

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5764995号  
(P5764995)

(45) 発行日 平成27年8月19日(2015.8.19)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015.6.26)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 41/187 (2006.01) HO 1 L 41/187  
 HO 1 L 41/09 (2006.01) HO 1 L 41/09

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-61727 (P2011-61727)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成23年3月18日 (2011.3.18)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2012-199339 (P2012-199339A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成24年10月18日 (2012.10.18)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成26年2月14日 (2014.2.14)		弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	秋山 善一
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	上田 恵司
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	木平 孝和
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内

最終頁に続く

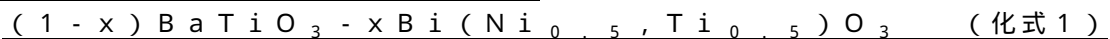
(54) 【発明の名称】 非鉛薄膜アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

チタン酸バリウム、および、チタン酸ニッケル酸ビスマスを主成分とする複合酸化物薄膜を用いた非鉛薄膜アクチュエータであり、

前記複合酸化物薄膜の主成分が化式1で示され、式中、 $x$ が $0 < x \leq 0.1$ の範囲をとることを特徴とする非鉛薄膜アクチュエータ。



【請求項2】

前記複合酸化物薄膜中にストロンチウム、カルシウム、ジルコニウム、ハフニウムの中から選択された、少なくとも1種の副成分を含むことを特徴とする請求項1に記載の非鉛薄膜アクチュエータ。

【請求項3】

シリコン基板上に振動板、第一の電極膜、前記複合酸化物薄膜、第二の電極膜の順に配置してなる、シリコン基板上に形成した請求項1または2に記載の非鉛薄膜アクチュエータ。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれかに記載の非鉛薄膜アクチュエータを用いた液体吐出ヘッド。

【請求項5】

前記請求項4に記載の液体吐出ヘッドを備えたインクジェットプリンタ。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電界印加時に発生する変位量の大きい非鉛薄膜アクチュエータ、それを用いた液体吐出ヘッド、および、インクジェットプリンタに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

インクジェット記録装置には、騒音が極めて小さくかつ高速印字が可能であり、更にはインクの自由度があり、安価な普通紙を使用できるなど多くの利点があるために、プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として広く展開されている。

10

インクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドは、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（吐出室、加圧液室、圧力室、インク流路等とも称される。）と、液室内のインクを吐出するための液室毎に設けられた圧力発生手段で構成されている。

上記のような圧力発生手段の一つとして、圧電素子などの電気的入力を機械的な変形に変換する電気-機械変換素子を用いて、吐出室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のものが挙げられる（例えば、特許文献1を参照）。

従来、インクジェットプリンタのインクジェットヘッド部等のアクチュエータとして、PZTセラミックス等が用いられていたが（例えば特許文献1、2を参照）、環境規制物質である鉛を含んでいる為、鉛を含まない代替材料が強く望まれている。

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

PZT代替材料としてこれまで検討された代表的なものとして、以下のような材料系が挙げられる。

## （1）チタン酸バリウムを主成分とする材料系

この材料の欠点として、キュリー点（圧電性が消失する温度に相当）が125に存在し、高温下での使用が困難、特に熱安定性を考えると、キュリー点の1/3以下での温度上限を持つ。すなわち約40が上限温度に相当する。インクジェットなどの非共振モードでかつ10kHzほどの高周波で駆動する場合、材料の持つ誘電損失からジュール熱が発生し、容易にこの上限温度に達してしまい、実用に適さない。

30

## （2）ニオブ酸カリウム、ニオブ酸ナトリウム、およびこれらの固溶体、添加物としてリチウムを添加したアルカリナイオベート系材料

これら材料のキュリー点は実使用温度を上昇させることが見込めるが、150付近に構造相転移による脱分極温度が存在するため、チタン酸バリウム系材料と同様、実用に適さない。またアルカリ元素を構成元素に含むため、長期安定動作に関連する信頼性に課題を持つ。

## （3）ビスマスフェライト系材料

$\text{BiFeO}_3$ として記述され、価数3価の元素として、In, Coなどによって鉄元素を置換する場合を含む材料である。係る材料は、550ほどの高いキュリー点を持つが、鉄元素の価数変化により容易に電気伝導性を示し、その圧電利用は極低温下でしか動作しないという欠点を持つ。低温合成すること、チタン酸バリウムのキュリー点を高めることを目的に、チタン酸バリウムとの固溶体も検討されているが、実用には至っていない。

40

## （4）ビスマス層状構造強誘電体

キュリー点が700と高温であり、機械的品質係数が高いが、圧電性が低いため、セラミックフィルターなどの用途に限定される。

## （5）タングステンブロンズ構造を有する材料

機械的品質係数は高いものの、圧電性が低いため、超音波モータへの試作が行われるのみである。

50

以上のように、PZT代替材料について検討はされてきているものの、PZTに匹敵する性能を有する材料は未だ創製されていない。

しかしながら、特定の用途に限定した場合、PZTの置換は可能である。これは、PZTを電気-機械変換素子に用いる場合、その共振状態を利用する形態と、非共振状態を利用する形態とに大別されるが、例えば、オンデマンド式インクジェットヘッド等に使用されている薄膜アクチュエータにおいては、非共振状態を利用するものであることが広く知られている。つまり、入力した電気信号に対して、機械的変位を与えるものであれば足りる。

#### 【0004】

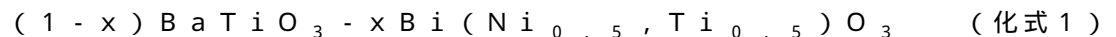
本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、インクジェットヘッドのアクチュエータ部位に使用可能な非鉛薄膜アクチュエータ（非鉛薄膜電歪アクチュエータ）を提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0005】

上記目的を達成するために、本発明は、チタン酸バリウム、および、チタン酸ニッケル酸ピスマスを主成分とする複合酸化物薄膜を用いた非鉛薄膜アクチュエータであり、

前記複合酸化物薄膜の主成分が化式1で示され、式中、 $x$ が $0 < x \leq 0.1$ の範囲をとることを特徴とする非鉛薄膜アクチュエータを提供する。



#### 【発明の効果】

#### 【0006】

本発明によれば、鉛成分を使用していないにも関わらず、残留分極が小さく、電圧印加時に電歪効果によりアクチュエータとしての使用に十分な変位を示す、圧電特性に優れた非鉛薄膜アクチュエータを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

【図1】CSD法による $(1-x)BaTiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$ 薄膜の作製フローを示す。

【図2】AFMを用いた、結晶 $(1-x)BaTiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$  ( $x = 0.1$ )薄膜の表面モホロジー観察結果を示す。

【図3】結晶 $(1-x)BaTiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$  ( $x = 0.1$ )薄膜の比誘電率、誘電損失の周波数依存性を示す。

【図4】結晶 $(1-x)BaTiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$  ( $x = 0.1$ )薄膜のP-Eヒステリシス曲線を示す。

【図5】結晶 $(1-x)BaTiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$  ( $x = 0.1$ )薄膜の電気歪み特性を示す。

【図6】結晶 $(1-x)(Ba_{0.95}Sr_{0.05})TiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$  ( $x = 0.1$ )膜の誘電特性についての温度依存性を示す。

【図7】結晶 $(1-x)(Ba_{0.95}Sr_{0.05})TiO_3 - xBi(Ni_{0.5}, Ti_{0.5})O_3$  ( $x = 0.1$ )膜のP-Eヒステリシス曲線を示す。

【図8】本発明に係る非鉛薄膜アクチュエータを搭載した液体吐出ヘッド（インクジェットヘッド）を示す。

【図9】図8の液体吐出ヘッドを用いたインクジェット記録装置の斜視説明図を示す。

【図10】図8の液体吐出ヘッドを用いたインクジェット記録装置の側面説明図を示す。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0008】

以下に、本発明の実施例を添付図面を参照にして説明するが、本発明は実施例により限定されるものではない。

#### 【実施例1】

## 【0009】

本実施例においては、本発明に係る複合酸化物薄膜を図1に示す実験フローに従い、CSD法によって形成した。使用した出発原料についてはその詳細を表1に示す。

## (1) 薄膜形成用基板の準備

本実施例においては薄膜電歪アクチュエータとするために、薄膜を形成する基板として、以下の工程で予め各部材を形成したものを使用した。

Si基板上に振動板としてSiO<sub>2</sub>膜を配置し、その上に下部電極として第一の電極膜であるPt膜を100nmの厚みでスパッタリング法により成膜した。このとき下地のSiO<sub>2</sub>膜との密着力向上のために、Ti, Ta, TiN, TaN, TiO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等の密着膜を振動板と下部電極の間に配置させることが好ましい。本実施例では10nmのTi膜をスパッタリング法にて形成した。

10

## (2) CSD法による薄膜の形成

CSD法(Chemical Solution Deposition)の一種であるゾル-ゲル法により、目的とする非鉛系複合酸化物の薄膜を基板上に堆積する。

## 【0010】

## 【表1】

出発物質	文中の表記		純度
Ba(OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	Ba(OEt) <sub>2</sub>	高純度化学	99%以上
Ti(O <sup>i</sup> C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>4</sub>	Ti(O <sup>i</sup> Pr) <sub>4</sub>	高純度化学	99.999%
Bi(O <sup>t</sup> C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>3</sub>	Bi(O <sup>t</sup> Am) <sub>3</sub>	高純度化学	
Ni(C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Ni(acac) <sub>2</sub>		
CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	EGMME	キシダ化学	99.0%

20

30

## 前駆体溶液の調整

溶媒である2-メトキシエタノール(EGMME)と、メタノールとの混合溶液に、目的とする量論比になるようにBa(OEt)<sub>2</sub>, Ti(O<sup>i</sup>Pr)<sub>4</sub>, Bi(O<sup>i</sup>Am)<sub>3</sub>, Ni(acac)<sub>2</sub>を添加して原料混合溶液を作製する。

40

ここでは、溶媒としてEGMMEとメタノールとを容量比6:4で混合した溶液を使用した。また、目的物質である(1-x)BaTiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>,Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>の式中のxが0.1, 0.2, 0.3となるように各原料を添加、混合した。さらに、比較のため、参照試料として、x=0の試料も作製した。

次に、前記工程により得られた原料混合溶液が溶解するように還流処理を行う。ここでは、85~95の温度範囲で18時間還流処理して反応させた。その後、得られた溶液はスピコート法で成膜するのに適した濃度に調整する。本実施例では濃度0.3Mに調整した。なお、これらの工程は不活性雰囲気下で行った。

## 薄膜形成工程

50

前記薄膜形成用基板の準備工程で得られた、Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si基板上に前駆体溶液をスピコート法で前記第一の電極膜上に成膜（回転数 2500 rpm, 30秒）し、120℃、1分の乾燥の後、熱分解処理を行った。

熱分解処理条件は前駆体溶液から作製した乾燥ゲルのTG-DTA測定により見積ることができ、本実施例では400℃、10分の処理を行った。

熱分解後の膜はアモルファス状であるため、電歪特性を出現させるには結晶化処理を施す必要があり、例えば700～750℃で熱処理をすることによって行える。本実施例では750℃、10分の処理を行った。

上記一連の操作を一回行うことによって堆積できる膜厚は50nmであった。しかしながら、アクチュエータとして利用する場合、発生力が振動板を変形させ、その変形量がインク室にあるインクを排除する為、おおよそ0.5～2ミクロンの膜厚が必要となる。従って、前記スピコート、乾燥、熱分解、結晶化の処理を所望する膜厚分、繰返し処理を行う。

本実施例ではこの操作を10回行い、約0.5ミクロンの膜を形成した。

### (3) 後処理工程

前工程によって得られた薄膜上に、上部電極として第二の電極膜であるPt膜をスパッタリング法で100nmの厚みで形成した。

ドライエッチングにより上部電極をパターニングし、アクチュエータの個別電極を形成する。引き続き、ドライエッチングにより(1-x)BaTiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>膜（以下、単に「BT-BiNiT膜」とする。また、付記するxの値は膜の化学式中のxの値を示す）をパターニングする。

#### 【0011】

以上の工程により得られた本実施例の非鉛薄膜電歪アクチュエータの評価を行ったので、以下に詳述する。

図2に、作製したBT-BiNiT薄膜(x=0.1)について、原子間力顕微鏡(AFM: Atomic Force Microscope)を用いた表面モホロジー観察の結果を示す。チタン酸ニッケル酸ビスマス添加量の増加に伴いグレインサイズは増加し、また表面粗さも上昇した。具体的にはx=0.1において、粒サイズは100nm、RMS(二乗平均平方根粗さ)は3.6nmであった。

図3に、作製したBT-BiNiT薄膜(x=0.1)の比誘電率、誘電損失の周波数依存性を示す。係る結果によれば、本試料が測定周波数範囲内で高い比誘電率、少ない誘電損失を持っていることが分かる。電歪材料は蓄えられる電荷密度に歪みが比例するため、この比誘電率は高いほうが好ましい。

\_\_ 既述のように、本実施例においては、チタン酸ニッケル酸ビスマス添加量をx=0.1～0.3に変化させて検討を行ったが、比誘電率とチタン酸ニッケル酸ビスマス添加量の関係において、比誘電率はx=0.1で極値を示した。従って、チタン酸ニッケル酸ビスマス添加量xの範囲としては、0<x<0.1とすることが好ましい。

図4に、作製したBT-BiNiT薄膜(x=0.1)について、室温、1kHzでのP-Eヒステリシス曲線を示す。残留分極の小さいスリムループを示し、この点からも従来の圧電材料とは異なることがわかる。ここで、本発明は、残留分極が小さいことから、電界の増加に対する分極の変化量、すなわち体積の変化が大きく、少ない電界で大きな変位が得られる電気-機械変換素子であるといえる。

図5に、作製したBT-BiNiT薄膜(x=0.1)について、AFMを用いた圧電定数d<sub>33</sub>の測定結果を示す。これは、この薄膜が電気入力に対し歪みを示し、その比例定数が24pm/Vであった。

本発明はインクジェットプリンタの液体吐出ヘッドに用いる薄膜電歪アクチュエータを主な用途としており、係る用途においてはd<sub>31</sub>方向の変形を用いる。しかしながら、縦方向に伸びることは同時に横方向に縮むことを示すので、本材料が電気-機械変換素子、すなわち電歪素子として使えることがいえる。また、上記d<sub>33</sub>の値から、本発明の複合酸化物薄膜が、薄膜アクチュエータとして使用するのに十分な変位幅を有することがい

10

20

30

40

50

る。

なお、ここで、 $d_{31}$ とは、横振動の変位量を見積もる上で慣例的に用いられる圧電定数である。添字の31は、分極軸を3にとり、分極軸と同方向に電界を印加したときに、電界と直行する方向を1で示したものであり、発生する歪み量に対する比例定数である。

#### 【実施例2】

##### 【0012】

Baサイトにイオン半径の小さい元素を置換することが可能で、置換可能な元素としてSr、Caがある。またNi、Tiサイトに置換可能な元素としてZr、Hfがある。これらは誘電特性の温度依存性を制御するために使われている。

ここでは $(1-x)(Ba_{0.95}Sr_{0.05})TiO_3-xBi(Ni_{0.5},Ti_{0.5})O_3$  ( $x=0.1$ )となるように、Baサイトを0.05のSrで置換した膜について記す。

Srの出発材料として $Sr(OEt)_2$ を用い、前駆体溶液の調整工程において量論となるように混合溶媒に添加した。他の条件は実施例1と同じである。

図6に比誘電率と誘電損失の温度依存性を示す。純粋なBaTiO<sub>3</sub>は125℃にキュリー点を持つが、本試料では明確な誘電率異常を示すことなく、-150℃から0℃にかけて緩やかに上昇し、0℃以上の測定温度範囲内でほぼ平坦な比誘電率を示す。

すなわち、この温度範囲においてキュリー点を有さず、温度変動の少ない電気-機械変換素子が得られていることが分かる。

図7に、本実施例で得られた試料について、室温、1kHzで測定したP-Eヒステリシス曲線を示す。これによれば、Sr添加により、残留分極をさらに低減していることが分かる。

#### 【実施例3】

##### 【0013】

図8に本発明の非鉛薄膜アクチュエータを複数個配置した液体吐出ヘッドを示す。既に実施例1において、Si基板(圧力室基板)(20)上に振動板(30)、密着層(41)、下部電極(42)、本発明の複合酸化物薄膜(積層体)からなる圧電素子(電気-機械変換素子)(40)、上部電極(43)の順に各部材が形成されている。従って、圧電素子を形成した面の反対面に圧力室(21)形成のためのエッチング処理を行い、次いでノズル孔(11)を有するノズル板(10)を接合することで液体吐出ヘッドができる。上記構成において、本発明の複合酸化物薄膜を採用することによって、鉛を使用していない圧電材料を用いたにも関わらず、PZT等を使用した従来品と同程度の吐出性能を有する。

図中には液体供給手段、流路、流体抵抗等についての記述は省略した。

#### 【実施例4】

##### 【0014】

次に、実施例3で作製した液体吐出ヘッドを搭載したインクジェット記録装置の一例として、インクジェットプリンタについて図9及び図10を参照して説明する。なお、図9は同記録装置の斜視説明図、図10は同記録装置の機構部の側面説明図である。

このインクジェットプリンタは、記録装置本体81の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載した本発明を実施したインクジェットヘッド(液体吐出ヘッド)からなる記録ヘッド、記録ヘッドへインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部82等を収納する。そして、装置本体81の下方部には前方側から多数枚の用紙83を積載可能な給紙カセット(或いは給紙トレイでもよい。)84を抜き差し自在に装着することができる。また、用紙83を手差しで給紙するための手差しトレイ85を開倒することができ、給紙カセット84或いは手差しトレイ85から給送される用紙83を取り込み、印字機構部82によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ86に排紙する。

印字機構部82は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド91と従ガイドロッド92とでキャリッジ93を主走査方向に摺動自在に保持している。そして、このキャリッジ93には各色のインク滴を吐出する本発明に係るインクジェットへ

10

20

30

40

50

ッドからなるヘッド94を、複数のインク吐出口(ノズル)を主走査方向と交差する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。またキャリッジ93にはヘッド94に各色のインクを供給するための各インクカートリッジ95を交換可能に装着している。

インクカートリッジ95は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッドヘインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有している。そして、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッドへ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド94を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。

ここで、キャリッジ93は後方側(用紙搬送方向下流側)を主ガイドロッド91に摺動自在に嵌装し、前方側(用紙搬送方向上流側)を従ガイドロッド92に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ93を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ97で回転駆動される駆動プーリ98と従動プーリ99との間にタイミングベルト100を張装し、このタイミングベルト100をキャリッジ93に固定している。前記、主走査モータ97の正逆回転によりキャリッジ93が往復駆動される。

一方、給紙カセット84にセットした用紙83をヘッド94の下方側に搬送するために、給紙ローラ101、フリクションパッド102、用紙83を案内するガイド部材103、搬送ローラ104、搬送コロ105、先端コロ106の各部材が設けられている。

ここで、給紙ローラ101及びフリクションパッド102は用紙83を分離給装し、副走査モータ107によってギヤ列を介して回転駆動される搬送ローラ104、および、その周面に押し付けられる搬送コロ105は、給紙された用紙83を反転させて搬送する。また、先端コロ106は、搬送ローラ104からの用紙83の送り出し角度を規定する働きをする。

そして、キャリッジ93の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ104から送り出された用紙83を記録ヘッド94の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材109を設けている。この印写受け部材109の用紙搬送方向下流側には、用紙83を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ111、拍車112を設けている。そして、さらに用紙83を排紙トレイ86に送り出す排紙ローラ113及び拍車114と、排紙経路を形成するガイド部材115, 116とを配設している。

記録時には、キャリッジ93を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド94を駆動することにより、停止している用紙83にインクを吐出して1行分を記録し、用紙83を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙83の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙83を排紙する。

また、キャリッジ93の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド94の吐出不良を回復するための回復装置117を配置している。回復装置117はキャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ93は印字待機中にはこの回復装置117側に移動されてキャッピング手段でヘッド94をキャッピングされ、吐出口部を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出することにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド94の吐出口(ノズル)を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜(不図示)に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

このように、このインクジェット記録装置においては本発明の非鉛薄膜アクチュエータを有するインクジェットヘッドを搭載しているため、PZT等を使用した従来品と同等のインク滴吐出特性を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

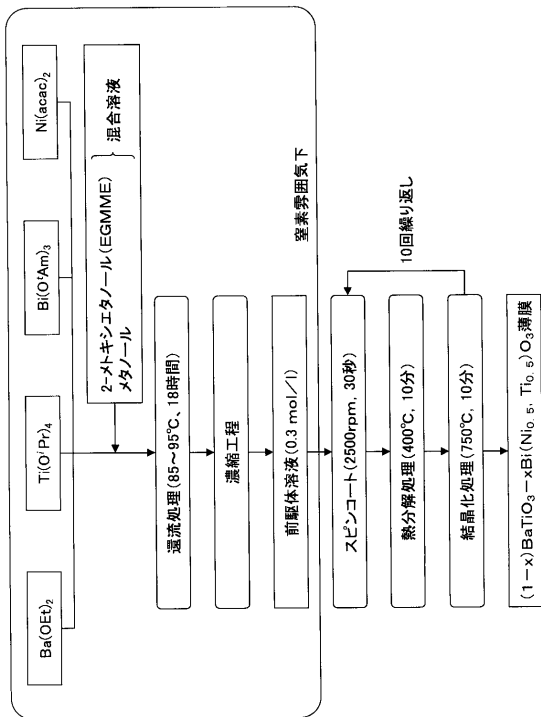
【0015】

【特許文献1】国際公開第2003/098714号

【特許文献2】特開2000-127392号公報

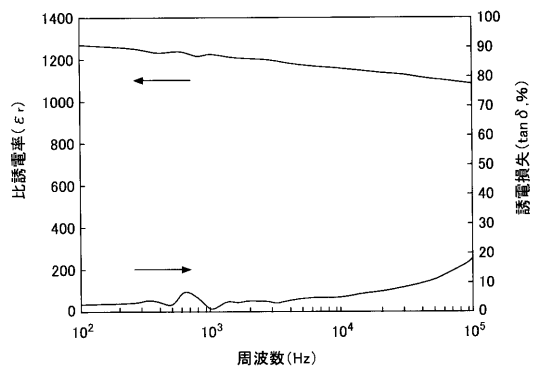
【図1】

CSD法による(1-x)BaTiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>薄膜の作製フロー



【図3】

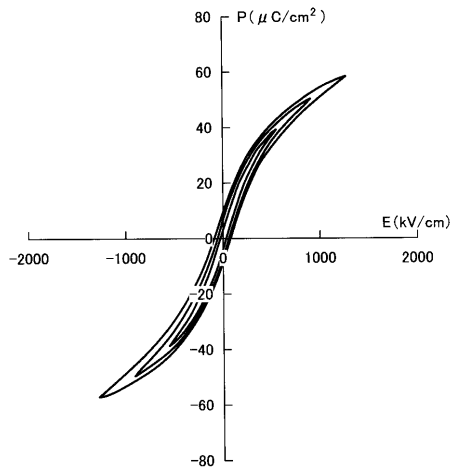
結晶(1-x)BaTiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>(x=0.1)薄膜の比誘電率、誘電損失の周波数依存を示す図





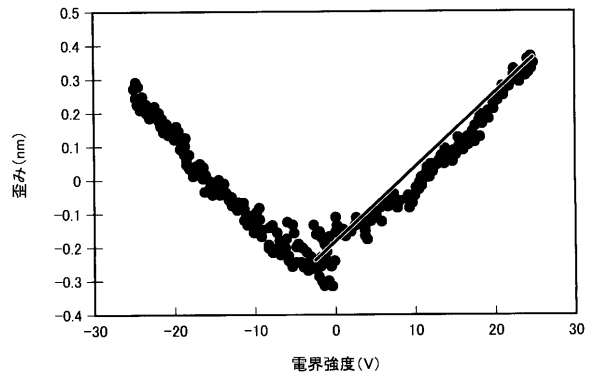
【図4】

結晶(1-x)BaTiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>(x=0.1)薄膜のP-Eヒステリシス曲線を示す図



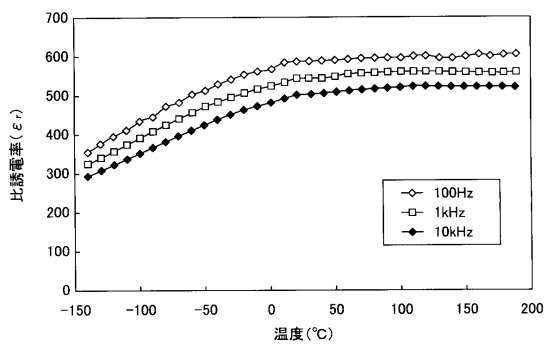
【図5】

結晶(1-x)BaTiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>(x=0.1)薄膜の電気歪み特性を示す図



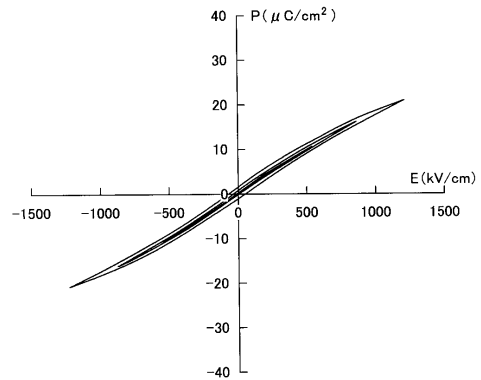
【図6】

結晶(1-x)(Ba<sub>0.95</sub>Sr<sub>0.05</sub>)TiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>(x=0.1)膜の誘電特性についての温度依存性を示す図



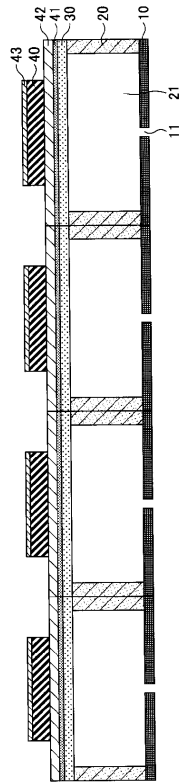
【図7】

結晶(1-x)(Ba<sub>0.95</sub>Sr<sub>0.05</sub>)TiO<sub>3</sub>-xBi(Ni<sub>0.5</sub>, Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>(x=0.1)膜のP-Eヒステリシス曲線を示す図



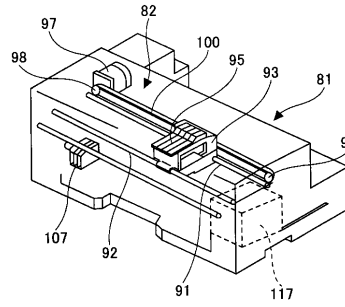
【図8】

本発明に係る非鉛薄膜アクチュエータを搭載した液体吐出ヘッド(インクジェットヘッド)を示す図



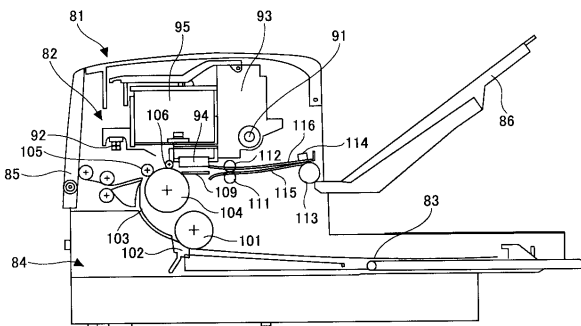
【図9】

図8の液体吐出ヘッドを用いたインクジェット記録装置の斜視説明図



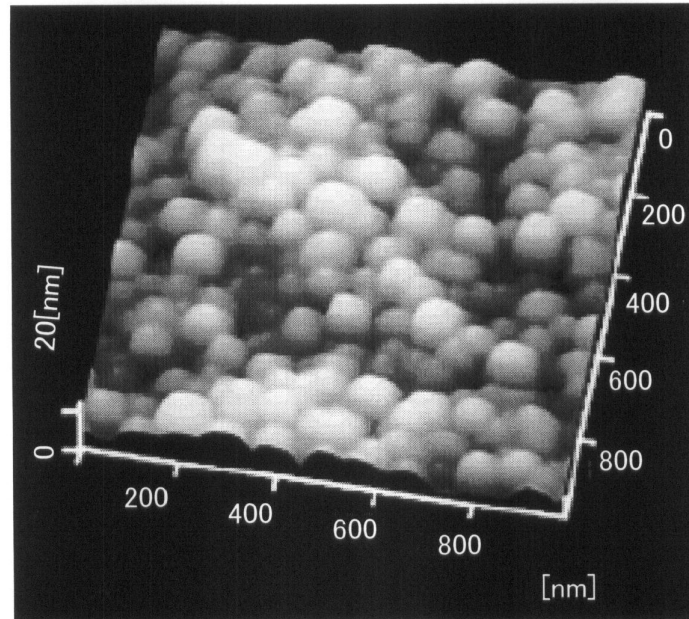
【図10】

図8の液体吐出ヘッドを用いたインクジェット記録装置の側面説明図



## 【図2】

AFMを用いた、結晶 $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{Bi}(\text{Ni}_{0.5}, \text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$  ( $x=0.1$ ) 薄膜  
の表面モロロジー観察結果



---

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 尚弥  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

審査官 上田 智志

(56)参考文献 特開2012-148954(JP,A)  
特開2007-101338(JP,A)  
特開2003-289161(JP,A)  
特開2005-246656(JP,A)  
特開2002-265262(JP,A)  
特開平05-294625(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 41/187, 41/09,  
B41J 2/16,  
C04B 35/462