

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5776890号  
(P5776890)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

|                |             |                  |         |      |       |
|----------------|-------------|------------------|---------|------|-------|
| (51) Int. Cl.  | F 1         |                  |         |      |       |
| <b>B 4 1 J</b> | <b>2/16</b> | <b>(2006.01)</b> | B 4 1 J | 2/16 | 3 0 5 |
| <b>B 4 1 J</b> | <b>2/14</b> | <b>(2006.01)</b> | B 4 1 J | 2/16 | 5 0 1 |
|                |             |                  | B 4 1 J | 2/14 | 6 1 3 |

請求項の数 5 (全 37 頁)

|              |                               |           |                               |
|--------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2011-124657 (P2011-124657)  | (73) 特許権者 | 000002369                     |
| (22) 出願日     | 平成23年6月2日(2011.6.2)           |           | セイコーエプソン株式会社                  |
| (65) 公開番号    | 特開2012-121316 (P2012-121316A) |           | 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号              |
| (43) 公開日     | 平成24年6月28日(2012.6.28)         | (74) 代理人  | 100101236                     |
| 審査請求日        | 平成26年5月1日(2014.5.1)           |           | 弁理士 栗原 浩之                     |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-255589 (P2010-255589)  | (72) 発明者  | 酒井 朋裕                         |
| (32) 優先日     | 平成22年11月16日(2010.11.16)       |           | 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                       | (72) 発明者  | 両角 浩一                         |
|              |                               |           | 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
|              |                               | (72) 発明者  | 浅川 勉                          |
|              |                               |           | 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッド及び液体噴射装置並びに圧電素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

白金からなる第1電極と、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物からなる圧電体層と、前記圧電体層上に設けられた第2電極と、

前記圧電体層と前記第1電極の間に形成された、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物とを有し、

前記圧電体層及び前記層状化合物は、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含む前駆体溶液が700以上の温度で焼成されることによって形成される、

ことを特徴とする圧電素子。

【請求項2】

前記層状化合物は、島状に設けられていることを特徴とする請求項1に記載する圧電素子。

【請求項3】

前記層状化合物は、マンガンを含むことを特徴とする請求項1または2に記載する圧電素子。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載する圧電素子を具備することを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項5】

請求項 4 に記載する液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノズル開口に連通する圧力発生室に圧力変化を生じさせ、圧電体層と圧電体層に電圧を印加する電極を有する圧電素子を具備する液体噴射ヘッド及び液体噴射装置並びに圧電素子に関する。

【背景技術】

【0002】

圧電素子としては、電気的機械変換機能を呈する圧電材料、例えば、結晶化した誘電材料からなる圧電体層を、2つの電極で挟んで構成されたものがある。このような圧電素子は、例えば撓み振動モードのアクチュエーター装置として液体噴射ヘッドに搭載される。液体噴射ヘッドの代表例としては、例えば、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴として吐出させるインクジェット式記録ヘッドがある。

10

【0003】

このような圧電素子を構成する圧電体層（圧電セラミックス）として用いられる圧電材料には高い圧電特性が求められており、代表例として、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）が挙げられる（特許文献1参照）。しかしながら、環境問題の観点から、鉛の含有量を抑えた圧電材料が求められている。鉛を含有しない圧電材料としては、例えばBi及びFeを含有するBiFeO<sub>3</sub>系の圧電材料がある。具体例としては、Bi(Fe, Mn)O<sub>3</sub>とBaTiO<sub>3</sub>の混晶からなる圧電材料が挙げられる（特許文献2参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2001-223404号公報

【特許文献2】特開2009-252789号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

このようなインクジェット式記録ヘッド等に用いられる圧電素子は、変位を生じながら繰り返し駆動されるため、電極から圧電体層が剥離する虞があるという問題がある。なお、このような問題は、インクを吐出するインクジェット式記録ヘッドだけではなく、勿論、インク以外の液滴を吐出する他の液体噴射ヘッドにおいても、同様に存在する。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑み、電極と圧電体層との密着性が優れた圧電素子を有する液体噴射ヘッド及び液体噴射装置並びに圧電素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

上記課題を解決する本発明の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、白金からなる第1電極と、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物からなる圧電体層と、第2電極と、を備えた圧電素子と、を具備し、前記圧電体層と前記第1電極の間に、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物を有することを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる態様では、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物からなる圧電体層と、白金からなる第1電極側との間に、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物を設けることにより、この層状化合物を設けない場合と比較して、圧電体層と第1電極との密着性を向上させることができ、圧電体層と第1電極との密着性が優れた圧電素子となる。したがって、第1電極からの圧電体層の剥

50

離が抑制されるため、耐久性及び信頼性に優れた液体噴射ヘッドとなる。

【 0 0 0 8 】

前記層状化合物は、島状に設けられていることが好ましい。これによれば、層状化合物が圧電体層の歪量に与える影響を小さくすることができる。

【 0 0 0 9 】

また、前記層状化合物は、マンガンを含んでいてもよい。これによれば、圧電体層と第1電極側との間に鉄、バリウム、チタン及びマンガンを含む酸化物からなる層状化合物を設けることにより、この層状化合物を設けない場合と比較して、圧電体層と第1電極の密着性を向上させることができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の他の態様は、上記態様の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置にある。かかる態様では、圧電体層と第1電極との密着性が優れ、第1電極からの圧電体層の剥離が抑制されるため、耐久性及び信頼性に優れた液体噴射装置となる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の態様は、白金からなる第1電極と、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物からなる圧電体層と、第2電極と、を備え、前記圧電体層と前記第1電極側の間に、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物を有することを特徴とする圧電素子にある。

かかる態様では、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物からなる圧電体層と、白金からなる第1電極との間に、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物を設けることにより、この層状化合物を設けない場合と比較して、圧電体層と第1電極の密着性を向上させることができ、圧電体層と第1電極との密着性が優れた圧電素子となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの概略構成を示す分解斜視図。

【 図 2 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの平面図。

【 図 3 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの断面図、要部拡大断面図、要部拡大平面図。

【 図 4 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。

【 図 5 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。

【 図 6 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。

【 図 7 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。

【 図 8 】 実施形態 1 に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。

【 図 9 】 実施例 1 の圧電素子の E F T E M - B F 像。

【 図 1 0 】 実施例 1 の圧電素子の E F T E M - B F 像の拡大図。

【 図 1 1 】 実施例 1 の圧電素子の電子回折図形。

【 図 1 2 】 実施例 1 の圧電素子の E F T E M - B F 像の拡大図。

【 図 1 3 】 実施例 1 の圧電素子の E F T E M - B F 像の拡大図。

【 図 1 4 】 実施例 1 の圧電素子の S T E M - E D S マップ像。

【 図 1 5 】 実施例 1 の圧電体層の C s S T E M - B F 像及び H A A D F 像。

【 図 1 6 】 実施例 1 の圧電体層の CsSTEM-Spectrum Imaging。

【 図 1 7 】 実施例 1 の層状化合物部の CsSTEM-BF 像、HAADF 像及び電子回折図形。

【 図 1 8 】 実施例 1 の層状化合物部の S T E M - E E L S Spectrum Imaging。

【 図 1 9 】 実施例 1 の圧電素子の P - V 曲線及び S - V 曲線を示す図。

【 図 2 0 】 実施例 2 の圧電素子の E F T E M - B F 像。

【 図 2 1 】 実施例 2 の圧電素子の E F T E M - B F 像の拡大図。

【 図 2 2 】 実施例 2 の圧電素子の電子回折図形。

【 図 2 3 】 実施例 2 の圧電素子の E F T E M - B F 像の拡大図。

【 図 2 4 】 実施例 2 の圧電素子の E F T E M - B F 像の拡大図。

【 図 2 5 】 実施例 2 の圧電素子の S T E M - E D S マップ像。

10

20

30

40

50

【図26】実施例2の圧電素子のP-V曲線及びS-V曲線を示す図。

【図27】実施例4の圧電素子のEFTEM-BF像。

【図28】実施例5の圧電素子のEFTEM-BF像。

【図29】実施例6~8の圧電素子のSIMSによるBiの深さ組成プロファイル。

【図30】実施例6~8の圧電素子のSIMSによるPtの深さ組成プロファイル。

【図31】本発明の一実施形態に係る記録装置の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係る液体噴射ヘッドの一例であるインクジェット式記録ヘッドの概略構成を示す分解斜視図であり、図2は、図1の平面図であり、図3(a)は図2のA-A線断面図、図3(b)は図3(a)の要部拡大断面図、図3(c)は第2電極が設けられた側の面から圧電体層及び層状化合物層を見た要部拡大平面図である。図1~図3に示すように、本実施形態の流路形成基板10は、シリコン単結晶基板からなり、その一方の面には二酸化シリコンからなる弾性膜50が形成されている。

10

【0014】

流路形成基板10には、複数の圧力発生室12がその幅方向に並設されている。また、流路形成基板10の圧力発生室12の長手方向外側の領域には連通路13が形成され、連通路13と各圧力発生室12とが、各圧力発生室12毎に設けられたインク供給路14及び連通路15を介して連通されている。連通路13は、後述する保護基板のリザーバ一部31と連通して各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバの一部を構成する。インク供給路14は、圧力発生室12よりも狭い幅で形成されており、連通路13から圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。なお、本実施形態では、流路の幅を片側から絞ることでインク供給路14を形成したが、流路の幅を両側から絞ることでインク供給路を形成してもよい。また、流路の幅を絞るのではなく、厚さ方向から絞ることでインク供給路を形成してもよい。本実施形態では、流路形成基板10には、圧力発生室12、連通路13、インク供給路14及び連通路15からなる液体流路が設けられていることになる。

20

【0015】

また、流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12のインク供給路14とは反対側の端部近傍に連通するノズル開口21が穿設されたノズルプレート20が、接着剤や熱溶着フィルム等によって固着されている。なお、ノズルプレート20は、例えば、ガラスセラミックス、シリコン単結晶基板、ステンレス鋼等からなる。

30

【0016】

一方、このような流路形成基板10の開口面とは反対側には、上述したように弾性膜50が形成され、この弾性膜50上には、例えば厚さ30~50nm程度の酸化チタン等からなり、弾性膜50等の第1電極60の下地との密着性を向上させるための密着層56が設けられている。なお、弾性膜50上に、必要に応じて酸化ジルコニウム等からなる絶縁体膜が設けられていてもよい。

【0017】

さらに、この密着層56上には、白金からなる第1電極60と、厚さが2μm以下、好ましくは0.3~1.5μmの薄膜である圧電体層70と、第2電極80とが、積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、第1電極60、圧電体層70及び第2電極80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。本実施形態では、第1電極60を圧電素子300の共通電極とし、第2電極80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせてアクチュエーター装置と称する。なお、上述した例では、弾性膜50、密着層56、第1電極60及び必要に応じて設ける絶縁体膜が振動板と

40

50

して作用するが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、弾性膜50や密着層56を設けなくてもよい。また、圧電素子300自体が実質的に振動板を兼ねるようにしてもよい。

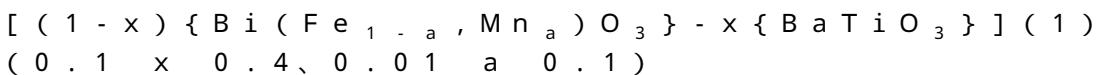
【0018】

そして、圧電体層70を構成する圧電材料は、ビスマス(Bi)、バリウム(Ba)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)及びチタン(Ti)を含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物である。なお、ペロブスカイト構造、すなわち、 $ABO_3$ 型構造のAサイトは酸素が12配位しており、また、Bサイトは酸素が6配位して8面体(オクタヘドロン)をつくっている。このAサイトにBi及びBaが、BサイトにFe、Mn及びTiが位置している。すなわち、ビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物は、鉄酸マンガン酸ビスマスとチタン酸バリウムが均一に固溶した固溶体といえる。

10

【0019】

このようなビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物は、例えば下記一般式(1)で表される組成比であることが好ましい。ただし、一般式(1)の記述は化学量論に基づく組成表記であり、元素拡散、格子不整合、酸素欠損等による不可避な組成ずれは許容される。



【0020】

そして、図3(b)に示すように、本発明においては、圧電体層70の第1電極60側の界面には、層状化合物からなる層状化合物部75が設けられている。すなわち、圧電体層70と第1電極60との間に、層状化合物からなる層状化合物部75が設けられている。この層状化合物部75は、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物、すなわち、鉄、バリウム及びチタンを含有する酸化物からなる層状化合物で構成されている。層状化合物とは、平面状の結晶層が積層されて形成されている化合物である。なお、層状化合物部75を構成する層状化合物は、さらにマンガンを含んでいてもよい。

20

【0021】

また、このような層状化合物部75を構成する層状化合物は、(001)に優先配向していることが好ましい。(001)に配向した層状化合物は膜厚が薄くなるよう作製することが可能であるため、圧電体層70に印加される電圧の減少を抑制することが可能となる。なお、本発明で「結晶が(001)に優先配向している」とは、全ての結晶が(001)に配向している場合と、ほとんどの結晶(例えば、90%以上)が(001)に配向している場合と、を含むものである。このことは、本発明において、例えば「(111)に優先配向している」、「(110)に優先配向している」、「(100)に優先配向している」という場合も同様である。

30

【0022】

このように、圧電体層70がビスマス、バリウム、鉄、マンガン及びチタンを含むペロブスカイト構造を有する複合酸化物で、第1電極60が白金であり、圧電体層70の第1電極60側の界面に、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物からなる層状化合物部75を設けることにより、層状化合物部75を設けない場合よりも、圧電体層70と第1電極60との密着性を向上させることができ、圧電体層70と第1電極60との密着性が優れた圧電素子300となる。

40

【0023】

まず、圧電体層70を構成する圧電材料と、層状化合物部75を構成する層状化合物は、どちらも酸化物であり構成する金属も重複するため、熱膨張係数が近いこと、a軸、b軸の結晶格子の大きさが同程度であり格子のミスマッチが小さく、発生する応力が小さいことより、圧電体層70と層状化合物部75とは、密着性が良好である。また、第1電極60を構成する白金と、層状化合物部75を構成する鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物は、後述する実施例に示すように、白金層上に、鉄、バリウム、チタン及び

50

酸素を含む層状化合物が白金層の構成する格子を引き継いで単結晶として形成されていることから、白金を構成する格子を引き継いで、鉄、バリウム、チタン及び酸素を含む層状化合物が形成されており、密着性が高い。したがって、層状化合物部 75 を設けない場合よりも、圧電体層 70 と第 1 電極 60 との密着性を向上させることができる。

#### 【0024】

層状化合物部 75 の形状は特に限定されず、例えば、図 3 (c) に示すように、第 2 電極 80 が設けられた側の面から層状化合物部 75 を見た形状は、円形や楕円形でもよいが、その配置は、島状に設けることが好ましい。島状とは、層状化合物部 75 が圧電体層 70 と第 1 電極 60 との界面全面にならないように隙間をあけて設けられた状態であり、複数の層状化合物部 75 を互いに間隔を空けて設けることが好ましい。このように、層状化合物部 75 を島状に設けることにより、層状化合物部 75 と圧電体層 70 との界面が凹凸になるため、層状化合物部 75 と圧電体層 70 との密着性がより向上する。また、層状化合物部 75 を設けることにより圧電体層 70 に印加される電圧が小さくなり圧電体層 70 の歪量が小さくなるが、層状化合物部 75 を島状に設けることにより、圧電体層 70 に印加される電圧の減少を抑制でき、歪量に与える影響を小さくすることができる。

#### 【0025】

このような圧電素子 300 の個別電極である各第 2 電極 80 には、インク供給路 14 側の端部近傍から引き出され、弾性膜 50 上や必要に応じて設ける絶縁体膜上にまで延設される、例えば、金 (Au) 等からなるリード電極 90 が接続されている。

#### 【0026】

このような圧電素子 300 が形成された流路形成基板 10 上、すなわち、第 1 電極 60、弾性膜 50 や必要に応じて設ける絶縁体膜及びリード電極 90 上には、リザーバー 100 の少なくとも一部を構成するリザーバー部 31 を有する保護基板 30 が接着剤 35 を介して接合されている。このリザーバー部 31 は、本実施形態では、保護基板 30 を厚さ方向に貫通して圧力発生室 12 の幅方向に亘って形成されており、上述のように流路形成基板 10 の連通部 13 と連通されて各圧力発生室 12 の共通のインク室となるリザーバー 100 を構成している。また、流路形成基板 10 の連通部 13 を圧力発生室 12 毎に複数に分割して、リザーバー部 31 のみをリザーバーとしてもよい。さらに、例えば、流路形成基板 10 に圧力発生室 12 のみを設け、流路形成基板 10 と保護基板 30 との間に介在する部材 (例えば、弾性膜 50、必要に応じて設ける絶縁体膜等) にリザーバー 100 と各圧力発生室 12 とを連通するインク供給路 14 を設けるようにしてもよい。

#### 【0027】

また、保護基板 30 の圧電素子 300 に対向する領域には、圧電素子 300 の運動を阻害しない程度の空間を有する圧電素子保持部 32 が設けられている。圧電素子保持部 32 は、圧電素子 300 の運動を阻害しない程度の空間を有していればよく、当該空間は密封されていても、密封されていなくてもよい。

#### 【0028】

このような保護基板 30 としては、流路形成基板 10 の熱膨張率と略同一の材料、例えば、ガラス、セラミック材料等を用いることが好ましく、本実施形態では、流路形成基板 10 と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。

#### 【0029】

また、保護基板 30 には、保護基板 30 を厚さ方向に貫通する貫通孔 33 が設けられている。そして、各圧電素子 300 から引き出されたリード電極 90 の端部近傍は、貫通孔 33 内に露出するように設けられている。

#### 【0030】

また、保護基板 30 上には、並設された圧電素子 300 を駆動するための駆動回路 120 が固定されている。この駆動回路 120 としては、例えば、回路基板や半導体集積回路 (IC) 等を用いることができる。そして、駆動回路 120 とリード電極 90 とは、ボンディングワイヤー等の導電性ワイヤーからなる接続配線 121 を介して電氣的に接続されている。

10

20

30

40

50

## 【0031】

また、このような保護基板30上には、封止膜41及び固定板42とからなるコンプライアンス基板40が接合されている。ここで、封止膜41は、剛性が低く可撓性を有する材料からなり、この封止膜41によってリザーバー部31の一方面が封止されている。また、固定板42は、比較的硬質の材料で形成されている。この固定板42のリザーバー100に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部43となっているため、リザーバー100の一方面は可撓性を有する封止膜41のみで封止されている。

## 【0032】

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドIでは、図示しない外部のインク供給手段と接続したインク導入口からインクを取り込み、リザーバー100からノズル開口21に至るまで内部をインクで満たした後、駆動回路120からの記録信号に従い、圧力発生室12に対応するそれぞれの第1電極60と第2電極80との間に電圧を印加し、弾性膜50、密着層56、第1電極60及び圧電体層70をたわみ変形させることにより、各圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口21からインク滴が吐出する。そして、本発明においては、第1電極60と圧電体層70との密着性が優れているため、繰り返し駆動しても、第1電極60からの圧電体層70の剥離が抑制されるので、耐久性及び信頼性に優れた液体噴射ヘッドとなる。

## 【0033】

次に、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドの製造方法の一例について、図4～図8を参照して説明する。なお、図4～図8は、圧力発生室の長手方向の断面図である。

## 【0034】

まず、図4(a)に示すように、シリコンウェハーである流路形成基板用ウェハー110の表面に弾性膜50を構成する二酸化シリコン( $SiO_2$ )等からなる二酸化シリコン膜を熱酸化等で形成する。次いで、図4(b)に示すように、弾性膜50(二酸化シリコン膜)上に、酸化チタン等からなる密着層56を、スパッタリング法や熱酸化法等を用いて形成する。

## 【0035】

次に、図5(a)に示すように、密着層56の上に、白金からなる第1電極60をスパッタ法等により全面に形成する。

## 【0036】

次いで、第1電極60上に、層状化合物部75及び圧電体層70を積層する。圧電体層70の製造方法は特に限定されないが、例えば、Bi, Fe, Mn, Ti, Baを含む有機金属化合物を溶媒に溶解・分散した溶液を塗布乾燥し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体層70を得る、MOD(Metal-Organic Decomposition)法やゾル-ゲル法等の化学溶液法を用いて圧電体層70を形成できる。その他、レーザアブレーション法、スパッタリング法、パルス・レーザー・デポジション法(PLD法)、CVD法、エアロゾル・デポジション法など、気相法でも液相法でも固相法でもよい。

## 【0037】

また、層状化合物部75の製造方法も特に限定されないが、例えば、Fe, Ti, Baや必要に応じて含有させるMnを含む有機金属化合物を溶媒に溶解・分散した溶液を塗布乾燥し、さらに高温で焼成するMOD法やゾル-ゲル法等の化学溶液法を用いて、層状化合物からなる層状化合物部75を形成できる。

## 【0038】

そして、上記MOD法やゾル-ゲル法等の化学溶液法を用いて、層状化合物部75及び圧電体層70の両方を、一連の操作で製造することもできる。層状化合物部75及び圧電体層70を一連の操作で製造する具体的な形成手順例としては、まず、図5(b)に示すように、第1電極60上に、有機金属化合物、具体的には、Bi, Fe, Mn, Ti, Ba等を含む有機金属化合物を、目的とする組成比になる割合で含むゾルやMOD溶液(前駆体溶液)をスピコート法などを用いて、塗布して圧電体前駆体膜71を形成する

10

20

30

40

50

(塗布工程)。

【0039】

塗布する前駆体溶液は、Bi, Fe, Mn, Ti, Baをそれぞれ含む有機金属化合物を、各金属が所望のモル比となるように混合し、該混合物をアルコールなどの有機溶媒を用いて溶解または分散させたものである。本実施形態では、前駆体溶液中の各金属のモル比は、0.01 Ba/Bi 0.6となるようにし、0.01 Mn/Bi 0.1となるようにした。Bi, Fe, Mn, Ti, Baをそれぞれ含む有機金属化合物としては、例えば、金属アルコキシド、有機酸塩、ジケトン錯体などを用いることができる。Biを含む有機金属化合物としては、例えば2-エチルヘキサン酸ビスマスなどが挙げられる。Feを含む有機金属化合物としては、例えば2-エチルヘキサン酸鉄などが挙げられる。Mnを含む有機金属化合物としては、例えば2-エチルヘキサン酸マンガンなどが挙げられる。Tiを含有する有機金属化合物としては、例えばチタニウムイソプロポキシド、2-エチルヘキサン酸チタン、チタン(ジ-*i*-プロポキシド)ビス(アセチルアセトナート)などが挙げられる。Baを含む有機金属化合物としては、例えばバリウムイソプロポキシド、2-エチルヘキサン酸バリウム、バリウムアセチルアセトナートなどが挙げられる。勿論、Bi, Fe, Mn, Ti, Baを二種以上含む有機金属化合物を用いてもよい。

10

【0040】

次いで、この圧電体前駆体膜71を所定温度(例えば、150~200)に加熱して一定時間乾燥させる(乾燥工程)。次に、乾燥した圧電体前駆体膜71を所定温度(例えば、350~450)に加熱して一定時間保持することによって脱脂する(脱脂工程)。ここで言う脱脂とは、圧電体前駆体膜71に含まれる有機成分を、例えば、NO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等として離脱させることである。乾燥工程や脱脂工程の雰囲気は限定されず、大気中、酸素雰囲気中や不活性ガス中でもよい。なお、塗布工程、乾燥工程及び脱脂工程を複数回行ってよい。

20

【0041】

次に、図5(c)に示すように、圧電体前駆体膜71を加熱して一定時間保持することによって結晶化させ、圧電体膜72を形成する(焼成工程)。加熱温度は、例えば600~800程度とすればよい。焼成工程時の熱量により、層状化合物部75の形状制御が可能となるため、焼成工程の処理温度、処理時間や、処理回数を制御することにより目的の形状の層状化合物部75を得ることが可能となる。この焼成工程においても、雰囲気は限定されず、大気中、酸素雰囲気中や、不活性ガス中でもよい。

30

【0042】

なお、乾燥工程、脱脂工程及び焼成工程で用いられる加熱装置としては、例えば、赤外線ランプの照射により加熱するRTA(Rapid Thermal Annealing)装置やホットプレート等が挙げられる。

【0043】

次に、図6(a)に示すように、圧電体膜72上に所定形状のレジスト(図示無し)をマスクとして第1電極60及び圧電体膜72の1層目をそれらの側面が傾斜するように同時にパターンニングする。

40

【0044】

次いで、レジストを剥離した後、上述した塗布工程、乾燥工程及び脱脂工程や、塗布工程、乾燥工程、脱脂工程及び焼成工程を所望の膜厚等に応じて複数回繰り返して複数の圧電体膜72からなる圧電体層70を形成する。これにより、図6(b)に示すように複数層の圧電体膜72からなる所定厚さの圧電体層70が形成され、また、図6(b)の要部拡大図である図6(c)に示すように、圧電体層70の第1電極60側の界面に層状化合物部75が形成される。例えば、塗布溶液の1回あたりの膜厚が0.1μm程度の場合には、例えば、10層の圧電体膜72からなる圧電体層70全体の膜厚は約1.0μm程度となる。なお、複数の圧電体膜72を形成する際には、塗布工程、乾燥工程、脱脂工程及び焼成工程を順に行って積層していてもよいが、塗布工程、乾燥工程及び脱脂工程を繰

50

り返し行った後、複数層をまとめて焼成するようにしてもよい。

【0045】

このように圧電体層70を形成した後は、図7(a)に示すように、圧電体層70上に白金等からなる第2電極80をスパッタリング法等で形成し、各圧力発生室12に対向する領域に圧電体層70及び第2電極80を同時にパターニングして、第1電極60と圧電体層70と第2電極80からなる圧電素子300を形成する。なお、圧電体層70と第2電極80とのパターニングでは、所定形状に形成したレジスト(図示なし)を介してドライエッチングすることにより一括して行うことができる。その後、必要に応じて、例えば600~800の温度域でアニールを行ってもよい。これにより、圧電体層70と第1電極60や第2電極80との良好な界面を形成することができ、かつ、圧電体層70の結晶性を改善することができる。

10

【0046】

次に、図7(b)に示すように、流路形成基板用ウェハー110の全面に亘って、例えば、金(Au)等からなるリード電極90を形成後、例えば、レジスト等からなるマスクパターン(図示なし)を介して各圧電素子300毎にパターニングする。

【0047】

次に、図7(c)に示すように、流路形成基板用ウェハー110の圧電素子300側に、シリコンウェハーであり複数の保護基板30となる保護基板用ウェハー130を接着剤35を介して接合した後に、流路形成基板用ウェハー110を所定の厚さに薄くする。

20

【0048】

次に、図8(a)に示すように、流路形成基板用ウェハー110上に、マスク膜52を新たに形成し、所定形状にパターニングする。

【0049】

そして、図8(b)に示すように、流路形成基板用ウェハー110をマスク膜52を介してKOH等のアルカリ溶液を用いた異方性エッチング(ウェットエッチング)することにより、圧電素子300に対応する圧力発生室12、連通部13、インク供給路14及び連通路15等を形成する。

【0050】

その後は、流路形成基板用ウェハー110及び保護基板用ウェハー130の外周縁部の不要部分を、例えば、ダイシング等により切断することによって除去する。そして、流路形成基板用ウェハー110の保護基板用ウェハー130とは反対側の面のマスク膜52を除去した後にノズル開口21が穿設されたノズルプレート20を接合すると共に、保護基板用ウェハー130にコンプライアンス基板40を接合し、流路形成基板用ウェハー110等を図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10等に分割することによって、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドIとする。

30

【実施例】

【0051】

以下、実施例を示し、本発明をさらに具体的に説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0052】

40

(実施例1)

まず、(100)に配向した単結晶シリコン基板の表面に熱酸化により膜厚1200nmの二酸化シリコン膜を形成した。次に、二酸化シリコン膜上にRFマグネトロンスパッタ法により膜厚40nmのチタン膜を形成し、熱酸化することで酸化チタン膜を形成した。次に、酸化チタン膜上にRFマグネトロンスパッタ法により膜厚100nmの白金膜を形成し、(111)に配向した第1電極60とした。

【0053】

また、2エチルヘキササン酸ビスマス、鉄アセチルアセトナート、酢酸バリウム、チタンイソプロポキシド、マンガンアセチルアセトナートのn-ブタノール溶液を所定の割合で混合し、前駆体溶液を調製した。

50

## 【 0 0 5 4 】

次いで、この前駆体溶液を酸化チタン膜及び第1電極60が形成された上記基板上に滴下し、3000rpmで基板を回転させてスピコート法により圧電体前駆体膜を形成した(塗布工程)。次に、ホットプレート上に基板を載せ、180で2分間乾燥した(乾燥工程)。次いで、ホットプレート上に基板を載せ、450で2分間脱脂を行った(脱脂工程)。この塗布工程・乾燥及び脱脂工程からなる工程を2回繰り返した後に、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で800、5分間焼成を行った(焼成工程)。

## 【 0 0 5 5 】

次いで、上記塗布工程・乾燥工程・脱脂工程及び焼成工程からなる上記工程の組み合わせを同様に組み合わせた工程を4回繰り返し、計10回の塗布により全体で厚さ841nmの圧電体層70を形成した。

## 【 0 0 5 6 】

その後、圧電体層70上に、第2電極80としてDCスパッタ法により直径500 $\mu$ mで膜厚100nmの白金膜を形成した後、RTAを用いて750で5分間焼成を行うことで、 $x = 0.25$ 、 $a = 0.05$ の上記一般式(1)で表されるペロブスカイト構造を有する複合酸化物を圧電体層とする圧電素子を形成した。

## 【 0 0 5 7 】

(試験例1)

実施例1の圧電素子について、厚さ方向の断面を、EFTEM(energy-filtering transmission electron microscope、エネルギーフィルタリング透過型電子顕微鏡)を用いて観察した。得られたEFTEM-BF(Bright Field)像を図9に示す。また、図9の一部の拡大写真を図10に示す。そして、図10の で示されるa~eの箇所の電子回折図形を、順に図11(a)~(e)に示す。また、図9の四角で囲った枠a~dの拡大写真を、図12(a)(a部)、図12(b)(b部)、図13(a)(c部)、図13(b)(d部)に示す。

## 【 0 0 5 8 】

この結果、図12(a)に示すように、圧電体層70と第1電極60との間に層状のパターンが見られ、厚さ60nm程度の層状化合物からなる層状化合物部75が形成されていた。そして、この層状化合物部75は、図9及び図10に示すように、第1電極60上に島状に形成されていた。また、図11(b)及び図11(e)に示すように、圧電体層70の一部は大粒化していた。また、図11に示すように、白金からなる第1電極60は(111)に優先配向し(図11(a))、圧電体層70である結晶粒bは(110)に優先配向し(図11(b))、層状化合物部75は(111)に優先配向した白金からなる第1電極60に対して(001)に優先配向し(図11(c))、圧電体層70である結晶粒bの上部にある結晶粒d(図11(d))およびe(図11(e))は下地の方位を継承せず成長していた。なお、図9~13に示すように、層状化合物部75は、圧電体層70の第1電極60側の界面に形成されており、圧電体層70の厚さ方向の中央部付近や第2電極80側には形成されていなかった。なお、層状化合物部75については、層状化合物部75の層状面に垂直な方向をc軸方向と定義した。

## 【 0 0 5 9 】

(試験例2)

実施例1の圧電素子について、厚さ方向の断面を、STEM-HAADF(High-Angle-Annular-Dark-Field)及びBi, Pt, Fe, Mn, Ba, Ti, Oの各元素について、STEM-EDS(Scanning Transmission Electron Microscope(走査透過電子顕微鏡)-Energy-Dispersive-Spectroscopy)で測定した。なお、Bi, Pt, BaについてはL殻を、Fe, Mn, Ti, OについてはK殻を測定した。結果を順に図14(a)~(h)に示す。図14に示すように、層状化合物部75は、Fe, Ba, Ti及びOを含有しており、特に、多量のFeを含有していた。また、圧電体層70は、Bi, Fe, Mn, Ba, Ti及びOを含有していた。

10

20

30

40

50

## 【0060】

(試験例3)

実施例1の圧電素子の圧電体層70及び層状化合物部75について、Cs(球面収差係数)補正STEM(CsSTEM)で測定した。重元素であるBi元素については、CsSTEM-EDS(Scanning Transmission Electron Microscope(走査透過電子顕微鏡)-Energy-Dispersive-Spectroscopy)、他のPt, Fe, Mn, Ba, Ti, Oの各元素についてはCsSTEM-EELS(Electron energy-loss spectroscopy)で測定した。

## 【0061】

圧電体層70の、CsSTEM-BF及びHAADF像を、図15(a)(HAADF像)、図15(b)(BF像)、図15(c)(AサイトとBサイトの強度プロファイル)に示す。なお、図15(a)及び図15(b)の右上の写真はそれぞれの拡大図である。圧電体層70のBi, Ba, Fe, Ti, Oの各元素について、それぞれ順にM殻、M殻、L殻、L殻、K殻の、[100]方向に電子線を入射した際のCsSTEM-Spectrum Imagingを、図16(a)(HAADF像)、図16(b)(Bi)、図16(c)(Ba)、図16(d)(Fe)、図16(e)(Ti)、図16(f)(O)に示す。

10

## 【0062】

また、層状化合物部75の、[100]方向に電子線を入射した際のCsSTEM-BF、HAADF像及び電子回折図形を、図17(a)(HAADF像)、図17(b)(BF像)、図17(c)(電子回折図形)に示す。なお、図17(a)及び図17(b)の右上の写真はそれぞれの拡大図である。更に、層状化合物部75のBa、Fe、O、Tiの原子配置について調べ、HAADF像を図18(a)と(c)に、BF像を図18(b)に、原子配置については図18(d)(Ba)、図18(e)(Fe)、図18(f)(O)、図18(g)(Ti)に示した。なお、図18(b)では、Fe、Ti、Baの位置について記載した。

20

## 【0063】

図17及び図18に示すように、層状化合物部75は、圧電体層70とは異なる構造であり、Ba、Fe、Ti及びOを含有し平面状の結晶層が積層されて形成されている層状化合物であった。なお、圧電体層70は、ペロブスカイト型構造のAサイトにBa及びBiが存在し、BサイトにTi及びFeが存在するものであった。

30

## 【0064】

(試験例4)

実施例1の圧電素子について、Bruker AXS社製の「D8 Discover」を用い、X線源にCuK $\alpha$ 線を使用し、室温で、圧電体層の粉末X線回折パターンを求めた。その結果、ペロブスカイト構造に起因するピークが観測された。

## 【0065】

(試験例5)

実施例1の圧電素子について、東陽テクニカ社製「FCE-1A」で、 $d = 400 \mu\text{m}$ の電極パターンを使用し、室温で周波数1kHzの三角波を印加して、P(分極量)-V(電圧)の関係を求めた。結果を図19(a)に示す。また、最大分極 $P_{\text{max}}$ と最大印加電圧との関係を求めた結果を、図19(b)に示す。この結果、実施例1の圧電体層は強誘電体であった。

40

## 【0066】

また、実施例1の圧電素子について、アグザクト社製の変位測定装置(DBLI)を用い室温で、 $d = 500 \mu\text{m}$ の電極パターンを使用し、周波数1kHzの電圧を印加して、S(電界誘起歪(変位量))-V(電圧)の関係を求めた。結果を図19(a)に示す。また、変位量 $d_{\text{pp2}}$ と最大印加電圧との関係を求めた結果を、図19(b)に示す。この結果、実施例1の圧電素子は、液体噴射ヘッドとして十分な変位量を示すものであった。

50

## 【0067】

(実施例2)

焼成工程の温度を800とする代わりに、750とした以外は、実施例1と同様にして、厚さ651nmの圧電体層70を有する圧電素子を形成した。

## 【0068】

(試験例6)

実施例2の圧電素子について、試験例1と同様の方法で、EFTEMを用いて厚さ方向の断面を観察した。得られたEFTEM-BF像を図20に示す。また、図20の一部の拡大写真を図21に示す。そして、図21の で示されるa~eの箇所の電子回折図形を、順に図22(a)~図22(e)に示す。また、図20の四角で囲った枠a~dの拡大写真を、図23(a)(a部)、図23(b)(b部)、図24(a)(c部)、図24(b)(d部)に示す。

10

## 【0069】

この結果、図23(a)及び図23(b)に示すように、圧電体層70と第1電極60との間に層状のパターンが見られ、厚さ50~60nm程度の層状化合物からなる層状化合物部75が形成されていた。そして、この層状化合物部75は、図20及び図21に示すように、第1電極60上に島状に形成されていた。また、図22に示すように、白金からなる第1電極60は(111)に優先配向し(図22(a))、層状化合物部75は(111)に優先配向した白金からなる第1電極60に対して(001)に優先配向し(図22(b))、圧電体層70であるdの箇所(図22(d))および圧電体層70であるeの箇所(図22(e))は下地の方位を継承せず成長していた。なお、図20~24に示すように、層状化合物部75は、圧電体層70の第1電極60側の界面に形成されており、圧電体層70の厚さ方向の中央部や第2電極80側には形成されていなかった。

20

## 【0070】

(試験例7)

実施例2の圧電素子について、厚さ方向の断面を、試験例2と同様の方法で、Bi, Pt, Fe, Mn, Ba, Ti, Oの各元素について、STEM-EDSで測定した。結果を順に図25(a)~(h)に示す。図25に示すように、層状化合物部75は、Fe、Mn、Ba、Ti及びOを含有しており、特に、多量のFeを含有していた。また、圧電体層70は、Bi, Fe, Mn, Ba, Ti及びOを含有していた。

30

## 【0071】

(試験例8)

実施例2の圧電素子について、試験例4と同様の方法で、圧電体層の粉末X線回折パターンを求めた。その結果、ペロブスカイト構造に起因するピークが観測された。

## 【0072】

(試験例9)

実施例2の圧電素子について、試験例5と同様の方法で、P(分極量)-V(電圧)の関係、最大分極 $P_{max}$ と最大印加電圧との関係、S(電界誘起歪(変位量))-V(電圧)の関係、及び、変位量 $d_{pp2}$ と最大印加電圧との関係を求めた。結果を図26(a)及び図26(b)に示す。この結果、実施例2の圧電体層は強誘電体であった。また、実施例2の圧電素子は、液体噴射ヘッドとして十分な変位量を示すものであった。

40

## 【0073】

(実施例3)

実施例1と同様に、(100)に配向した単結晶シリコン基板の表面に熱酸化により膜厚1200nmの二酸化シリコン膜を形成した後、酸化チタン膜及び第1電極60を形成した。

## 【0074】

本実施例では、硝酸ピスマス、酢酸ナトリウム、酢酸バリウム、チタンイソプロポキシドのn-ブタノール溶液を所定の割合で混合し、モル比で、Bi:Fe:Mn:Ba:Ti=0.75:0.7125:0.0375:0.25:0.25となるように混合して

50

、前駆体溶液を調製した。

【0075】

次いで、この前駆体溶液を酸化チタン膜及び第1電極60が形成された上記基板上に滴下し、3000rpmで基板を回転させてスピンコート法により圧電体前駆体膜を形成した(塗布工程)。次に、ホットプレート上に基板を載せ、180で2分間乾燥した(乾燥工程)。次いで、ホットプレート上に基板を載せ、450で2分間脱脂を行った(脱脂工程)。この塗布工程・乾燥及び脱脂工程からなる工程を2回繰り返した後に、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で750、5分間焼成を行った(焼成工程)。

【0076】

次いで、上記塗布工程・乾燥及び脱脂工程を2回繰り返した後、焼成工程を行う工程を4回繰り返し、計10回の塗布により全体で厚さ841nmの圧電体層70を形成した。その後、圧電体層70上に、第2電極80としてDCスパッタ法により直径500 $\mu$ mで膜厚100nmの白金膜を形成した後、RTAを用いて750で5分間焼成を行うことで圧電素子を形成した。

【0077】

(実施例4)

実施例3と同様な塗布溶液を用い、塗布工程・乾燥工程・脱脂工程を実施した後、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で750、5分間焼成を行った(焼成工程)。

【0078】

次いで、同様に塗布工程・乾燥工程・脱脂工程及び焼成工程を繰り返し、計2回の塗布による圧電体層70を形成した。

【0079】

(実施例5)

実施例3と同様にして、塗布、乾燥及び脱脂を実施した。塗布工程・乾燥及び脱脂工程からなる工程の後、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で750、5分間焼成を行った(焼成工程)。

【0080】

次いで、上記塗布工程・乾燥及び脱脂工程、及び焼成工程を繰り返し実施した後、塗布工程・乾燥及び脱脂工程を2回繰り返して焼成を行い、計4回の塗布による圧電体層70を形成した。

【0081】

(試験例10)

実施例4及び実施例5の圧電素子について、試験例2と同様の方法で、STEM-EDSを用いて厚さ方向の元素分布を測定した。得られたSTEM-EDS元素分布像を図27及び図28に示す。

【0082】

図28に示すように、750 $\times$ 5分 $\times$ 3回の焼成を行っている実施例5の圧電素子では、第1電極の下にBiが拡散しているのが観察されるが、図27に示すように、750 $\times$ 5分 $\times$ 2回の焼成を行っている実施例4の圧電素子では、Biの拡散が極わずかであった。これにより、Biの拡散は焼成の際の熱量の大きさに比例して大きくなることがわかった。また、これは800 $\times$ 5分 $\times$ 5回及び750 $\times$ 5分 $\times$ 1回の焼成を行っている実施例1の圧電素子では、図25に示すように、Biが大きく拡散していることから明らかである。

【0083】

また、750 $\times$ 5分 $\times$ 2回の焼成を行っている実施例4や750 $\times$ 5分 $\times$ 3回の焼成を行っている実施例5の圧電素子では、BiはFe、Ba、Ti及びOを含有する層状化合物部75がわずかに形成されていることが、図27及び図28と、図25との比較で観察される。しかしながら、図27及び図28では、層状化合物の種結晶が形成された程

10

20

30

40

50

度であり、これにさらに熱量が加えられると、Biの拡散と共に層状化合物が成長していくことが推測される。これにより、Biがより拡散し易い条件下で、層状化合物部が形成されやすいと推定される。

【0084】

(実施例6)

実施例3と同様にして、塗布、乾燥及び脱脂を実施した。塗布工程・乾燥及び脱脂工程を2回繰り返した後、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で750、5分間焼成を行った(焼成工程)。

【0085】

(実施例7)

実施例3と同様にして、塗布、乾燥及び脱脂を実施した。塗布工程・乾燥及び脱脂工程を2回繰り返した後、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で700、5分間焼成を行った(焼成工程)。

【0086】

(比較例8)

実施例3と同様にして、塗布、乾燥及び脱脂を実施した。塗布工程・乾燥及び脱脂工程を2回繰り返した後、酸素雰囲気中で、RTA(Rapid Thermal Annealing)装置で650、5分間焼成を行った(焼成工程)。

【0087】

(試験例11)

実施例6～7、比較例8の圧電素子について、二次イオン質量分析計(SIMS; カメカ社製IMS-7f)を用いて、深さ組成プロファイルを測定した。結果を図29～図30に示す。図29は、133Cs<sub>2</sub>で規格化したBiのプロファイルであり、図30はPtのプロファイルである。

【0088】

これらの結果、Ptからなる第1電極は、300秒から550秒位の深さに相当するが、実施例6及び7においては、Biが第1電極の下に多く拡散しており、比較例8では、Biの拡散がわずかであった。この結果、実施例6、7では、Fe、Ba、Ti及びOを含有する層状化合物部が第1電極と圧電体層との間に成長していると推定されるが、比較例8では、層状化合物部の生成はわずかであると推定される。

【0089】

また、この結果、特に、結晶化工程の温度及び時間、すなわち、結晶化工程で加えられる熱量の大きさがBiの拡散に大きく影響し、これが層状化合物部の形成に関わることがわかった。そして、試験例10の結果をあわせると、圧電素子へ加えられる熱量が増えると第1電極の下へのBiの拡散が増え(実施例4、5)、これに伴い層状化合物の種結晶が生成され(実施例4、5)、更に熱量が増えると層状化合物の種結晶の下の第1電極の下でBiの偏析が起こり、層状化合物が成長する(実施例2)ということがわかった。

【0090】

(他の実施形態)

以上、本発明の一実施形態を説明したが、本発明の基本的構成は上述したものに限定されるものではない。例えば、上述した実施形態では、流路形成基板10として、シリコン単結晶基板を例示したが、特にこれに限定されず、例えば、SOI基板、ガラス等の材料を用いるようにしてもよい。

【0091】

さらに、上述した実施形態では、基板(流路形成基板10)上に第1電極60、圧電体層70及び第2電極80を順次積層した圧電素子300を例示したが、特にこれに限定されず、例えば、圧電材料と電極形成材料とを交互に積層させて軸方向に伸縮させる縦振動型の圧電素子にも本発明を適用することができる。

【0092】

また、これら実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通

10

20

30

40

50

するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図31は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0093】

図31に示すインクジェット式記録装置IIにおいて、インクジェット式記録ヘッドIを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

10

【0094】

そして、駆動モーター6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラーなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0095】

なお、上述した実施形態では、液体噴射ヘッドの一例としてインクジェット式記録ヘッドを挙げて説明したが、本発明は広く液体噴射ヘッド全般を対象としたものであり、インク以外の液体を噴射する液体噴射ヘッドにも勿論適用することができる。その他の液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンター等の画像記録装置に用いられる各種の記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルターの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレイ、FED(電界放出ディスプレイ)等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオチップ製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等が挙げられる。

20

【0096】

また、本発明は、インクジェット式記録ヘッドに代表される液体噴射ヘッドに搭載される圧電素子に限られず、超音波発信機等の超音波デバイス、超音波モーター、圧電体層の変形を電気信号として検出する圧電センサー、圧力センサー、IRセンサー等の焦電素子等、他の装置に搭載される圧電素子にも適用することができる。また、本発明は強誘電体メモリー等の強誘電体素子にも同様に適用することができる。

30

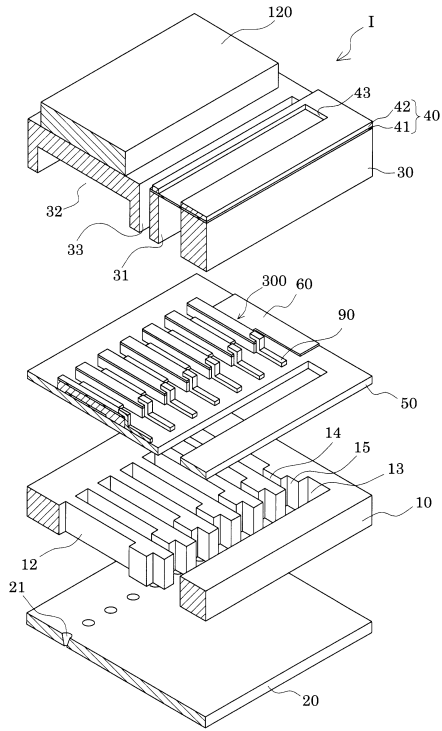
【符号の説明】

【0097】

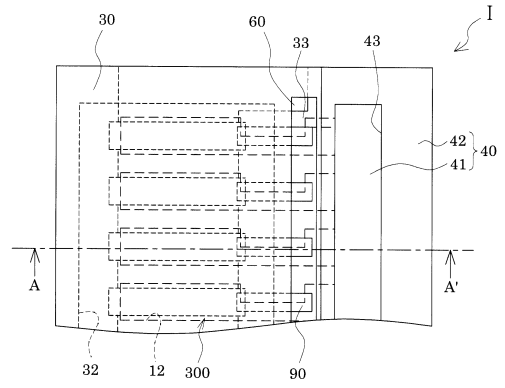
I インクジェット式記録ヘッド(液体噴射ヘッド)、 II インクジェット式記録装置(液体噴射装置)、 10 流路形成基板、 12 圧力発生室、 13 連通部、 14 インク供給路、 20 ノズルプレート、 21 ノズル開口、 30 保護基板、 31 リザーバー部、 32 圧電素子保持部、 40 コンプライアンス基板、 50 弾性膜、 60 第1電極、 70 圧電体層、 75 層状化合物部、 80 第2電極、 90 リード電極、 100 リザーバー、 120 駆動回路、 300 圧電素子

40

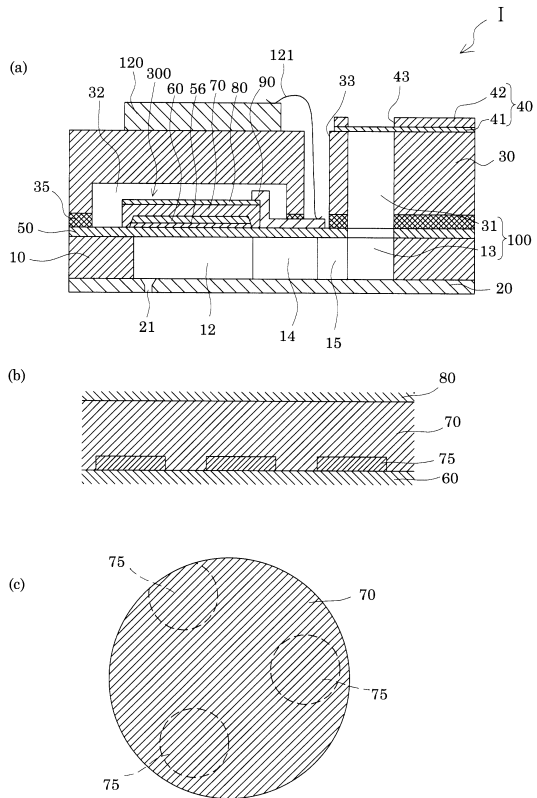
【図1】



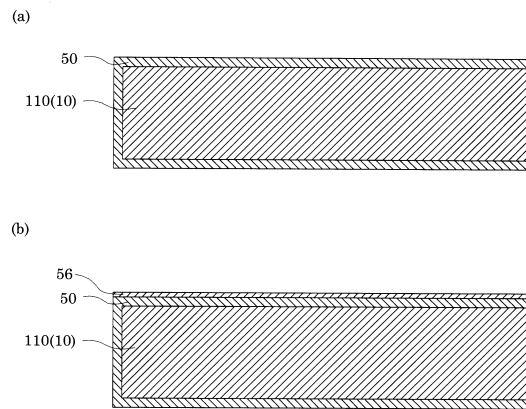
【図2】



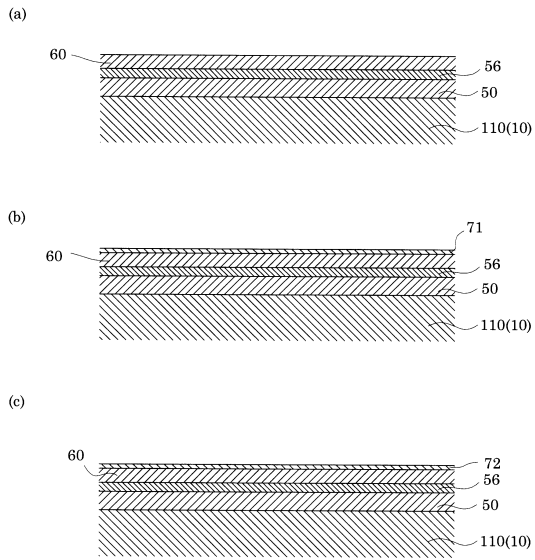
【図3】



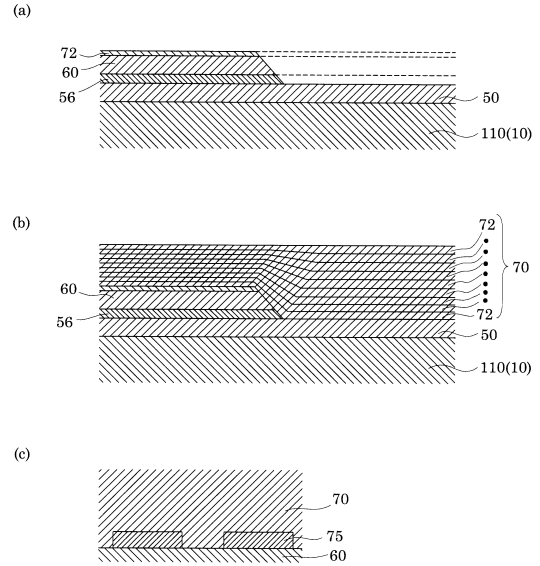
【図4】



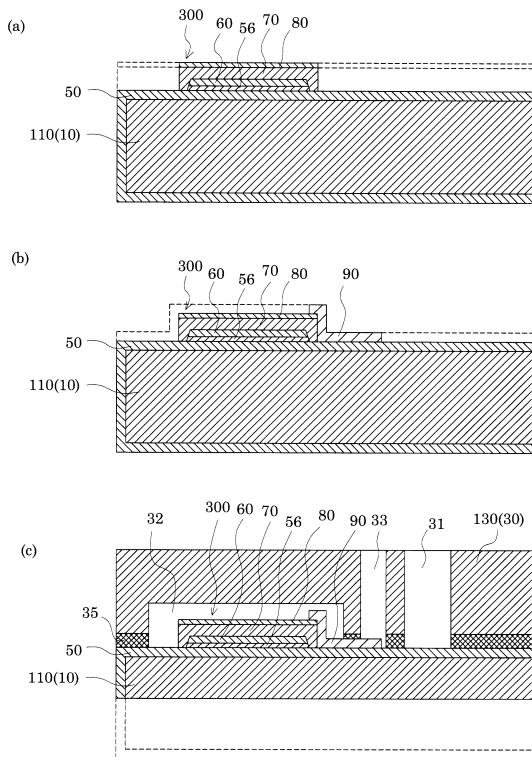
【図5】



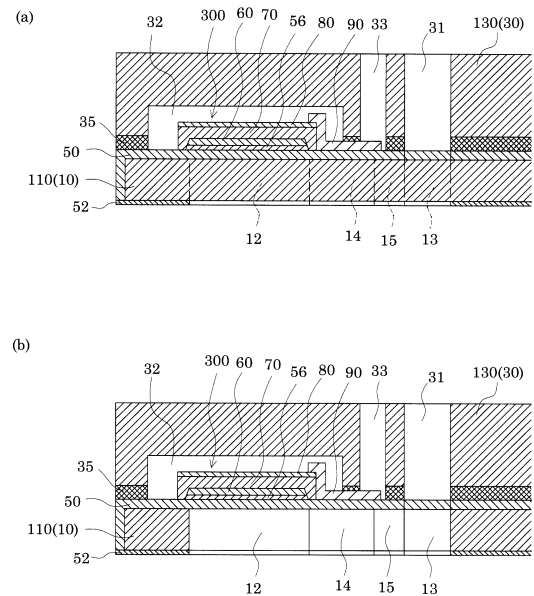
【図6】



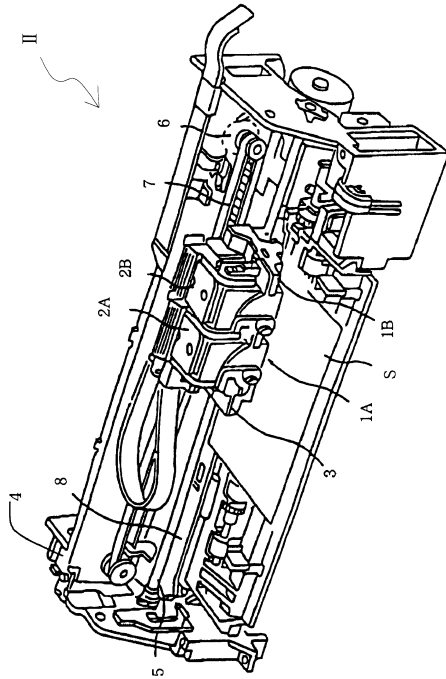
【図7】



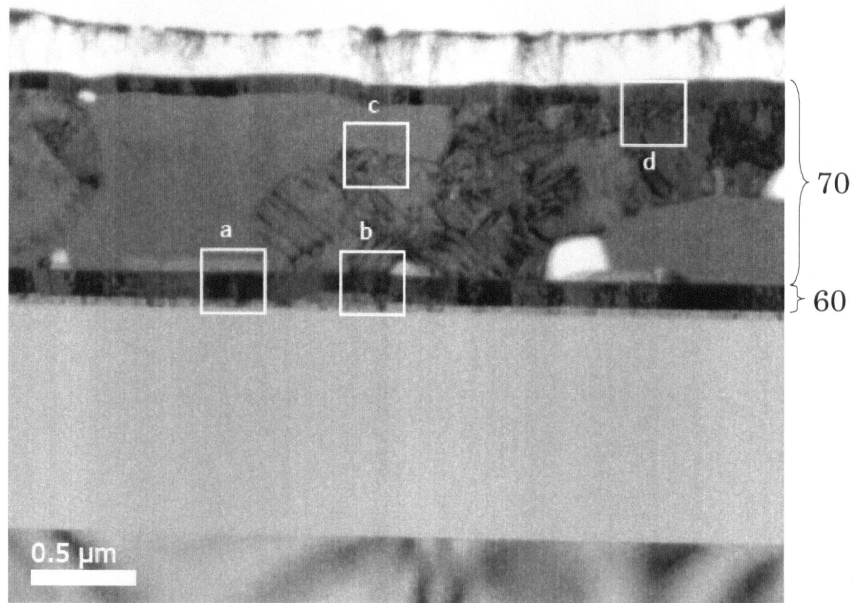
【図8】



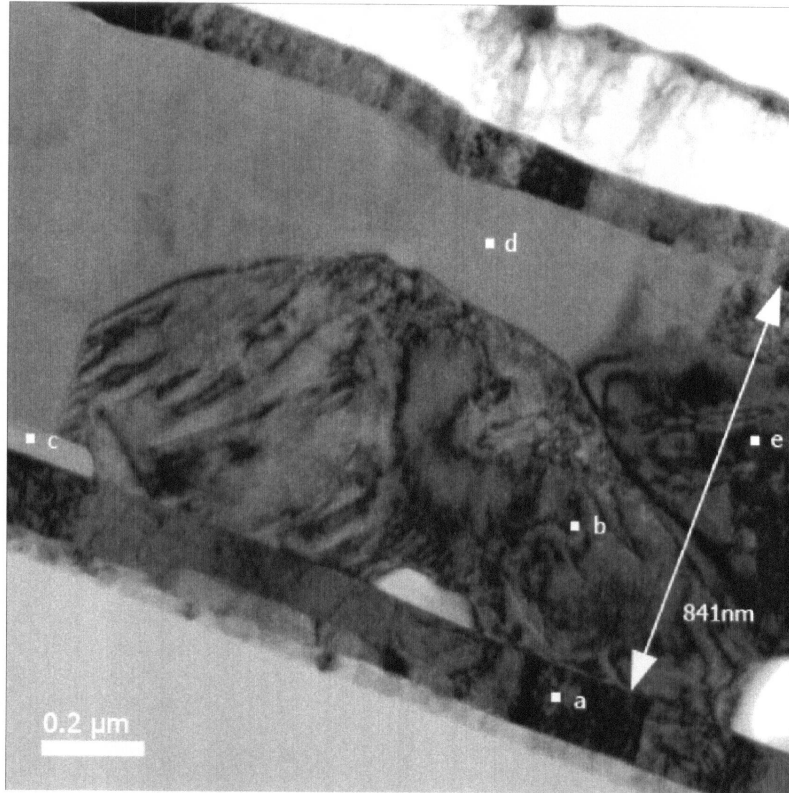
【図 31】



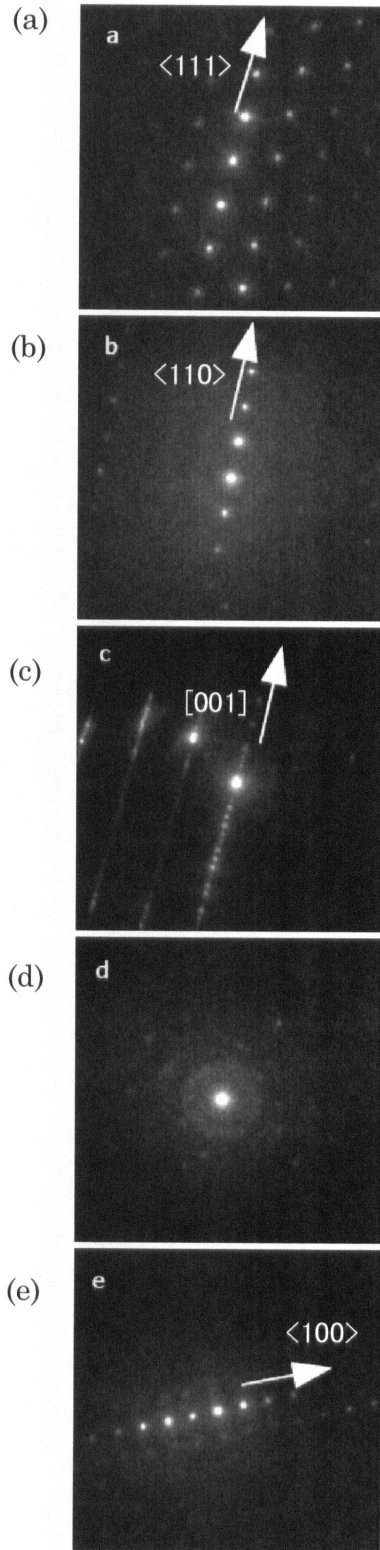
【図 9】



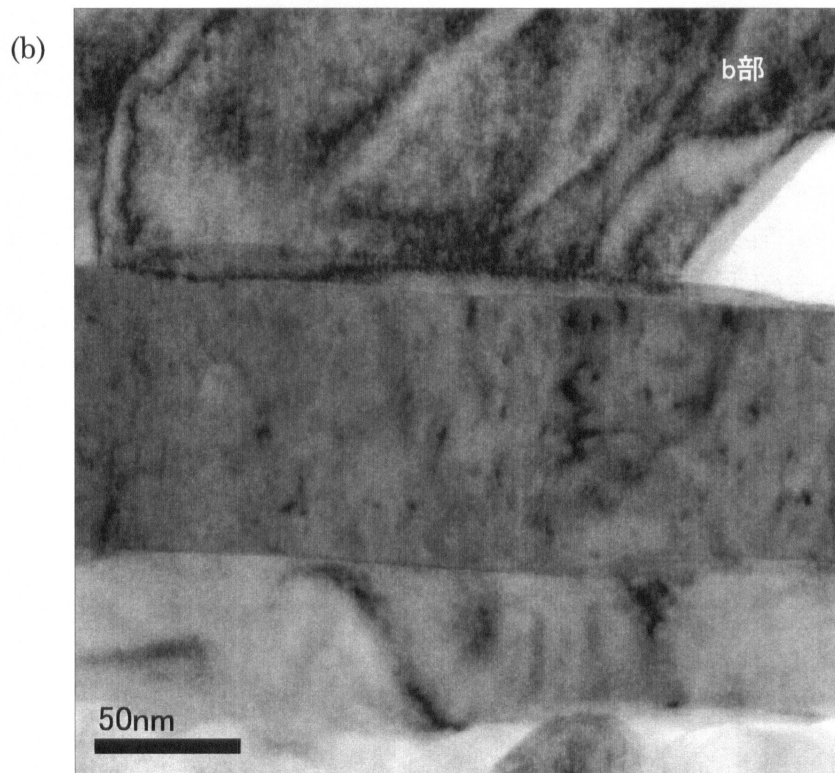
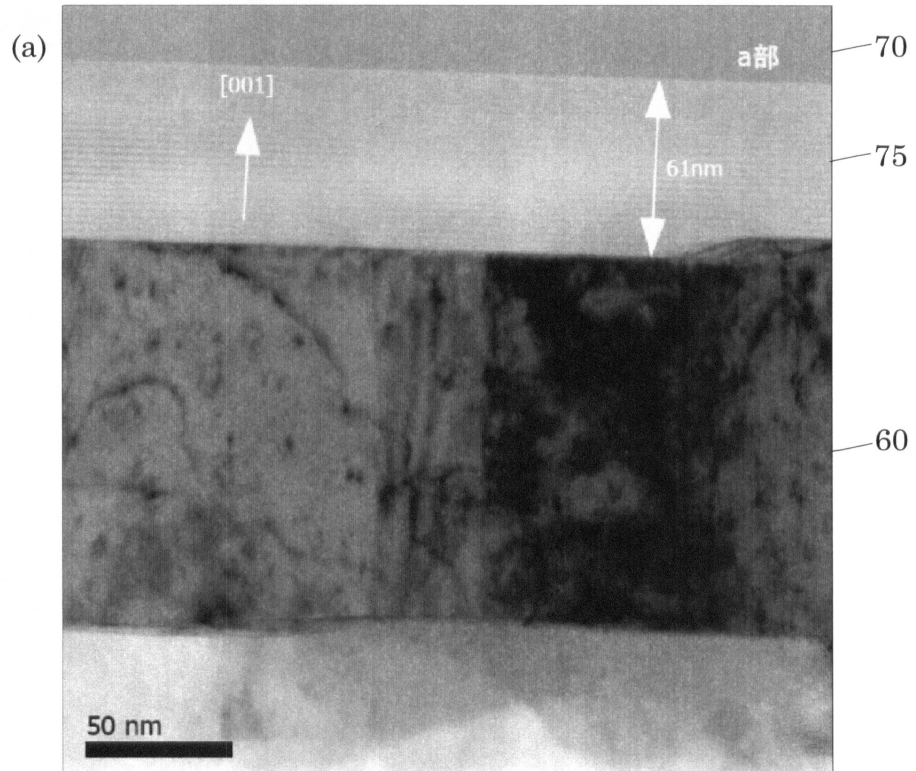
【 図 10 】



【 1 1 】

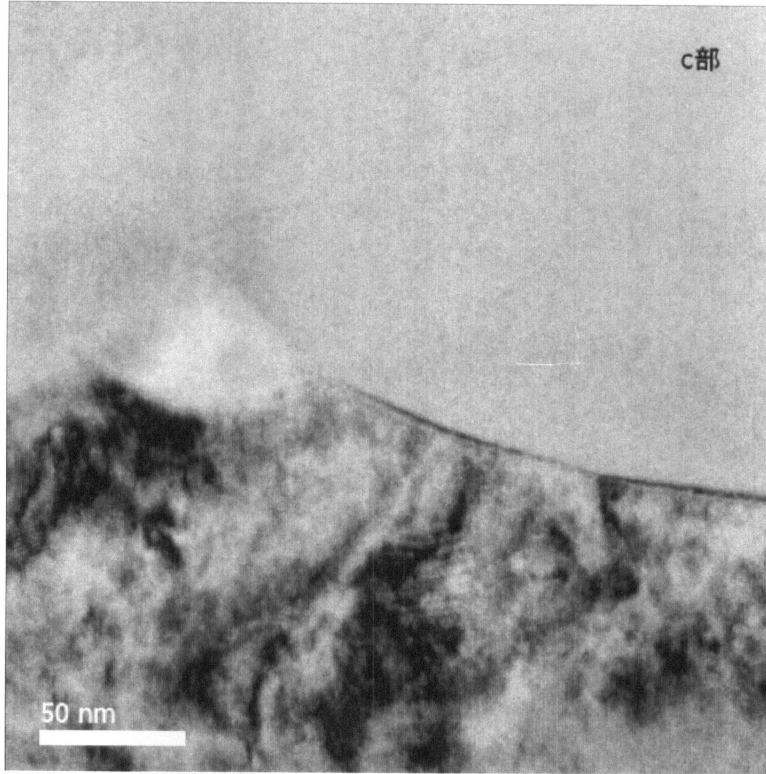


【 図 1 2 】

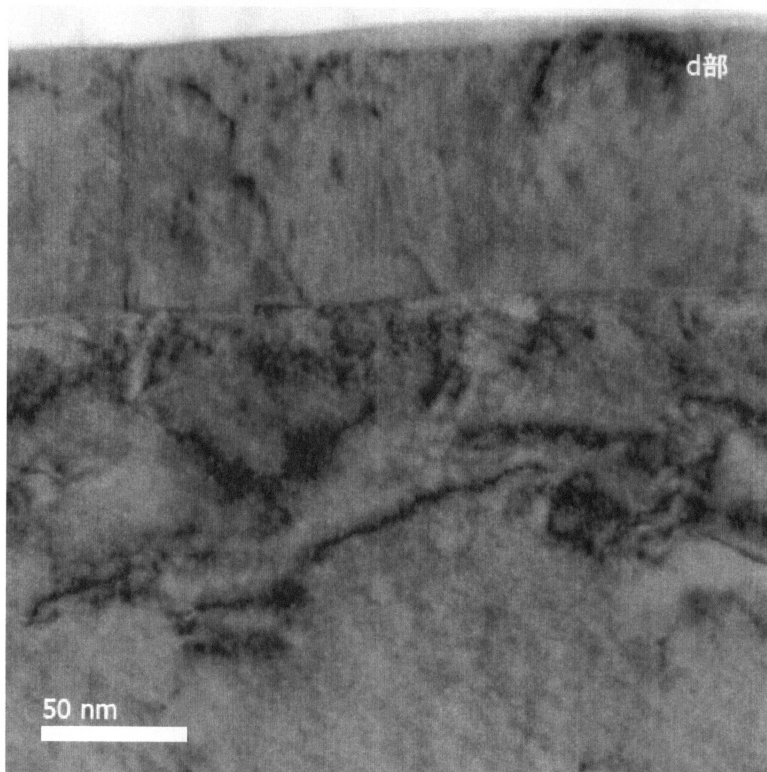


【 図 1 3 】

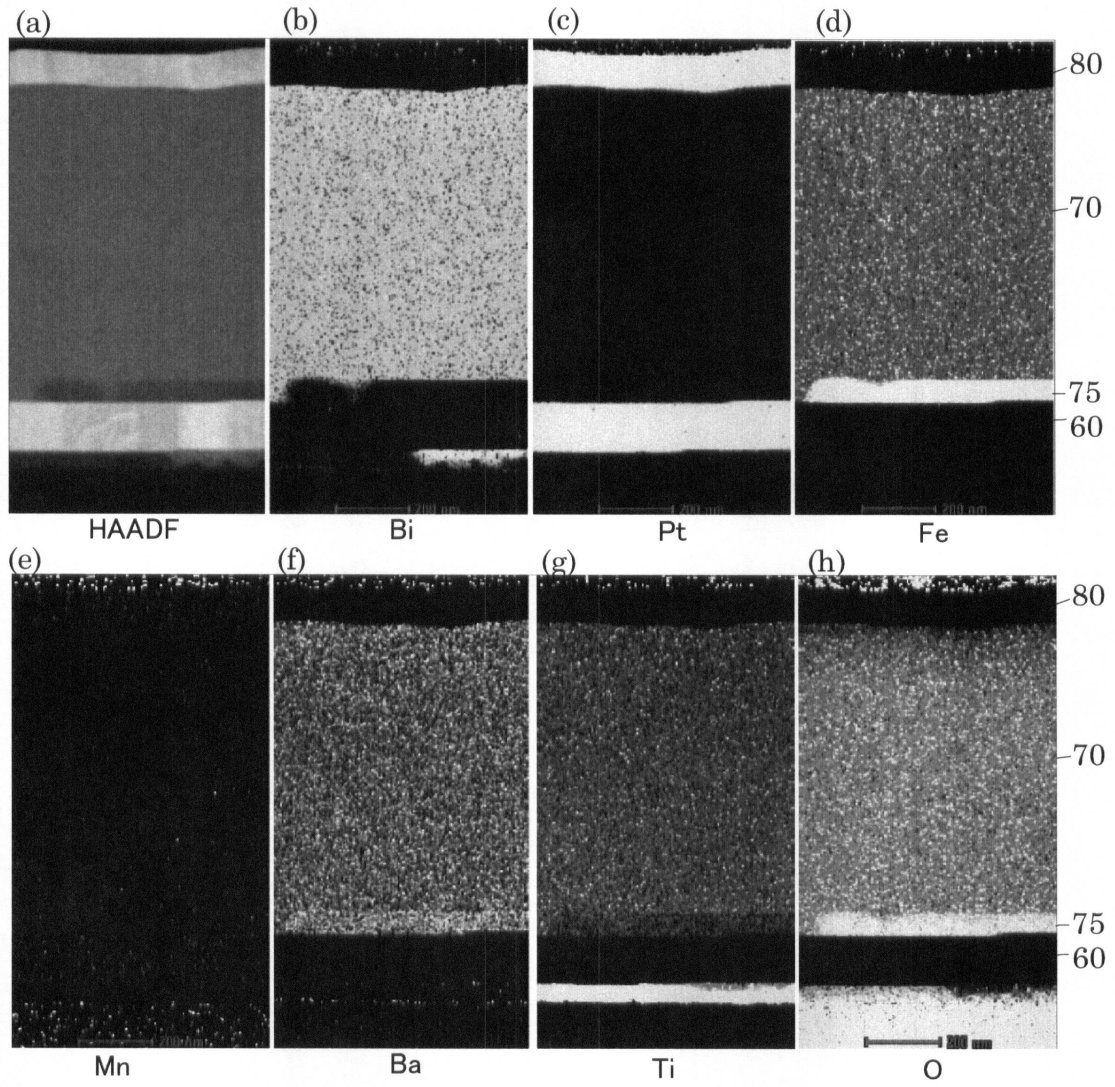
(a)



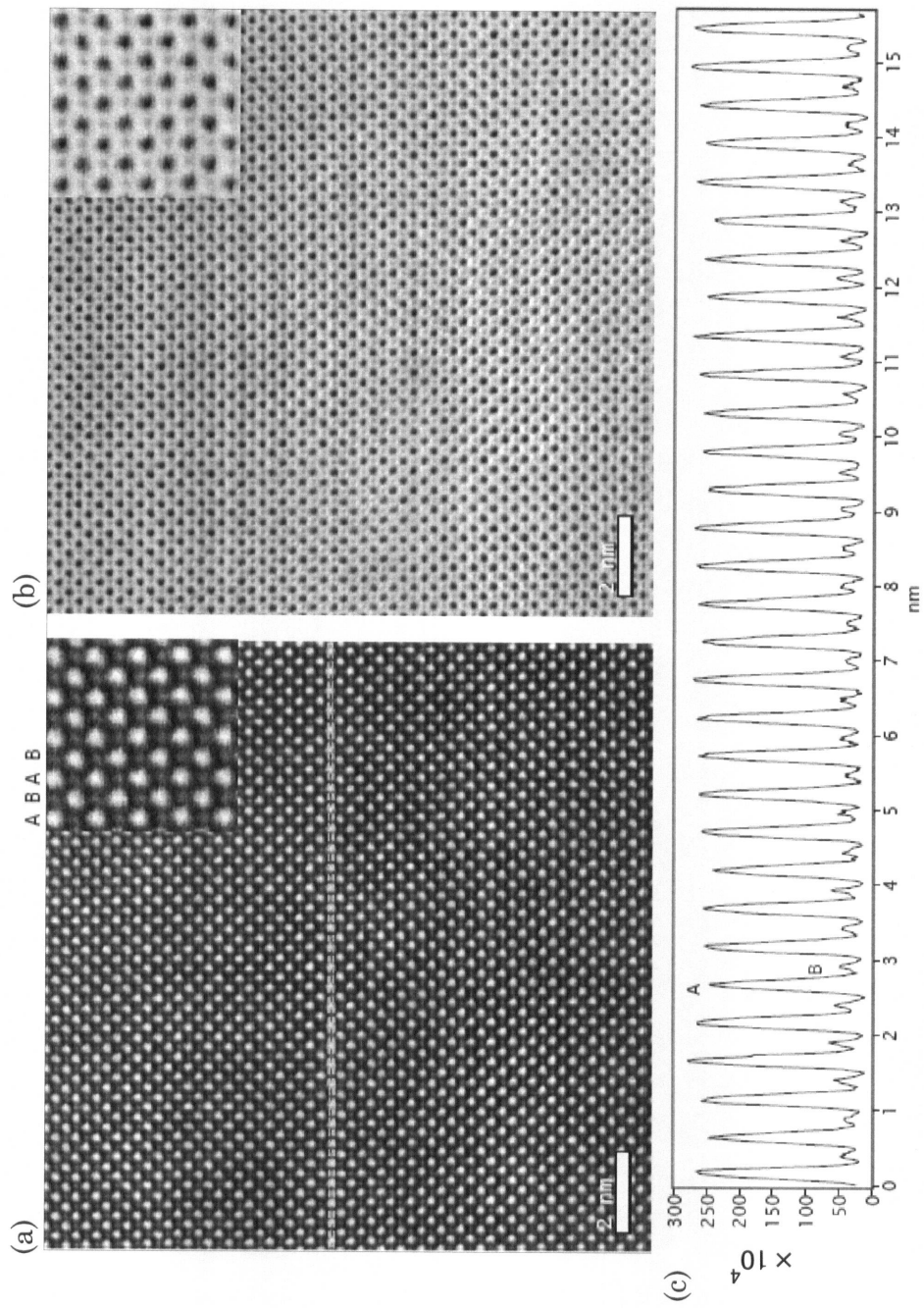
(b)



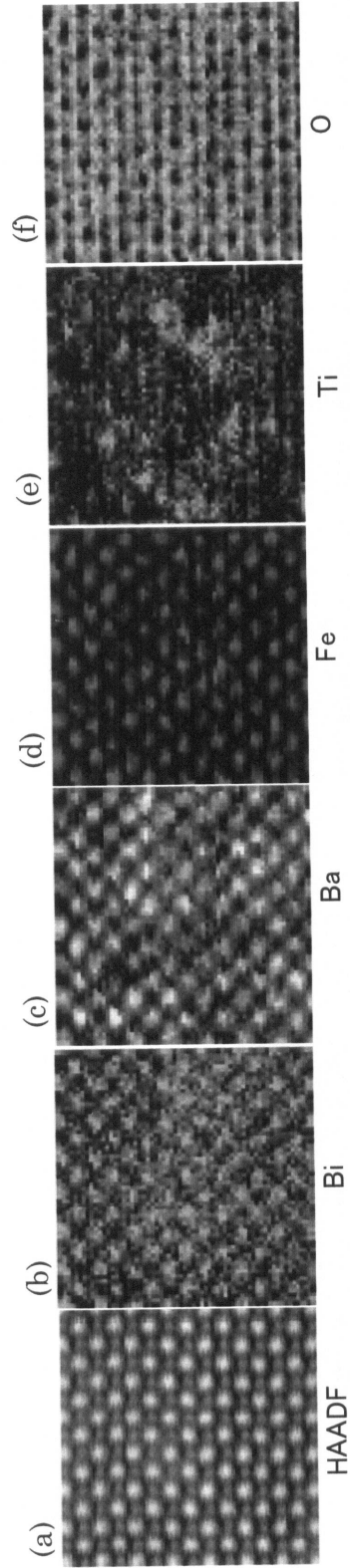
【 図 1 4 】



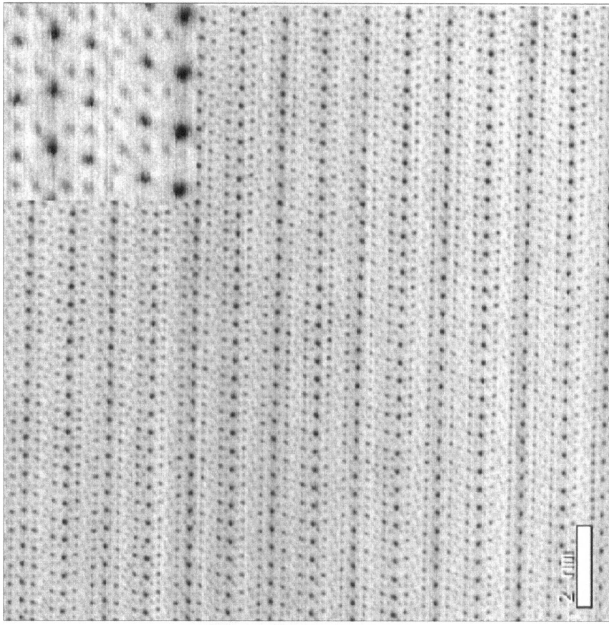
【 図 15 】



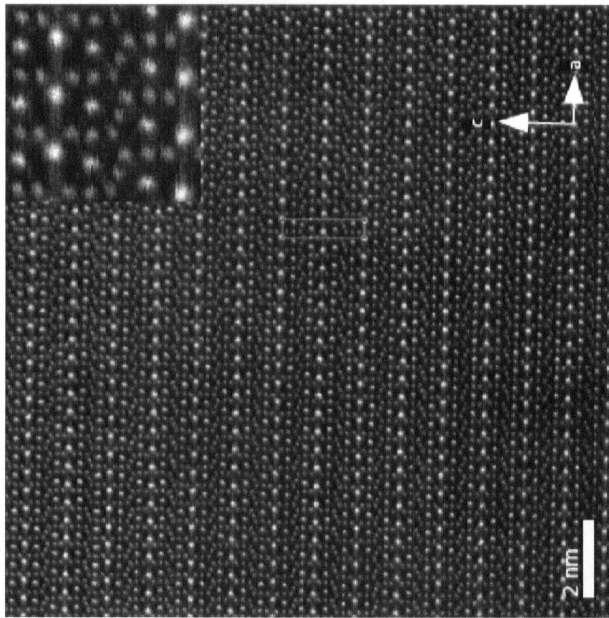
【 図 16 】



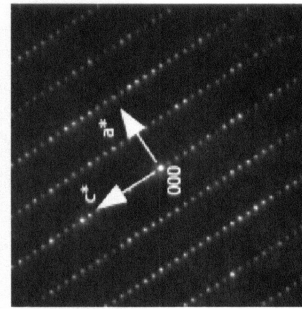
【 図 17 】



(b)

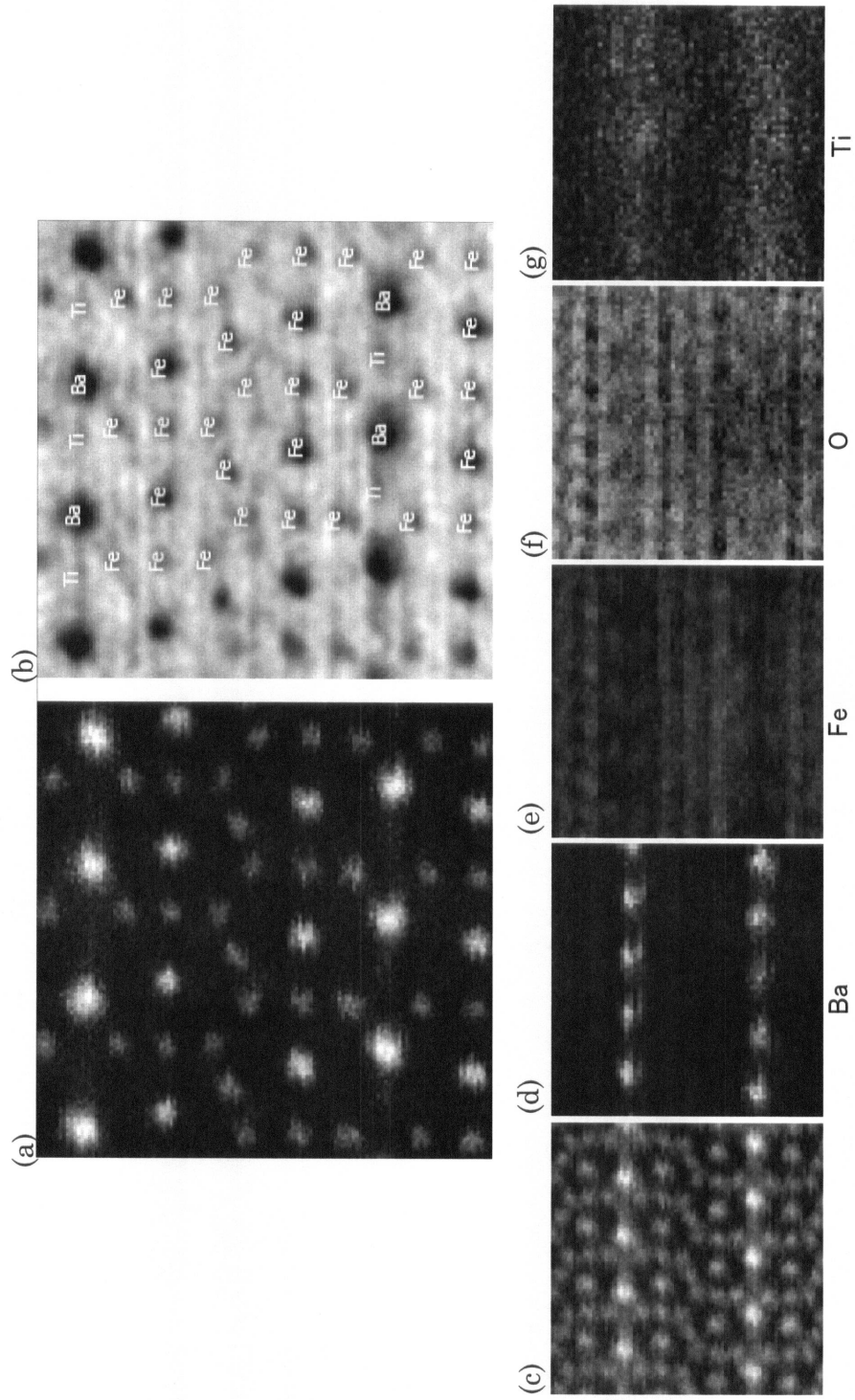


(a)

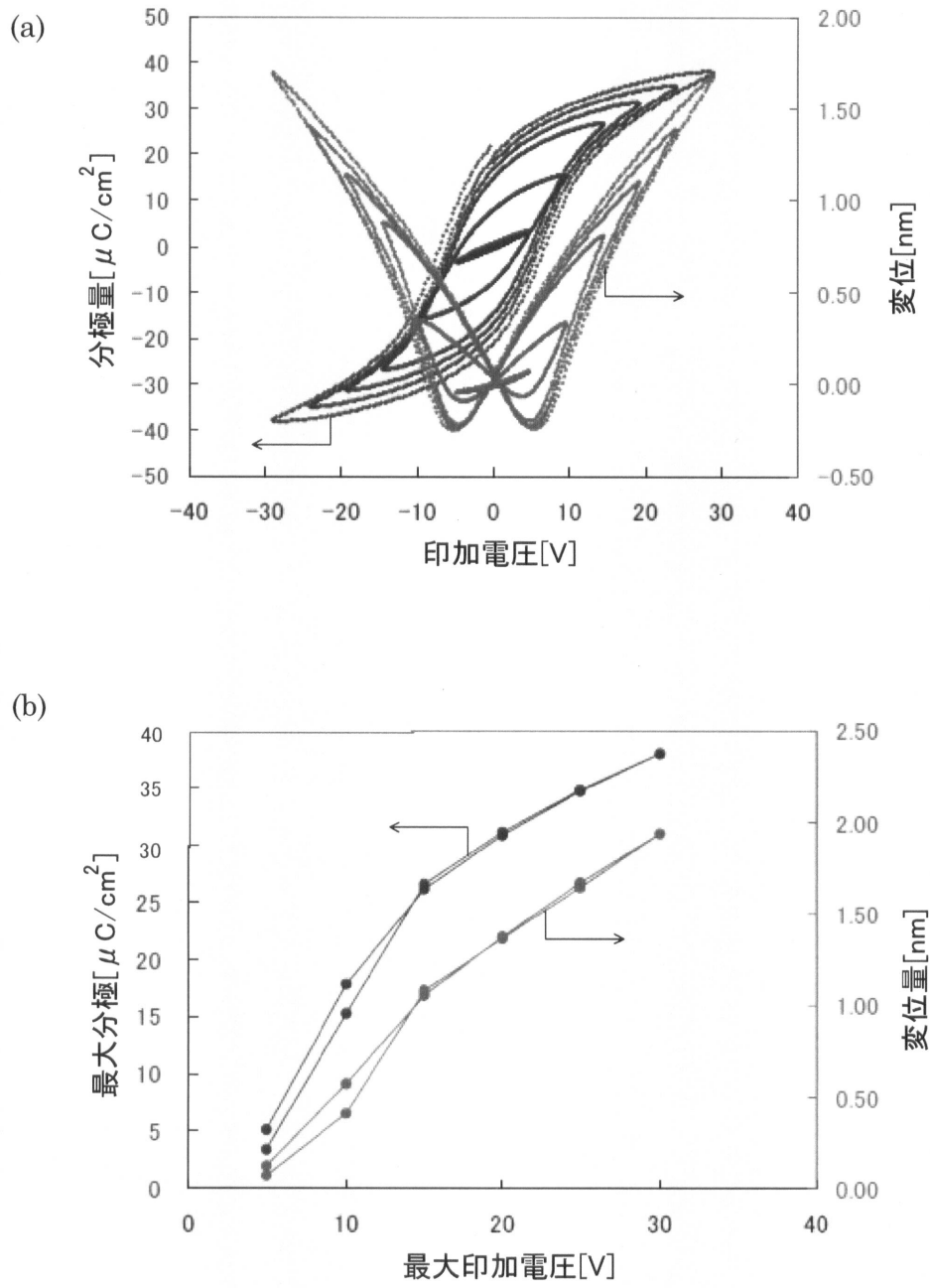


(c)

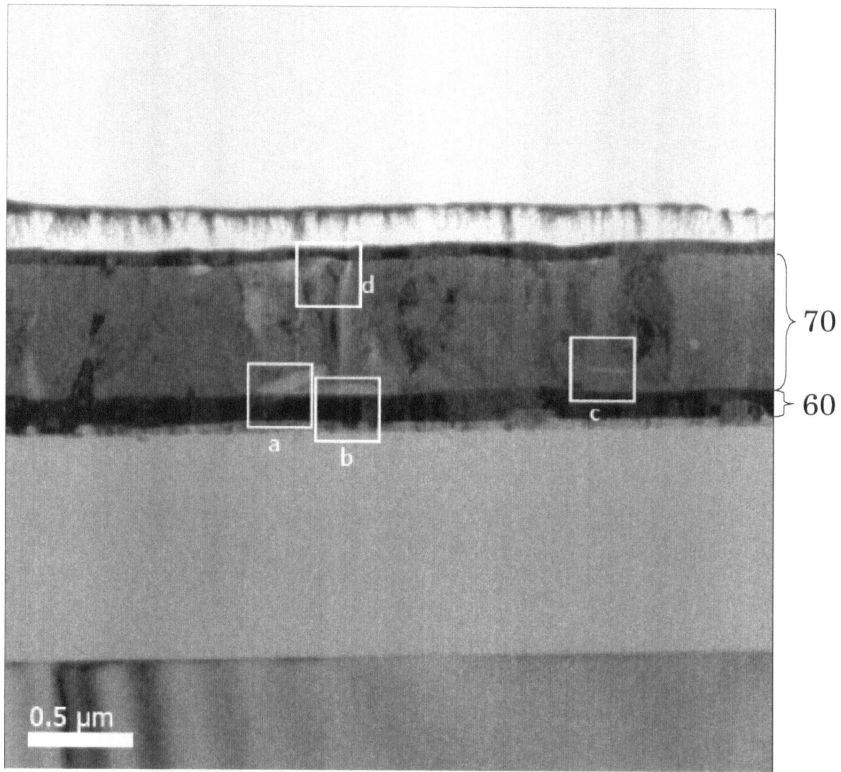
【 図 18 】



【図19】



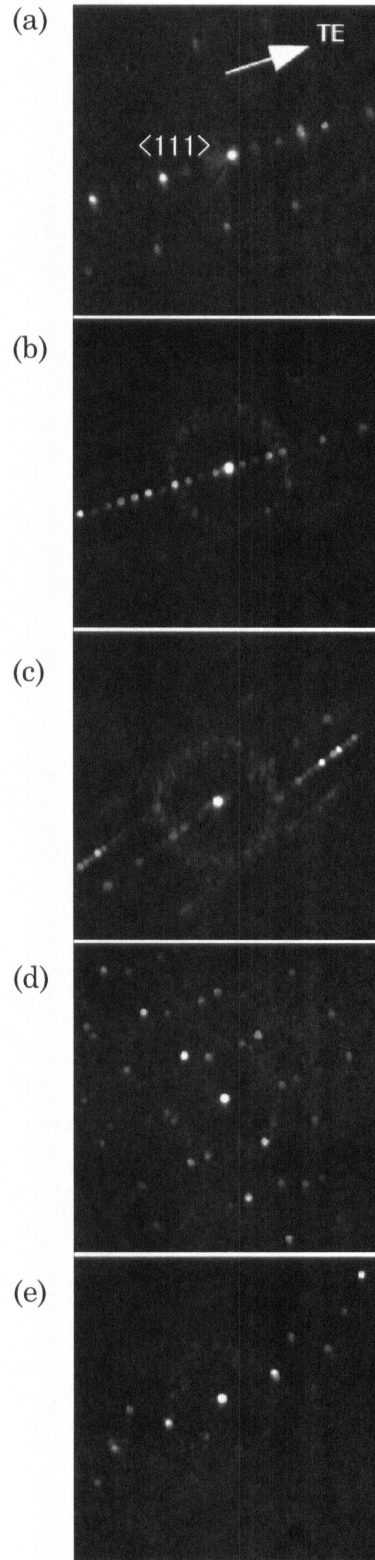
【 図 2 0 】



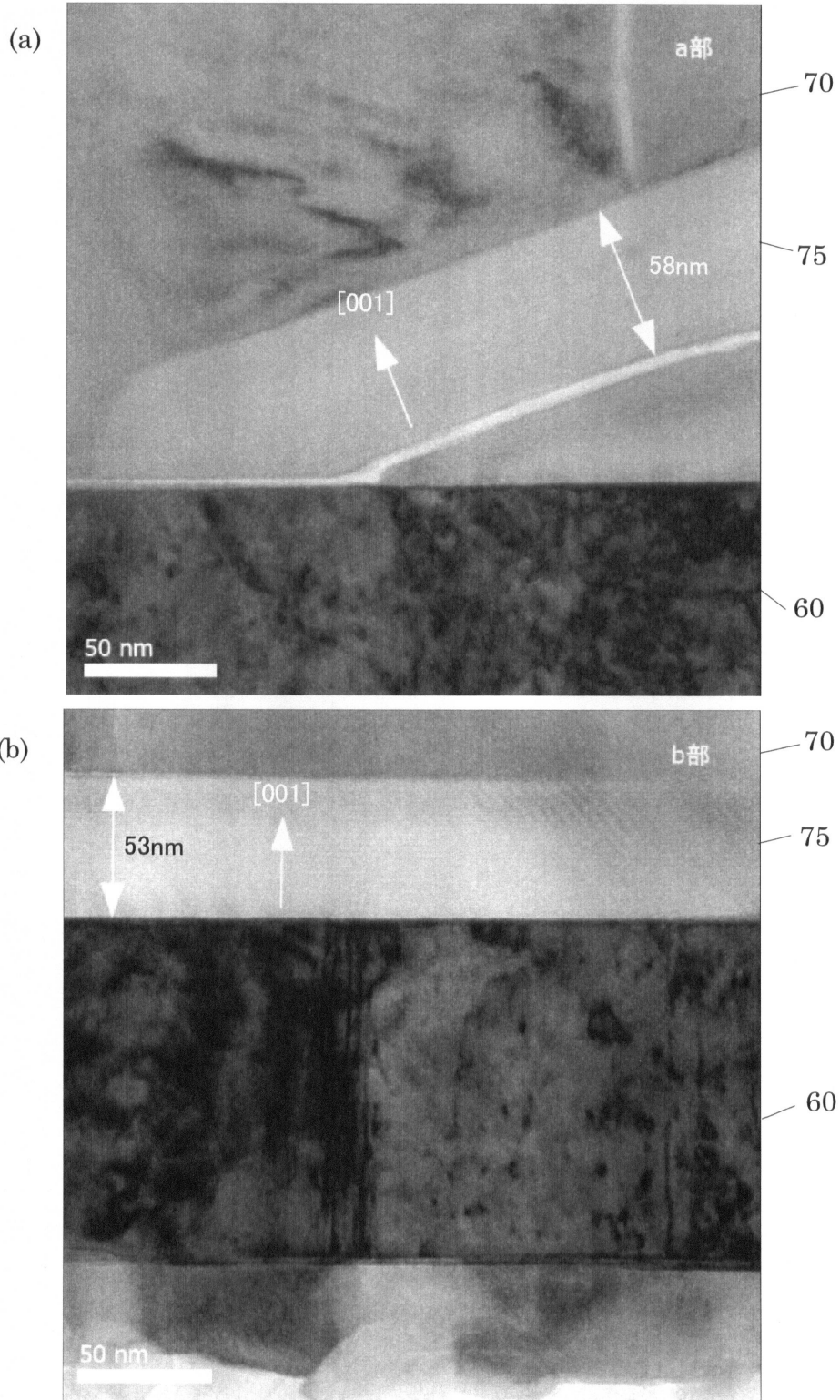
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

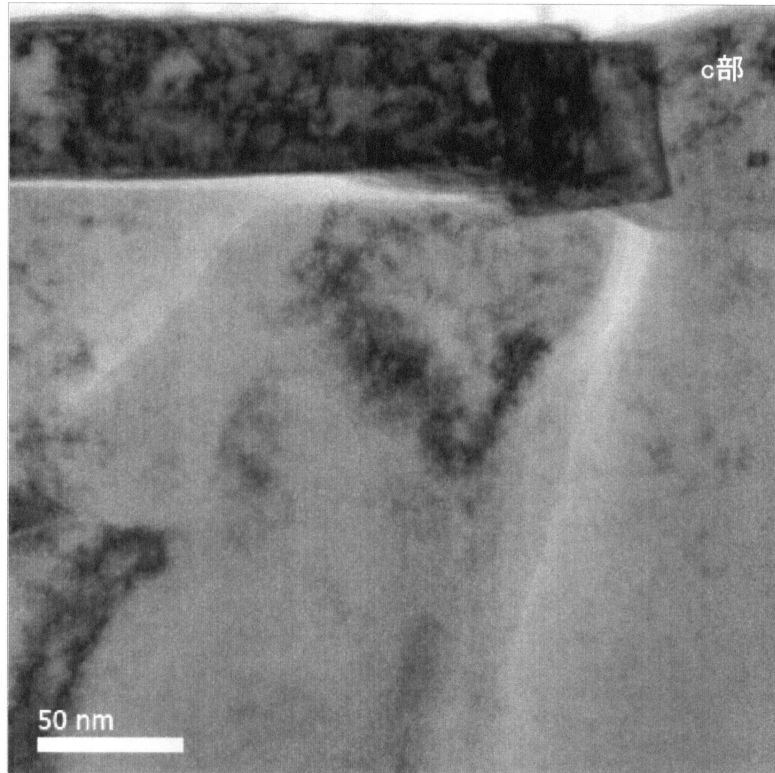


【 図 2 3 】

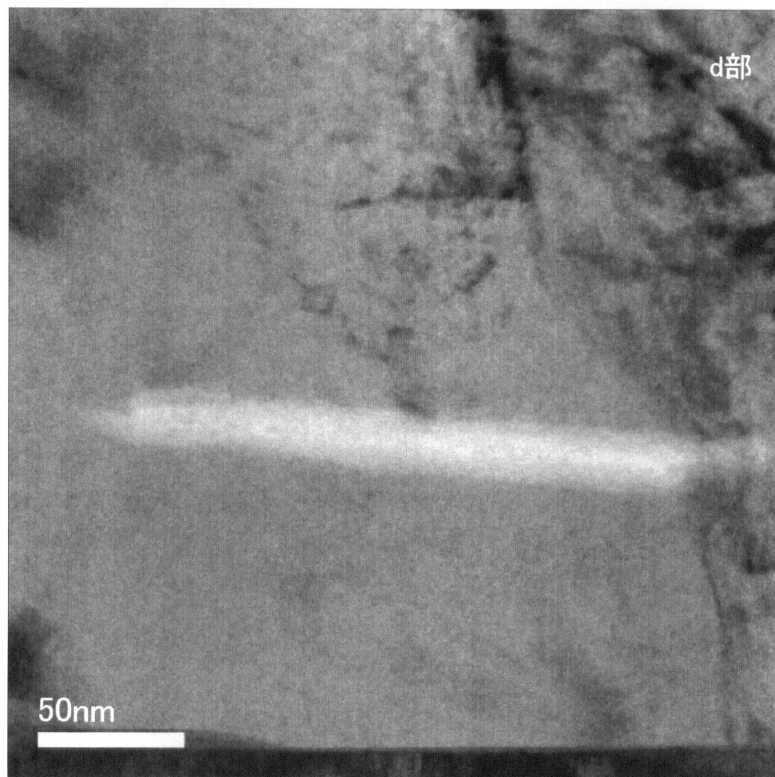


【 図 2 4 】

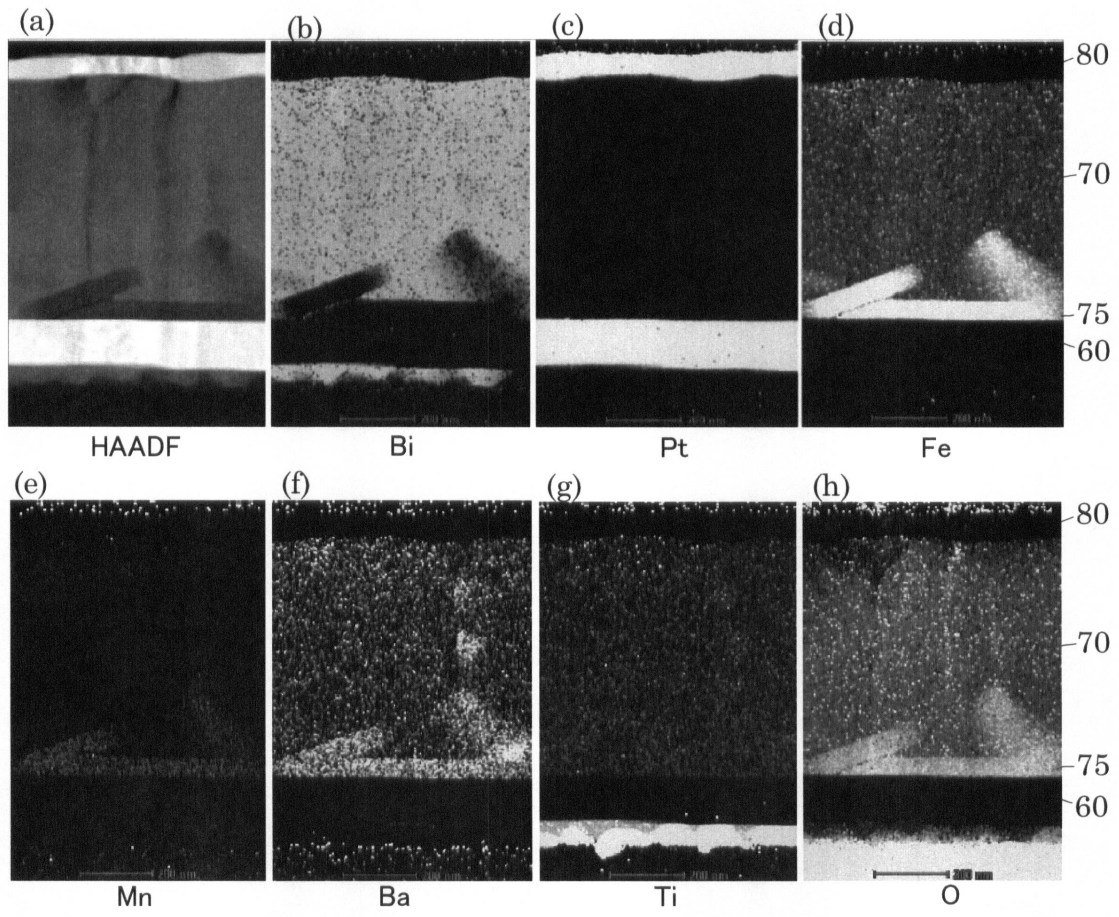
(a)



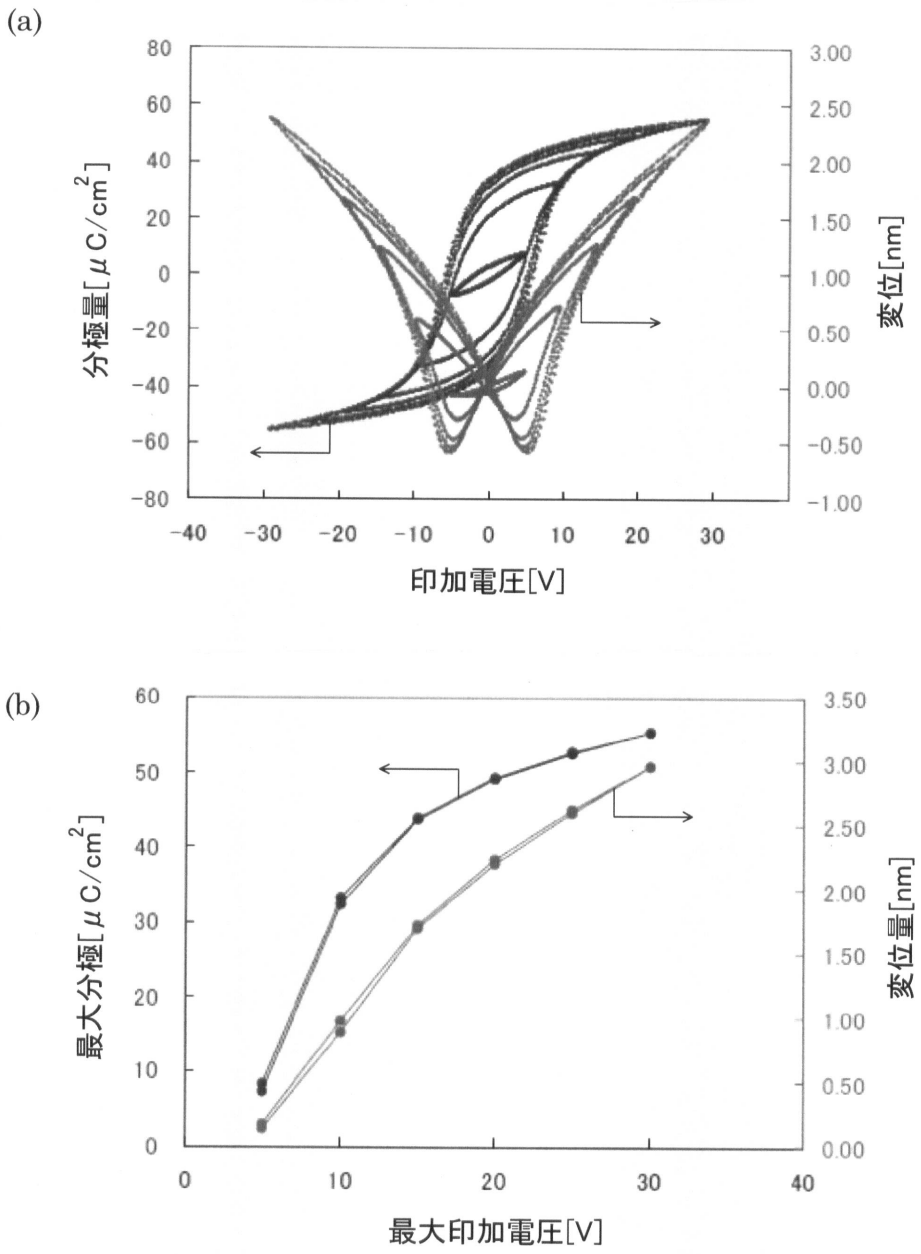
(b)



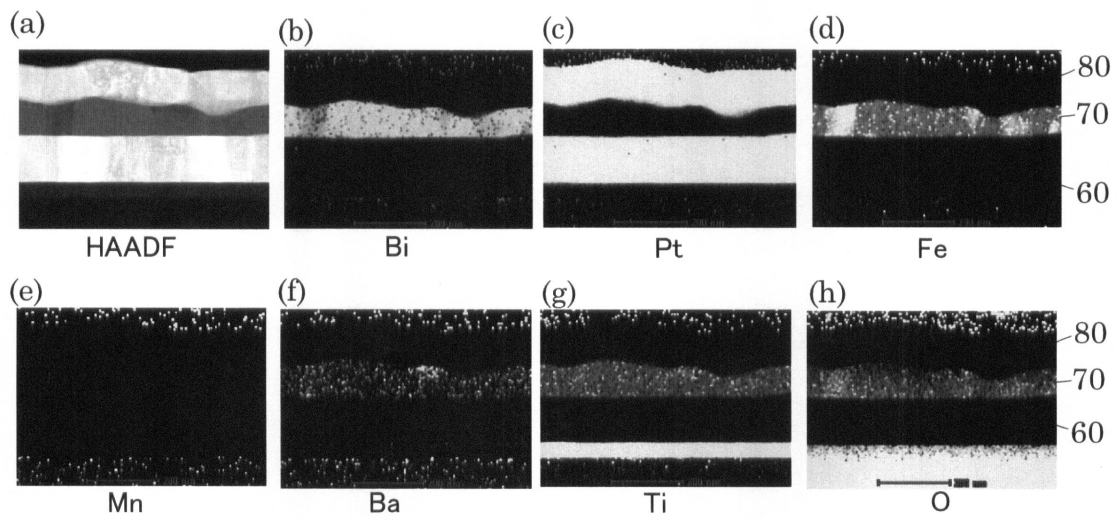
【 図 2 5 】



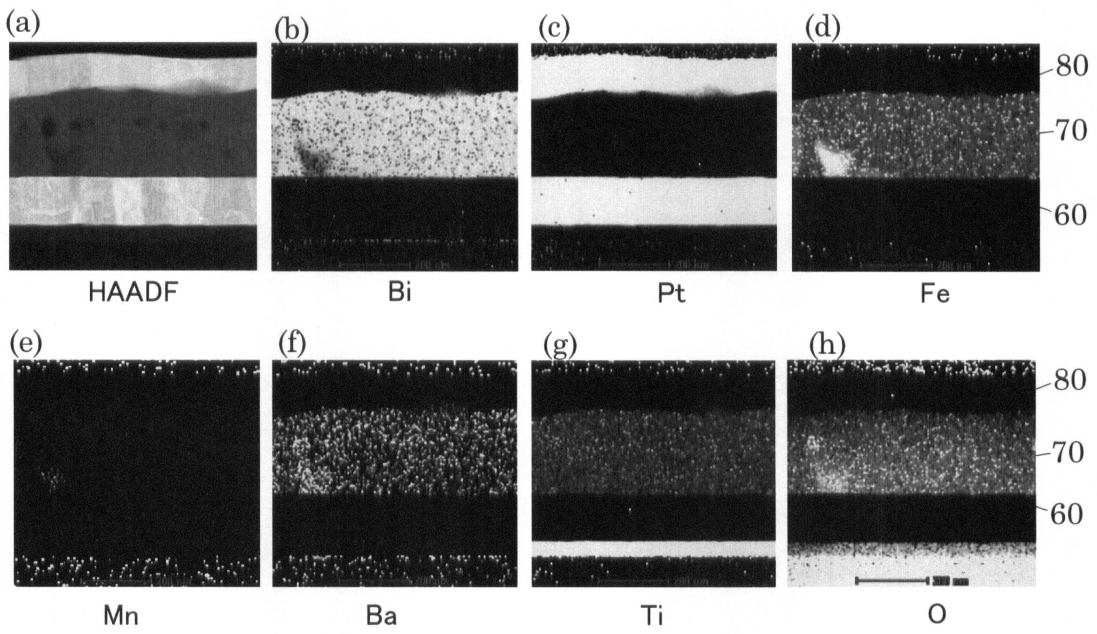
【 図 2 6 】



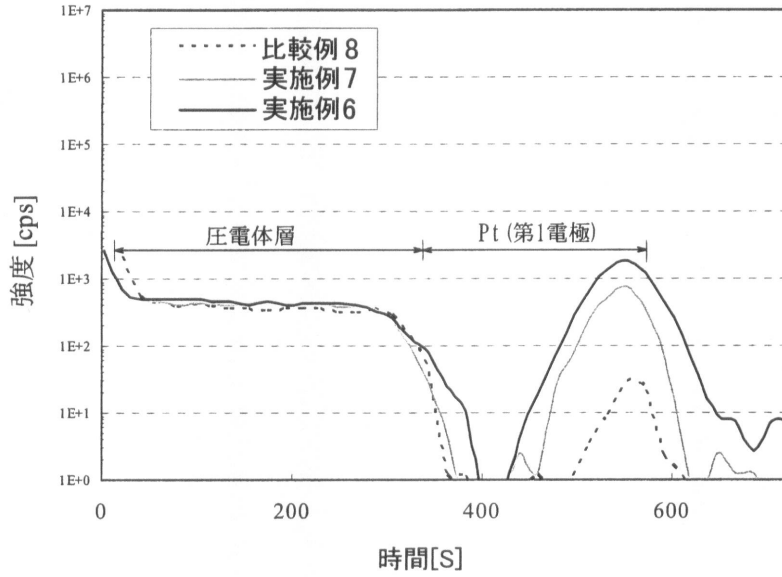
【 図 2 7 】



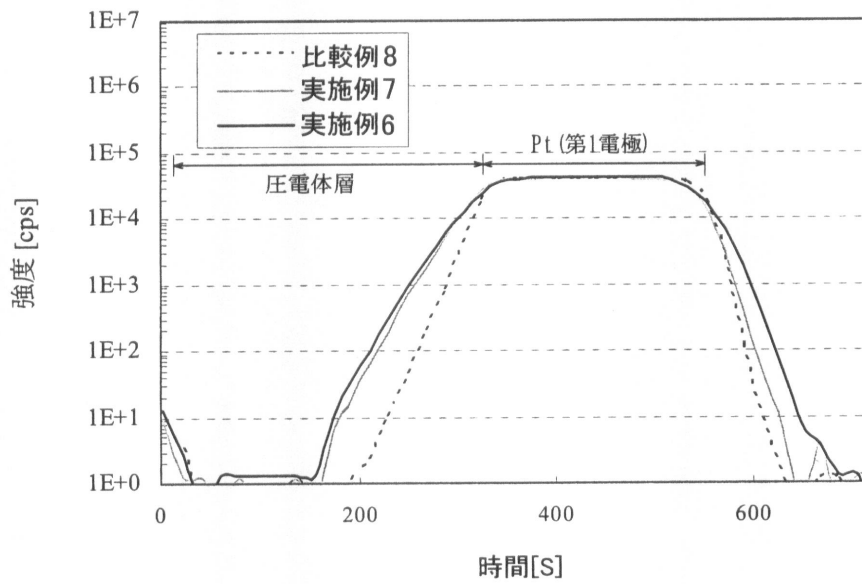
【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



---

フロントページの続き

審査官 大熊 靖夫

- (56)参考文献 特開2009-252789(JP,A)  
特開2005-302933(JP,A)  
特開2005-333108(JP,A)  
特開2007-329460(JP,A)  
特開2010-189703(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B41J 2/01 - 2/215