

(43) 国際公開日
2006年5月18日 (18.05.2006)

PCT

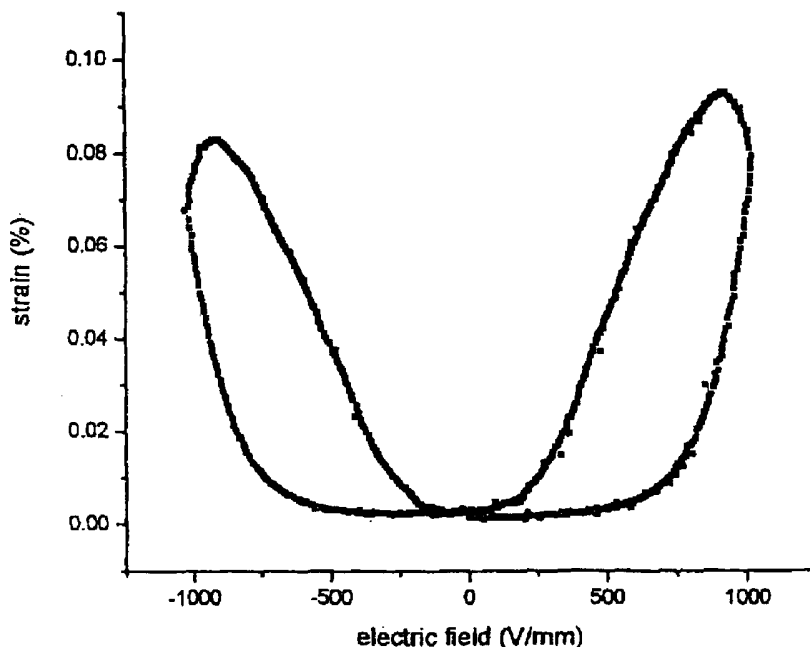
(10) 国際公開番号
WO 2006/052033 A1

- (51) 国際特許分類:
C04B 35/468 (2006.01) H01L 41/187 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/021323
- (22) 国際出願日: 2005年11月15日 (15.11.2005)
- (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 2004-331245
2004年11月15日 (15.11.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人物質・材料研究機構 (NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 任 曉兵 (REN, Xiaobing) [CN/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 西澤 利夫 (NISHIZAWA, Toshio); 〒107-0062 東京都港区南青山6丁目11番1号 スリーエフ南青山ビルディング7F 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

/ 続葉有 /

(54) Title: PIEZOELECTRIC MATERIAL AND NONLINEAR PIEZOELECTRIC ELEMENT

(54) 発明の名称: 圧電材料と非線形圧電素子



(57) Abstract: A piezoelectric material, characterized in that in an ABO_3 type ferroelectric material, together with an acceptor having an ionic valence number less than that of at least one of host atoms A and B, a donor having an ionic valence number more than the above valence number of a host atom is also added. The above piezoelectric material exhibits an electrostrictive effect being further greater as compared to that of a conventional piezoelectric material formed by the introduction of a point defect.

/ 続葉有 /

WO 2006/052033 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: ABO_3 型強誘電体材料において、ホスト原子AおよびBの少くともいずれかよりも価数の小さいイオン価を有するアクセプターとともに、価数の大きいドナーが添加されている圧電材料とし、点欠陥導入による圧電材料についてさらに大きな電歪効果を発現させることとする。

明 細 書

圧電材料と非線形圧電素子

技術分野

この出願の発明は、圧電材料と圧電素子に係るものであって、特に、小さい電圧で大きく変位させることができる非線形圧電性の材料とその素子に関するものである。

背景技術

従来、電界による変形を得る方法としては以下に示す二通りのものが知られている。

(1) 強誘電体の強誘電相を用いて、分極処理した後、ほぼ線形的な圧電効果（電界による変形）を得る。この方法の特徴は、強誘電体を用いて、ドメインを分極処理によって固定し（つまり、ドメインを回転させない）、結晶中の正イオンと負イオンを電場印加によって移動させ、線形的圧電変位を得るものである。代表的なものとして圧電材料の $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ (PZT) はこの方法を用いて圧電効果を得ている。これは、いわゆる、分極処理した PZT セラミックスと呼ばれるものである。

(2) 反強誘電体の電界誘起相転移を用いて非線形的圧電効果を得る。この方法の特徴は、反強誘電体を用いて、強い電場を加えることにより、強誘電状態に変態させ、非線形変位を得る〔いわゆる、PNZST セラミックスの電界誘起反誘電体－誘電体相転移による変形を利用する型がこれに相当する〕。

以上いずれかの方法として電界によって変形を得る圧電材料そして圧電素子については、近年、加速度センサー、ノックセンサー、AE センサー等のセンサーや超音波マイクロホン、圧電スピーカー、圧電アク

チュエーター、超音波モーター、プリンターヘッド、インクジェットプリンター用ガン等への応用が急速に拡大するにつれて、アクチュエーターやセンサーへの応用上、圧電素子には高い変換効率が求められている。特に、電圧から変位へ変換するアクチュエーターに関しては、低電圧でも大きなストローク（変位）を得るものが求められる。また、変位が非線形的であることが望ましい（例えば臨界電圧で変位が急激に増加するなど）。しかしながら、上記のような従来の技術では、以下の問題点があった。

例えば、上記（１）の従来技術の場合、１）低電圧では変位が小さい（ 1000 V/mm の電界下で $0.01 - 0.1\%$ しか変形しない）。２）電場のほぼ線形関数でしか変形できない。３）電極方向に分極処理が必要となる。

また、上記（２）の従来技術の場合には、１）駆動電界が大きい（ $> 2500\text{ V/mm}$ ）。２）最大変形が小さい（ $0.01 - 0.08\%$ ）。３）特性が温度に非常に敏感であるという問題がある。

そこで、この出願の発明者は、従来の圧電材料について根本的な再検討を行ってきた。

その際に注目したことは、従来の圧電材料における逆圧電・電歪効果は圧電材料中のイオンが電場下で微小に移動することによって結晶構造が少し伸縮することに起因し、このような過程による電歪は非常に小さいことである。一方、圧電材料には電気分極方向が異なる領域（ドメイン）が存在することが注目される。ドメインの間の分極方向は結晶対称性によって、 180° や 90° などの角度がある。電場を加えると、分極方向が電圧方向に沿うようにドメイン変換が起こる。例えば、分極が電場に対し垂直であるaドメインが、電場印加後に電場に一致するように、cドメインに変換される。このドメイン変換に伴い、低い対称性を持つ強誘電相の長軸方向と短軸方向が交換することになる。この過程で得られる歪の大きさは長軸と短軸の差であり、材料にもよるが、

この歪は最大 1 - 5 % である。この値は通常の圧電効果より数十倍以上大きい。しかし、この巨大電歪効果は通常は不可逆であるため、その有用性は低い。

しかしながら、発明者は、このようなドメイン交換を可逆的なものにすることで巨大な電歪効果を得ることができるとの観点に注目した。

そして、発明者は、以上のような状況に鑑みて鋭意検討を進め、新しい原理に基づいて、低電圧でも変位が大きく、かつ変位が急峻で非線形特性を顕著に発現することのできる圧電材料とこれを用いた非線形圧電素子、その応用としての電気機器あるいは機械を提供することを課題としてきた。

発明者による検討の結果として、上記の課題を解決する新しい手段を見出し、これを発明としてすでに提案している（非特許文献 1）（特許文献 1）。この発明は以下のような特徴を有している。

〔1〕可動性の点欠陥を有する強誘電体圧電材料であって、可動性の点欠陥が、その短範囲秩序の対称性が強誘電相の結晶対称性に一致するように配置されており、ドメインの電場下での可逆的変換によって非線形圧電効果が発現されることを特徴とする圧電材料である。

〔2〕可動性の点欠陥は、化学平衡によって、または添加元素によって導入された強誘電体を構成する元素の空孔である。

〔3〕キュリー温度以下で時効処理されて点欠陥の短範囲秩序の対称性が強誘電相の結晶対称性に一致するように配置されている。

〔4〕単結晶体または多結晶体である。

〔5〕薄膜である。

〔6〕多層膜である。

〔7〕強誘電体が ABO_3 型のものである。

〔8〕強誘電体が $BaTiO_3$ または $(Ba, Sr)TiO_3$ 型である。

〔9〕強誘電体が $Pb(Zr, Ti)O_3$ または $(Pb, \text{希土類元素})(Zr, Ti)O_3$ 型である。

〔10〕他元素が添加されている上記いずれかの圧電材料である。

〔11〕他元素はアルカリ金属、アルカリ土類金属および遷移金属のうちの1種以上の元素である。

〔12〕他元素が20モル%以下の割合で添加されている。

〔13〕添加される他元素は、Na, K, Mg, Ca, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Ag, Sn, Hf, Ta, W, Os, Ir, Pt, Pb, Bi, および、希土類元素のうちの1種以上である。

以上のとおりの発明は、発明者がすでにその基本的な検討を行ってきた結晶における点欠陥の普遍的なナノ秩序の対称性についての知見 (Xiaobing Ren and Kazuhiro Otuka PHYSICAL REVIEW LETTERS Vol. 85, No. 5, 2000 July 31, pp. 1016-1019) を踏まえて、前記巨大な電歪効果を得るための手段として、点欠陥の対称性を利用して圧電材料の電気分極方向が異なる領域：ドメインの変換を可逆的なものとしたことにより導かれたものである。すなわち、上記のような新しい技術的知見に基づく新規な技術思想として完成されている。

非特許文献1：Nature Materials, 3, 91(2004)

特許文献1：PCT/J P 2 0 0 4 / 0 0 6 7 6 1

発明の開示

上記のと通りの発明として、この出願の発明者は全く新しい原理に基づく圧電材料をすでに提示しているが、さらにより低電圧で、より大きな電歪効果を実現するための方策についての検討は必ずしも充分ではなく、この点が今後の技術発展のための極めて重要な課題となっていた。

そこで、この出願の発明は、発明者が提示している上記のと通りの新しい圧電材料についてより低電圧で、より大きな電歪効果を簡便に、かつ確実に実現するための手段を提供することを課題としている。

この出願の発明は以下の特徴を有している。

第1： ABO_3 型強誘電体材料において、ホスト原子AおよびBの少くともいずれかよりも価数の小さいイオン価を有するアクセプターとともに、価数の大きいドナーが添加されていることを特徴とする圧電材料。

第2： ABO_3 型強誘電体材料が、 $BaTiO_3$ 、 $(Ba, Sr)TiO_3$ 、 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 、 $(Pb, \text{希土類元素})(Zr, Ti)O_3$ 、 $KNbO_3$ もしくはそれらの固溶体であることを特徴とする。

第3： ABO_3 型強誘電体材料が、 $BaTiO_3$ または $(Ba, Sr)TiO_3$ であって、アクセプターはBaもしくはSrに置換する場合は一価のアルカリ金属、Tiに置換する場合はTi(+4価)よりイオン価が小さく、ドナーは、BaもしくはTiよりイオン価が大きいことを特徴とする。

第4：Tiに置換するアクセプターは、Fe, Mn, Co, Cr, Ni, Cu, ZnおよびAlのうちの少くとも1種であり、Baよりイオン価の大きいドナーは、Y、ランタノイド、Biのうちの少くとも1種で、Tiよりイオン価の大きいドナーは、Nb, Ta, Sb, Biのうちの少くとも1種であることを特徴とする。

第5：アクセプターが、0.01mol%～10mol%の範囲で、ドナーが、0.01mol%～10mol%の範囲で添加されていることを特徴とする。

第6：単結晶体または多結晶体であることを特徴とする。

第7：薄膜であることを特徴とする。

第8：キュリー温度以下で時効処理あるいは室温までゆっくり冷却されていることを特徴とする。

第9：上記いずれかの圧電材料が少くともその構成の一部とされていることを特徴とする非線形圧電素子。

第10：上記の非線形圧電素子が構成の少くとも一部として組込まれていることを特徴とする電気機器もしくは機器、あるいはその部品。

以上のとおりのこの出願の発明は、すでに提案している前記の発明においても点欠陥の導入のために、KやFe等の金属元素の添加が有効であることを提示しているが、これをさらに発展させ、アクセプター原子とともにドナー原子とともに添加することが電歪効果の顕著な増大をもたらすとの全く新しい知見を踏まえている。

図面の簡単な説明

図1は、0.4mol%La添加Ba(Ti, Mn)O₃の場合の電界-変位特性の測定結果を例示した図である。

図2は、図1の場合のヒステリシス曲線を例示した図である。

図3は、1mol%Laを添加したBa(Ti, Mn)O₂の場合の電界-変位特性の測定結果を例示した図である。

図4は、Laを0.2～0.4mol%添加したBa(Ti, Mn)O₃の電界-変位特性の測定結果を例示した図である。

図5は、Ba(Ti, Mn)O₃に0.1mol%Nbを添加した場合の電界-変位特性の測定結果を例示した図である。

図6は、Ba(Ti, Mn)O₃に1mol%Nbを添加した場合の電界-変位特性のを例示した図である。

図7は、Ba(Ti, Mn)O₃に2mol%Nbを添加した場合の電界-変位特性を例示した図である。

発明を実施するための最良の形態

この出願の発明の実施に際しては、ABO₃型の強誘電体材料に各種の方法によりアクセプター、そしてドナー元素を添加、ドーピングすることができる。

たとえばABO₃型材料の単結晶育成時や焼結時における添加、ドーピングでもよいし、その他の液相法、気相法の各種であってよい。

ABO₃型強誘電体材料については、たとえばBaTiO₃、(Ba, S

r) TiO_3 、 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 等のように、ホスト原子 A, B は 1 種または 2 種以上の各種のものであってよく、アクセプターは、ホスト原子 A, B の少くともいずれかよりイオン価が小さく、ドナーは、イオン価が大きいものとして選択されればよい。たとえば BaTiO_3 型、 $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ 型のものにおいては、アクセプターとして、Ba または Ba, Sr に係わるものとして K, Li, Na というアルカリ金属が、Ti に係わるものとして Fe, Mn, Co, Cr, Ni, Cu, Zn, Al 等が、ドナーとして、Ba, Sr よりイオン価の大きい La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd 等のランタノイドや Y, Bi 等や、Ti よりイオン価の大きい Nb, Ta, Sb, Bi 等が例示される。

これらのアクセプターとドナーについては、各々、一般的には 0.01 mol % ~ 10 mol % の範囲内において添加されることが好適に考慮される。

そこで以下に実施例を示し、さらに詳しくこの出願の発明について説明する。もちろん以下の例によって発明が限定されることはない。

実施例

<1> 1 mol % の Mn を添加した $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.99}\text{Mn}_{0.01})\text{O}_3$ 結晶と、このものにさらに La 0.4 mol % を添加した結晶を 1400℃、4 時間の焼結により製造した。この各々のセラミックス圧電材料について電界-変位特性を測定した。

その結果、後者の La 0.4 mol % 添加した $\text{Ba}(\text{Ti}, \text{Mn})\text{O}_3$ 結晶においては、La を添加しない場合に比べて歪みが、30 ~ 40 % も増大することが確認された。

図 1 は、この La 添加した結晶の電界-変位特性の測定結果を例示したものであり、図 2 は、ヒステリシス曲線を例示したものである。

このように、アクセプターとしての Mn とともにドナーとしての La の添加によって、電歪効果は極めて顕著に大きなものとなることが確認

された。

<2>同様に $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.99}\text{Mn}_{0.01})\text{O}_3$ に、Laを1mol%添加した圧電材料を製造し、その電界-変位特性を測定した。

その結果を図3に例示した。Laを添加しない場合に比べて、電歪効果の増大が確認された。

<3>さらに、 $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.99}\text{Mn}_{0.01})\text{O}_3$ に、Laを0.1mol%、0.2mol%、0.3mol%、0.4mol%の各々を添加した場合についても電歪効果を評価した。

図4はその結果を例示したものであって、0.2mol%La添加の場合に最も大きな増大効果が確認された。

<4>上記と同様にして、焼結法によって、 $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.99}\text{Mn}_{0.01})\text{O}_3$ に、Nbを、0.1mol%、1.0mol%、そして2.0mol%の各々を添加した場合の結晶体を製造した。これら各々について電歪効果を評価した。その結果を例示したものが図5、図6および図7である。いずれの場合も電歪効果の増大が見られる。

特に、図7に示した1mol%Mnと2mol%Nbから添加されているものの場合は、ヒステリシスが小さく、臨界電場が小さいことが注目される。

産業上の利用可能性

以上のとおり、この出願の発明によれば、可動性の点欠陥の存在による非線形圧電効果を実現する圧電材料について、アクセプターとドナーの添加によって、さらに大きな電歪効果を発現可能としている。

請求の範囲

1. ABO_3 型強誘電体材料において、ホスト原子AおよびBの少くともいずれかよりも価数の小さいイオン価を有するアクセプターとともに、価数の大きいドナーが添加されていることを特徴とする圧電材料。
2. ABO_3 型強誘電体材料が、 $BaTiO_3$ 、 $(Ba, Sr)TiO_3$ 、 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 、 $(Pb, \text{希土類元素})(Zr, Ti)O_3$ 、 $KNbO_3$ もしくはそれらの固溶体であることを特徴とする請求項1の圧電材料。
3. ABO_3 型強誘電体材料が、 $BaTiO_3$ または $(Ba, Sr)TiO_3$ であって、アクセプターはBaもしくはSrに置換する場合は一価のアルカリ金属、Tiに置換する場合はTi(+4価)よりイオン価が小さく、ドナーは、BaもしくはTiよりイオン価が大きいことを特徴とする請求項2の圧電材料。
4. Tiに置換するアクセプターは、Fe, Mn, Co, Cr, Ni, Cu, ZnおよびAlのうちの少くとも1種であり、Baよりイオン価が大きいドナーは、Y、ランタノイド、Biのうちの少くとも1種で、Tiよりイオン価が大きいドナーは、Nb, Ta, Sb, Biのうちの少くとも1種であることを特徴とする請求項3の圧電材料。
5. アクセプターが、0.01mol%～10mol%の範囲で、ドナーが、0.01mol%～10mol%の範囲で添加されていることを特徴とする請求項3または4の圧電材料。
6. 単結晶体または多結晶体であることを特徴とする請求項1から5のいずれかの圧電材料。
7. 薄膜であることを特徴とする請求項1から6のいずれかの圧電材料。
8. キュリー温度以下で時効処理あるいは室温までゆっくり冷却されていることを特徴とする請求項1から7のいずれかの圧電材料。
9. 請求項1から8のうちのいずれかの圧電材料が少くともその構成

の一部とされていることを特徴とする非線形圧電素子。

10. 請求項9の非線形圧電素子が構成の少なくとも一部として組込まれていることを特徴とする電気機器もしくは機器、あるいはその部品。

図 1

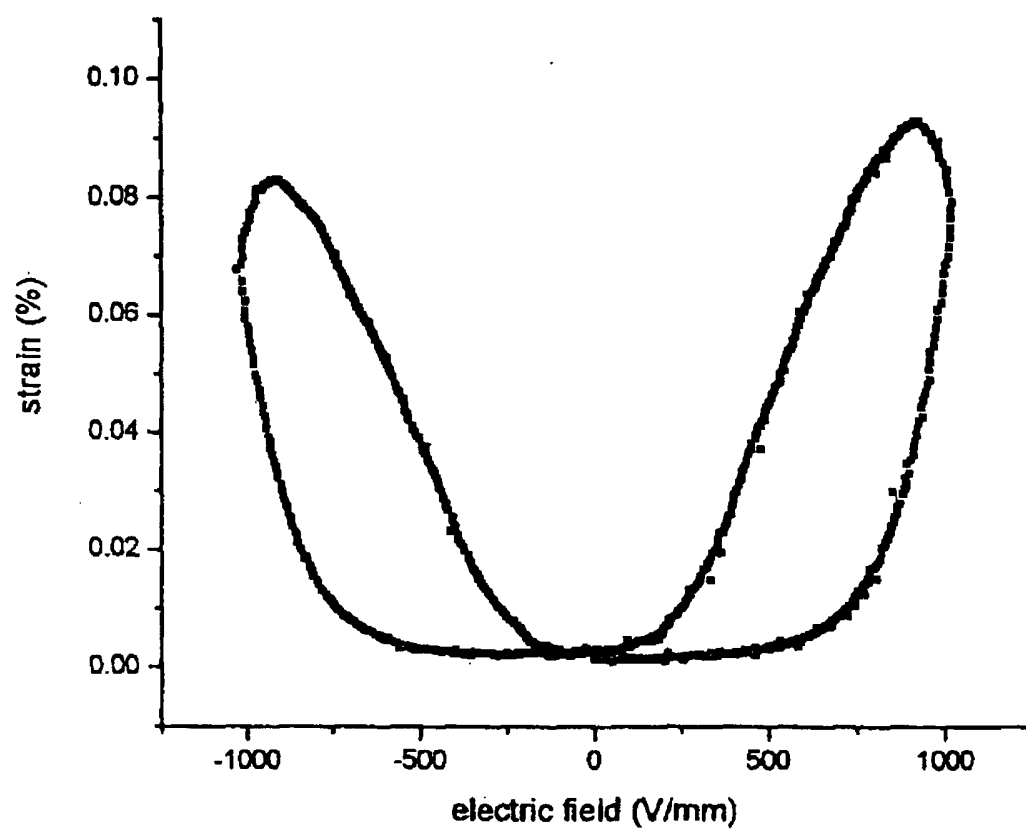


図 2

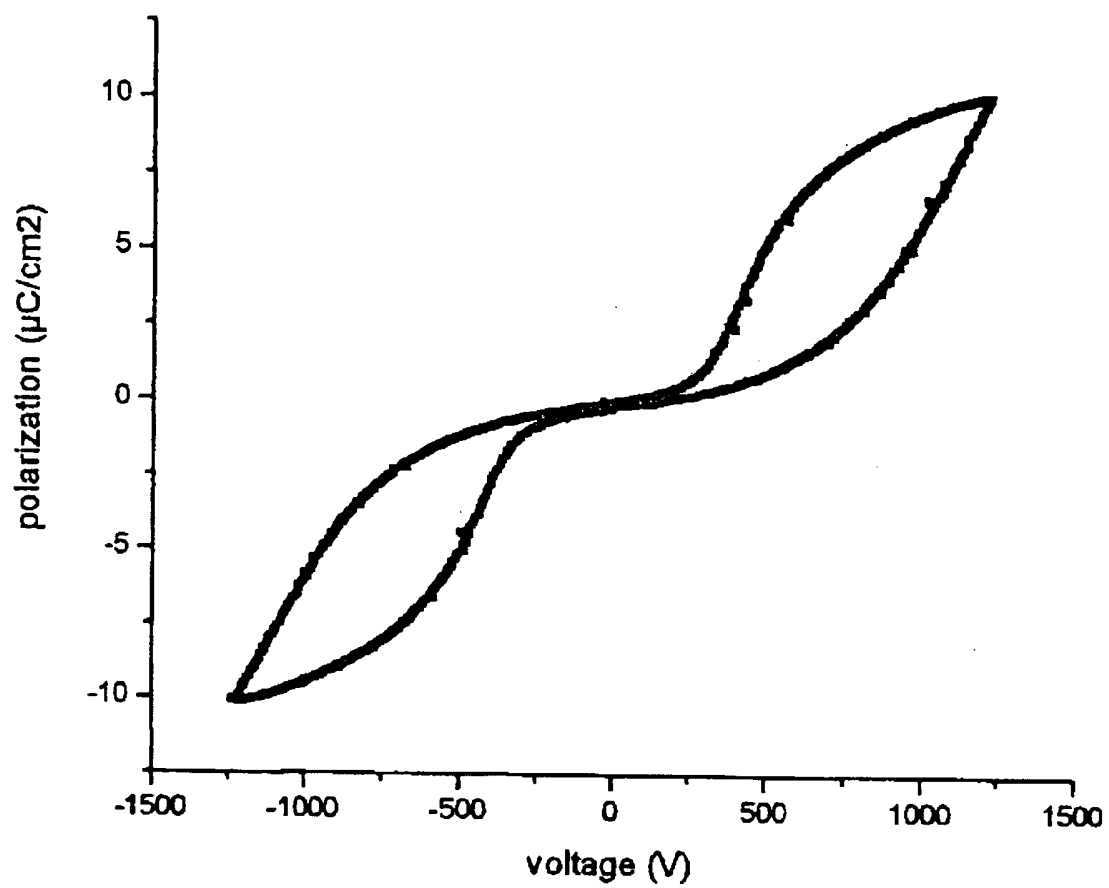


図 3

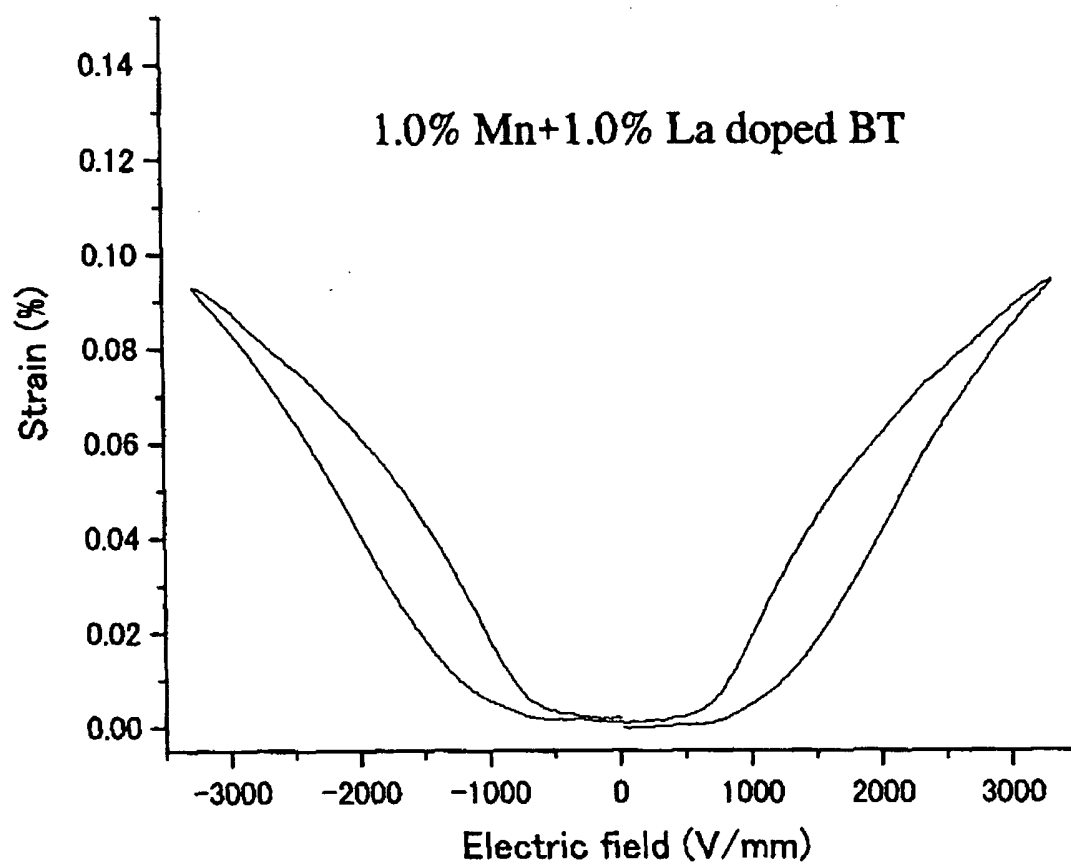


図 4

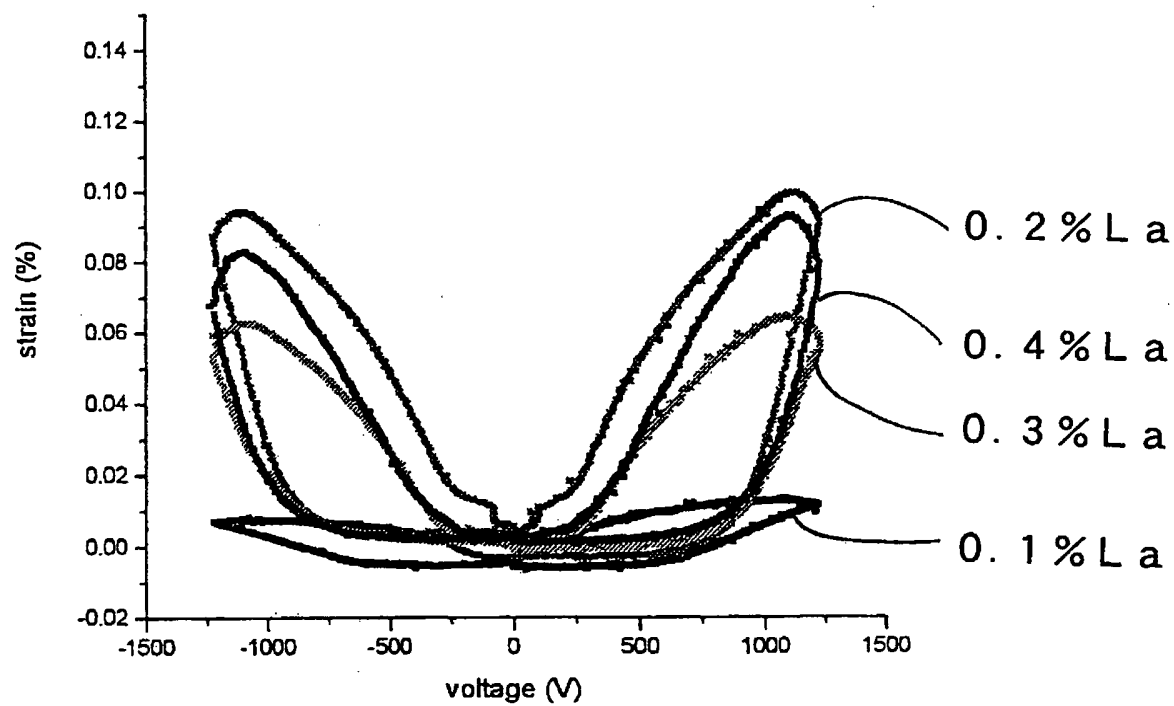


図 5

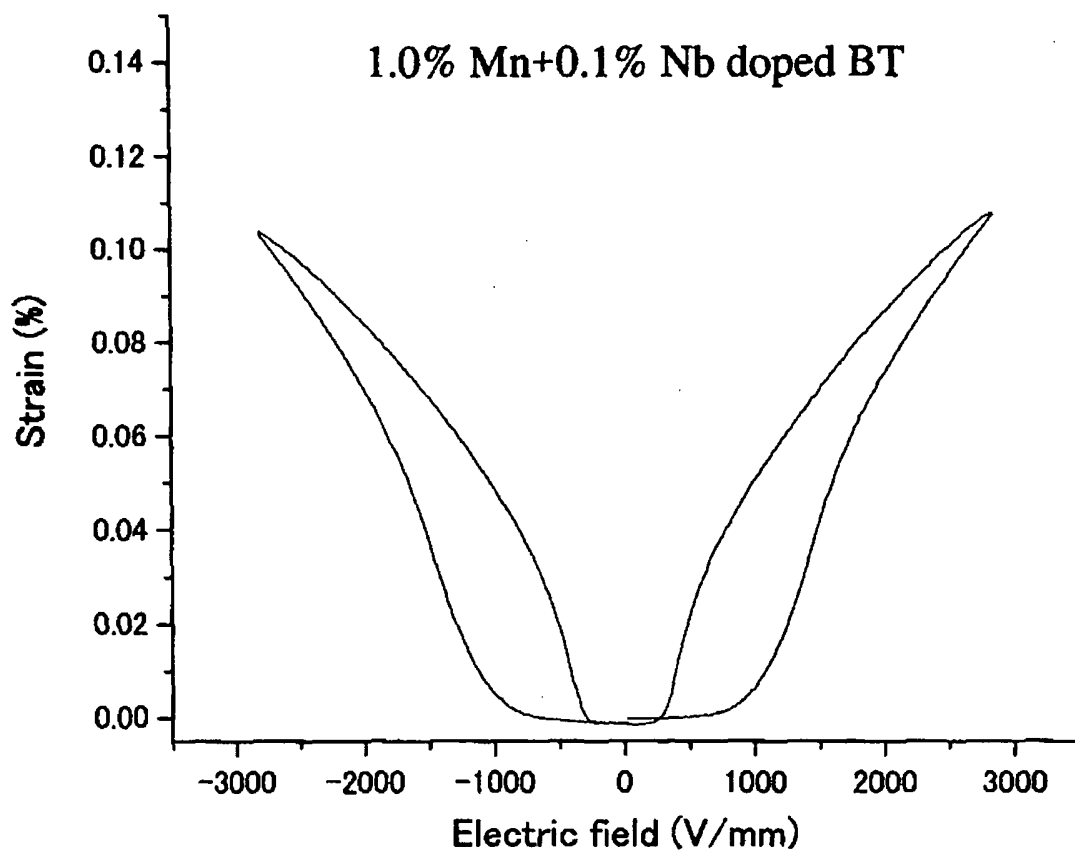


図 6

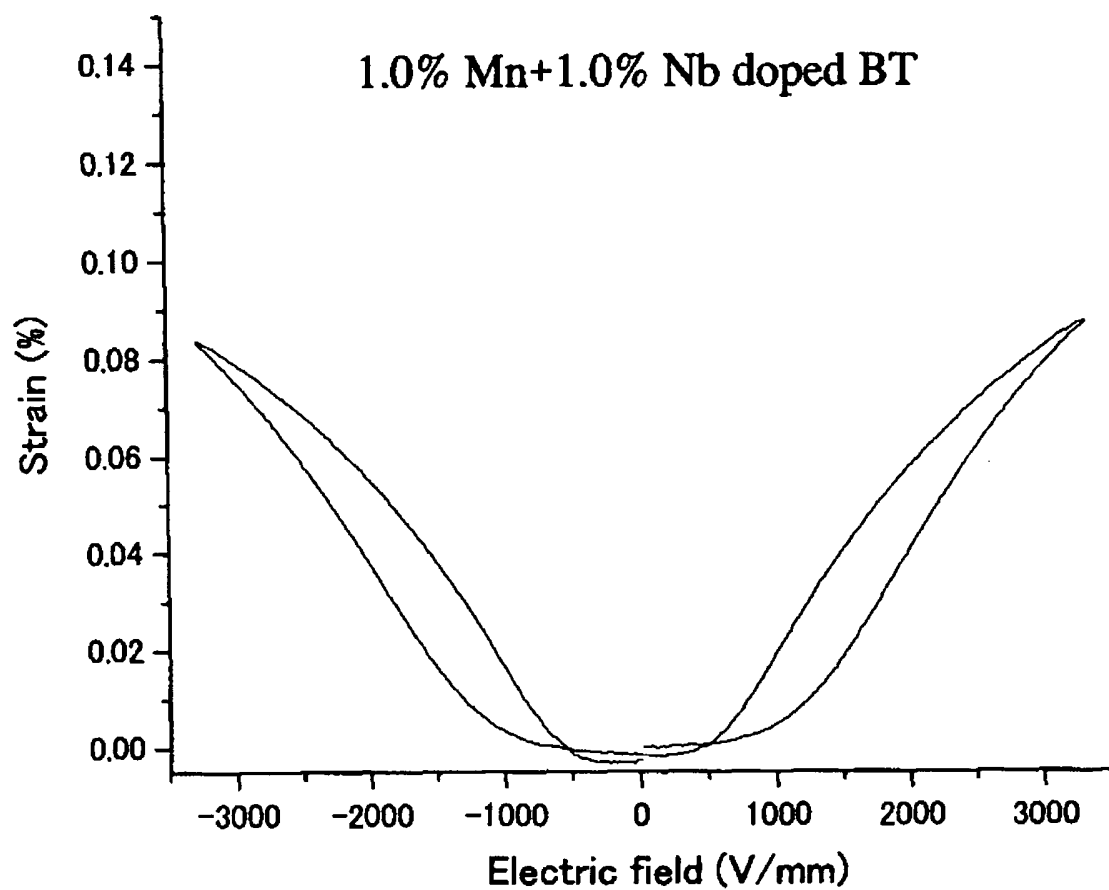
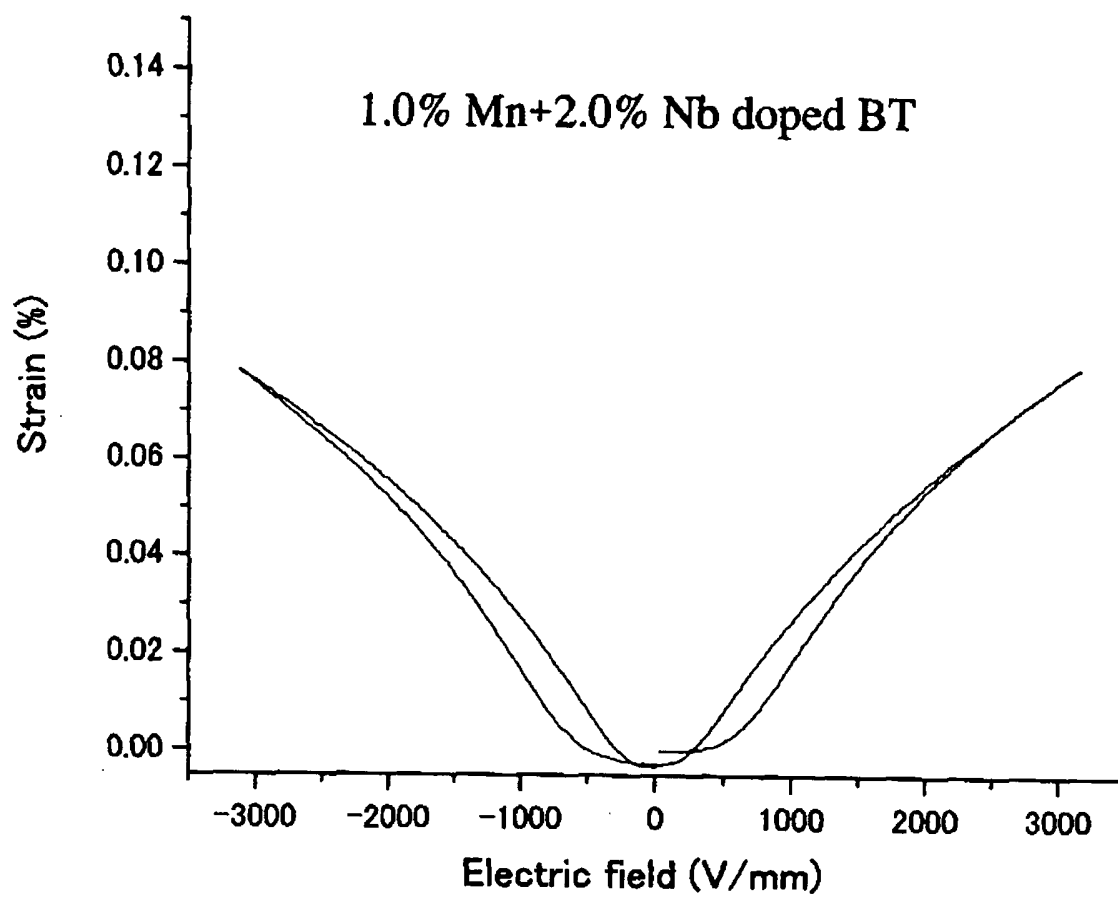


図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/021323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B35/468 (2006.01), **H01L41/187** (2006.01)

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)

C04B35/46-35/478 (2006.01), **H01L41/187** (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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

CA (STN), [s0.9-1/Ba(1)0.0001-0.1/La(1)0.9-1/Ti(1)0.0001-0.1/Mn(1)3/0 and 5/elc.sub],

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	FUKUNAGA, Mamoru et al., "Compact and Simple Apparatus for Measuring Direct Piezoelectricity", In: Japanese Journal of Applied Physics, Vol.42, Part 1, No.9B, pages 6115 to 6117, 2003, page 6116, 3.Experiments with the Probe; Fig. 6	1-6 7-10
X Y	KOKARE, S.R. et al., "Studies on compensating valency substituted BaTi _(1-x) Mn _{x/2} O ₃ ceramics", IN: Bulletin of Materials Science, Vol.24, No.2, pages 243 to 248, 2001, page 243, 1.Introduction; page 243, 2.Experimental; page 245, 3.3Dielectric constant, Figs. 4.-6.	1-6 7-10

☒ 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
08 December, 2005 (08.12.05)Date of mailing of the international search report
20 December, 2005 (20.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/021323

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 2000-327415 A (Teikoku Chemical Industries Co., Ltd.), 28 November, 2000 (28.11.00), Claims 1, 4; Par. No. [0066] & EP 1170251 A1	7
Y	JP 8-333158 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 December, 1996 (17.12.96), Claims 1, 2 (Family: none)	8
Y	JP 1-244357 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 28 September, 1989 (28.09.89), Page 2, upper right column, line 18 to lower right column, line 8; Fig. 1 & US 5085081 A & DE 3909763 A1	9,10
A	KISHI, Hiroshi et al., Occupational sites and dielectric properties of rare-earth and Mn Substituted BaTiO ₃ , Journal of the European Ceramic Society, Vol.21, Nos. 10 to 11, pages 1643 to 1647, 2001	1-10
A	WAKINO, Kikuo et al., BEHAVIOR OF Mn-ION ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF Nb-DOPED TiO ₂ -BASED CERAMICS, Ceramic Transactions (DIELECTRIC CERAMICS: PROCESSING, PROPERTIES, AND APPLICATIONS), Vol.32, pages 129 to 137, 1993	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/021323

Continuation of B. FIELDS SEARCHED

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

[s0.9-1/Ba(1)0.9-1/Ti(1)0.0001-0.1/Mn(1)0.0001-0.1/Nb(1)3/0
and 5/elc.sub]

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int.Cl. C04B35/468 (2006.01) H01L41/187 (2006.01)			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int.Cl. C04B35/46-35/478 (2006.01) H01L41/187 (2006.01)			
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 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
CA(STN), [s 0.9-1/Ba (1) 0.0001-0.1/La (1) 0.9-1/Ti (1) 0.0001-0.1/Mn (1) 3/0 and 5/elc. sub], [s 0.9-1/Ba (1) 0.9-1/Ti (1) 0.0001-0.1/Mn (1) 0.0001-0.1/Nb (1) 3/0 and 5/elc. sub]			
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 請求の範囲の番号	
X Y	FUKUNAGA, Mamoru et al, 'Compact and Simple Apparatus for Measuring Direct Piezoelectricity' In: Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 42, Part1, No. 9B, pp. 6115-6117, 2003, 第 6116 頁 3. Experiments with the Probe, Fig. 6	1-6 7-10	
X Y	KOKARE, S R et al, 'Studies on compensating valency substituted BaTi _(1-x) Mn _{x/2} Nb _{x/2} O ₃ ceramics' IN: Bulletin of Materials Science, Vol. 24, No. 2, pp. 243-248, 2001, 第 243 頁 1. Introduction, 第 243 頁 2. Experimental, 第 245 頁 3.3 Dielectric constant, Figure 4. -6.	1-6 7-10	
☒ 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 08.12.2005		国際調査報告の発送日 20.12.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 三崎 仁 電話番号 03-3581-1101 内線 3416	

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-327415 A (帝国化学産業株式会社) 2000. 11. 28, 請求項 1, 4, 段落【0066】 & EP 1170251 A1	7
Y	JP 8-333158 A (松下電器産業株式会社) 1996. 12. 17, 請求項 1、2 (ファミリーなし)	8
Y	JP 1-244357 A (オリンパス光学工業株式会社) 1989. 09. 28, 第 2 頁右上欄第 18 行～右下欄第 8 行、第 1 図 & US 5085081 A & DE 3909763 A1	9, 10
A	KISHI, Hiroshi et al, Occupational sites and dielectric properties of rare-earth and Mn substituted BaTiO ₃ , Journal of the European Ceramic Society, Vol. 21, No. 10-11, pp. 1643-1647, 2001	1-10
A	WAKINO, Kikuo et al, BEHAVIOR OF Mn-ION ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF Nb-DOPED TiO ₂ -BASED CERAMICS, Ceramic Transactions (DIELECTRIC CERAMICS:PROCESSING, PROPERTIES, AND APPLICATIONS), Vol. 32, pp. 129-137, 1993	1-10