

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5743532号  
(P5743532)

(45) 発行日 平成27年7月1日(2015.7.1)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 L 41/04 (2006.01)	HO 1 L 41/04
HO 1 L 41/09 (2006.01)	HO 1 L 41/09
HO 1 L 41/187 (2006.01)	HO 1 L 41/187
HO 2 N 2/00 (2006.01)	HO 2 N 2/00 B

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-287491 (P2010-287491)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成22年12月24日 (2010.12.24)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2012-134428 (P2012-134428A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成24年7月12日 (2012.7.12)	(72) 発明者	島田 亮 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
審査請求日	平成25年12月19日 (2013.12.19)	(72) 発明者	大橋 海史 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
		審査官	境 周一
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧電デバイスの駆動方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

1つ以上の相転移温度を有する材料で形成され、厚み方向に分極された圧電体と、前記分極された方向と直交する方向の圧電体の両端面に設けられた電極と、を備えた圧電デバイスに、

電界印加手段によって交流電界を発生させることにより振動を生じさせる圧電デバイスの駆動方法であつて、

前記抗電界の或る温度  $t$  における抗電界を  $E_c(t)$ 、前記温度  $t$  における前記分極された方向と逆方向の交流電界の振幅を  $V_{A_c}(t)$ 、前記分極された方向と順方向に前記バイアス電界として印加される直流電界の絶対値を  $V_{D_c}(t)$  とするとき、

$E_c(t) > V_{A_c}(t) - V_{D_c}(t)$  の関係式を満たすように、 $V_{D_c}(t)$  を設定し、

前記圧電体の或る温度  $t$  における圧電定数を  $d(t)$ 、比例係数を  $A$  とするとき、 $V_{A_c}(t) = x / (A \times d(t))$  の関係式を満たすように、前記温度に応じて前記  $V_{A_c}(t)$  を設定することによって、所定の変位を得ることを特徴とする圧電デバイスの駆動方法。

## 【請求項 2】

前記圧電体は、主成分がチタン酸バリウム、ニオブ酸カリウム、ニオブ酸カリウムナトリウムのうちのいずれか一つで構成されることを特徴とする請求項1に記載の圧電デバイスの駆動方法。

**【請求項 3】**

前記圧電材料は、すくなくとも 2 つの相転移温度を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧電デバイスの駆動方法。

**【請求項 4】**

前記圧電デバイスは、超音波モータであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイスの駆動方法。

**【請求項 5】**

前記圧電デバイスは、塵埃除去装置であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイスの駆動方法。

**【発明の詳細な説明】**

10

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧電デバイスの駆動方法に関し、特に超音波振動を利用した超音波モータ、塵埃除去装置、等に好適に適用することができる圧電デバイスの駆動方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

超音波モータや塵埃除去装置などの振動変位を利用する圧電アクチュエータの、振動の励起源となる圧電体には、主にチタン酸ジルコン酸鉛が用いられてきた。

しかし、環境に対する意識の高まりから、鉛を含まない非鉛圧電材料の開発が進んでいる。

20

このような非鉛圧電材料の一つとして、チタン酸バリウム系の材料が挙げられる。

チタン酸バリウムは、非鉛圧電材料の中でも比較的高い圧電定数を有している。しかし、チタン酸バリウムには相転移温度が 4 つ存在し、そのうち 1 つは室温付近において、低温から高温に向かって斜方晶から正方晶へと結晶構造が変化する。

そのため、この温度において圧電定数が極大値となり、わずかな温度変化で大きく変化してしまう。

したがって、圧電デバイスにチタン酸バリウム等の非鉛系の圧電材料を用いる際には相転移温度付近において、わずかな温度変化により変位が所望の大きさと大きく異なってしまうという問題を有している。

**【0003】**

30

分極された圧電体に、分極と逆方向に一定以上の電界を印加すると分極の符号が反転する（すなわち分極の向きが逆転する）が、このときの電場の強さを抗電界と呼ぶ。

チタン酸バリウムでは、この抗電界が比較的低く、抗電界に近い電界又は抗電界以上の電界を含む範囲の電圧を印加すると、分極が低下する、或いは反転してしまう場合がある。そのため、特許文献 1 では交流電界に加え、バイアス電界を印加することで分極反転を起こりにくくし、さらに擬似的な分極処理を駆動中に行うことによって、分極の低下を抑制するようにした圧電デバイスの駆動方法が提案されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

40

**【特許文献 1】特開 2006-66655 号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、鉛系圧電材料、非鉛系圧電材料共に、圧電体の抗電界は温度特性を有しており、温度の上昇に伴って抗電界が小さくなり、分極の反転がより起こり易くなるという性質を有している。特に非鉛系圧電材料は鉛系圧電材料と比較して低い温度で分極の反転のし易さが大きく変化する。このため、チタン酸バリウム等の非鉛系からなる圧電体の分極と逆方向に印加される最大電界の絶対値を、室温での圧電体の抗電界より小さくなるように、一律のバイアス電界を設定した場合、室温と比較して抗電界が小さくなる高温側

50

で分極が大きく低下、又は反転する可能性がある。一方で、高温側での抗電界に対応して高いバイアス電界に設定した場合、抗電界が相対的に大きくなる比較的低温側では過剰なバイアス電界を印加することになる。したがって、耐圧性の高い回路素子が必要となる。また、室温付近に相転移温度を有する圧電体の場合、相転移に伴う圧電特性の急峻な変化が存在し、微小な温度変化によって実際の変位が所望の変位と大きく異なってしまうという課題を有している。

#### 【0006】

本発明は、上記課題に鑑み、必要最小限のバイアス電界の印加によって圧電体の分極の急激な低下、又は反転を抑制することにより耐圧性の小さい回路素子を使用することができ、温度変化によっても所定の変位を得ることが可能となる圧電デバイスの駆動方法の提供を目的とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の一様態は、1つ以上の相転移温度を有する材料で形成され、厚み方向に分極された圧電体と、前記分極された方向と直交する方向の圧電体の両端面に設けられた電極と、を備えた圧電デバイスに、

電界印加手段によって交流電界を発生させることにより振動を生じさせる圧電デバイスの駆動方法であって、

前記抗電界の或る温度  $t$  における抗電界を  $E_c(t)$ 、前記温度  $t$  における前記分極された方向と逆方向の交流電界の振幅を  $V_{A_c}(t)$ 、前記分極された方向と順方向に前記バイアス電界として印加される直流電界の絶対値を  $V_{D_c}(t)$  とするとき、  
 $E_c(t) > V_{A_c}(t) - V_{D_c}(t)$  の関係式を満たすように、 $V_{D_c}(t)$  を設定し、

20

前記圧電体の或る温度  $t$  における圧電定数を  $d(t)$ 、比例係数を  $A$  とするとき、  
 $V_{A_c}(t) = x / (A \times d(t))$  の関係式を満たすように、前記温度に応じて前記  $V_{A_c}(t)$  を設定することによって、所定の変位を得る圧電デバイスの駆動方法に関する  
。

#### 【発明の効果】

#### 【0008】

本発明によれば、必要最小限のバイアス電界の印加によって圧電体の分極の急激な低下又は反転を抑制することにより耐圧性の小さい回路素子を使用することができ、温度変化によっても所定の変位を得ることが可能となる圧電デバイスの駆動方法を実現することができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】本発明の実施例における単板の圧電体を用いた圧電デバイスの図である。

【図2】本発明の実施例における積層圧電体を用いた圧電デバイスの図である。

【図3】本発明の実施例における圧電デバイスの温度と圧電定数、及び印加する交流電界との関係を表した図である。

【図4】本実施例における室温と高温時に印加する電界の関係を説明する図である。

40

【図5】本実施例における温度と抗電界と印加するバイアス電界の関係を説明する図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0010】

本発明を実施するための形態を、以下の実施例により説明する。

本発明において、圧電体の分極が急激に低下する、或いは反転する、とは、圧電体に一定の電界を印加した際に、当該圧電体の変位量が急激に小さくなる、または実質的に0になり、圧電体として機能が低下する、又は実質的に機能しなくなることを意味する。

#### 【実施例】

#### 【0011】

50

図1は、本発明の実施例における2つ以上の相転移温度を有する材料で形成され、厚み方向の一方に向かって分極された圧電体と、前記分極された方向と直交する方向の圧電体の両端面に設けられた電極と、を備えた圧電デバイスの駆動方法を説明する図である。

そして、本実施例の圧電デバイスは、電界印加手段によって交流電界を印加することにより振動を生じさせるように構成されている。

また、図1に示すように、圧電体1は図中矢印方向(厚み方向の一方)に分極されている。

本実施例では、圧電体1はチタン酸バリウムを主成分とする鉛を含まない非鉛圧電材料によって形成されている。

また、この分極方向と垂直方向の両端面に、電極2a、2bが設置されている。電極2a、2bは、例えば銀を主成分とする導電性材料で、スクリーン印刷によって形成される。さらに、直流電源4と交流電源3が電極2a、2b間に設置されている。

ここで圧電デバイスは、単板の圧電体を用いた圧電デバイスであってもよいし、図2のように圧電体層5と内部電極6及び外部電極7より構成される積層型の圧電デバイスであってもよい。

#### 【0012】

チタン酸バリウムは室温付近にて、低温から高温に向かって斜方晶から正方晶へと結晶構造が変化するため、その温度を極大点として急激な圧電定数の温度依存性が存在する。そのため、わずかな温度変化によって変位が大きく変化してしまう。

一般に、圧電振動子の振動変位は、圧電定数と印加電圧の積に比例する。

そこで、或る温度tにおける前記圧電体の圧電定数をd(t)、圧電体に印加される交流電界の振幅(0 to peak値)をV<sub>AC</sub>(t)とすると、比例係数がAである場合、温度tにおける変位xは、つぎのように表すことができる。

$$x = A \times d(t) \times V_{AC}(t)$$

そのため、圧電定数d(t)が既知の場合、圧電体の温度を検知し、その温度に応じて交流電界の振幅を、つぎの関係式を満たすように設定することで、所定の変位xを得ることができる。

$$V_{AC}(t) = x / (A \times d(t))$$

図3は圧電デバイス1の温度と圧電定数8、及び印加する交流電界9との関係を表した図である。

横軸は温度、縦軸は圧電定数及び電界である。前記印加電圧の決定方法において、圧電定数8に反比例した振幅の交流成分の電界9を印加することで、温度が変化し、圧電定数が変化しても、変位を略一定に保つことができる。

例えば、必要な振幅が8Aとする。25の場合の圧電定数は80m/Vであるので必要な交流電界の振幅V<sub>AC</sub>(t)は100V/mmに設定する。

また45の場合は圧電定数は50m/Vに減少するので、必要な交流電界の振幅V<sub>AC</sub>(t)は160V/mmに設定する。

圧電体の温度が上昇し、キュリー温度に近づくにしたがって、上記した分極方向と逆方向の一定以上の電界により分極が反転する抗電界が減少し、分極が反転しやすくなる。

特に、チタン酸バリウム系の圧電体ではキュリー温度が130付近に存在するためにこの程度が大きい。

そこで或る温度tにおける、抗電界をE<sub>C</sub>(t)、圧電体に印加する分極された方向と逆方向の交流電界の振幅をV<sub>AC</sub>(t)、圧電体の分極と順方向にバイアス電界として印加する直流電界の絶対値をV<sub>DC</sub>(t)とするとき、つぎの関係式が成り立つようにV<sub>DC</sub>(t)を設定する。

10

20

30

40

50

$$E_c(t) > V_{Ac}(t) - V_{Dc}(t)$$

これによって、必要最小限のバイアス電界の印加により、分極の反転を抑制することができる。

#### 【0013】

図4は、本実施例における室温と高温時に印加する電界の関係を説明する図である。横軸は時間、縦軸は電界である。

図4における上方向が、分極と順方向の電界である。

前記 $V_{Dc}(t)$ の決定方法により、25付近ではバイアス電界14(10V/mm)を印加することで、印加電界を10とし、分極と逆方向の最大電界の絶対値がこの温度での抗電界12(50V/mm)よりも小さくなるように設定されている。

これによって、分極の反転を抑制している。また温度が45まで上昇した場合、抗電界が13(30V/mm)まで減少する。このときさらに圧電定数の低下を補償するために交流電界の振幅 $V_{Ac}(t)$ が大きく設定される。このため、25時よりもさらに大きなバイアス電界15(60V/mm)を印加することで、印加電界を11とし、同様に分極の反転を抑制している。

#### 【0014】

図5は本実施例における温度と抗電界と印加するバイアス電界の関係図である。

横軸は温度、縦軸は電界である。前記の $V_{Dc}(t)$ の決定方法により、0から45に温度上昇する場合、抗電界16は60V/mmから30V/mmまで低下する。

分極と逆方向の最大電界の絶対値18が抗電界16よりも小さくなるようにバイアス電界17を印加する。このような手法により、温度上昇に伴う抗電界の低下に合わせ、バイアス電界を印加することで、分極反転を抑制することができる。前記バイアス電界17を印加する期間は、理想的には、分極と逆方向の最大電界の絶対値18が抗電界16よりも小さくなるように印加することが好ましい。しかし、抗電界を一瞬でも超えたら、必ず分極が反転するという性質ではないことから、分極が大きく低下、又は反転しない範囲で分極と逆方向の最大電界の絶対値18が抗電界16を超える瞬間が存在しても良い。例えば、消費電力を抑制するため、或いは簡易な制御回路で制御する等の設計の自由度を確保する等のために、バイアス電界17を間欠的に印加することもできる。

また低温時においては余分なバイアス電界を印加しないことで耐圧性の小さい回路素子の使用が可能となっている。

このように、本実施例の構成によれば、交流電界における分極された方向と逆方向の電界の絶対値が、抗電界よりも小さくなるように、温度変化に伴う前記抗電界の変化に合わせてバイアス電界を印加することが可能となる。

また、温度上昇による抗電界の低下以外にも、所望の変位を得るために交流電界の振幅を大きくした場合でも、同様の手法でバイアス電界を決定することによって、分極の急激な低下又は反転を抑制できる。

#### 【0015】

本実施例における圧電デバイスを構成する圧電体の主成分は、チタン酸バリウムに限られるものではない。

2つ以上の相転移温度を有する圧電体材料であればよく、例えば、ニオブ酸カリウムやニオブ酸カリウムナトリウム等であってもよい。

これらの圧電体材料を用いた圧電デバイスの駆動方法においても、上記と同様の手法により、分極の急激な低下又は反転を抑制しつつ、所望の変位を得ることが可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0016】

1：圧電体

2 a、2 b：電極

3：交流電源

4：直流電源

10

20

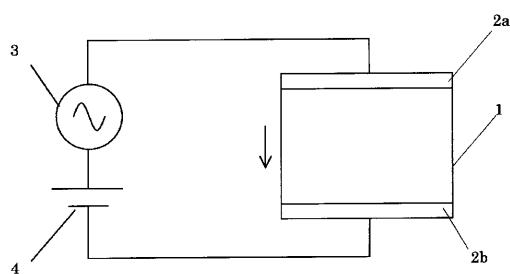
30

40

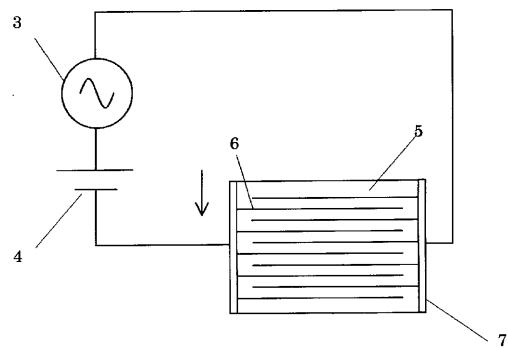
50

- 5 : 壓電体層  
 6 : 内部電極  
 7 : 外部電極  
 8 : 壓電定数  
 9 : 印加する交流電界  
 10 : 室温での印加電界  
 11 : 高温時の印加電界  
 12 : 室温での抗電界  
 13 : 高温時の抗電界  
 14 : 室温でのバイアス電界  
 15 : 高温時のバイアス電界  
 16 : 抗電界  
 17 : 印加するバイアス電界  
 18 : 分極と逆方向の最大電界の絶対値
- 10

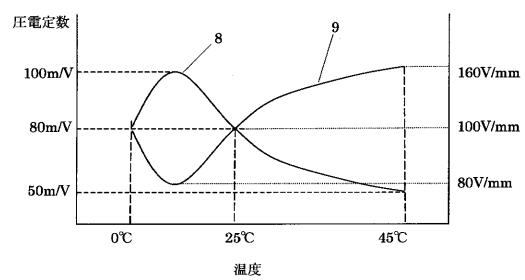
【図1】



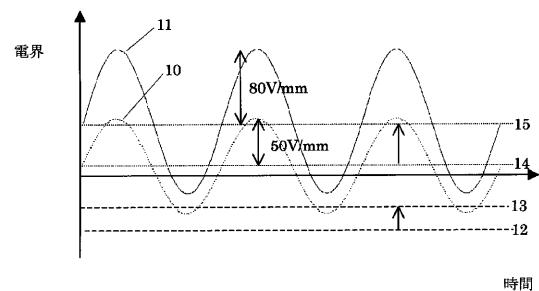
【図2】



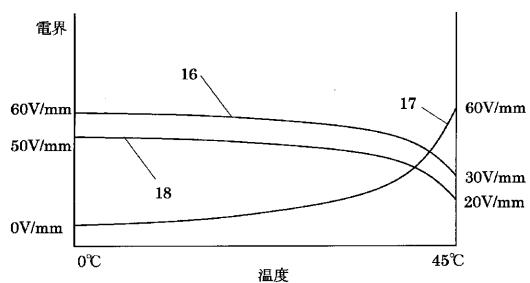
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭62-230068(JP,A)  
特開2002-141567(JP,A)  
特開平09-102635(JP,A)  
特開平04-315484(JP,A)  
特開2006-066655(JP,A)  
特開昭63-178571(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41/00 - 41/47  
H02N 2/00 - 2/18