0011] そこで本発明は、内部電極層の導電性成分の球状化を抑制しながらも、内部電極層と誘電体セラミック層との接着強度を改善し、クラック及びデラミネーションの発生を抑えて、抗折強度を向上させた $0.5\mu\text{m}$ 以下の内部電極層を持つ積層型セラミック電子部品を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するために、本発明に係る積層型セラミック電子部品は、内部電極層と誘電体セラミック層とが交互に積層された積層体であって、前記内部電極層は電極途切れ部を有し、前記電極途切れ部の一部には、積層体の積層方向に直行する断面において、前記誘電体セラミック層厚みよりも大きい誘電体セラミック粒子を含み、前記誘電体セラミック粒子は、誘電体セラミック層に含まれる誘電体セラミック粒子と同種の結晶構造を有し、前記誘電体セラミック層を挟んで対向する内部電極層の少なくとも一方と接することを特徴としている。

[0013] 本発明の積層型セラミック電子部品は、電極途切れ部を有し、電極途切れ部は各種セラミック粒子や、導電性成分部、セラミック粒子が存在しない空隙部からなる。ここで、当該セラミック粒子は、誘電体セラミック粒子であって、内部電極層内にとどまらず、誘電体セラミック層を挟んで隣接する内

部電極層の少なくとも一方と接する。このことによって、誘電体セラミック層にブリッジをかけるように配置され、粒子間の接着強度を高め、内部電極層を電極途切れ部の誘電体セラミック粒子で強固に固定することができる。

[0014] 上記の構造によって接着強度が高められ、焼成工程や再酸化工程時に発生する導電性成分の球状化を抑制し、内部電極層が薄く維持される。さらに、導電性成分が球状化して積層方向に膨らもうとするエネルギーを抑えられるため、内部電極層と誘電体セラミック層の界面で発生する、クラックや剥離現象（デラミネーション）を効果的に抑制することができる。さらに、大きく粒成長した誘電体セラミック粒子が内部電極層に介在することで積層体の強度が上がり、かつ内部電極層中の導電性成分の球状化により発生する空隙を少なくすることができる。それ故、積層体の密度が上がり、抗折強度を向上することができる。

[0015] 前記誘電体セラミック粒子は、誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子と、同種の結晶構造を有する。この結果、電極途切れ部の誘電体セラミック粒子と誘電体セラミック層の誘電体セラミック粒子の接着強度が向上し、クラックの発生や内部電極層と誘電体セラミック層の界面で発生するデラミネーションを、効果的に抑制することができる。

[0016] 本発明の積層型セラミック電子部品は、前記誘電体セラミック粒子の一部が、前記電極途切れ部に形成された導電性成分部端部に接して、誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子よりも大きく粒成長していることが好ましい。

[0017] 上記構造にすることで、電極途切れ部と導電性成分部端部を空隙部なく誘電体セラミック層と電極途切れ部の誘電体セラミック粒子でブリッジをかけるように挟み込むことになるため、導電性成分の球状化を抑制し、誘電体セラミック層の界面で発生するデラミネーションを効果的に抑制することができる。また、電極途切れ部を構成する誘電体セラミック粒子は、粒子径が大きいので比誘電率が大きく、空隙部を介さない為、電極途切れ部も静電容量に寄与することができる。

[0018] 本発明の積層型セラミック電子部品は、前記誘電体セラミック粒子を有する電極途切れ部が、積層体の積層方向に直交する方向から断面を見て、内部電極層に占める割合が、５％以上１５％以下であることが好ましい。

[0019] 前記誘電体セラミック粒子を有する電極途切れ部が、上記範囲内にて内部電極層中に存在することによって、積層型セラミック電子部品の電気特性を損なうことがなく、効果的にクラック及びデラミネーションを抑制することができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、薄層の、具体的には０．５μm以下の内部電極層を有する薄層多層の積層型セラミック電子部品のクラック及びデラミネーションの発生を抑制し、抗折強度を良好にすることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図１は、本発明の一実施形態に係る積層型セラミック電子部品の製造方法により製造される、積層セラミックコンデンサの概略断面図である。

[図2]図２は、本発明の一実施形態に係る、ホットプレス焼成炉の概略図である。

[図3]図３は、本発明の一実施形態に係る、ホットプレス焼成炉の焼成時の概略図である。

[図4]図４は、本発明に係る積層型セラミック電子部品の内部構造体の形態を説明する為の、積層セラミックコンデンサの部分断面図である。

[図5]図５は、本発明に係る積層型セラミック電子部品の電極途切れ部の誘電体セラミック粒子の１例である。

[図6]図６は、本発明に係る積層型セラミック電子部品の電極途切れ部の誘電体セラミック粒子の１例である。

[図7]図７は、本発明に係る積層型セラミック電子部品の電極途切れ部の誘電体セラミック粒子の１例である。

[図8]図８は、本発明に係る積層型セラミック電子部品の電極途切れ部の誘電体セラミック粒子の１例である。

[図9]図9は、実施例1の試料のFE-SEM観察像（倍率4万倍）である。

[図10]図10は、比較例1の試料のFE-SEM観察像（倍率3万倍）である

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の好適な実施の形態として、積層セラミックコンデンサを例に挙げ説明する。同一の部材については同一の符号を付すものとし、重複する説明を省略する。なお、図面は模式的なものであり、部材相互間の寸法の比率や部材の形状等は実際のものと異なっても良い。

[0023] （積層セラミックコンデンサ）

図1に示すように、本発明の一実施形態に係る積層セラミックコンデンサ10は、誘電体セラミック層1と内部電極層2とが交互に積層された構成の積層体3を有する。この積層体3の両端部には、積層体の内部で交互に配置された内部電極層2と各々導通する一対の外部電極4が形成してある。積層体3の形状に特に制限はないが、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。

[0024] （誘電体セラミック層のセラミック組成）

上述した誘電体セラミック層の組成は、特に限定される事はないが、 ABO_3 （但し、Aサイトは、少なくともBaを含み、Bサイトは、少なくともTiを含むペロブスカイト型結晶を表す）を主成分とし、副原料として、 ABO_3 100molに対して、MgがMgO換算で0.01mol以上2.00mol以下、Rの酸化物（ただし、Rは、Y、Dy、Ho、Yb、Lu、GdおよびTbから選ばれる少なくとも1つである）を R_2O_3 換算で0.20mol以上1.00mol以下、 SiO_2 を0.40mol以上2.00mol以下、Mnの酸化物をMnO換算で0.00molを超え、0.50mol未満、Vの酸化物を V_2O_5 換算で0.01mol以上0.50mol以下で示す組成範囲のものが好ましい。

[0025] （積層セラミックコンデンサの製造）

このような積層セラミックコンデンサ10を製造するに当たっては、誘電

体セラミックペーストの作製、内部電極ペーストの作製、印刷、積層、切断といった、周知の方法により、積層体3の有機成分等を含んだ状態のものが作製される。次に有機成分等を炭化、燃焼させ、積層体3を焼結させる為に、脱バインダ工程、焼成工程、再酸化工程を経る。次いで焼結した積層体3の端面に外部電極4が形成され、積層セラミックコンデンサ10が完成する。

[0026] (誘電体セラミックペースト)

本発明の一実施形態における誘電体セラミック層用ペーストは、平均粒子径が20nmから100nmの誘電体セラミック粉末を用いることが好ましい。この範囲内に平均粒子径があることで、緻密な誘電体グリーンシートを作製できると共に、また焼成工程において、誘電体セラミック粉末の粒成長を促すことができ、本発明に係る構造体を作製することが可能になる。

[0027] (内部電極ペースト)

本発明の一実施形態における内部電極ペーストは、導電性粉末の粒子径としては特に制限されないが、平均粒子径が50nmから200nmのものを用いることが好ましい。また共材として導電性粉末の焼結挙動を遅らせる為に添加される誘電体セラミック粉末は、誘電体セラミックペーストで用いる誘電体セラミック粉末と同組成で、平均粒子径で100nmから200nm程度の誘電体セラミック粉末を用いることが好ましい。この範囲内に共材の平均粒子径があることで、焼成工程において、誘電体セラミック層の誘電体セラミック粉末と反応し電極途切れ部に、本発明に係る構造体を作製することが可能になる。

[0028] 共材の含有量としては、導電性粉末に対して10%以上30%以下が好ましい。共材の含有量は、電極途切れ部の割合を制御する手段の一つである。共材として用いる原料粉末は、球状で結晶性が悪いことが好ましく、例えばチタン酸バリウム粉末の結晶性を、X線回折強度から(111)面の半値幅として求めると0.200以上であることが好ましい。粒子径が大きく結晶性が良いと、焼成工程で誘電体セラミック層の誘電体セラミック粉末と反応

して大きく粒成長することが困難になる。

[0029] また、共材として内部電極ペーストに添加する誘電体セラミック粉末には、誘電体セラミック層と同一の組成になるように、副原料を添加することが好ましく、添加の形態は特に限定されないが、バイ焼添加方式、コーティング、レジネート等の方法が例示される。

[0030] (焼成工程)

本発明の一実施形態に係る焼成工程は、本発明で用いる内部電極ペーストの共材の粒子径が大きく、導電性粉末の焼結挙動遅延効果が望めないため、特殊なホットプレス焼結法が用いられる。しかし、本発明の特徴は構造体であり、本発明の構造体を作製できる方法であれば、どのような誘電体セラミックペースト、内部電極ペースト、各種焼成方法を用いても良く、例えばローラーハースキルン焼成、熱間等方圧加圧焼成、バッチ炉焼成等が例示される。

[0031] 本発明の一実施形態に係るホットプレス焼成装置は、図2、図3に示すように連続式高速ホットプレス焼成である。

[0032] 図2に示すように本発明の一実施形態における連続式高速ホットプレス焼成炉は、加圧パンチ加熱室20、加圧室21、パンチ22、ステージ23、ヒーター24、プッシャー25、受け26からなり、積層体試料27は高強度プレート28の上に乗せられ、高強度プレートはセラミック台29の上とパンチ23の底部に備え付けられる。

[0033] 図3に示すように本発明における連続式高速ホットプレス焼成炉は、加圧パンチ加熱室20で1100℃から1300℃に過熱された、パンチ22と高強度プレート28が、プッシャー25によってステージ23に送られた、セラミック台29と高強度プレート28との上に乗せられた積層体試料27を加圧加熱することによって焼結を行う。焼結後の積層体試料は受け26によって加圧室21の外に出される。

[0034] 焼成条件としては、例えば7000℃/h以上100000℃/h以下の昇温速度で、1.0MPa以上80MPa以下の加圧量の条件が例示される

- 。
- [0035] 焼成雰囲気としては、窒素と水素と水蒸気の共存雰囲気下で、水素濃度は0.1%より大きく4.0%以下で行うことが好ましい。水素濃度を高くしすぎると、脱バインダ工程で残ったカーボンが焼成工程でも残留してしまうと共に、再酸化条件が高温側にシフトしてしまい好ましくない。逆に低くなると導電性粉末の酸化がおこり好ましくない。
- [0036] 上述の高強度プレートとしてはタングステンカーバイド、シリコンカーバイド、シリコンナイトライド等の熱衝撃に強く、曲げ強度の大きな材料が例示される。試料との反応性の観点からシリコンカーバイドを用いることが好ましい。
- [0037] 上述の加圧パンチとしては、シリコンカーバイド、アルミニウムナイトライド等の熱伝導度の高い材料が例示される。耐熱性、熱伝導度の観点からシリコンカーバイドを用いることが好ましい。
- [0038] 上述のセラミック台としては、安定化ジルコニア、アルミナ、シリコンナイトライド等の熱伝導度の低い材料が例示される。耐熱衝撃性、熱伝導度の観点から安定化ジルコニア、シリコンナイトライドを用いることが好ましい。
- 。
- [0039] このように焼結させた焼成後の積層体を、再酸化処理する。再酸化処理においては、ホットプレス装置内で加圧しながらでも、また、別のバッチ炉、連続炉等で行ってもかまわない。また一般的ではあるが、酸素分圧を 10^{-8} atmから 10^{-4} atmで制御した窒素と水蒸気の共存雰囲気下で行う。また保持温度は、800℃から1100℃の範囲で行うことが好ましい。アニール時の保持温度が前記記載の温度範囲未満であると、誘電体材料の再酸化が不十分なため、絶縁抵抗および寿命特性が低下する場合がある。また、前記記載の範囲を超えると、本発明の構造を得ることが困難になる。
- [0040] このように、上記誘電体セラミックペーストと、内部電極ペーストを用いて作製した積層体を、上記焼成工程、再酸化工程を通すことによって、本発明の構造体を得ることができる。本発明の構造体に関する形態を、図4を用

いて説明する。

[0041] 図4は図1の積層セラミックコンデンサの概略断面図の内部構造の一部拡大図である。

[0042] 一般的に積層セラミックコンデンサの内部構造の断面を拡大すると、図4に示すように、誘電体セラミック層1、内部電極層2からなり、内部電極層2は電極途切れ部と、導電性成分部33からなる。さらに電極途切れ部は、誘電体セラミック層1を形成する誘電体セラミック粒子またはそれに類推するセラミック粒子からなるセラミック部34と、導電性成分やセラミック粒子が存在しない空隙部35の少なくとも一方からなる。

[0043] また、電極途切れ部のセラミック部34には誘電体セラミック粒子36や添加材副成分の偏析酸化物粒子、誘電体セラミック粒子主相から変化したセラミック粒子、ガラス成分等各種粒子が混在する。ここで誘電体セラミック粒子とは強誘電性を示すセラミック粒子であり、セラミック粒子とは状態が不明である物も含めたセラミック粒子全般を意味するものとする。

[0044] ここで、電極途切れ部のセラミック部34の一部に、内部電極層2内にとどまらず、誘電体セラミック層1を挟んで隣接する、内部電極層2の少なくとも一方と接する、誘電体セラミック粒子37を備える。

[0045] また、上記電極途切れ部の誘電体セラミック粒子37は、 ABO_3 （但し、Aサイトは、少なくともBaを含み、Bサイトは、少なくともTiを含むペロブスカイト型結晶を表す）を主成分とする、誘電体セラミック層1の主相粒子と同種であることが好ましい。

[0046] 本発明の一実施形態に係る電極途切れ部のセラミック部の構造の一部は、図5から図8に例示される。

[0047] 図5から図8に例示されるような、内部電極層2（図4）中の導電性成分部33内にとどまらず、誘電体セラミック層1を挟んで隣接する内部電極層2中の導電性成分部33の少なくとも一方と接する、誘電体セラミック粒子37を備えたセラミック部を有すると、熱処理工程において内部電極層の導電性成分が焼結した後に、球状化しようとするエネルギーに対して、誘電体

セラミック層が強固に固着されることで、導電性成分の球状化を抑制し、内部電極層が実質薄層化される。

[0048] また、図5から図8に例示されるような、内部電極層2（図4）中の導電性成分部33内にとどまらず、誘電体セラミック層1を挟んで隣接する内部電極層2の少なくとも一方と接する、誘電体セラミック粒子37は、 ABO_3 （但し、Aサイトは、少なくともBaを含み、Bサイトは、少なくともTiを含む型結晶を表す）を主相とする、誘電体セラミック層1の主相粒子と同じである為に、誘電体セラミック層の誘電体セラミック粒子との接着強度が強く、焼成、再酸化工程において内部電極層の導電性成分が焼結した後の球状化を抑制し、クラック及びデラミネーションの発生を抑制することができる。

[0049] さらに、大きく粒成長した誘電体セラミック粒子が内部電極層に介在することで積層体の強度が上がり、かつ内部電極層中の導電性成分の球状化により発生する空隙を少なくすることができるため、積層体の密度が上がり、抗折強度が向上する。

[0050] また、図5から図8に例示されるような、内部電極層2中の導電性成分部33内にとどまらず、誘電体セラミック層1を挟んで隣接する内部電極層2中の導電性成分部33の少なくとも一方と接する、誘電体セラミック粒子37は、電極途切れ部の導電性成分部33の電極端部と接し、さらに対向する電極の少なくとも一方と接するため、内部電極層を空隙部なく誘電体セラミック粒子で挟むため、内部電極層と誘電体セラミック層の界面で発生するデラミネーションを、効果的に抑制することができる。

[0051] さらに、誘電体セラミック粒子37を有する電極途切れ部が、積層体の積層方向に直交する方向から断面を見て内部電極層2に占める割合は、5%以上15%以下であることが好ましい。

[0052] 本発明の電極途切れ部の構造が、従来の電極途切れ部を構成する要素であった、空隙や偏析粒子や、特異的に粒成長させたセラミック粒子と異なり、誘電体セラミック層主相粒子と同種の結晶構造で構成され誘電体セラミック層

を挟んで対向する内部電極層の少なくとも一方と接していることで５％以上１５％以下という少ない比率で、クラックやデラミネーション抑制の効果と、抗折強度向上の効果が顕著に表れる。

[0053] ここで、内部電極層２に占める本発明に係る電極途切れ部の割合の定義は、観察視野中の内部電極層２の総長さに対して、電極途切れ部の総長さの割合としている。総長さは内部電極層２の厚みに対して中心線を水平に引き、その水平線の長さ、水平線上の電極途切れ部の長さを求めている。

[0054] また、電極途切れ部の一部に存在する誘電体セラミック粒子の形状は、不定形の形状を有することが好ましい。

[0055] ここで、粒子形状が不定形であるとは、積層型セラミック電子部品を積層面に対して垂直に断面を切って観察したときに観察される、誘電体セラミック粒子の断面形状が、円形、正方形、長方形といった規則性のある単純な形状ではなく、不規則な間隔で、頂点、辺を有する形状であることとし、好ましくは多角形状である。

[0056] 上記のように粒子形状が不定形であることで、粒子間の接触面積を多く取り、粒子間の接着強度を高め、内部電極層を電極途切れ部で強固に固定することができ、クラックの発生及びデラミネーションを効果的に抑制することができる。

[0057] 以上のような構造の達成によって、内部電極層２の平均厚みが $0.5\mu\text{m}$ 以下である積層型セラミック電子部品において、従来の構造と比較して、デラミネーションの発生抑制と抗折強度が、大幅に改善される。

[0058] 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、上述した実施形態に何等限定されるものではなく、例えば、積層チップサーミスタ、積層型インダクタ、積層型圧電素子、積層型バリスタ等の、積層型セラミック電子部品においても本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々に改変し適用することができる。

実施例

[0059] 以下、本発明をさらに詳細な実施例に基づき説明するが、本発明の要旨が

ら逸脱しない範囲内において種々に改変することができる。

[0060] (誘電体セラミック粉末の合成)

BaCO_3 、 CaCO_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 を原料に用いてBa : Caが96 : 4、Ti : Zrが94 : 6の元素比になるようにそれぞれ調合し、700℃大気中で焼成した後にビーズミルで粉砕して、50nmのチタン酸ジルコン酸バリウムカルシウム粒子を得た。

[0061] また上記記載のチタン酸ジルコン酸バリウムカルシウム100molに対して、Mgが0.1mol、Mnが0.2mol、Vが0.1mol、Yが0.8mol、Siが1.3mol、Baが0.7mol、Caが0.5molの組成になる副原料を準備した。原料としてMgはMgO、Mnは MnCO_3 、Vは V_2O_5 、Yは Y_2O_3 、Si、Ba、Caは SiO_2 、 BaCO_3 、 CaCO_3 を混合、粉砕、仮焼することによってガラス状微粉末として準備した。

[0062] (内部電極ペーストの作製)

Ni粉末(平均粒子径150nm)と、上記記載の方法で仮焼温度を800℃と変更して作製した、平均粒子径150nmのチタン酸ジルコン酸バリウムカルシウム系誘電体セラミック粉末と副原料として誘電体セラミック粉末と同一組成になるように各種レジネートと、有機ビヒクルとを準備した。

[0063] Ni粉末、チタン酸ジルコン酸バリウムカルシウム系誘電体セラミック粉末、副原料の各種レジネート、有機ビヒクルをホモキサーで混合後し、超音波ホモジナイザーで30分間分散処理を施した。

[0064] 続いて、エバポレーターで溶媒をある程度蒸発させ、ペースト中の無機固形分の濃度を、40質量%となるようにした後、3本ロールミルで混練して、粘度を調整し作製した。

[0065] (積層セラミックコンデンサの作製)

まず、誘電体セラミック層を構成する為の、誘電体グリーンシートを形成するために、チタン酸ジルコン酸バリウムカルシウム系誘電体セラミック粉末を含む誘電体セラミック層用ペーストを準備した。

- [0066] 誘電体セラミック層用ペーストは、前記誘電体セラミック粉末と、有機ビヒクルとを、ホモミキサーで混合した後、分散剤と混合し、0.5 mmのジルコニアビーズを用いて16時間粉碎混合することで作製した。
- [0067] そして、この誘電体セラミック層用ペーストを用いて、スロットダイコート法により、支持体としてのキャリアフィルム上に、誘電体グリーンシートを形成した。
- [0068] 続いて、内部電極層を形成するため、前記記載の内部電極ペーストを用い、誘電体グリーンシート上に、スクリーン印刷で内部電極層パターンを形成し乾燥した。
- [0069] さらに内部電極パターン間の凹部に余白用誘電体ペーストを塗布し、乾燥した。こうして内層用グリーンシートを準備した。
- [0070] また、内層用グリーンシートとは別に、キャリアフィルム上に誘電体グリーンシートのみを形成した外層用グリーンシートを用意した。
- [0071] 次に、内層用グリーンシートを外層用グリーンシート上に積層し、その後キャリアフィルムを剥離した。
- [0072] さらに、内層用グリーンシートを繰り返し積層して、所定の積層数までこの作業を繰り返した。そして最後に外層用グリーンシートを積層した後に、熱圧着して焼成前の積層体を得た。
- [0073] 得られた積層体を、ダイシングソーを適用して切断した。
- [0074] 続いて、上記切断後の個片化した積層体を高強度プレート上に0.1 mm間隔で並べ、高強度プレートと一緒に脱バインダをした。
- [0075] 本実施例では、高強度プレートとしてシリコンカーバイドを用いた。
- [0076] 脱バインダ条件は、水素濃度4.0%の加湿した窒素水素混合ガス中で、保持温度を800℃、保持時間12時間とした。昇温速度は特に制限されず、残留カーボン量が0.1質量%以下になるまで行った。
- [0077] 得られた高強度プレート上の脱バイ後の積層体チップを、図2に示したホットプレス焼成装置を用いて、約86400℃/hの昇温速度で、1160℃の焼成温度、10 MPaの加圧量の焼成条件で焼結させた。

[0078] 焼成時の雰囲気は、加湿した窒素と水素の混合ガスで、酸素分圧 1.0×10^{-11} atm とした。

[0079] 上述したホットプレス焼成装置の治具材種として、本実施例では加圧パンチとしては、シリコンカーバイドを用い、セラミック台としてはシリコンナイトライドを用いた。

[0080] このように焼結させた積層体を、再酸化処理した。再酸化処理においては、本発明では、無加圧のバッチ炉で、 1.0×10^{-5} atm で制御した窒素と水蒸気の共存雰囲気下で行った。また保持温度は、 1050°C とした。

[0081] 得られた積層体（焼結体チップ）に、バレル研磨にて端面研磨を施し、Cu 端子電極用ペーストを焼き付けて端子電極を形成し、本発明の構造体を持つ積層セラミックコンデンサを形成した。

[0082] （積層セラミックコンデンサの評価）

得られた積層セラミックコンデンサは以下の評価方法により、電極途切れ部のセラミック部を構成する粒子形状、組成、セラミック部の割合、デラミネーション発生数、クラック発生数、抗折強度を評価した。

[0083] （セラミック部を構成するセラミック粒子の粒子形状の評価）

得られた積層セラミックコンデンサの断面を、電界放出形走査電子顕微鏡（FE-SEM）を用いて5000倍で観察し、電極途切れ部のセラミック部を特定した後、30000倍および40000倍で構成する粒子形状を評価した。

[0084] 本実施例においては、すべての評価サンプルに関して、電極途切れ部中に、内部電極層内にとどまらず、誘電体セラミック層を挟んで隣接する内部電極層の少なくとも一方と接する、セラミック粒子が存在することを確認した。

[0085] （セラミック部を構成するセラミック粒子の組成の評価）

得られた積層セラミックコンデンサの断面のセラミック部のセラミック粒子をSTEMで観察し、エネルギー分散型X線分光（EDS）分析を行い、本発明に係るセラミック粒子の組成を評価した。

[0086] 本実施例においては、評価した全ての、内部電極層内にとどまらず誘電体セラミック層を挟んで隣接する内部電極層の少なくとも一方と接する、セラミック粒子は、誘電体セラミック層の主相粒子と同様に誘電体セラミック粒子であることを確認した。

[0087] (内部電極層厚みの評価)

得られた積層セラミックコンデンサの断面を、電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)を用いて2500倍で観察し、内部電極層厚みを評価した。

[0088] 本実施例においては、すべての評価サンプルに関して、観察視野中の内部電極層厚みの平均値が、 $0.5\mu\text{m}$ 以下であることを確認した。

[0089] (電極途切れ部の割合評価)

得られた積層セラミックコンデンサの断面を、電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)を用いて2500倍で観察し、電極途切れ部の割合を評価した。ここで後述する、表1、表2に示される電極途切れ部の割合とは、積層体の積層方向に対し、直交する切断面を観察したとき、誘電体セラミック層厚みよりも厚く、誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子と同種の結晶構造を有し、誘電体セラミック層を挟んで対向する、内部電極層の少なくとも一方と接している誘電体セラミック粒子を含有した、電極途切れ部を意味する。

[0090] ここで、内部電極層に占める電極途切れ部の割合は、上記記載の観察倍率における視野中の内部電極層の長さに対して、電極途切れ部の長さの割合とした。内部電極層および電極途切れ部の長さとは、内部電極層の厚みに対して中心線を水平に引き、その水平線の長さの和とし、電極途切れ部の長さも水平線上の電極途切れ部の長さの和から求めた。

[0091] (構造欠陥の評価)

得られた積層セラミックコンデンサの六つの表面及び外部電極が観察できるよう断面を、レーザー顕微鏡(オリンパス製)を用いて20倍で観察し、クラックの発生数及びデラミネーションの発生数を評価した。

[0092] (抗折強度試験)

得られた積層セラミックコンデンサに対して、三点曲げ強度を測定した。測定条件は、支点間距離 $L = 0.5 \text{ mm}$ 、荷重速度 $= 1 \text{ mm/sec}$ とし、破壊時の荷重 P と次式から、積層型セラミックコンデンサの抗折強度 F を算出した。

$$F = (3 \times P \times L) / (2 \times w \times t^2)$$

ただし、 w : 積層型セラミックコンデンサの幅、 t : 積層型セラミックコンデンサの厚みである。積層型セラミックコンデンサ 100 個について抗折強度 F を測定し、その平均値を求めた。

[0093] (静電容量の測定)

得られた積層セラミックコンデンサ 10 チップについて、LCRメーター (HP社製 4284A) を用いて 1 kHz 、 1.0 V rms の条件で静電容量を測定し、平均値で比較評価を行った。

[0094] 実施例 1 の電極途切れ部のセラミック部の断面観察 FE-SEM 像を図 9 に示した。図 9 に示すように、内部電極層の電極途切れ部には、誘電体セラミック層厚みよりも大きい誘電体セラミック粒子 37 が存在し、誘電体セラミック層を挟んで対向する、内部電極層の導電性成分部 33 の少なくとも一方と接していることが確認できた。

[0095] 実施例 2 および実施例 3 の試料は実施例 1 と同様の工程で作製したが、内部電極層厚みを薄くするために、内部電極ペーストの印刷付着量を少なくし、さらに電極途切れ部の割合等を調整するため、実施例 2 おいては焼成保持温度を 1130°C 、加圧量を 20 MPa 、再酸化処理保持温度は 1000°C とした。

[0096] また、実施例 3 においては焼成保持温度を 1140°C 、加圧量を 15 MPa 、再酸化処理温度を 1000°C として試料を作製した。

[比較例]

[0097] 比較例 1 は特許文献 1 で示されている方法にて作製したサンプルであるが、特許文献 1 に記載の各種材料、粉末を用いた場合、内部電極層厚みが 0.

5 μm 以下にならない為、以下に示した誘電体セラミック材料、内部電極ペーストを用いて作製した。

[0098] 誘電体セラミック材料としては、平均粒子径200nmのチタン酸バリウム粒子を用い、材料組成としては、チタン酸バリウム100molに対して、MgがMgO換算で1.0mol、Yの酸化物を Y_2O_3 換算で0.60mol、 SiO_2 を0.80mol、Mnの酸化物をMnO換算で0.30mol、Vの酸化物を V_2O_5 換算で0.20molとした。

[0099] 上記誘電体セラミック材料、組成を用いて実施例と同様の方法で、誘電体セラミック層用ペーストを作製した。

[0100] 内部電極ペーストとしては、Ni粉末（平均粒子径150nm）と、20nmのチタン酸バリウムとを用いて実施例と同様の方法でペーストを作製した。

[0101] 上記誘電体セラミック層用ペーストと内部電極ペーストを用いて、実施例と同様の方法で印刷、積層、切断、脱バインダを行った。

[0102] 以上の方法で作製された、脱バインダ後のサンプルを600°C/hの昇温速度、1200°Cで焼成を行い、その後の工程は実施例と同様とした。

[0103] 図10に比較例1の断面観察FE-SEM像を示した。構造自体は特許文献1で提示されている構造が得られたが、本発明に係る電極途切れ部は確認できなかった。

[0104] 比較例2は特許文献2で示されている方法にて作製したサンプルであるが、特許文献2に記載の内部電極ペーストを用いた場合、内部電極層厚みが0.5 μm 以下にならない為、以下に示した誘電体セラミック材料、内部電極ペーストを用いて作製した。

[0105] 誘電体セラミック材料としては、平均粒子径200nmのチタン酸バリウム粒子を用い、材料組成としては、チタン酸バリウム100molに対して、MgがMgO換算で1.9mol、Yの酸化物を Y_2O_3 換算で0.54mol、 BaSiO_3 を0.50mol、Crの酸化物を Cr_2O_3 換算で0.21mol、Vの酸化物を V_2O_5 換算で0.08molとした。

[0106] 上記誘電体セラミック材料、組成を用いて実施例と同様の方法で、誘電体セラミック層用ペーストを作製した。

[0107] 内部電極ペーストとしては、Ni粉末（平均粒子径150nm）と、20nmのチタン酸バリウムとを用いて実施例と同様の方法でペーストを作製した。

[0108] 上記誘電体セラミック層用ペーストと内部電極ペーストを用いて、実施例と同様の方法で印刷、積層、切断、脱バインダを行った。

[0109] 以上の方法で作製された脱バインダ後のサンプルを、600℃/hの昇温速度、1200℃で焼成を行い、その後の工程は実施例と同様とした。

[0110] 以上の方法で、構造自体は特許文献2で提示されている構造が得られ、針状粒子はBa-Ti-Mg-Ni-Cr相の酸化物であったが、本発明に係る電極途切れ部は確認できなかった。

[0111] 実施例1、実施例2、実施例3および比較例1、比較例2に関する評価結果を表1に示した。

[0112] [表1]

	内部電極層 厚み (μm)	電極途切れ部の 導電性成分部 端部の 空隙の有無	内部電極ペースト 中のセラミック粒子 配合量 重量%vsNi100%	電極途切れ部 の割合 (%)	クラック 発生数	デラミ ネーション 発生数	抗折 強度 (MPa)	静電 容量 (μF)
実施例1	0.5	有	10	18	0/100	0/100	415	4.4
実施例2	0.3	無	10	9	0/100	0/100	401	5.0
実施例3	0.3	無	10	18	0/100	0/100	431	4.8
比較例1	0.5	有	10	19	15/100	44/100	326	—
比較例2	0.5	有	10	18	29/100	6/100	311	—

[0113] 表1の実施例1に示すように、本発明によって得られる内部電極層内にとどまらず、誘電体セラミック層を挟んで隣接する内部電極層の少なくとも一方と接する、誘電体セラミック粒子が存在する試料は、0.5 μm 以下の内部電極層厚みになった場合でも、クラックの発生数、デラミネーションの発生数を従来の技術と比較して大幅に改善することが可能になり、抗折強度も向上した。

[0114] 実施例2及び実施例3の試料は、電極途切れ部中に、内部電極層内にとどまらず誘電体セラミック層を挟んで隣接する内部電極層の少なくとも一方と接し、空隙を介さずに導電性成分部端部と接し、誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子よりも大きく粒成長した誘電体セラミック粒子が

存在した試料である。内部電極層が $0.3\mu\text{m}$ と極薄層化され、再酸化工程時に導電性成分が球状化し易くなったにもかかわらず、表1に示されるようにデラミネーション、クラック発生数が100サンプル中で観察されなかった。

[0115] また、実施例2および実施例3において、静電容量が10%程度向上した。実施例2においては電極途切れ部の割合も寄与しているが、実施例3においては電極途切れ部の割合が同等程度で静電容量の向上が確認された。これは、電極途切れ部に形成された内部電極端部に接して、電極途切れ部が形成された内部電極層と、誘電体セラミック層を介して対向する内部電極層の電極面とにまたがった一粒子からなる誘電体粒子が配置されていることで、容量を大きく取得できた。

[0116] 実施例4から実施例9においては、積層体の積層方向に対して断面方向から見たとき、誘電体セラミック層厚みよりも大きく、誘電体セラミック層を形成する誘電体セラミック粒子と同種の結晶構造を有し、誘電体セラミック層を挟んで対向する、内部電極層の少なくとも一方と接している誘電体セラミック粒子を含有した電極途切れ部の割合の効果を見るために、電極途切れ部の割合を制御した試料を作製した。

[0117] 本発明に係る電極途切れ部の割合の制御には、内部電極ペースト中に含有させる、粒子径 150nm のチタン酸ジルコン酸バリウムカルシウム系誘電体セラミック粉末の添加量と、焼成、再酸化工程の条件を調整しておこなった。

[0118] また、内部電極厚みが $0.3\mu\text{m}$ となるように、内部電極ペースト中の誘電体セラミック粉末添加量に合わせて、内部電極ペースト付着量も適宜調整した。

[0119] 実施例4および実施例6から実施例9における焼成保持温度は 1140°C とし、実施例5においては 1130°C とした。

[0120] 実施例4および実施例5の加圧量は 20MPa 、実施例6および実施例7の加圧量は 15MPa 、実施例8および実施例9の加圧量は 10MPa とし

た。

[0121] 実施例4から実施例9における再酸化工程の保持温度は950℃とした。

[0122] 実施例4から実施例9に関する評価結果を表2に示した。

[0123] [表2]

	内部電極層 厚み	内部電極ペースト中の セラミック粒子配合量	電極途切れ部 の割合	クラック発生数	デラミネーション 発生数	抗折強度
	(μm)	重量%vsNi100%	(%)	X(発生数)/100	X(発生数)/100	(MPa)
実施例4	0.3	7	3	2/1000	15/1000	360
実施例5	0.3	10	5	1/1000	3/1000	366
実施例6	0.3	10	11	0/1000	0/1000	410
実施例7	0.3	15	14	1/1000	0/1000	432
実施例8	0.3	15	15	2/1000	0/1000	428
実施例9	0.3	16	16	8/1000	0/1000	425

[0124] 表2に示すように、本発明によって得られる電極途切れ部に、内部電極層内にとどまらず、誘電体セラミック層を挟んで隣接する内部電極層の少なくとも一方と接する誘電体セラミック粒子が存在する試料では、内部電極層に占める本発明に係る電極途切れ部の割合が5%以上15%以下の構造を有すると、クラックの発生数が、母数を1000個にした場合でも、クラックおよびデラミネーションの発生頻度が非常に小さいことが確認された。

[0125] また、表2をみてわかるとおり本発明に係る電極途切れ部の割合が増加すると、クラックの発生数が若干増えるが、抗折強度は向上していることが確認された。これは、本発明に係る誘電体セラミック粒子で電極途切れ部が構成され剛性が上がったが、電極途切れ部が多くなると、内部応力が大きくなりクラック発生数が若干増えたのではないと思われる。

[0126] 以上のように、内部電極層厚みが0.5 μm 以下と薄くなっても、内部電極層内にとどまらず、誘電体セラミック層を挟んで隣接する内部電極層の少なくとも一方と接する誘電体セラミック粒子を有する電極途切れ部を備えた本発明においては、クラック、デラミネーションといった構造欠陥が大幅に抑制され、抗折強度も向上したことがわかる。

産業上の利用可能性

[0127] 本発明に係る積層型セラミック電子部品は、内部電極層の厚みが極めて薄くなっても、構造欠陥を抑制し、高信頼性を保証する。そのため、薄層多層の電子部品の構造として非常に有意である。本発明に係る積層型セラミック

電子部品は、例えば積層セラミックコンデンサであれば、容量の高い積層セラミックコンデンサを得ることができる。よって本構造を有する積層セラミックコンデンサは、よって各種通信機器系のデカップリング用途、波形成形用途、フィルタ用途、平滑用途、バイパス用途で利用することができる。

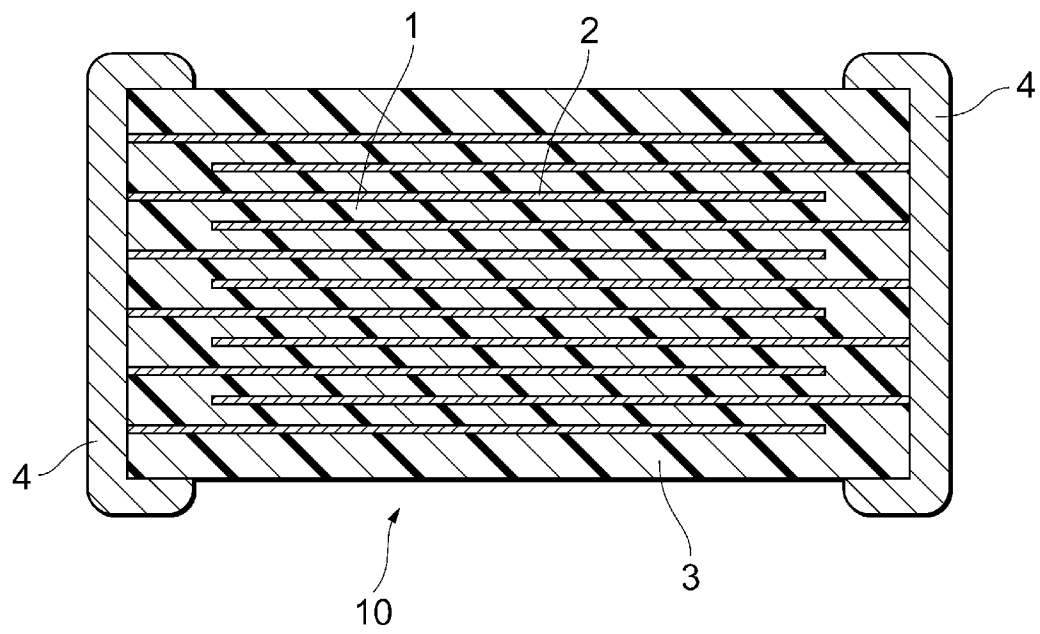
符号の説明

- [0128] 1 . . . 誘電体セラミック層
2 . . . 内部電極層
3 . . . 積層体
4 . . . 外部電極
10 . . . 積層セラミックコンデンサ
20 . . . 加圧パンチ加熱室
21 . . . 加圧室
22 . . . パンチ
23 . . . ステージ
24 . . . ヒーター
25 . . . プッシャー
26 . . . 受け
27 . . . 積層体試料
28 . . . 高強度プレート
29 . . . セラミック台
33 . . . 導電性成分部
34 . . . セラミック部
35 . . . 空隙部
36 . . . 誘電体セラミック粒子
37 . . . 誘電体セラミック層厚みよりも大きい誘電体セラミック粒子

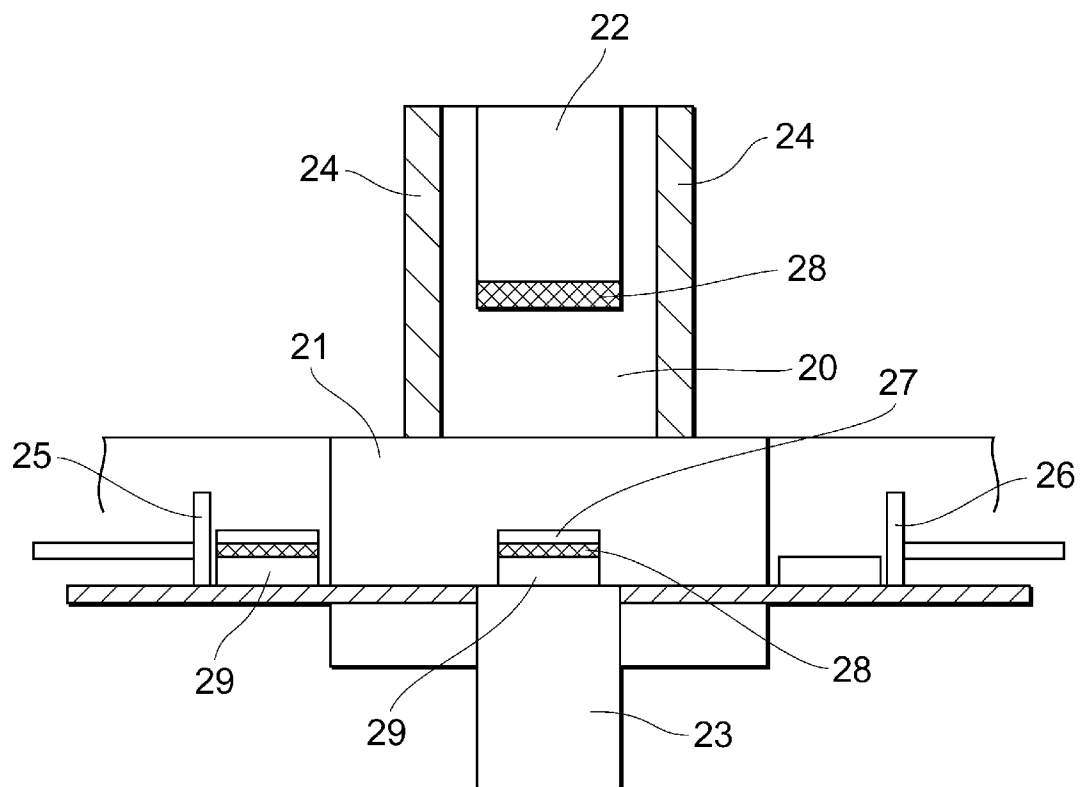
請求の範囲

- [請求項1] 内部電極層と誘電体セラミック層とが交互に積層された積層体であって、
前記内部電極層は電極途切れ部を有し、
前記電極途切れ部の一部には、積層体の積層方向に直行する断面において、前記誘電体セラミック層厚みよりも大きい誘電体セラミック粒子を含み、
前記誘電体セラミック粒子は、誘電体セラミック層に含まれる誘電体セラミック粒子と同種の結晶構造を有し、前記誘電体セラミック層を挟んで対向する内部電極層の少なくとも一方と接することを特徴とする、積層型セラミック電子部品。
- [請求項2] 前記電極途切れ部の一部に存在する誘電体セラミック粒子は、前記電極途切れ部に形成された導電性成分部端部に接して、前記誘電体セラミック層を形成する前記誘電体セラミック粒子よりも大きく粒成長していることを特徴とする、請求項1に記載の積層型セラミック電子部品。
- [請求項3] 前記誘電体セラミック粒子を有する電極途切れ部は、前記積層体の積層方向に直行する断面において、内部電極層に占める割合が5%以上15%以下であることを特徴とする、請求項1乃至請求項3記載の積層型セラミック電子部品。

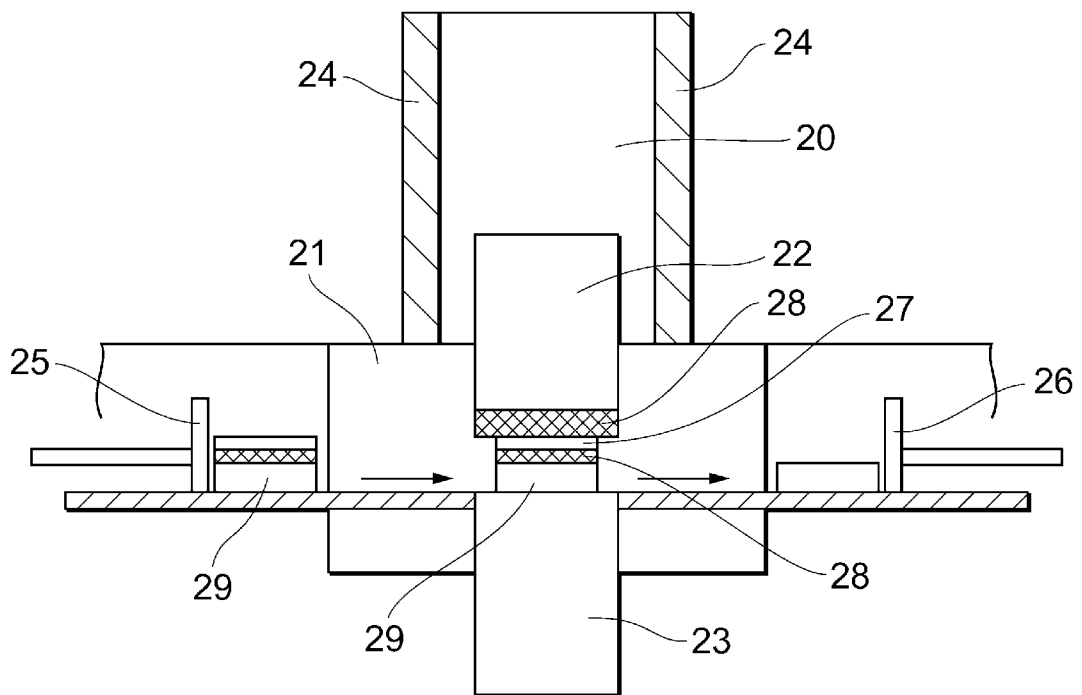
[図1]



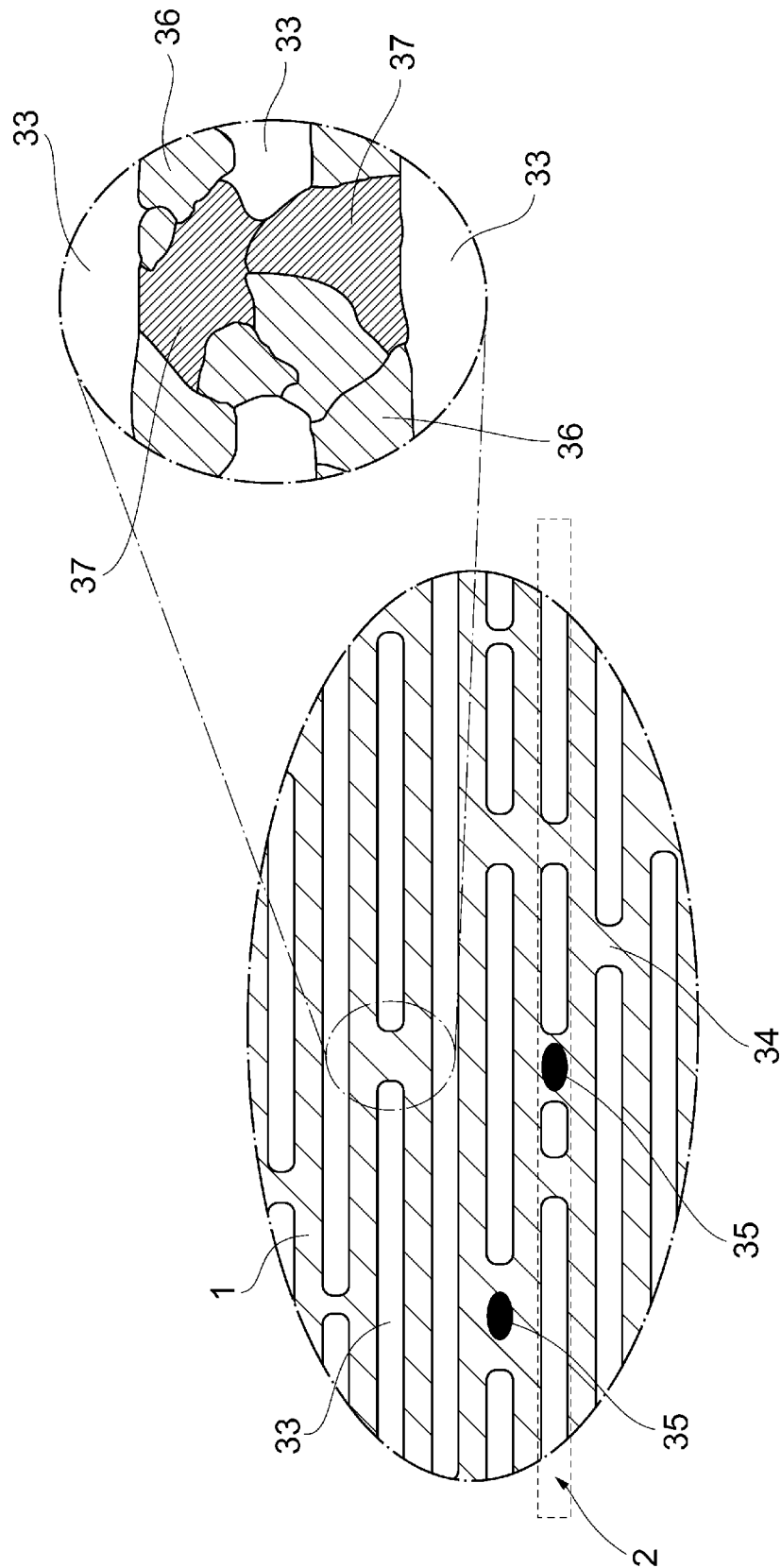
[図2]



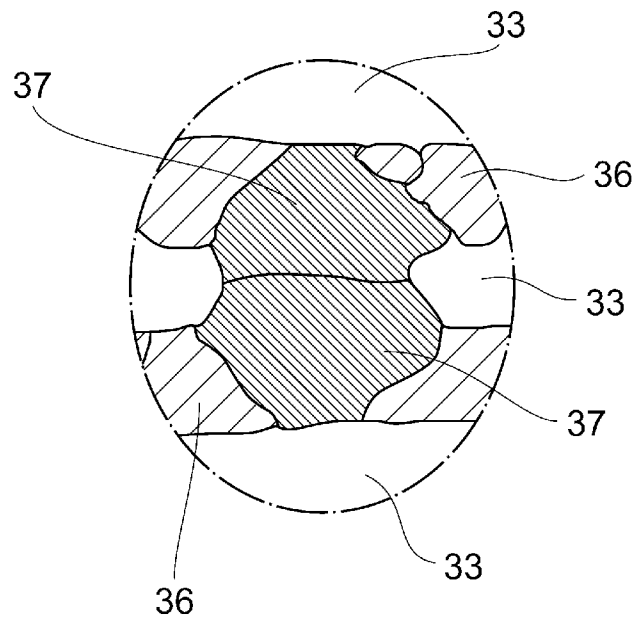
[図3]



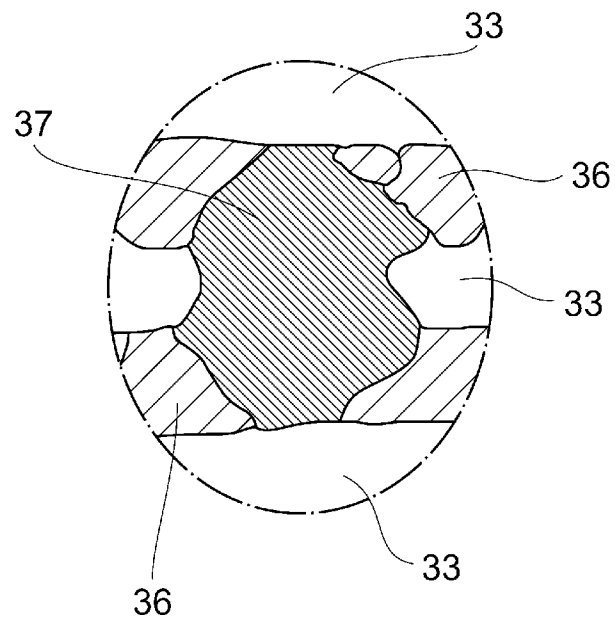
[図4]



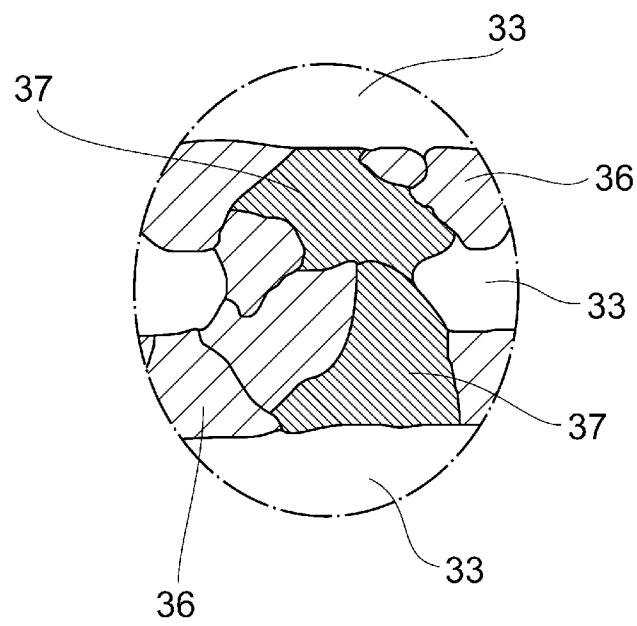
[図5]



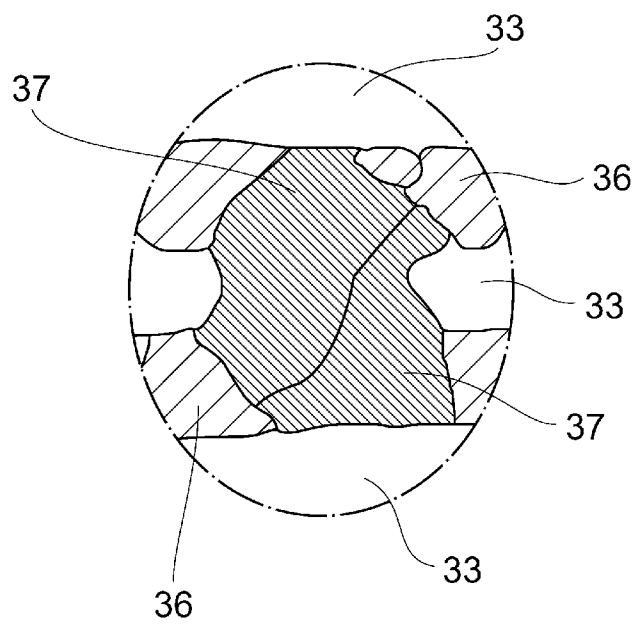
[図6]



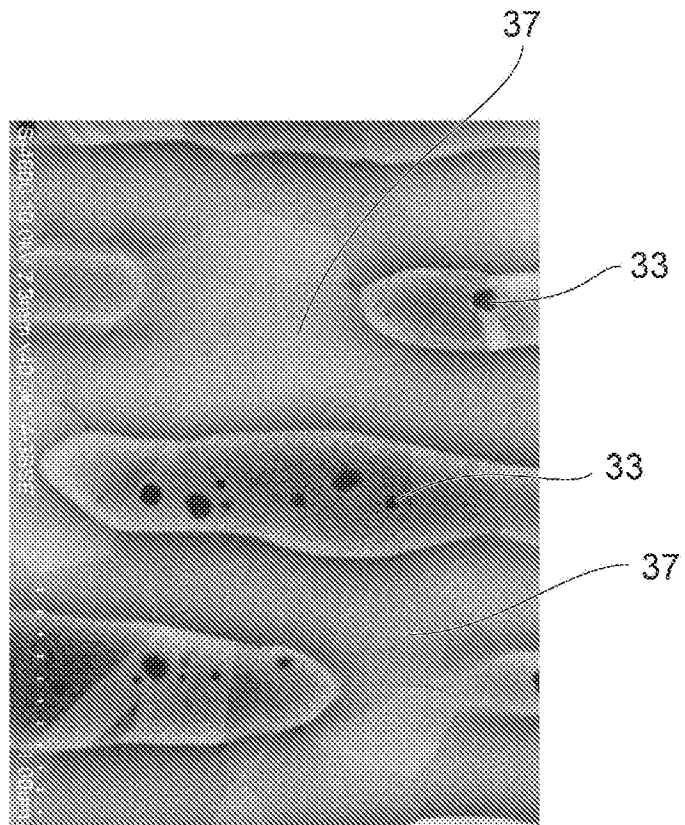
[図7]



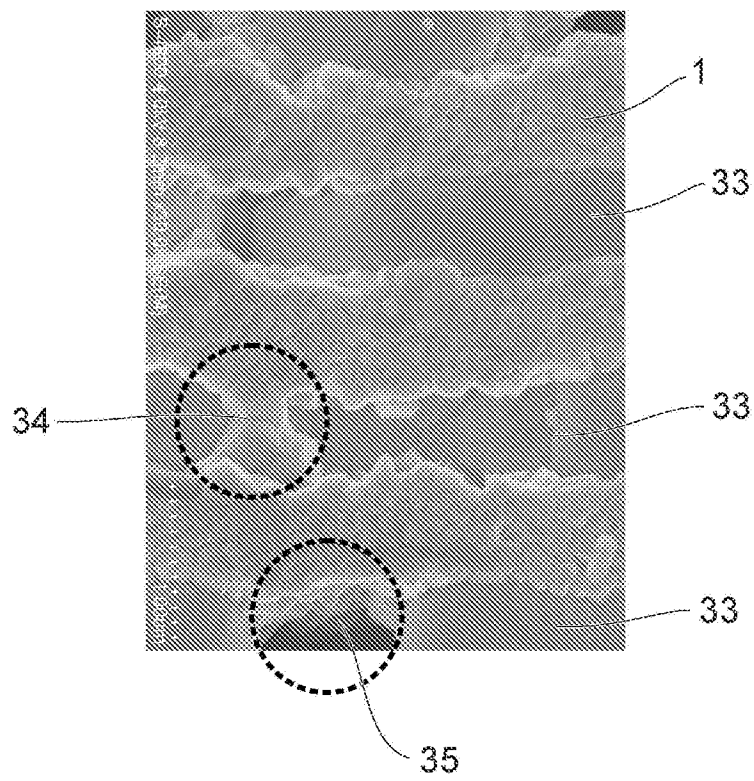
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01G4/232(2006.01)i, H01G4/12(2006.01)i, H01G4/30(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)

H01G4/232, H01G4/12, H01G4/30

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2003-077761 A (NEC Tokin Ceramics Corp.), 14 March 2003 (14.03.2003), claims; fig. 3 (Family: none)	1-3
A	JP 05-283208 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 29 October 1993 (29.10.1993), claims; fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 2008-198684 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), claims; fig. 2 (Family: none)	1-3

☒ 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
19 March 2015 (19.03.15)

Date of mailing of the international search report
31 March 2015 (31.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083662

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-258190 A (TDK Corp.), 23 October 2008 (23.10.2008), claims; fig. 2 (Family: none)	1-3
A	JP 2004-342744 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), claims; fig. 2 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01G4/232(2006.01)i, H01G4/12(2006.01)i, H01G4/30(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. H01G4/232, H01G4/12, H01G4/30

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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
A	JP 2003-077761 A（エヌイーシートーキンセラミクス株式会社） 2003.03.14, 特許請求の範囲, 図3（ファミリーなし）	1-3
A	JP 05-283208 A（株式会社村田製作所）1993.10.29, 特許請求の範囲, 図1（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2008-198684 A（松下電器産業株式会社）2008.08.28, 特許請求の範囲, 図2（ファミリーなし）	1-3

☒ 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

19.03.2015

国際調査報告の発送日

31.03.2015

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）

田中 晃洋

5 D

3800

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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
A	JP 2008-258190 A (TDK株式会社) 2008. 10. 23, 特許請求の範囲, 図 2 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2004-342744 A (株式会社村田製作所) 2004. 12. 02, 特許請求の範囲, 図 2 (ファミリーなし)	1-3