

(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
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/132662 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/083 (2006.01) *H01L 41/22* (2006.01)
H01L 41/08 (2006.01) *H01L 41/24* (2006.01)
H01L 41/187 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054311
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 22 日(22.02.2012)
- (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 2011-069134 2011 年 3 月 28 日(28.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 緒方 孝友 (OGATA Takatomo) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 伊藤 陽彦 (ITO Haruhiko) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所 (PROSPEC PATENT FIRM); 〒4530801 愛知県名古屋

屋市中村区太閤三丁目 1 番 1 8 号 名古屋 K S ビル 1 2 階 Aichi (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, 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, 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).

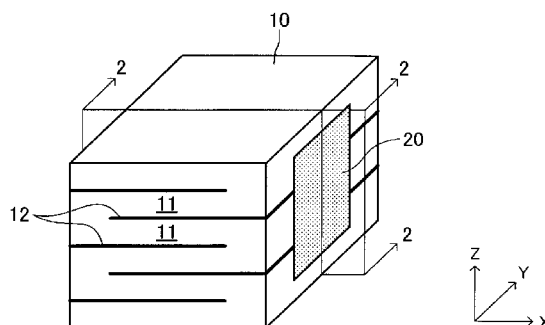
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CERAMIC DEVICE AND PIEZOELECTRIC DEVICE

(54) 発明の名称: セラミックスデバイス、及び圧電デバイス

[図1]



(57) Abstract: This piezoelectric device is a sintered body comprising a main body section (10) and a side-surface electrode (20). The main body section (10) has a plurality of piezoelectric layers (11) comprising a piezoelectric material and a plurality of layered internal electrodes (12), and is a laminate wherein piezoelectric layers (11) are positioned as the uppermost layer and the lowermost layer, and piezoelectric layers (11) and the internal electrodes (12) are alternately layered. The side-surface electrode (20) covers part of the side surface of the main body section (10) and connects to the internal electrodes (12). A plurality of ceramic particles are embedded inside the side-surface electrode (20). As a result, the difference between the amount of shrinkage in the main body section (10) and the side-surface electrode (20) during sintering can be reduced. Consequently, a highly reliable piezoelectric device with reduced cracking around the joining surface between the main body section and the side-surface electrode or the vicinity thereof can be provided.

(57) 要約:

[続葉有]



この圧電デバイスは、本体部１０と、側面電極２０とを備えた焼成体である。本体部１０は、圧電材料からなる複数の圧電層１１と、複数の層状の内部電極１２とを有し、最上層及び最下層として圧電層１１が位置し且つ圧電層１１と内部電極１２とが交互に積層された積層体である。側面電極２０は、本体部１０の側面の一部を覆い且つ内部電極１２と接続する。側面電極２０の内部には複数のセラミックス粒子が埋設されている。この結果、焼成時における本体部１０と側面電極２０との収縮量の差を小さくすることができる。これにより、本体部と側面電極との接合面の周囲、或いはその近傍にてクラックの発生が抑制されて信頼性の高い圧電デバイスが提供され得る。

明 細 書

発明の名称：セラミックスデバイス、及び圧電デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、セラミックス材料（圧電材料）からなるセラミックス層（圧電層）と内部電極とが積層された本体部と、前記本体部の側面の少なくとも一部を覆い且つ前記内部電極と接続する側面電極とを備えた焼成体であるセラミックスデバイス（圧電デバイス）に関する。圧電デバイスは、圧電／電歪デバイスとも称呼される。

背景技術

[0002] この種の圧電デバイスは、光学レンズの位置制御用素子（例えば、カメラ用オートフォーカスやズーム用の超音波モータ）や、磁気的情報等の読取り及び／又は書込み用素子の位置制御用素子（例えば、ハードディスクドライブの磁気ヘッド用のアクチュエータ）、或いは機械的振動を電気信号に変換するセンサ等として活発に開発されてきている（例えば、特開２００６－１００８０５号公報、及び、特開２００２－３５９１４８号公報を参照）。

[0003] ところで、上述の圧電デバイスは、通常、以下の手順で作製される。即ち、先ず、圧電層と内部電極とが交互に積層・圧着されることによって、積層体である本体部（焼成前）が形成される。次いで、その本体部の側面に側面電極が形成される。その後、本体部と側面電極とが同時に焼成されて、圧電デバイスが完成する。

[0004] 上述の焼成後、本体部と側面電極との接合面の周囲、或いはその近傍にてクラックが発生する場合があった。これは、以下の理由に基づくと考えられる。即ち、本体部では、焼成前にて、圧電層と内部電極との積層・圧着工程において高さ方向（積層方向）に圧力が既に付与されている。従って、焼成時における本体部の高さ方向の収縮量が小さい。加えて、本体部と側面電極との間で焼成収縮が開始する温度に差がある。これらの相乗作用によって、上記クラックが発生する。上記クラックが発生することは、圧電デバイスの

作動不良等に繋がるので好ましくない。

発明の概要

- [0005] 従って、本発明の目的は、本体部と側面電極との接合面の周囲、或いはその近傍にてクラックの発生が抑制されて信頼性の高いセラミックスデバイス（圧電デバイス）を提供することにある。
- [0006] 上記目的を達成するため、本発明に係るセラミックスデバイス（圧電デバイス）の特徴は、前記側面電極が、前記側面電極の内部に埋設された（複数の）セラミックス粒子を備えたことにある。ここにおいて、「埋設」とは、セラミックス粒子が側面電極の表面に露呈していない（見えない）状態を指す。
- [0007] これによれば、側面電極の内部に（複数の）セラミックス粒子が埋設されているので、焼成時における本体部と側面電極との収縮量の差を小さくすることができる。従って、前記収縮量の差に起因するクラックの発生を抑制することができる。この結果、信頼性の高いセラミックスデバイス（圧電デバイス）が提供され得る。
- [0008] 上記本発明に係る圧電デバイスでは、前記側面電極に備えられた複数の前記セラミックス粒子のうちの一部が前記側面電極の表面に露呈するように固着し、残りが前記側面電極の内部に埋設されていてもよい。この場合、前記側面電極（焼成後）の厚さは $0.5 \sim 10.0 \mu\text{m}$ であり、前記セラミックス粒子（焼成後）の粒径は $0.5 \sim 7.0 \mu\text{m}$ であることが好適である。
- [0009] 上記本発明に係る圧電デバイスでは、前記セラミックス粒子は、前記本体部に含まれる前記圧電材料と同じ組成を有する圧電材料の粒子であることが好適である。この場合、前記側面電極を構成する材料における前記圧電材料の含有率は $10 \sim 50$ 体積％であることが好適である。検討によれば、前記含有率が 10 体積％未満であると、前記収縮量の差が大きいことに起因してクラックが発生し易いことが判明した。また、前記含有率が 50 体積％を超えると、側面電極の表面に絶縁体である圧電材料が多く存在することに起因して導通不良が発生し易いことが判明した。以上についての詳細は後述する

。即ち、上記構成によれば、焼成後のクラックの発生、並びに、導通不良の発生を抑制することができる。

[0010] 上記本発明に係る圧電デバイスにおいて、前記セラミックス粒子を前記側面電極の内部に埋設させるため、以下の手法が考えられる。

前記セラミックス粒子を含む電極材料のペーストを利用して前記側面電極の成形体を形成し、前記形成された成形体を焼成する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態に係る圧電デバイスの斜視図である。

[図2]図1に示した圧電デバイスの2-2断面図である。

[図3]図2のZ部の拡大図である。

[図4]基材上に形成された大きな積層体を切断して同一工程で多数個の圧電デバイス対応部を取り出す際の切断の様子を示した図である。

[図5]切断によって基材上に多数個の圧電デバイス対応部が取り出された状態を示した図である。

[図6]図1に示した圧電デバイスの製造過程を示す図である。

[図7]図1に示した圧電デバイスの製造過程を示す図である。

[図8]側面電極ペースト中の圧電材料の含有率と、クラック発生率及び導通不良率と、の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照しながら本発明による圧電デバイスの実施形態について説明する。

[0013] (構成)

図1、図2に示すように、本実施形態に係る圧電デバイスは、焼成体であり、直方体状の本体部10と、本体部10の側面の少なくとも一部を覆うように本体部10に設けられた側面電極20と、を備える。

[0014] 本体部10は、圧電材料からなる複数（本例では6つ）の圧電層11と、複数（本例では5つ）の層状の内部電極12とを有し、最上層及び最下層として圧電層11が位置し且つ圧電層11と内部電極12とが交互に積層され

た積層体である。圧電層 11 と内部電極 12 の各層は互いに平行に積層されている。本体部 10 のサイズ（焼成後）は、例えば、縦 0.2 ～ 10.0 mm、横 0.1 ～ 10.0 mm、高さ 0.01 ～ 10.0 mm である。各圧電層 11（焼成後）の厚さは 1.0 ～ 100.0 μm であり、各内部電極 12（焼成後）の厚さは 0.3 ～ 5.0 μm である。

[0015] 側面電極 20 は、内部電極 12 と電氣的に接続されている。より具体的には、図 2 に示すように、（3つの）内部電極 12 A、及び側面電極 20 A（以下、これらを総称して「第 1 電極群」と呼ぶ）が互いに電氣的に接続され、（2つの）内部電極 12 B、及び側面電極 20 B（以下、これらを総称して「第 2 電極群」と呼ぶ）が互いに電氣的に接続されている。

[0016] 第 1、第 2 電極群は、絶縁体である圧電層 11 を介して接続されることによって、互いに電氣的に絶縁されている。換言すると、互いに電氣的に接続された（3つの）内部電極 12 A と、互いに電氣的に接続された（2つの）内部電極 12 B とは、櫛歯状の電極を構成している。側面電極 20（焼成後）の厚さは 0.5 ～ 10.0 μm である。なお、本例では、内部電極が 5 層となっているが、内部電極の層の数は特に限定されない。

[0017] この圧電デバイスでは、第 1、第 2 電極群の間に与える電位差を調整することによって圧電層 11（従って、本体部 10）の変形量が制御され得る。この原理を利用することによって、この圧電デバイスは、対象物の位置を制御するアクチュエータとして利用され得る。この対象物として、光学レンズ、磁気ヘッド、光ヘッド等が挙げられる。また、この圧電デバイスでは、圧電層 11（従って、本体部 10）の変形量に応じて第 1、第 2 電極群の間に発生する電位差が変化する。この原理を利用することによって、この圧電デバイスは、超音波センサ、加速度センサ、角速度センサ、衝撃センサ、質量センサ等の各種センサとしても利用され得る。

[0018] 圧電層 11 の材料（圧電材料）としては、圧電セラミックス、電歪セラミックス、強誘電体セラミックス、或いは反強誘電体セラミックスが採用されることが好適である。具体的な材料としては、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、

マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、マンガンタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、チタン酸ナトリウムビスマス、ニオブ酸カリウムナトリウム、タンタル酸ストロンチウムビスマス等を単独であるいは混合物として含有するセラミックスが挙げられる。

[0019] 側面電極 20、及び内部電極 12 の材料（電極材料）としては、室温で固体であり、導電性に優れた金属で構成されていることが好ましく、例えば、アルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、パラジウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、鉛等の金属単体、もしくはこれらの合金が採用され得る。

[0020] 図 2 の Z 部の拡大図である図 3 に示すように、側面電極 20 の内部には、複数のセラミックス粒子 P が埋設されている。本実施形態では、セラミックス粒子 P として、前記圧電材料と同じ組成を有する圧電材料の粒子が使用されている。

[0021] 本実施形態では、図 3 に示すように、側面電極 20 に備えられた複数のセラミックス粒子 P の一部が側面電極 20 の表面に露呈するように固着し、残りが側面電極 20 の内部に埋設されている。しかしながら、側面電極 20 に備えられた複数のセラミックス粒子 P の全てが側面電極 20 の内部に埋設されていてもよい。

[0022] なお、「セラミックス粒子 P が側面電極 20 の内部に埋設」とは、セラミックス粒子 P が側面電極 20 の表面にて（顕微鏡観察等によって）見えない状態を指す。一方、また、「セラミックス粒子 P が側面電極 20 の表面に露呈する」とは、セラミックス粒子 P の少なくとも一部が側面電極 20 の表面にて（顕微鏡観察等によって）見える状態を指す。更にいえば、側面電極 20 の表面において電極材料の粒子に対して露呈したセラミックス粒子 P が突出して配置される状態、従って、電極材料の粒子とセラミックス粒子 P とで側面電極 20 の表面に凹凸が形成される状態を指す。また、「固着」とは、

側面電極 20 の電極材料の粒子とセラミックス粒子 P とが直接接合している状態を指す。

[0023] (製造方法)

次に、上記圧電デバイスの製造方法について簡単に説明する。なお、側面電極 20 にセラミックス粒子 P を含ませる方法については後述する。以下、「焼成前」であることは、対応する部材の名称に「グリーン」を付し、或いは、対応する部材の符号の末尾に「g」を付すことによって示される。

[0024] 本例では、先ず、図 4 に示すように、平板状の基材上に、圧電デバイスに対応する部分（以下、「グリーン圧電デバイス対応部」と呼ぶ）が所定の間隔をおいてマトリクス状に複数個（ 3×7 個）整列した状態で含まれる 1 枚の大きなグリーン積層体が形成される。この大きなグリーン積層体は、本体部 10 に対応するグリーン積層体部を含む。

[0025] 本体部 10 に対応するグリーン積層体部は、圧電層 11 に対応するグリーン圧電シートと、内部電極 12 に対応するグリーン電極膜とが交互に積層されて形成される。グリーン圧電シートは、ドクターブレード法等の周知の手法の一つを利用して前記圧電材料を含むペーストを成形することによって形成される。グリーン圧電シート上へのグリーン電極膜の形成は、スクリーン印刷等の周知の手法の一つを利用して前記電極材料を含むペーストを成形することによってなされる。グリーン圧電シートとグリーン電極膜との圧着性をより確実とするため、グリーン圧電シートとグリーン電極膜との間にグリーン接着層が介装されてもよい。この場合、グリーン圧電シート上へのグリーン接着層の形成は、塗付等の周知の手法の一つを利用してなされる。

[0026] 次いで、図 4 に示す切断線（2 点鎖線を参照）に沿って切断加工、パンチ加工等の機械加工を施す。この結果、図 5 に示すように、基材上において、複数個（ 3×7 個）のグリーン圧電デバイス対応部を同一工程で取り出すことができる。以下、説明の便宜上、取り出された複数のグリーン圧電デバイス対応部のうちの 1 つのみに着目して説明を続ける。

[0027] 図 6 は、取り出された 1 つのグリーン圧電デバイス対応部の図 2 に対応す

る断面を示す。図6に示すように、本例では、グリーン圧電デバイス対応部は、本体部10に対応するグリーン積層体10gから構成される。グリーン積層体10gは、最上層及び最下層として圧電シート11gが位置し且つ圧電シート11gと電極膜12gとが交互に積層された積層体である。

[0028] 次に、図7に示すように、グリーン圧電デバイス対応部の側面の所定箇所にそれぞれ、側面電極20に対応するグリーン電極膜20gが形成される。この形成は、スクリーン印刷等の周知の手法の一つを利用して前記電極材料を含むペーストを成形することによってなされる。

[0029] そして、図7に示したグリーン圧電デバイス対応部に対し、所定温度で所定時間に亘って焼成が実行される。この結果、図1及び図2に示す圧電デバイス（焼成後）が得られる。

[0030] （側面電極20にセラミックス粒子Pを含ませる方法）

側面電極20にセラミックス粒子Pを含ませるためには、例えば、以下の方法が考えられる。即ち、側面電極20を構成する電極材料を含むペースト中に事前にセラミックス粒子Pを含める。このようにセラミックス粒子Pを含む電極材料のペーストを利用して側面電極20に対応するグリーン電極膜20gを形成する（図7を参照）。形成されたグリーン電極膜20gを焼成することによって、セラミックス粒子Pが側面電極20の内部に埋設される。

[0031] （側面電極ペースト中の圧電材料の含有率）

次に、上記第1の方法が採用される場合であって、且つ、セラミックス粒子Pが圧電層11の材料と同じ圧電材料の粒子である場合における、側面電極ペースト中の圧電材料の最適な含有率の範囲について考察するために行った実験について説明する。「側面電極ペースト」とは、側面電極20の形成に使用されたペーストである。この含有率は、「側面電極（焼成後）を構成する材料における圧電材料の含有率」ということもできる。

[0032] この実験では、上述した製造方法を利用して作製された圧電デバイスのサンプルであって、圧電層11の厚さが20.0 μ m、内部電極12の厚さが

2. $0\ \mu\text{m}$ 、圧電層 11 の層数が 10 層で、側面電極 20 の厚さが $5.0\ \mu\text{m}$ 、全体のサイズが縦 $2.0\ \text{mm}$ 、横 $1.0\ \text{mm}$ 、高さ $0.2\ \text{mm}$ であり、焼成温度が 1200°C のものが使用された。各数値は焼成後の値である。側面電極ペーストに含まれる電極材料（焼成前）の粒径は $0.1\sim 1.0\ \mu\text{m}$ であり、圧電材料（焼成前）の粒径は $0.01\sim 1.0\ \mu\text{m}$ であった。側面電極 20（焼成後）に含まれる圧電材料の粒径は $0.5\sim 7.0\ \mu\text{m}$ であった。

[0033] この実験では、「側面電極ペースト」中に含まれる圧電材料の含有率（体積％、V o l％）が異なるそれぞれの上記サンプルについて、焼成後における圧電デバイスのクラック発生率（％）、並びに、圧電デバイスの特性測定時の導通不良率（％）が評価された。この結果を図 8 に示す。

[0034] 図 8 から理解できるように、前記含有率が 10 V o l％未満であると、圧電デバイスのクラック発生率が大きくなる。クラック発生箇所は、本体部 10 と側面電極 20 との接合面の周囲、或いはその近傍である。これは、以下の理由に基づくと考えられる。即ち、焼成前の本体部 10（即ち、上記グリーン積層体 10 g）では、圧電層と内部電極との積層・圧着工程において高さ方向（積層方向）に圧力が既に付与されている。従って、焼成時における本体部 10 の高さ方向の収縮量が小さい。加えて、本体部 10 と側面電極 20 との間で焼成収縮が開始する温度に差がある。これらの相乗作用によって、上記クラックが発生する。

[0035] 一方、側面電極 20 が圧電層 11 と同じ圧電材料の粒子を含むことによって、焼成時における本体部 10 と側面電極 20 との収縮量の差を小さくすることができる。この結果、前記収縮量の差に起因する圧電デバイスのクラックの発生を抑制することができる。このようなクラック発生の抑制効果は前記含有率が高いほど大きい。従って、前記含有率が 10 V o l％未満であると、前記収縮量の差が大きいことに起因して前記クラック発生の抑制効果が十分に発揮されず、圧電デバイスのクラック発生率が大きくなる。

[0036] 一方、前記含有率が 50 V o l％を超えると、圧電デバイスの導通不良が

発生し易い。これは、前記含有率が50V o 1%を超えると、側面電極20の表面に絶縁体である圧電材料が多く存在することに基づくと考えられる。以上より、前記含有率は、10~50V o 1%であることが好適である。これによれば、焼成後のクラックの発生、並びに、導通不良の発生を抑制することができる。前記含有率が20~40V o 1%、或いは、20~30V o 1%であればより好ましい。

[0037] (作用・効果)

本実施形態に係る圧電デバイスでは、側面電極20の内部に、複数のセラミックス粒子Pが埋設されている。この結果、焼成時における本体部10と側面電極20との収縮量の差を小さくすることができる。従って、前記収縮量の差に起因するクラックの発生を抑制することができる。この結果、信頼性の高い圧電デバイスが提供され得る。

[0038] 本発明は上記実施形態に限らず、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記実施形態においては、本体部10が、圧電層11と内部電極12が交互に積層された積層体であるが、本体部10が圧電材料のみからなる(内部電極を有さない)圧電体であってもよい。また、本体部10が「圧電材料以外のセラミックス材料」のみからなるセラミックス体であってもよい。更には、側面電極20に埋設されるセラミックス粒子Pとして圧電材料の粒子が使用されているが、圧電材料以外の材料のセラミックス粒子が使用されてもよい。

[0039] 本体部10が「圧電材料以外のセラミックス材料」を含む場合、前記収縮量の差をより小さくするため、側面電極20に埋設されるセラミックス粒子Pの材料として、前記「圧電材料以外のセラミックス材料」と同じ組成を有する材料を使用することが好適である。

請求の範囲

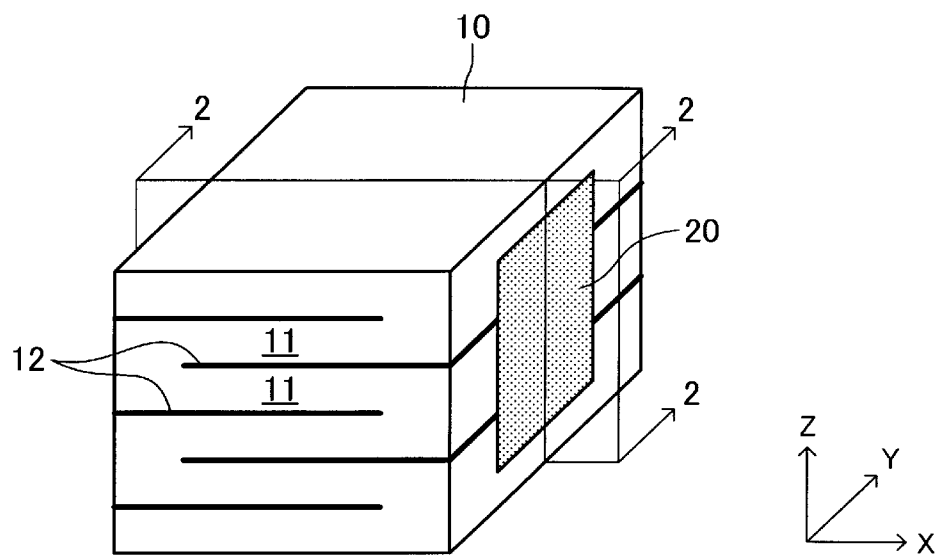
- [請求項1] セラミックス材料からなる少なくとも2つのセラミックス層と、少なくとも1つの内部電極とが積層された積層体である本体部と、
前記積層体である本体部の側面の少なくとも一部を覆い且つ前記内部電極と接続する側面電極と、
を備えた焼成体であるセラミックスデバイスであって、
前記側面電極は、前記側面電極の内部に埋設されたセラミックス粒子を備えた、セラミックスデバイス。
- [請求項2] 圧電材料からなる少なくとも2つの圧電層と、少なくとも1つの内部電極とが積層された積層体である本体部と、
前記積層体である本体部の側面の少なくとも一部を覆い且つ前記内部電極と接続する側面電極と、
を備えた焼成体である圧電デバイスであって、
前記側面電極は、前記側面電極の内部に埋設されたセラミックス粒子を備えた、圧電デバイス。
- [請求項3] 請求項2に記載の圧電デバイスにおいて、
前記側面電極に備えられた複数の前記セラミックス粒子のうちの一部が前記側面電極の表面に露呈するように固着し、残りが前記側面電極の内部に埋設された、圧電デバイス。
- [請求項4] 請求項2又は請求項3に記載の圧電デバイスにおいて、
前記側面電極の厚さは0.5～10.0 μm であり、前記セラミックス粒子の粒径は0.5～7.0 μm である、圧電デバイス。
- [請求項5] 請求項2乃至請求項4の何れか一項に記載の圧電デバイスにおいて、
前記セラミックス粒子は、前記本体部に含まれる前記圧電材料と同じ組成を有する圧電材料の粒子である、圧電デバイス。
- [請求項6] 請求項5に記載の圧電デバイスにおいて、
前記側面電極を構成する材料における前記圧電材料の含有率は10

～50体積％である、圧電デバイス。

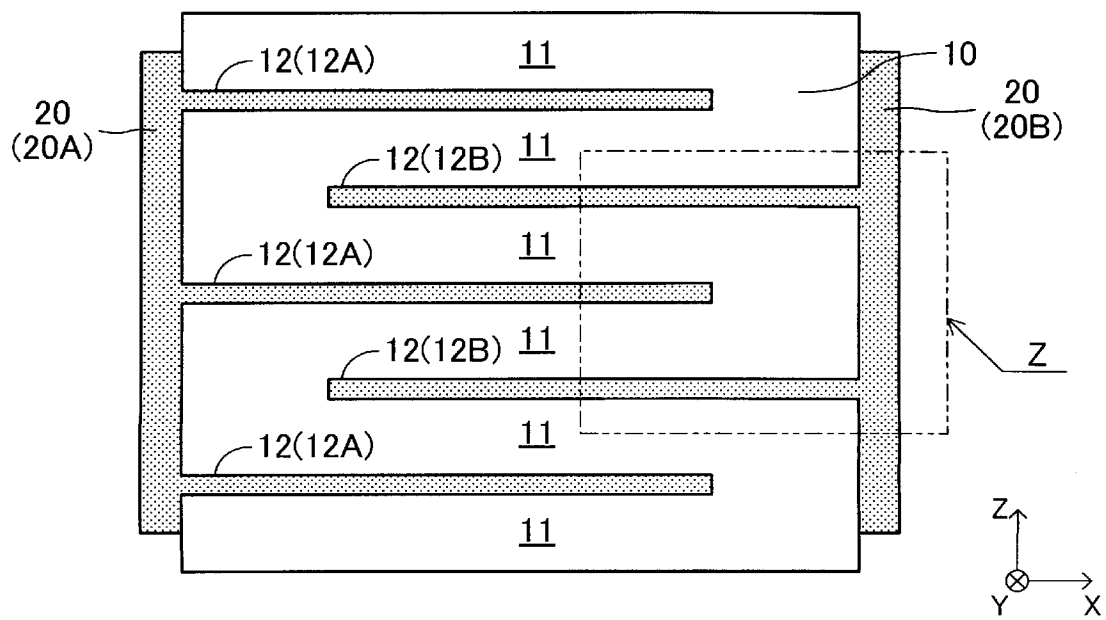
[請求項7] 請求項1乃至請求項6の何れか一項に記載のセラミックスデバイス、又は圧電デバイスにおいて、

前記セラミックス粒子を含む電極材料のペーストを利用して前記側面電極の成形体を形成し、前記形成された成形体を焼成することによって、前記セラミックス粒子が前記側面電極の内部に埋設された、セラミックスデバイス、又は圧電デバイス。

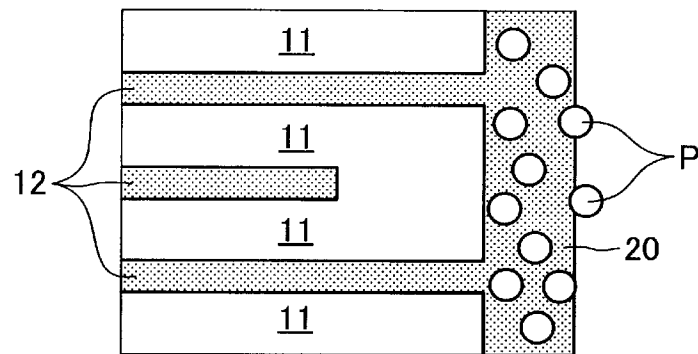
[図1]



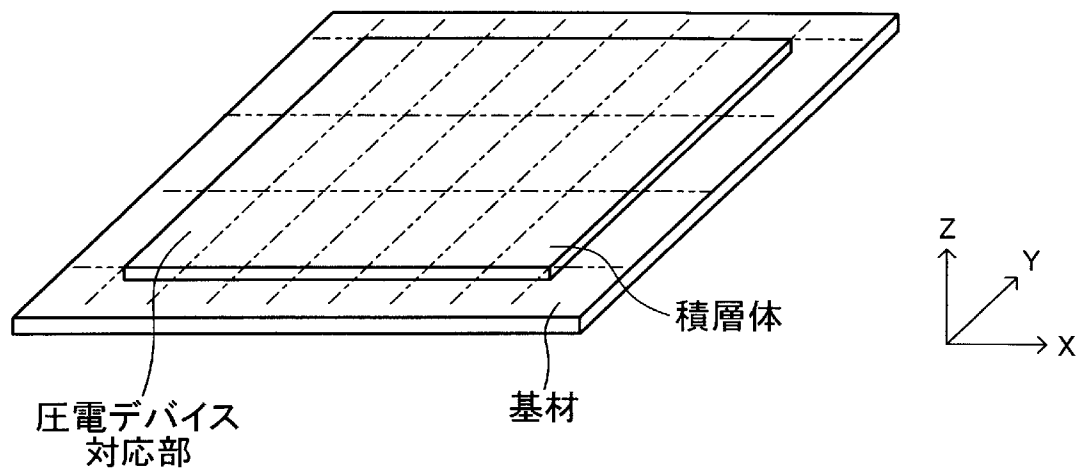
[図2]



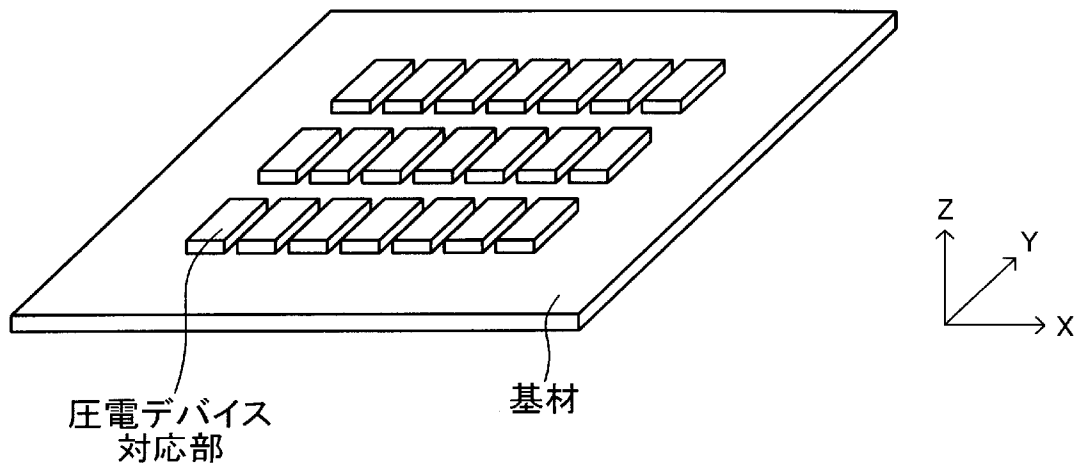
[図3]



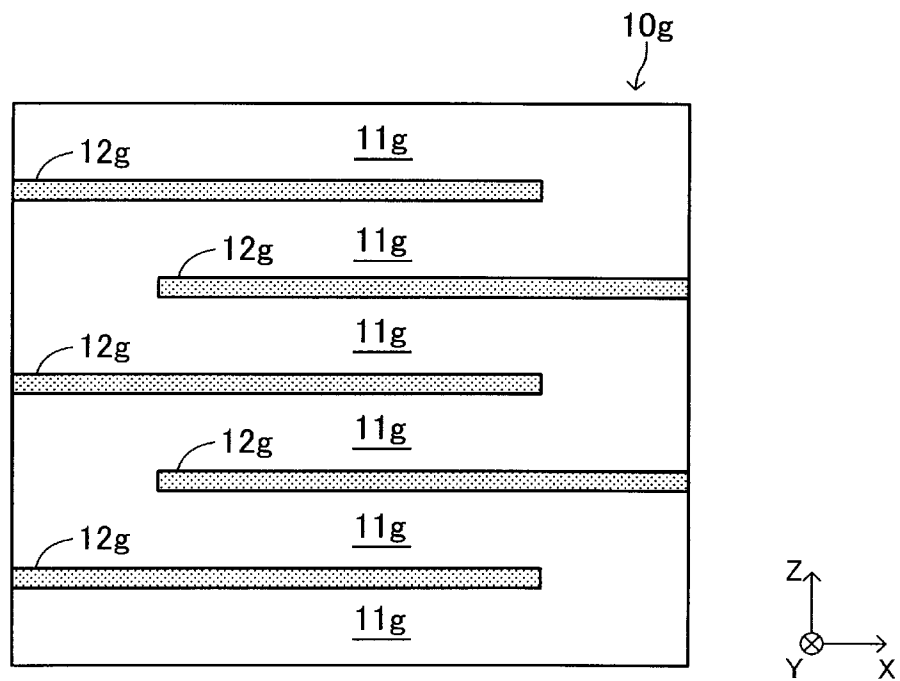
[図4]



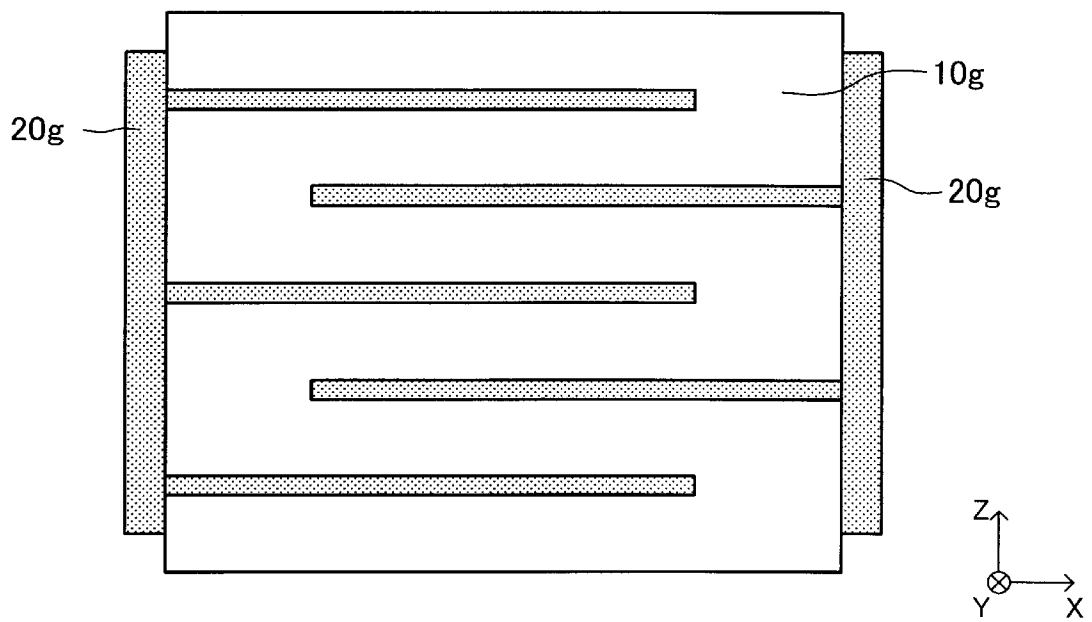
[図5]



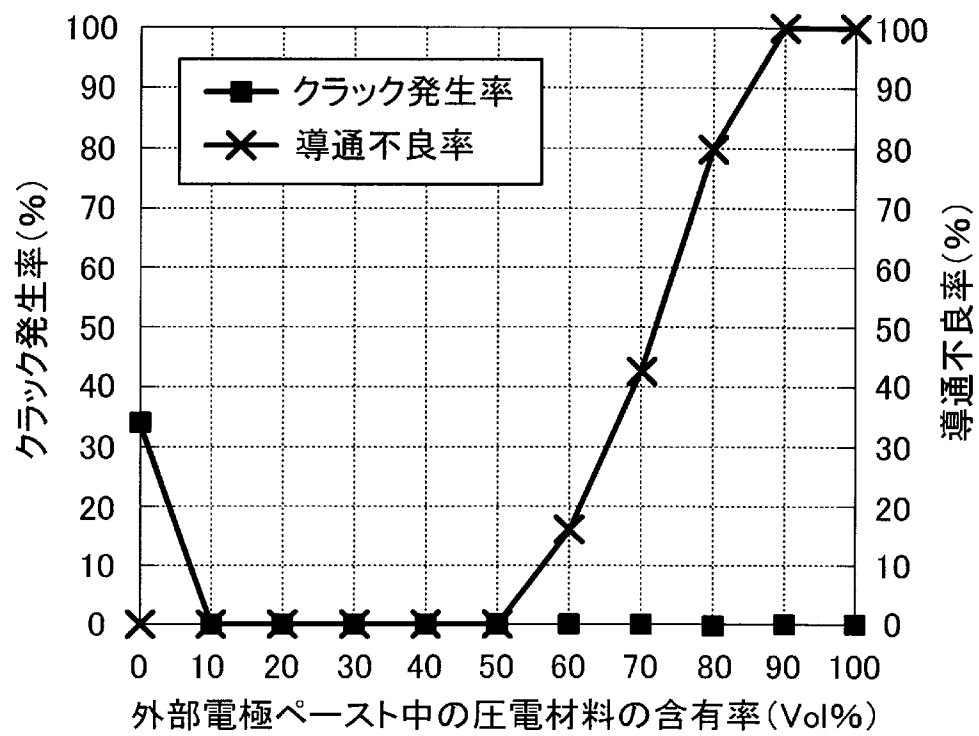
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/083(2006.01)i, H01L41/08(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i,
H01L41/22(2006.01)i, H01L41/24(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)

H01L41/083, H01L41/08, H01L41/187, H01L41/22, H01L41/24

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.
X	JP 2005-223014 A (Denso Corp.), 18 August 2005 (18.08.2005), paragraphs [0031], [0036] to [0039], [0052] to [0064], [0073] to [0076]; fig. 1 to 2, 6 to 9, 13 to 14 (Family: none)	1-7
X Y	JP 05-234416 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 September 1993 (10.09.1993), paragraphs [0009] to [0023]; fig. 1 & US 5405707 A & US 5514326 A	1 2-7
X Y	JP 09-129480 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 16 May 1997 (16.05.1997), claims; paragraphs [0008] to [0022]; fig. 1 (Family: none)	1 2-7

☒ 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 April, 2012 (24.04.12)

Date of mailing of the international search report
15 May, 2012 (15.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054311

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	JP 2001-044060 A (Kyocera Corp.), 16 February 2001 (16.02.2001), claims; paragraphs [0031] to [0045]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1 2-7
X Y	JP 10-144561 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 May 1998 (29.05.1998), paragraphs [0027] to [0030], [0038], [0054]; fig. 3 (Family: none)	1 2-7
X Y	JP 2007-088182 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 05 April 2007 (05.04.2007), claims; paragraphs [0027] to [0037], [0041] to [0045]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1 2, 4-7
X Y	JP 03-085710 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 April 1991 (10.04.1991), claims; page 3, upper right column, line 3 to page 6, upper left column, line 5; fig. 1 to 2 (Family: none)	1 2, 4-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L41/083(2006.01)i, H01L41/08(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i, H01L41/24(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. H01L41/083, H01L41/08, H01L41/187, H01L41/22, H01L41/24

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
X	JP 2005-223014 A (株式会社デンソー) 2005.08.18, 段落【0031】, 【0036】-【0039】, 【0052】-【0064】, 【0073】-【0076】, 第1-2, 6-9, 13-14 図 (ファミリーなし)	1 - 7
X Y	JP 05-234416 A (株式会社村田製作所) 1993.09.10, 段落【0009】 - 【0023】, 第1図 & US 5405707 A & US 5514326 A	1 2 - 7
X Y	JP 09-129480 A (株式会社村田製作所) 1997.05.16, 特許請求の範囲, 段落【0008】 - 【0022】, 第1図 (ファミリーなし)	1 2 - 7

☒ 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 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 5 . 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)

桑原 清

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 1 6

5 F

9 3 7 5

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	JP 2001-044060 A (京セラ株式会社) 2001. 02. 16, 特許請求の範囲, 段落【0031】 - 【0045】, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1 2 - 7
X Y	JP 10-144561 A (松下電器産業株式会社) 1998. 05. 29, 段落【0027】 - 【0030】, 【0038】, 【0054】, 第 3 図 (ファミリーなし)	1 2 - 7
X Y	JP 2007-088182 A (株式会社村田製作所) 2007. 04. 05, 特許請求の 範囲, 段落【0027】 - 【0037】, 【0041】 - 【0045】, 第 1-2 図 (ファミ リーなし)	1 2, 4 - 7
X Y	JP 03-085710 A (株式会社村田製作所) 1991. 04. 10, 特許請求の範 囲, 第 3 頁右上欄第 3 行-第 6 頁左上欄第 5 行, 第 1-2 図 (ファミリー なし)	1 2, 4 - 6