

(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
2016年12月8日(08.12.2016)



(10) 国際公開番号

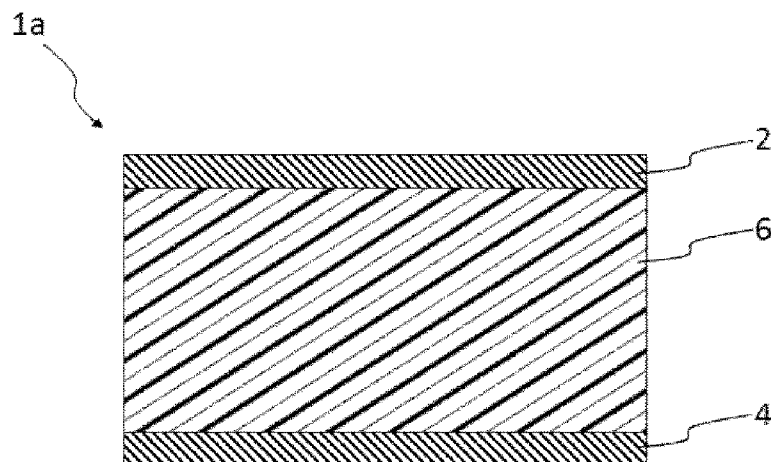
WO 2016/195024 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 37/02 (2006.01) H05K 7/20 (2006.01)
C01G 25/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066431
- (22) 国際出願日: 2016年6月2日(02.06.2016)
- (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 2015-114197 2015年6月4日(04.06.2015) JP
- (71) 出願人: 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: 薄井 智靖(USUI, Tomoyasu); 〒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).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 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, 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: COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 冷却デバイス

図1



(57) Abstract: The present invention provides a heat transfer device characterized by including: a pair of electrodes; and a dielectric part which is located between the pair of electrodes and which is formed from a material exhibiting an electrocaloric effect, wherein the material exhibiting an electrocaloric effect is represented by formula: $(\text{Pb}_{(1-x)y}\text{Ba}_x)\text{ZrO}_3$ (in the formula, x is 0.15-0.34, and y is 0.95-1.03).

(57) 要約: 本発明は、一対の電極と、該一対の電極の間に位置する電気熱量効果を示す材料から構成される誘電体部とを有して成る熱搬送デバイスであって、電気熱量効果を示す材料が、下記式: $(\text{Pb}_{(1-x)y}\text{Ba}_x)\text{ZrO}_3$ (式中、xは0.15以上0.34以下であり、yは0.95以上1.03以下である) で示される材料であることを特徴とする熱搬送デバイスを提供する。

WO 2016/195024 A1

明 細 書

発明の名称： 冷却デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、熱搬送デバイスに関する。

背景技術

[0002] 近年、小型携帯機器（スマートフォン、タブレットPC）、さらにはデータサーバー等の電子機器においては、中央処理装置（CPU）やハードディスク（HDD）等の発熱による、機器のパフォーマンスの低下、電子機器の寿命の短命化、故障といった問題が顕在化している。このような問題に対しては、電子機器における熱マネジメントが重要であるが、スマートフォン等の小型電子機器では、その電源容量が小さく、また、大きな冷却デバイスを設置可能なスペースがない。したがって、このような小型電子機器では、現状、温度の制御は、筐体を介する放熱による手段しかなく、熱源と筐体をサーマルシートなどで熱結合し熱を逃がしている。一方、サーバーなどの大型電子機器では、電源容量およびスペースが十分にあるので、エアコンディショナーなどの空調設備、ペルチェ式冷却デバイス等が用いられている。

[0003] 一方、非特許文献1は、電気熱量効果（Electrocaloric effect：以下、「EC効果」ともいう）を奏する材料として、 $\text{Pd}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{ZrO}_3$ を報告している。非特許文献1では、この $\text{Pd}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{ZrO}_3$ をゾルーゲル法により薄膜状に形成し、EC効果の測定を行っている。その結果、非特許文献1に記載の $\text{Pd}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{ZrO}_3$ 薄膜は、室温近傍の290Kで大きなEC効果を示すことが記載されている。尚、電気熱量効果とは、電場の変化によって物質内の電気双極子モーメントが揃うまたは乱れる際のエンタロピーの変化に起因する吸発熱現象である。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：A Giant Electrocaloric Effect in Nanoscale Antiferroelec

tric and Ferroelectric Phases Coexisting in a Relaxor $\text{Pb}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{ZrO}_3$ Thin Film at Room Temperature, Biaolin Peng, Huiqing Fan, and Qi Zhang, Advanced Functional Materials, Volume 23, Issue 23, pages 2987-2992, June 20, 2013

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 小型電子機器において、上記のような筐体を介する放熱は、筐体の表面積が限られていることから限界がある。したがって、各熱源の温度を測定し、温度が所定の温度以上になった場合に、CPUなどのパフォーマンスを制限する（発熱自体を抑制する）ことで対応している。即ち、筐体の温度上昇が、CPU等のパフォーマンスの妨げになっていることがある。
- [0006] また、大型電子機器では、上記のような空調設備等により十分な冷却効果を得ることはできるが、消費電力が非常に大きいため熱マネジメントのために電力コストがかかる問題がある。
- [0007] 従って、小型で低消費電力の熱マネジメントデバイスの開発が望まれている。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明者らは、上記の電気熱量効果に着目し、この電気熱量効果を示す $\text{Pd}-\text{Ba}-\text{Zr}$ 複合酸化物を熱搬送デバイスに利用することに思い至り、本発明を完成するに至った。電気熱量効果を発現させるためには制御電圧が必要であるが、 $\text{Pd}-\text{Ba}-\text{Zr}$ 複合酸化物は絶縁体である強誘電体であるので、消費電力は非常に小さい。従って、 $\text{Pd}-\text{Ba}-\text{Zr}$ 複合酸化物を利用する熱搬送デバイスは、電源容量の限られた小型携帯機器でも使用することができる。
- [0009] 本発明の第1の要旨によれば、一对の電極と、該一对の電極の間に位置する電気熱量効果を示す材料から構成される誘電体部とを有して成る熱搬送デバイスであって、
- 電気熱量効果を示す材料が、下記式：



(式中、 x は0.15以上0.34以下であり、 y は0.95以上1.03以下である)

で示される材料であることを特徴とする熱搬送デバイスが提供される。

[0010] 本発明の第2の要旨によれば、一对の電極と、該一对の電極の間に位置する電気熱量効果を示す材料から構成される誘電体部とを有して成る熱搬送デバイスであって、

電気熱量効果を示す材料が、 Pb 、 Ba および Zr を含む複合酸化物であり、

Zr 100モル部に対する Ba の含有モル部が p モル部であり、

Zr 100モル部に対する Pb の含有モル部が q モル部であり、

p が1.5以上3.4以下であり、

q が、 $(100-p) \times r$ (式中、 r は、0.95以上1.03以下である) である

ことを特徴とする熱搬送デバイスが提供される。

[0011] 本発明の第3の要旨によれば、上記の熱搬送デバイスを有してなる電子部品が提供される。

[0012] 本発明の第4の要旨によれば、上記の熱搬送デバイスまたは上記の電子部品を有してなる電子機器が提供される。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、特定の組成を有する $Pd-Ba-Zr$ 複合酸化物、例えば式 $(Pb_{(1-x)y}Ba_x)ZrO_3$ (式中、 x は0.15以上0.34以下であり、 y は0.95以上1.03以下である) で示される材料を用いることにより、小型で低消費電力の熱搬送デバイスを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態における熱搬送デバイスの概略断面図である。

[図2]図2は、本発明の第2の実施形態における熱搬送デバイスの概略断面図

である。

発明を実施するための形態

- [0015] 本発明の熱搬送デバイスについて、以下、図面を参照しながら詳細に説明する。但し、本実施形態の熱搬送デバイスおよび各構成要素の形状および配置等は、図示する例に限定されない。
- [0016] 図1に示すように、本発明の第1の実施形態の熱搬送デバイス1aは、一対の電極2、4と、該一対の電極の間に位置する電気熱量効果を示す材料から構成される誘電体部6とを有して成る。電極2、4間に電圧が印加されると、誘電体部6に電場が印加される。その結果、誘電体部6は発熱する。また、電極2、4間の電圧が除去されると、誘電体部6に印加された電場が消失する。その結果、誘電体部6は吸熱する。
- [0017] 本発明で用いられる電気熱量効果を示す材料は、Pd-Ba-Zr複合酸化物である。Pd、BaおよびZrを含む複合酸化物は、電場を印加した場合に発熱し、除去した場合に吸熱するEC効果を示す。
- [0018] 一の態様において、Pd-Ba-Zr複合酸化物は、式 $(\text{Pb}_{(1-x)}\text{Ba}_x)\text{ZrO}_3$ (式中、xは0.15以上0.34以下であり、yは0.95以上1.03以下である) で示される。
- [0019] xは、好ましくは0.20以上0.34以下であり、より好ましくは0.20以上0.30以下であり、さらにより好ましくは0.20以上0.25以下である。このような範囲のx値とすることにより、絶縁性とより大きなEC効果を得ることができる。また、xの値を変化させることにより、 ΔT がピーク値を示す温度を調整することができる。
- [0020] 一の態様において、yは、0.95以上1.00未満であり、例えば0.95以上0.995以下または0.95以上0.99以下、あるいは0.96以上1.00未満、0.97以上1.00未満または0.98以上1.00未満であり得る。yを1.00未満とすることにより、粒成長が起こりにくく、緻密なセラミックスが得られ、絶縁性が向上し、より大きな電場を印加すること可能になる。

- [0021] 別の態様において、 y は、 1.00 よりも大きく 1.03 以下であり、好ましくは、 1.005 以上 1.03 以下、例えば 1.010 以上 1.025 以下であり得る。 y を 1.00 より大きくすることにより、 ΔT の値をより大きくすることができる。
- [0022] 一の態様において、 $Pd-Ba-Zr$ 複合酸化物は、 Pb 、 Ba および Zr を含む複合酸化物であり、
 Zr 100 モル部に対する Ba の含有モル部が p モル部であり、
 Zr 100 モル部に対する Pb の含有モル部が q モル部であり、
 p が 15 以上 34 以下であり、
 q が、 $(100-p) \times r$ （式中、 r は、 0.95 以上 1.03 以下である）である。
- [0023] p は、好ましくは 20 以上 34 以下であり、より好ましくは 20 以上 30 以下であり、さらにより好ましくは 20 以上 25 以下である。このような範囲の x 値とすることにより、絶縁性とより大きな EC 効果を得ることができる。また、 p の値を変化させることにより、 ΔT がピーク値を示す温度を調整することができる。
- [0024] 一の態様において、 r は、 0.95 以上 1.00 未満であり、例えば 0.95 以上 0.995 以下または 0.95 以上 0.99 以下、あるいは 0.96 以上 1.00 未満、 0.97 以上 1.00 未満または 0.98 以上 1.00 未満であり得る。 r を 1.00 未満とすることにより、粒成長が起こりにくく、緻密なセラミックスが得られ、絶縁性が向上し、より大きな電場を印加すること可能になる。
- [0025] 別の態様において、 r は、 1.00 よりも大きく 1.03 以下であり、好ましくは、 1.005 以上 1.03 以下、例えば 1.010 以上 1.025 以下であり得る。 r を 1.00 より大きくすることにより、 ΔT の値をより大きくすることができる。
- [0026] 一の態様において、本発明で用いられる $Pd-Ba-Zr$ 複合酸化物の平均粒径は、好ましくは $0.5 \mu m$ 以上、より好ましくは $10 \mu m$ 以下、さら

に好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり得る。このような粒径を有することにより、誘電体部の耐電圧、電気熱量効果をより大きくすることができる。上記平均粒径は、電子走査顕微鏡を用いて測定することができる。

[0027] 本発明で用いられるPd-Ba-Zr複合酸化物は、結晶化温度以下の全温度領域でEC効果を示し、特に353K~453K（80℃~180℃）において、大きなEC効果を示す。また、本発明で用いられるPd-Ba-Zr複合酸化物は、非常に高い絶縁性を示す。即ち、高い電圧を印加することができる。

[0028] 本発明で用いられるPd-Ba-Zr複合酸化物は、例えば、Pb、BaおよびZrの酸化物または塩を混合し、焼成することにより得ることができる。Pb、BaおよびZrが所定の割合となるように混合し、焼成の際、雰囲気中のPb濃度を調整することにより、得られるPd-Ba-Zr複合酸化物中のPb、BaおよびZr含有量を調整することができる。

[0029] 誘電体部6中、電気熱量効果を示す材料の含有量は、50質量%以上、好ましくは60質量%以上、より好ましくは80質量%以上、さらにより好ましくは90質量%以上、さらにより好ましくは98質量%以上、例えば98.0~99.8質量%であり得る。また、誘電体部6は、実質的に電気熱量効果を示す材料から成っていてもよい。

[0030] 誘電体部6の形状は、特に限定されず、例えばシート状、ブロック状、その他種々の形状に成形することができる。成形方法は、特に限定されず、圧縮、焼結等を用いることができる。また、樹脂またはガラス等のバインダーと混合して成形してもよい。

[0031] 電極2, 4を構成する材料としては、特に限定されないが、Ag、Cu、Pt、Ni、Al、Pd、Au、またはこれらの合金（例えば、Ag-Pd等）が挙げられる。中でも、Pt、Ag、PdまたはAg-Pdが好ましい。

[0032] 電極2, 4は、誘電体部に電場を与える機能に加え、誘電体部の熱量を搬送する機能をも有し得る。従って、熱搬送の観点からは、電極を構成する材

料は、熱伝導率が高い材料、例えば A g が好ましい。

[0033] 電極 2, 4 の形状は、特に限定されないが、熱搬送の観点からは、誘電体部 6 の一の表面全体を覆うような形状が好ましい。

[0034] 本発明の熱搬送デバイスは、結晶化温度以下の全温度領域で E C 効果を示し、特に 353 K ~ 453 K (80℃ ~ 180℃) において、大きな E C 効果を示す材料から構成される誘電体部を用いている。従って、本発明の熱搬送デバイスは、発熱時の温度が 353 K ~ 453 K であるスマートフォン、タブレット P C、およびデータサーバー等の電子機器において、熱搬送デバイス、代表的には冷却デバイスとして好適に用いることができる。

[0035] 大きな E C 効果を示す温度範囲は、P d - B a - Z r 複合酸化物における P b および B a の含有量、特に B a の含有量を変更することにより、調整することができる。

[0036] また、本発明の熱搬送デバイスにおける誘電体部は、非常に高い絶縁性を示す。従って、耐電圧が高く、電極間に高い電圧を印加することができるので、電場の変化を大きくすることができる。その結果、電場の変化による温度変化（以下、「 ΔT 」ともいう）を大きくすることが可能になる。

[0037] 誘電体部の絶縁性は、P d - B a - Z r 複合酸化物における P b の含有量を変更することにより、調整することができる。

[0038] 以上、本発明の第 1 の実施形態における熱搬送デバイスを説明したが、本発明は、上記の実施態様に限定されるものではなく、種々の改変が可能である。

[0039] 例えば、図 2 に示すような熱搬送デバイス 1 b とすることができる。本発明の第 2 の実施形態の熱搬送デバイス 1 b において、複数の内部電極 12 a, 12 b と、複数の誘電体部 14 が交互に積層されている。内部電極 12 a および 12 b は、それぞれ、熱搬送デバイス 1 b の端面に配置される外部電極 16 a および 16 b に、電氣的に接続されている。外部電極 16 a および 16 b から電圧を印加すると、内部電極 12 a および 12 b 間に電場が形成される。この電場により誘電体部 14 は発熱する。また、電圧が除去される

と、電場が消失し、その結果、誘電体部 14 は吸熱する。

[0040] このような構造とすることにより、誘電体部 14 により強い電場を印加することが可能になり、より大きな ΔT を得ることができる。また、内部電極が、誘電体部内部への熱の伝搬経路としても機能することから、効率のよい熱マネジメントを可能にする。

[0041] 以上で説明した熱搬送デバイス 1 a および 1 b は、電極と誘電体部が、実質的に全面で接触しているが、本発明はこのような構造に限定されず、誘電体部に電場を印加できる構造であればよい。また、熱搬送デバイス 1 a および 1 b は、直方体のブロック形状であるが、本発明の熱搬送デバイスの形状はこれに限定されず、例えば円筒状、シート状であってもよく、さらに凹凸または貫通孔等を有していてもよい。

[0042] 本発明の熱搬送デバイスは、主に電場が解除されて吸熱する際に、またはこの吸熱により熱搬送デバイスの温度が低下した際に、発熱源で生じた熱を吸収する。また、本発明の熱搬送デバイスは、主に電場が印加されて放熱する際に、吸収した熱を外部に放出する。

[0043] 発熱源で生じた熱を吸収する際、本発明の熱搬送デバイスは、好ましくは発熱源の近傍に位置し、より好ましくは直接または熱伝導率の高い部材を介して接触するように位置する。

[0044] 一の態様において、吸収した熱を放熱する際、本発明の熱搬送デバイスは、好ましくは発熱源から離隔するように位置する。より好ましくは、吸収した熱を放熱する際、本発明の熱搬送デバイスは、発熱源から離隔するように位置し、かつ、本発明の熱搬送デバイスの放熱を補助する他の冷却デバイスの近傍に、または冷却デバイスに直接または熱伝導率の高い部材を介して接触するように位置する。

[0045] 別の態様において、本発明の熱搬送デバイスは、好ましくは発熱源の近傍に位置し、より好ましくは直接または熱伝導率の高い部材を介して接触するように位置したまま、効率よく吸収した熱を外部に放出することができる。本発明の熱搬送デバイスは、電場が解除されると温度が低下するので、発熱

源との温度差がより大きくなり、より効率的に発熱源で生じた熱を吸収することができる。また、本発明の熱搬送デバイスは、電場が印加されると温度が上昇して、外部の温度よりも高くなり、あるいは、外部との温度差がより大きくなるので、より効率的に外部に熱を消散させることができる。従って、本発明の熱搬送デバイスは、冷却デバイスとして利用することができる。

[0046] 好ましくは、本発明の熱搬送デバイスは、熱伝導部材に接続されており、これを介して熱を放出することができる。熱伝導部材は、それ自体外部に熱を消散させる冷却デバイスとして機能し得る。別の態様において、他の冷却デバイスに接続され、本発明の熱搬送デバイスから吸収した熱を、他の冷却デバイスに輸送するように機能し得る。このように、本発明の熱搬送デバイスを、熱伝導部材に接続することにより、より効率的な冷却が可能になる。

[0047] 本発明はまた、本発明の冷却デバイスを有して成る電子部品、ならびに冷却デバイスまたは電子部品を有して成る電子機器をも提供する。

[0048] 電子部品としては、特に限定するものではないが、例えば、中央処理装置（CPU）、ハードディスク（HDD）、パワーマネジメントIC（PMIC）、パワーアンプ（PA）、トランシーバーIC、ボルテージレギュレータ（VR）などの集積回路（IC）、発光ダイオード（LED）、白熱電球、半導体レーザーなどの発光素子、電界効果トランジスタ（FET）などの熱源となり得る部品、および、その他の部品、例えば、リチウムイオンバッテリー、基板、ヒートシンク、筐体等の電子機器に一般的に用いられる部品が挙げられる。

[0049] 電子機器としては、特に限定するものではないが、例えば、携帯電話、スマートフォン、パーソナルコンピュータ（PC）、タブレット型端末、ハードディスクドライブ、データサーバー等が挙げられる。

実施例

[0050] ・熱搬送デバイスの調製

Pb_3O_4 、 BaCO_3 、 ZrO_2 の原料を、下記表の組成となるように秤量し、部分安定化ジルコニア（PSZ：Partial Stabilized Zirconia）ボール

とともに粉碎混合を行った。乾燥後、 1000°C で4時間仮焼し、仮焼後の粉体に有機溶剤とバインダーを加えて粉碎混合することでスラリーを形成した。得られたスラリーから、ドクターブレード法により、グリーンシート（厚み $40\mu\text{m}$ ）を形成した。このグリーンシート上に、Ptペーストをスクリーン印刷した。Ptペーストを印刷したグリーンシートを、図2のような層構造となるように圧着して、積層し、その後カットして、グリーンチップ（ $5\text{mm}\times 7\text{mm}\times 0.5\text{mm}$ ）を作製した。

[0051] グリーンチップ（2g）を、 $450^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ で脱脂した後、アルミナ密閉鞘に10gの PbZrO_3 粉末とともに封入し、 1300°C で4時間焼成して、積層体チップを作製した。得られた積層体チップの両端にAgペーストを塗布し、焼き付けを行い、外部電極を形成して、図2に示す構造を有する試料（熱搬送デバイス）を製造した。尚、試料の組成は、ICP（誘導結合プラズマ発光分光分析）およびXRF（蛍光X線測定）を併用して確認した。

[0052] （評価）

・絶縁性評価

PUND法によるP-Eヒステリシス測定で絶縁性を評価した。 $10\text{MV}/\text{m}$ でリーク電流の成分が観測された試料を×とし、観察されないものを○とした。結果を下記表に示す。

[0053] ・動作温度

誘電率の温度依存性を測定して、誘電率の値が最大となる温度を動作温度として決定した。結果を下記表に示す。

[0054] ・電気熱量効果の評価（ ΔT 評価）

極細熱電対を試料に直接はりつけ、電場印加時・除去時の温度変化（ ΔT ）を測定した。結果を下記表に示す。

[0055] 下記表において、動作温度が、 $353\text{K}\sim 453\text{K}$ （ $80^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ ）の範囲にあり、絶縁性評価でリーク電流が観測されず、 $10\text{MV}/\text{m}$ での ΔT が 1.0K 以上のものをGとし、1つでも満たさないものはNGとした。

尚、「*」は、比較例を示し、「—」は、測定していないことを示し、 ΔT の列における「×」は、測定不可を示す。

[0056] [表1]

試料 番号	x	y	動作温 度 [K]	絶縁性 室温	ΔT (K) (10 MV/m)	ΔT (K) (20 MV/m)	ΔT (K) (30 MV/m)	評価
*1	0.10	0.94	469	—	—	—	—	NG
*2	0.15	0.94	448.2	×	—	—	—	NG
*3	0.20	0.94	429.4	×	—	—	—	NG
*4	0.25	0.94	398.2	×	—	—	—	NG
*5	0.30	0.94	383.2	×	—	—	—	NG
*6	0.35	0.94	366.1	×	—	—	—	NG
*7	0.10	0.95	469	—	—	—	—	NG
8	0.15	0.95	448.2	○	1.7	—	2.2	G
9	0.20	0.95	429.4	○	1.9	—	2.8	G
10	0.25	0.95	398.2	○	1.3	—	1.6	G
11	0.30	0.95	383.2	○	1.0	—	1.4	G
*12	0.35	0.95	366.1	○	0.4	—	0.75	NG
*13	0.10	0.98	469	—	—	—	—	NG
14	0.15	0.98	448.2	○	1.7	—	2.2	G
15	0.20	0.98	429.4	○	1.9	—	2.8	G
16	0.25	0.98	398.2	○	1.3	—	1.7	G
17	0.30	0.98	383.2	○	1.0	—	1.5	G
*18	0.35	0.98	366.1	○	0.4	—	0.75	NG
*19	0.10	0.995	469	—	—	—	—	NG
20	0.15	0.995	448.2	○	1.7	—	2.2	G
21	0.20	0.995	429.4	○	1.9	—	2.7	G
22	0.25	0.995	398.2	○	1.3	—	1.7	G
23	0.30	0.995	383.2	○	1.0	—	1.4	G
*24	0.35	0.995	366.1	○	0.4	—	0.75	NG
*25	0.10	1.00	469	—	—	—	—	NG
26	0.15	1.00	448.2	○	1.7	×	×	G
27	0.20	1.00	429.4	○	1.9	×	×	G
28	0.25	1.00	398.2	○	1.3	×	×	G
29	0.30	1.00	383.2	○	1.0	×	×	G
*30	0.35	1.00	366.1	○	0.4	×	×	NG

[0057]

[表2]

*31	0.10	1.005	469	—	—	—	—	NG
32	0.15	1.005	448.2	○	1.7	1.8	×	G
33	0.20	1.005	429.4	○	1.9	2.5	×	G
34	0.25	1.005	398.2	○	1.3	1.4	×	G
35	0.30	1.005	383.2	○	1.0	1.1	×	G
*36	0.35	1.005	366.1	○	0.4	0.6	×	NG
*37	0.10	1.03	469	—	—	—	—	NG
38	0.15	1.03	448.2	○	1.8	1.8	×	G
39	0.20	1.03	429.4	○	2.0	2.5	×	G
40	0.25	1.03	398.2	○	1.4	1.4	×	G
41	0.30	1.03	383.2	○	1.1	1.1	×	G
*42	0.35	1.03	366.1	○	0.6	0.6	×	NG
*43	0.10	1.04	469	—	—	—	—	NG
*44	0.15	1.04	448.2	×	—	—	—	NG
*45	0.20	1.04	429.4	×	—	—	—	NG
*46	0.25	1.04	398.2	×	—	—	—	NG
*47	0.30	1.04	383.2	×	—	—	—	NG
*48	0.35	1.04	366.1	×	—	—	—	NG

[0058] 上記の結果から、本発明の範囲にある試料は、電子機器での利用に適した動作温度において、高い絶縁性と、大きな ΔT を有することが確認された。特に、試料番号8～11、14～17および20～23は、30MV/mでも絶縁性を維持し、大きな ΔT を示すことが確認された。

産業上の利用可能性

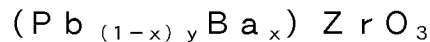
[0059] 本発明の熱搬送デバイスは、種々の電子機器、例えば、熱対策問題が顕著化している携帯電話などの小型電子機器の冷却デバイスとして利用することができる。

符号の説明

[0060] 1a, 1b…熱搬送デバイス
 2, 4…電極
 6…誘電体部
 12a, 12b…内部電極
 14…誘電体部
 16a, 16b…外部電極

請求の範囲

[請求項1] 一対の電極と、該一対の電極の間に位置する電気熱量効果を示す材料から構成される誘電体部とを有して成る熱搬送デバイスであって、電気熱量効果を示す材料が、下記式：



(式中、 x は0.15以上0.34以下であり、 y は0.95以上1.03以下である)

で示される材料であることを特徴とする熱搬送デバイス。

[請求項2] y が、0.95以上1.00未満であることを特徴とする請求項1に記載の熱搬送デバイス。

[請求項3] y が、1.00より大きく1.03以下であることを特徴とする請求項1に記載の熱搬送デバイス。

[請求項4] 一対の電極と、該一対の電極の間に位置する電気熱量効果を示す材料から構成される誘電体部とを有して成る熱搬送デバイスであって、電気熱量効果を示す材料が、Pb、BaおよびZrを含む複合酸化物であり、

Zr100モル部に対するBaの含有モル部が p モル部であり、

Zr100モル部に対するPbの含有モル部が q モル部であり、

p が1.5以上3.4以下であり、

q が、 $(100-p) \times r$ (式中、 r は、0.95以上1.03以下である) である

ことを特徴とする熱搬送デバイス。

[請求項5] r が、0.95以上1.00未満であることを特徴とする請求項4に記載の熱搬送デバイス。

[請求項6] r が、1.00より大きく1.03以下であることを特徴とする請求項4に記載の熱搬送デバイス。

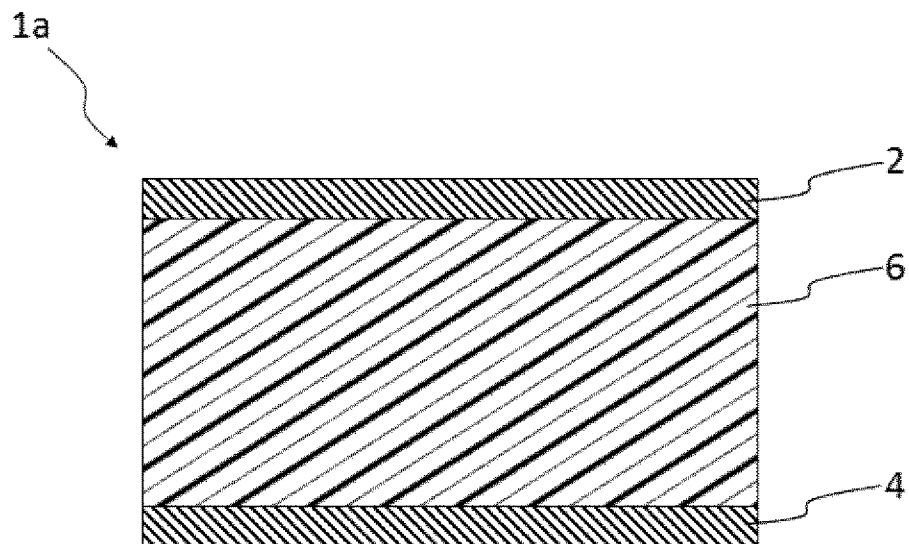
[請求項7] 電極が、Pt、Ag、PdまたはAg-Pdから形成されていることを特徴とする、請求項1～6のいずれか1項に記載の熱搬送デバイ

ス。

- [請求項8] 複数の電極と、複数の誘電体部とが交互に積層されていることを特徴とする、請求項1～7のいずれか1項に記載の熱搬送デバイス。
- [請求項9] 冷却デバイスである、請求項1～8のいずれか1項に記載の熱搬送デバイス。
- [請求項10] 請求項1～9のいずれか1項に記載の熱搬送デバイスを有してなる電子部品。
- [請求項11] 請求項1～9のいずれか1項に記載の熱搬送デバイスまたは請求項10に記載の電子部品を有してなる電子機器。

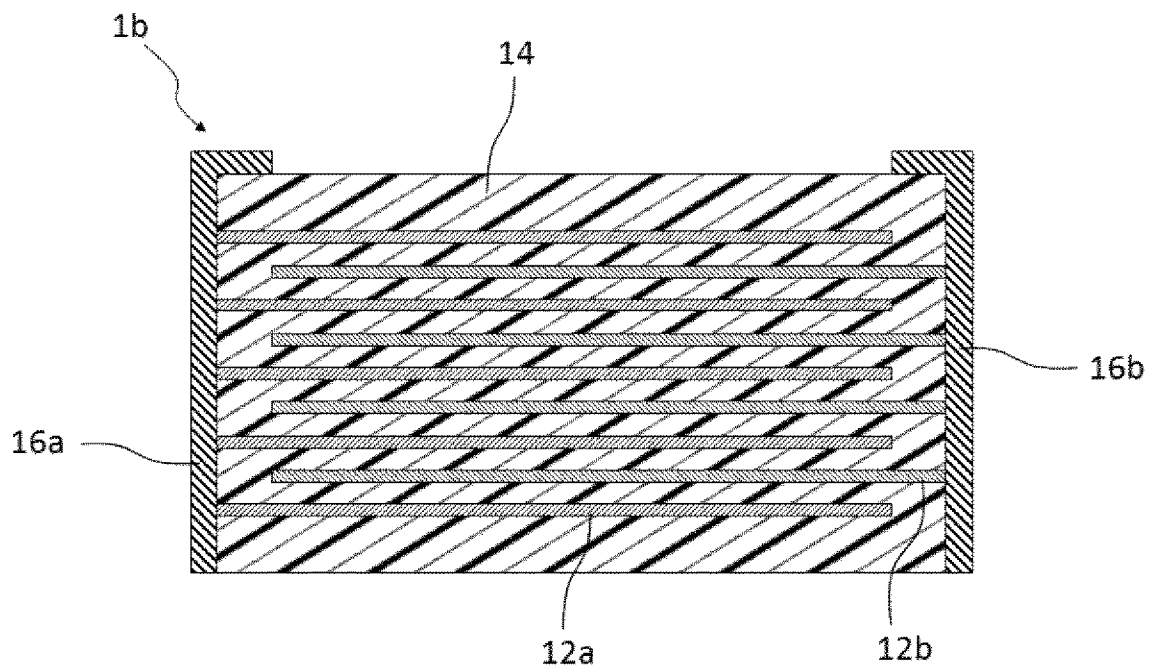
[図1]

図1



[図2]

図2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L37/02(2006.01)i, C01G25/00(2006.01)i, H05K7/20(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)

H01L37/02, C01G25/00, H05K7/20

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

Scopus

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-518371 A (Camfridge Ltd.), 28 July 2014 (28.07.2014), paragraphs [0126] to [0130]; fig. 14 to 15 & WO 2013/001061 A2 page 42, line 29 to page 44, line 13; fig. 14 to 15	1, 4, 7-11 2, 3, 5, 6
Y A	HAO et al., A comprehensive review on the progress of lead zirconate-based antiferroelectric materials, Progress in Material Science 2014.02.01, Vol. 63, p.1-57, particularly, p.28-30, p.46-48	1, 4, 7-11 2, 3, 5, 6

☐ 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
07 July 2016 (07.07.16)

Date of mailing of the international search report
19 July 2016 (19.07.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L37/02(2006.01)i, C01G25/00(2006.01)i, H05K7/20(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（IPC））

Int.Cl. H01L37/02, C01G25/00, H05K7/20

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

Scopus

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 A	JP 2014-518371 A(ケンブリッジ リミテッド) 2014.07.28, 段落 [0126] - [0130], 図 14-15 & WO 2013/001061 A2, 第 42 頁第 29 行-第 44 頁第 13 行, 図 14-15	1, 4, 7-11 2, 3, 5, 6
Y A	HAO et al., A comprehensive review on the progress of lead zirconate-based antiferroelectric materials, Progress in Material Science 2014.02.01, Vol. 63, p.1-57, 特に p.28-30, p.46-48	1, 4, 7-11 2, 3, 5, 6

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

07.07.2016

国際調査報告の発送日

19.07.2016

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）

羽鳥 友哉

5 F

4065

電話番号 03-3581-1101 内線 3516