

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-728  
(P2010-728A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 4 1 J 2/045 (2006.01)</b>	B 4 1 J 3/04 1 0 3 A	2 C 0 5 7
<b>B 4 1 J 2/055 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/08 J	
<b>H O 1 L 41/09 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/18 1 0 1 D	
<b>H O 1 L 41/187 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/22 Z	
<b>H O 1 L 41/22 (2006.01)</b>		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-162447 (P2008-162447)  
(22) 出願日 平成20年6月20日 (2008. 6. 20)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100101236  
弁理士 栗原 浩之  
(74) 代理人 100128532  
弁理士 村中 克年  
(72) 発明者 津田 昭仁  
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  
Fターム(参考) 2C057 AF65 AG12 AG44 AG55 AG85  
AP52 AP56 AP57 AQ02 BA04  
BA14

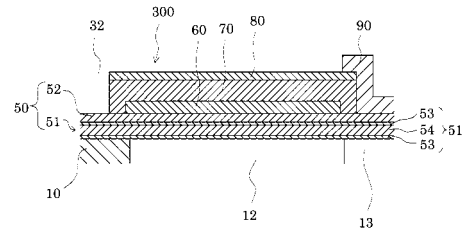
(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッド、液体噴射装置及びアクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 振動板の強度を向上して信頼性を向上することができる液体噴射ヘッド、液体噴射装置及びアクチュエータを提供する。

【解決手段】 液体を吐出するノズル開口に連通する圧力発生室12が設けられた流路形成基板10と、流路形成基板10上に設けられ変形可能に構成された振動膜を少なくとも一枚備える振動板50と、振動板50を変形させて圧力発生室12内の圧力を変動させる圧力発生部材とを具備し、振動膜は、振動膜の両側表面の少なくとも圧力発生室12に対向する部分に、内部応力が主成分領域54に比べて大きい圧縮応力である圧縮応力領域53を備える。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液体を吐出するノズル開口に連通する圧力発生室が設けられた流路形成基板と、前記流路形成基板上に設けられ変形可能に構成された振動膜を少なくとも一枚備える振動板と、前記振動板を変形させて前記圧力発生室内の圧力を変動させる圧力発生部材とを具備し、前記振動膜は、当該振動膜の両側表面の少なくとも前記圧力発生室に対向する部分に、内部応力が主成分領域に比べて大きい圧縮応力である圧縮応力領域を備えることを特徴とする液体噴射ヘッド。

## 【請求項 2】

前記圧縮応力領域が、前記振動膜の両側表面全体に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の液体噴射ヘッド。

10

## 【請求項 3】

前記振動膜が、二酸化シリコンで形成され、

前記圧縮応力領域が、不純物としてシリコン原子よりも原子半径の大きい材料がドーピングされることで形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液体噴射ヘッド。

## 【請求項 4】

前記不純物が、カルシウム、チタン、ゲルマニウム、ニッケル、コバルト、モリブデン、タンタル、及びタングステンからなる群から選択される少なくとも一種の材料であることを特徴とする請求項 3 に記載の液体噴射ヘッド。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載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。

20

## 【請求項 6】

基板上に設けられ変形可能に構成された振動膜を少なくとも一枚備える振動板と、前記振動板を変形させる圧力発生部材とを具備し、

前記振動膜は、当該振動膜の両側表面全体に、内部応力が主成分領域に比べて大きい圧縮応力である圧縮応力領域を備えることを特徴とするアクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ノズル開口から液体を噴射する液体噴射ヘッド、液体噴射装置及び基板上に設けられる振動膜とこの振動膜を変形させる圧力発生手段とを備えるアクチュエータに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

液体噴射ヘッドの代表的な例としては、ノズル開口からインク滴を噴射するインクジェット式記録ヘッドが挙げられる。こうしたインクジェット式記録ヘッドとしては、変形可能に構成された振動板と、この振動板を変形させる圧力発生手段とで構成されたアクチュエータを利用して、ノズル開口からインク滴を噴射させるように構成されたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 のインクジェット式記録ヘッドでは、インクが貯留された圧力発生室の一方面を振動板で構成し、圧力発生手段の一種である圧電素子でこの振動板を変形させて圧力発生室内のインクを加圧することで、圧力発生室に連通するノズル開口からのインク滴の噴射を実現している。

40

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 144594 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、上述した特許文献 1 に代表されるような従来のインクジェット式記録ヘッドでは、一般に、振動板は、圧電素子の駆動に伴う繰り返し変位による疲労等の外部要因で

50

、表面にクラックが発生してしまう可能性があり、一度表面にクラックが生じてしまうと、圧電素子の駆動に伴って変位する際に振動板自身に生じる引張応力でクラックが内部にまで伸展してしまい、破壊にまで至ってしまう虞があった。

【0005】

このような問題は、インクを噴射するインクジェット式記録ヘッドだけでなく、インク以外の液体を噴射する液体噴射ヘッドにおいても同様に存在する。また、このような問題は、基板上に設けられる振動膜とこの振動膜を変形させる圧力発生手段とを具備するアクチュエータ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、振動板の強度を向上して信頼性を向上することができる液体噴射ヘッド、液体噴射装置及びアクチュエータを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する本発明の態様は、液体を吐出するノズル開口に連通する圧力発生室が設けられた流路形成基板と、前記流路形成基板上に設けられ変形可能に構成された振動膜を少なくとも一枚備える振動板と、前記振動板を変形させて前記圧力発生室内の圧力を変動させる圧力発生部材とを具備し、前記振動膜は、当該振動膜の両側表面の少なくとも前記圧力発生室に対向する部分に、内部応力が主成分領域に比べて大きい圧縮応力である圧縮応力領域を備え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、振動膜に圧縮応力領域が設けられていることにより、何らかの外部要因で振動膜表面にクラックが生じたとしても、生じたクラックが振動膜内部にまで伸展しにくくなる。これにより、振動板の一部を構成する振動膜が破壊しにくくなるので、結果として振動板の強度及び耐久性も、従来の液体噴射ヘッドの振動板に比べて向上される。したがって、本態様によれば、信頼性の高い液体噴射ヘッドを実現することができる。

20

【0008】

ここで、前記圧縮応力領域が、前記振動膜の両側表面全体に設けられていることが好ましい。これによれば、振動膜の圧力発生室に対向していない部分においても、クラックが伸展しにくくなるので、振動膜の強度及び耐久性がさらに向上される。したがって、振動板の強度及び耐久性もさらに向上され、さらに信頼性の高い液体噴射ヘッドを実現することができる。

30

【0009】

また、前記振動膜が、二酸化シリコンで形成され、前記圧縮応力領域が、不純物としてシリコン原子よりも原子半径の大きい材料がドーブされることで形成されていることが好ましい。これによれば、二酸化シリコンで形成された振動膜に対して不純物をドーブさせた後に、不純物をドーブさせた部分に生じた構造の変化が矯正されるような熱処理工程が存在しても、不純物をドーブさせた部分に比較的大きな圧縮応力を残留させることができる。

【0010】

この場合、前記不純物が、カルシウム、チタン、ゲルマニウム、ニッケル、コバルト、モリブデン、タンタル、及びタングステンからなる群から選択される少なくとも一種の材料であることが好ましい。これによれば、二酸化シリコンで形成された膜に対して不純物をドーブさせた後に、不純物をドーブさせた部分に生じた構造の変化が矯正されるような熱処理工程が存在しても、不純物をドーブさせた部分に比較的大きな圧縮応力を残留させることができる。

40

【0011】

また、本発明の他の態様は、上述した態様の液体噴射ヘッドを備えた液体噴射装置にある。かかる態様によれば、信頼性に優れた液体噴射装置を実現できる。

【0012】

さらに、本発明の他の態様は、基板上に設けられ変形可能に構成された振動膜を少なくとも一枚備える振動板と、前記振動板を変形させる圧力発生部材とを具備し、前記振動膜

50

は、当該振動膜の両側表面全体に、内部応力が主成分領域に比べて大きい圧縮応力である圧縮応力領域を備えることを特徴とするアクチュエータにある。

かかる態様では、振動膜に圧縮応力領域が設けられていることにより、何らかの外部要因で振動膜表面にクラックが生じたとしても、生じたクラックが振動膜内部にまで伸展しにくくなる。これにより、振動板の一部を構成する振動膜が破壊しにくくなるので、結果として振動板の強度及び耐久性も、従来のアクチュエータの振動板に比べて向上される。したがって、本態様によれば、信頼性の高いアクチュエータを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を実施の形態に基づき詳細に説明する。

10

(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の平面図及び圧力発生室の長手方向の断面図である。また、図3は、図2(b)の要部拡大図である。

【0014】

流路形成基板10は、本実施形態では結晶面方位が(110)面のシリコン単結晶基板からなる。

【0015】

そして図1に示すように、流路形成基板10には、他方面側から異方性エッチングすることにより、複数の隔壁11によって区画された圧力発生室12がその幅方向(短手方向)に並設されている。また、流路形成基板10の圧力発生室12の長手方向一端部側には、インク供給路13と連通路14とが隔壁11によって区画されている。また、連通路14の一端には、各圧力発生室12の共通のインク室(液体室)となるリザーバ100の一部を構成する連通部15が形成されている。すなわち、流路形成基板10には、圧力発生室12、インク供給路13、連通路14、及び連通部15からなる液体流路が設けられている。

20

【0016】

インク供給路13は、圧力発生室12の長手方向一端部側に連通し且つ圧力発生室12より小さい断面積を有する。例えば、本実施形態では、インク供給路13は、リザーバ100と各圧力発生室12との間の圧力発生室12側の流路を幅方向に絞ることで、圧力発生室12の幅より小さい幅で形成されており、連通路14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、このように、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13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。さらに、各連通路14は、インク供給路13の圧力発生室12とは反対側に連通し、インク供給路13の幅方向(短手方向)より大きい断面積を有する。本実施形態では、連通路14を圧力発生室12と同じ断面積で形成した。

30

【0017】

すなわち、流路形成基板10には、圧力発生室12と、圧力発生室12の短手方向の断面積より小さい断面積を有するインク供給路13と、このインク供給路13に連通するとともにインク供給路13の短手方向の断面積よりも大きい断面積を有する連通路14とが複数の隔壁11により区画されて設けられている。

40

【0018】

上述のように設けられた流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12のインク供給路13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。

【0019】

そして、流路形成基板10の開口面とは反対側には、変形可能に構成された振動板50が設けられている。

50

## 【 0 0 2 0 】

振動板 5 0 は、本実施形態では、流路形成基板 1 0 に連続して設けられた弾性膜 5 1 と、弾性膜 5 1 の流路形成基板 1 0 とは反対側の面に設けられた絶縁体膜 5 2 とからなる。そして、これら弾性膜 5 1 と絶縁体膜 5 2 とが、振動膜として機能している。

## 【 0 0 2 1 】

弾性膜 5 1 は、変形可能に構成された膜状の部材である。そして、弾性膜 5 1 は、流路形成基板 1 0 に連続して設けられ、圧力発生室 1 2 の一方面を構成している。本実施形態では、弾性膜 5 1 は、流路形成基板 1 0 を熱酸化することで流路形成基板 1 0 の表面に設けられた二酸化シリコンで形成されている。また弾性膜 5 1 は、両側表面全体に圧縮応力領域 5 3 が設けられており、圧縮応力領域 5 3 以外の部分が主成分領域 5 4 となっている。

10

## 【 0 0 2 2 】

主成分領域 5 4 は、本実施形態では、弾性膜 5 1 の主成分を構成する材料で構成された部分であって、具体的には、流路形成基板 1 0 を熱酸化することで流路形成基板 1 0 の表面に設けられた二酸化シリコンで構成されている。主成分領域 5 4 の内部応力は、圧縮応力であっても、或いは引張応力であっても構わない。

## 【 0 0 2 3 】

圧縮応力領域 5 3 は、内部応力が主成分領域 5 4 の内部応力に比べて大きい圧縮応力である部分である。詳述すると、圧縮応力領域 5 3 は、主成分領域 5 4 の内部応力が圧縮応力である場合は、内部応力が、主成分領域 5 4 の内部応力よりも大きい圧縮応力となっている。また、主成分領域 5 4 の内部応力が引張応力である場合は、圧縮応力領域 5 3 の内部応力が、主成分領域 5 4 よりも大きい圧縮応力であり、且つ圧縮応力領域 5 3 と主成分領域 5 4 の応力の和が圧縮応力となっている。そして、圧縮応力領域 5 3 は、上述したように本実施形態では、弾性膜 5 1 の両側表面全体に設けられている。この圧縮応力領域 5 3 は、具体的には、流路形成基板 1 0 を熱酸化することで流路形成基板 1 0 の表面に設けられた二酸化シリコン膜に対し、弾性膜 5 1 のそれぞれの端面から所定深さまで不純物がドーピングされて形成されている。これにより、ドーピングした部分がドーピングされなかった部分よりも大きい圧縮応力を有するように構造が変化する。すなわち、本実施形態では、流路形成基板 1 0 表面に設けられた二酸化シリコン膜において、不純物がドーピングされた部分が圧縮応力領域 5 3、ドーピングされなかった部分が主成分領域 5 4 となっている。ドーピングする不純物としては、本実施形態では、シリコン原子よりも原子半径の大きい材料であるカルシウムが用いられている。詳しくは後述するが、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドを作製する場合は、二酸化シリコンで形成された弾性膜 5 1 に対して不純物をドーピングさせた後に、不純物をドーピングさせた部分に生じた構造の変化が矯正されるような熱処理工程が存在するからである。

20

30

## 【 0 0 2 4 】

上述したように構成された弾性膜 5 1 では、表面の圧縮応力領域 5 3 部分に何らかの外要因でクラックが生じたとしても、従来の圧縮応力領域 5 3 が存在していない弾性膜 5 1 よりもクラックが伸展しにくくなる。弾性膜 5 1 の変形時に弾性膜 5 1 自身に生じる引張応力が、圧縮応力領域 5 3 で相殺されるからである。

40

## 【 0 0 2 5 】

そして、このように構成された弾性膜 5 1 上には、酸化ジルコニウム ( $ZrO_2$ ) 等からなる絶縁体膜 5 2 が、積層形成されている。この絶縁体膜 5 2 が、上述した弾性膜 5 1 と共に、振動板 5 0 を構成している。

## 【 0 0 2 6 】

そして、絶縁体膜 5 2 上には、例えば白金 (Pt) やイリジウム (Ir) 等からなる下電極膜 6 0 と、圧電材料の一例であるチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 等からなる圧電体層 7 0 と、例えば白金 (Pt) やイリジウム (Ir) 等からなる上電極膜 8 0 とが積層形成されて、弾性膜 5 1 を変形させて圧力発生室 1 2 内に圧力を付与する圧力発生手段である圧電素子 3 0 0 を構成している。ここでは、圧電素子 3 0 0 と当該圧電素子 3 0 0 の駆

50

動により変位が生じる振動板 50 とを合わせてアクチュエータと称する。

【0027】

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、図 1、図 2 に示すように、下電極膜 60 を複数の圧力発生室 12 に対向する領域に亘って連続して設けることで、複数の圧電素子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 及び圧電体層 70 を各圧電素子 300 毎に切り分けることで、上電極膜 80 を各圧電素子 300 の個別電極としている。

【0028】

また、圧電素子 300 の個別電極である各上電極膜 80 には、インク供給路側の端部近傍から引き出され、絶縁体膜 52 上まで延設される、例えば、金 (Au) 等からなるリード電極 90 が接続されている。

10

【0029】

このような圧電素子 300 が形成された流路形成基板 10 上、すなわち下電極膜 60、弾性膜 51 及びリード電極 90 上には、リザーバ 100 の少なくとも一部を構成するリザーバ部 31 を有する保護基板 30 が接着剤 35 によって接合されている。リザーバ部 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 15 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 100 を構成している。また、流路形成基板 10 の連通部 15 を圧力発生室 12 毎に複数に分割して、リザーバ部 31 のみをリザーバとして

20

【0030】

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。

【0031】

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。

30

【0032】

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。

【0033】

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等の導電性ワイヤからなる接続配線 121 を介して電氣的に接続されている。

40

【0034】

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 (例えば、ポリフェニレンサルファイド (PPS) フィルム) からなり、この封止膜 41 によってリザーバ部 31 の一方面が封止されている。また、固定板 42 は、金属等の硬質の材料 (例えば、ステンレス鋼 (SUS) 等) で形成される。この固定板 42 のリザーバ 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 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。

50

## 【 0 0 3 5 】

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、図示しない外部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下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、圧電素子300で、振動板50を撓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。

## 【 0 0 3 6 】

上述したような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、例えば、図4～図7に示すような手順で作製することができる。なお、図4～図7は、流路形成基板用ウェハの圧力発生室の長手方向の断面図である。

10

## 【 0 0 3 7 】

まず、図4(a)に示すように、シリコンウェハである流路形成基板用ウェハ110の表面に、酸化膜である数 $\mu\text{m}$ の厚さの二酸化シリコン膜55を形成する。二酸化シリコン膜55の形成方法は、特に限定されないが、例えば、流路形成基板用ウェハ110を拡散炉等で熱酸化することにより比較的容易に形成することができる。本実施形態でも、流路形成基板用ウェハ110を熱酸化することで二酸化シリコン膜55を形成した。

## 【 0 0 3 8 】

次に、図4(b)に示すように、二酸化シリコン膜55に、圧縮応力領域53を形成する。この圧縮応力領域53は、本実施形態では、イオン注入法で、二酸化シリコン膜55に対してカルシウムをドーピングすることで形成した。なお、イオン注入法は、半導体に対して不純物をドーピングの際に広く行われている方法であって、ドーピングする不純物に付与する加速エネルギーを変化させることで注入深さを変化させることができる。また、その注入深さは、一般に $\text{nm}$ オーダー～数 $\mu\text{m}$ オーダーである。本実施形態では二酸化シリコン膜55が数 $\mu\text{m}$ の厚さである。したがって、二酸化シリコン膜55の表面側から、二酸化シリコン膜55の両面全体にそれぞれカルシウムをドーピングした。この工程により、二酸化シリコン膜55の、カルシウムがドーピングされた部分が圧縮応力領域53となり、カルシウムがドーピングされない部分が主成分領域54となる。すなわち、この工程により弾性膜51が形成される。もちろん、カルシウム以外の元素をイオン注入してもよい。

20

## 【 0 0 3 9 】

次に、図4(c)に示すように、この弾性膜51上に、例えば、酸化ジルコニウムからなる絶縁体膜52を形成する。具体的には、弾性膜51上に、例えば、スパッタ法等によりジルコニウム(Zr)層を形成後、このジルコニウム層を、例えば、500～1200の拡散炉で熱酸化することにより酸化ジルコニウム( $\text{ZrO}_2$ )からなる絶縁体膜52を形成する。

30

## 【 0 0 4 0 】

次に、図5(a)に示すように、例えば、白金とイリジウムとを絶縁体膜52上に積層することにより下電極膜60を形成した後、この下電極膜60を所定形状にパターニングする。

## 【 0 0 4 1 】

そして、図5(b)に示すように、例えば、チタン酸ジルコニウム酸鉛(PZT)等からなる圧電体層70と、例えば、イリジウムからなる上電極膜80とを流路形成基板用ウェハ110の全面に形成し、図5(c)に示すように、これら圧電体層70及び上電極膜80を、各圧力発生室12に対向する領域にパターニングして圧電素子300を形成する。なお、圧電体層70の形成方法は、特に限定されないが、例えば、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、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、いわゆるゾル-ゲル法を用いて圧電体層70を形成した。

40

## 【 0 0 4 2 】

ここで、上述した絶縁体膜52を形成する工程、及び圧電体層70を形成する工程では

50

、比較的高い熱が弾性膜 5 1 に加えられる。したがって、これらの工程の際には、二酸化シリコン膜 5 5 の、不純物をドーブさせた部分に生じた構造の変化が矯正され、構造の変化に伴って生じていた圧縮応力が減少する。しかしながら、不純物がシリコン原子よりも原子半径の大きいカルシウムであるので、二酸化シリコン膜 5 5 の、カルシウムをドーブさせた部分における構造の変化は多少矯正されるものの、その矯正の度合いは比較的小さい。これにより、二酸化シリコン膜 5 5 の、カルシウムをドーブさせた部分に生じた圧縮応力の減少量は比較的小さく、二酸化シリコン膜 5 5 の、カルシウムをドーブさせた部分に残留する圧縮応力が比較的大きくなる。したがって、二酸化シリコン膜 5 5 の、カルシウムをドーブさせた部分は、圧縮応力領域 5 3 として良好に機能する。

【 0 0 4 3 】

次に、図 6 ( a ) に示すように、例えば、金 ( A u ) 等の金属層 9 1 からなるリード電極 9 0 を形成する。すなわち、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 の全面に亘って金属層 9 1 を形成すると共に、この金属層 9 1 を各圧電素子 3 0 0 毎にパターンニングすることによってリード電極 9 0 を形成する。

【 0 0 4 4 】

次に、図 6 ( b ) に示すように、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 の圧電素子 3 0 0 側に、シリコンウェハである保護基板用ウェハ 1 3 0 を接着剤 3 5 によって接合する。なお、この保護基板用ウェハ 1 3 0 には、圧電素子保持部 3 2 、リザーバ部 3 1 及び貫通孔 3 3 が予め形成されている。

【 0 0 4 5 】

次に、図 6 ( c ) に示すように、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 の保護基板用ウェハ 1 3 0 とは反対側を加工して、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 を所定の厚みとする。

【 0 0 4 6 】

次に、図 7 ( a ) に示すように、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 の表面に、圧力発生室 1 2 等のインク流路を形成する際のマスクとなる所定パターンの保護膜 5 6 を形成し、図 7 ( b ) に示すように、この保護膜 5 6 をマスクとして流路形成基板用ウェハ 1 1 0 を異方性エッチング ( ウェットエッチング ) することにより、圧力発生室 1 2 、インク供給路 1 3 、連通路 1 4 及び連通部 1 5 を形成する。

【 0 0 4 7 】

その後は、図示は省略するが、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 及び保護基板用ウェハ 1 3 0 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 1 1 0 の保護基板用ウェハ 1 3 0 とは反対側の面にノズル開口 2 1 が穿設されたノズルプレート 2 0 を接合すると共に、保護基板用ウェハ 1 3 0 にコンプライアンス基板 4 0 を接合し、流路形成基板用ウェハ 1 1 0 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 1 0 等に分割する。上述したような手順を踏むことで、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは作製できる。

【 0 0 4 8 】

本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、弾性膜 5 1 表面に、圧縮応力領域 5 3 が設けられているので、何らかの外部要因で弾性膜 5 1 表面にクラックが生じたとしても、従来よりも、生じたクラックが弾性膜 5 1 の内部にまで伸展しにくくなる。クラックが伸展する原因が、弾性膜 5 1 の変形時に弾性膜 5 1 自身に生じる引張応力であり、本実施形態では、その引張応力が圧縮応力領域 5 3 の内部応力である程度相殺されるからである。これにより、振動板 5 0 の一部を構成する振動膜が破壊しにくくなるので、結果として振動板 5 0 の強度及び耐久性も、従来のインクジェット式記録ヘッドの振動板に比べて向上される。したがって、本実施形態によれば、信頼性の高いインクジェット式記録ヘッドを実現することができる。そればかりでなく、本実施形態では、圧縮応力領域 5 3 が、弾性膜 5 1 の両側表面全体に設けられているので、弾性膜 5 1 の圧力発生室 1 2 に対向していない部分においてもクラックが伸展しにくくなり、弾性膜 5 1 の破壊がさらに確実に抑制される。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

なお、こうした圧縮応力領域 5 3 による振動膜の破壊の抑制は、圧縮応力領域 5 3 が振動膜内に一体的に存在していないと達成されない。例えば、振動膜である弾性膜 5 1 の上に内部応力が圧縮応力である膜を配設しても、弾性膜 5 1 自身の破壊強度は向上されない。本実施形態では、弾性膜 5 1 の両側表面に圧縮応力領域 5 3 が存在するので、弾性膜 5 1 が従来よりも破壊しにくくなっている。

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態では、弾性膜 5 1 が二酸化シリコンで形成され、圧縮応力領域 5 3 は、不純物としてシリコン原子よりも原子半径の大きい材料であるカルシウムがドーブされることで形成されている。これにより、二酸化シリコンで形成された弾性膜 5 1 に対してカルシウムをドーブさせた後に、ドーブさせた部分の構造の変化が矯正されるような熱処理工程が存在する本実施形態のインクジェット式記録ヘッドにおいても、カルシウムをドーブさせた部分に、圧縮応力領域 5 3 として良好に機能する程度の比較的大きな圧縮応力を残留させることができる。

10

【 0 0 5 1 】

以上、本実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドについて説明したが、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、上述した説明に限定されるものではない。

【 0 0 5 2 】

例えば、本実施形態では、圧縮応力領域 5 3 を形成するために母材にドーブした不純物はカルシウムであった。しかしながら、シリコン原子よりも大きい原子半径を有する材料であれば、ドーブする不純物はカルシウムに限定されるものではない。例えば、チタン、ゲルマニウム、ニッケル、コバルト、モリブデン、タンタル、又はタンゲステン等でもよい。

20

【 0 0 5 3 】

( 実施形態 2 )

図 8 は、本発明の実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室の長手方向の断面図と、圧力発生室の幅方向の断面図である。下記に示すように本実施形態は、振動膜部分の変形例である。また、本実施形態では、実施形態 1 と同一の部材には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

図示するように、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、圧縮応力領域 5 3 A が、弾性膜 5 1 A の両側表面の圧力発生室 1 2 に対向した位置にのみ設けられている。すなわち、弾性膜 5 1 A において最も変形する部分である圧力発生室 1 2 に対向する部分のみに、圧縮応力領域 5 3 A が形成されている。なお、弾性膜 5 1 A の圧縮応力領域 5 3 以外の部分が主成分領域 5 4 A となっている。また、本実施形態の圧縮応力領域 5 3 A は、実施形態 1 と同様に、流路形成基板 1 0 を熱酸化させて形成した二酸化シリコン膜に対して、シリコン原子よりも原子半径の大きいカルシウムを不純物としてドーブすることで形成されている。

30

【 0 0 5 5 】

本実施形態のように、弾性膜 5 1 A 圧力発生室 1 2 に対向する部分のみに圧縮応力領域 5 3 A が設けられている構成であっても、何らかの外部要因で弾性膜 5 1 A 表面にクラックが生じた場合、従来よりも、生じたクラックが弾性膜 5 1 A の内部にまで伸展しにくくなる。これにより、振動板 5 0 A の一部を構成する振動膜が破壊しにくくなるので、結果として振動板 5 0 A の強度及び耐久性も、従来のインクジェット式記録ヘッドの振動板に比べて向上される。したがって、本実施形態によれば、信頼性の高いインクジェット式記録ヘッドを実現することができる。

40

【 0 0 5 6 】

以上、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドについて説明したが、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドは上述の説明に限定されるものではない。

【 0 0 5 7 】

例えば、本実施形態の圧縮応力領域 5 3 A は、実施形態 1 と同様に、流路形成基板 1 0

50

を熱酸化させて形成した二酸化シリコン膜に対して、不純物として、シリコン原子よりも原子半径の大きい材料であるカルシウムをドーピングすることで構成した。しかしながら、本実施形態の構成では、二酸化シリコン膜にドーピングする不純物は、カルシウムでなくても、またシリコン原子よりも原子半径の大きい材料でなくてもよい場合が存在する。具体的には、実施形態1で説明した作製手順において、イオン注入法で圧縮応力領域53Aを形成する工程を、圧力発生室12を形成した後に、圧力発生室12側から行う場合は、ドーピングする不純物はカルシウムでなくても、またシリコン原子よりも原子半径の大きい材料でなくても構わない。これは、不純物をドーピングさせた後に、不純物をドーピングさせた部分に生じた構造の変化が矯正されるような熱が加えられる工程が存在しないので、不純物がドーピングされた際に不純物をドーピングさせた部分に圧縮応力領域53Aとして良好に機能する程度の圧縮応力がそのまま残留するからである。したがって、本実施形態の構成において、イオン注入法で圧縮応力領域53Aを形成する工程を、圧力発生室12を形成した後に、圧力発生室12側から行う場合には、二酸化シリコン膜にドーピングする不純物は、カルシウムでなくても、またシリコン原子よりも原子半径の大きい材料でなくても構わない。

10

**【0058】**

(他の実施形態)

以上、本発明の各実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。

**【0059】**

例えば、上述した実施形態では、振動板50, 50Aを構成する振動膜である弾性膜51, 51A及び絶縁体膜52のうち、弾性膜51, 51Aに圧縮応力領域53, 53Aが設けられている例を示した。しかしながら、圧縮応力領域53, 53Aは、絶縁体膜52に設けられていてもよい。また、弾性膜51, 51A及び絶縁体膜52の両方に、圧縮応力領域53, 53Aが形成されていてもよい。

20

**【0060】**

また、上述した実施形態では、振動板50, 50Aを構成する振動膜が2枚である例を示したが、勿論、3枚以上であっても構わない。

**【0061】**

また、上述した実施形態の弾性膜51の主成分を構成する材料は、二酸化シリコンであったが、酸化アルミニウムであってもよい。この場合は、スパッタリング法などで、流路形成基板10上に酸化アルミニウムを付着させてアルミナ膜を作製する。そして、このアルミナ膜に対して、イオン注入法で不純物をドーピングすることで圧縮応力領域53, 53Aを形成する。このように作製したアルミナを主成分とする膜が、弾性膜51, 51Aであるような構成であってもよい。

30

**【0062】**

また、上述した実施形態では、イオン注入法により、二酸化シリコン膜に対してカルシウムをドーピングすることで、圧縮応力領域53, 53Aを形成する例を示した。しかしながら、イオン注入法はあくまでも二酸化シリコン膜に不純物をドーピングする方法の一例である。すなわち、ドーピングさせる方法は特に限定されず、例えば熱拡散などで不純物をドーピングさせてもよい。

40

**【0063】**

また、上述した実施形態では、イオン注入法で圧縮応力領域53, 53Aを形成する例を示したが、圧縮応力領域53, 53Aを形成する方法はこれに限定されるものではない。ドライエッチングなどで、内部応力が圧縮応力となるように部材の表面を改質することで圧縮応力領域53, 53Aを形成してもよい。なお、ドライエッチングで圧縮応力領域53, 53Aを形成する場合、弾性膜51, 51Aの流路形成基板10側の圧縮応力領域53, 53Aは、圧力発生室12を形成した後に、圧力発生室12側からドライエッチングして形成すればよい。

**【0064】**

また、上述した実施形態では、弾性膜51, 51Aを撓み変形させる圧力発生手段とし

50

て、薄膜型の圧電素子 300 を例示したが、圧力発生手段はこれに限定されるものではない。圧力発生手段は、例えば、グリーンシートを貼付する等の方法により形成される厚膜型の圧電素子や、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等であってもよい。また、圧力発生手段は、静電気力を利用するタイプのものであってもよい。

【0065】

上記で説明したようなアクチュエータを具備した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9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。

10

【0066】

図9に示すように、インクジェット式記録ヘッド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。

【0067】

そして、駆動モータ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3に沿ってプラテン8が設けられている。このプラテン8は図示しない紙送りモータの駆動力により回転できるようになっており、給紙ローラ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。

20

【0068】

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。さらに、本発明は、このような液体噴射ヘッドに搭載されるアクチュエータ装置だけでなく、あらゆる装置に搭載されるアクチュエータ装置に適用することができる。例えば、アクチュエータ装置は、上述したヘッドの他に、センサー等にも適用することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図3】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの要部拡大図である。

40

【図4】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図5】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図6】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図7】実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図8】実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図9】一実施形態に係る記録装置を示す概略図である。

【符号の説明】

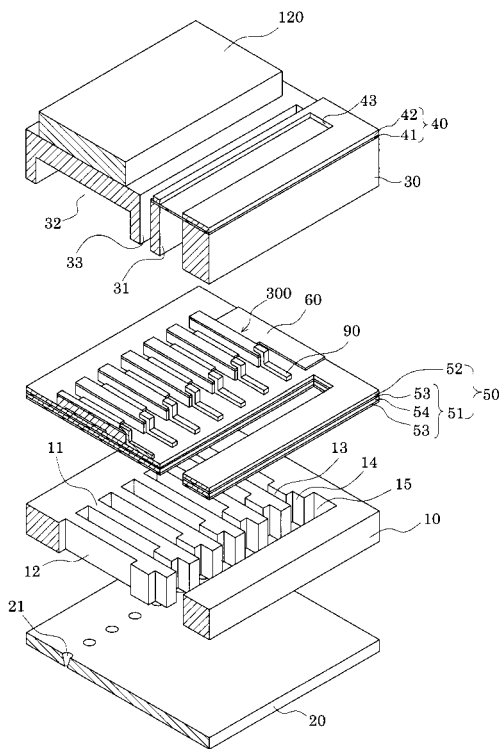
【0070】

10 流路形成基板， 11 隔壁， 12 圧力発生室， 13 インク供給路，  
14 連通路， 15 連通部， 20 ノズルプレート， 21 ノズル開口， 30

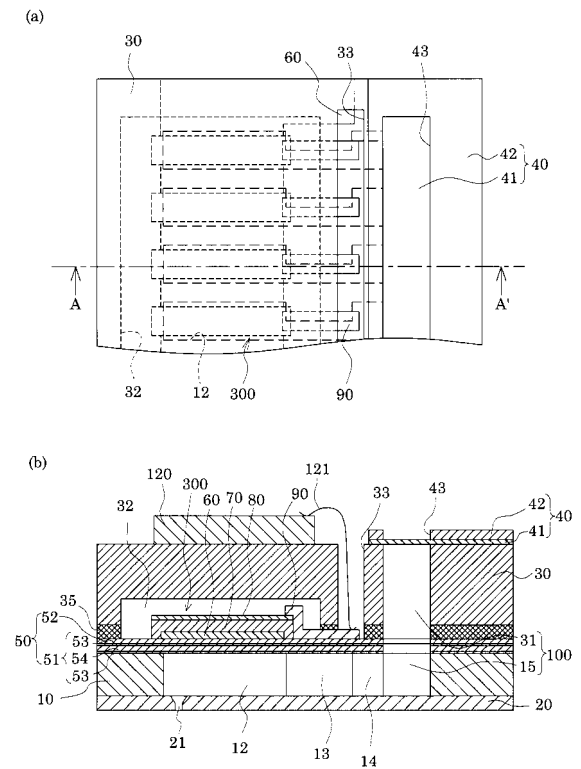
50

保護基板, 31 リザーバ部, 32 圧電素子保持部, 33 貫通孔, 35 接着剤, 40 コンプライアンス基板, 41 封止膜, 42 固定板, 43 開口部, 50, 50A 振動板, 51, 51A 弾性膜, 52 絶縁体膜, 53, 53A 圧縮応力領域, 54, 54A 主成分領域, 55 二酸化シリコン膜, 56 保護膜, 60 下電極膜, 70 圧電体層, 80 上電極膜, 90 リード電極, 100 リザーバ, 120 駆動回路, 121 接続配線, 300 圧電素子

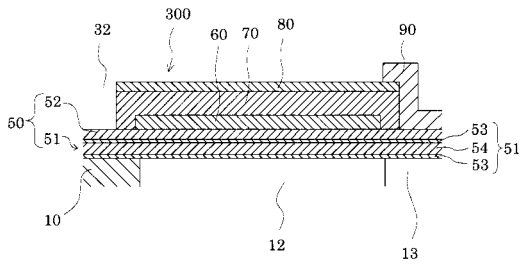
【図1】



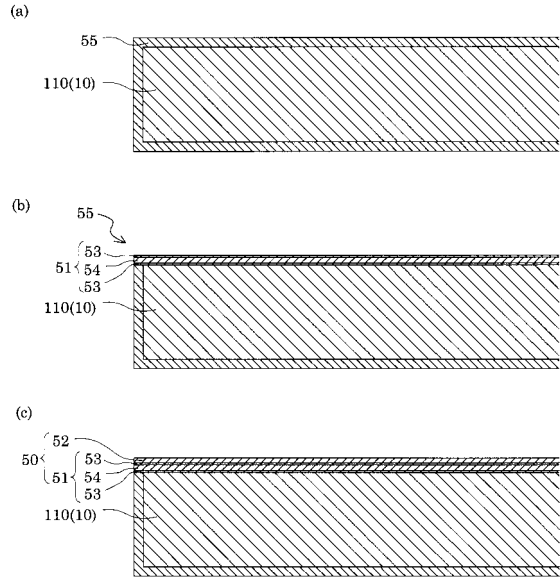
【図2】



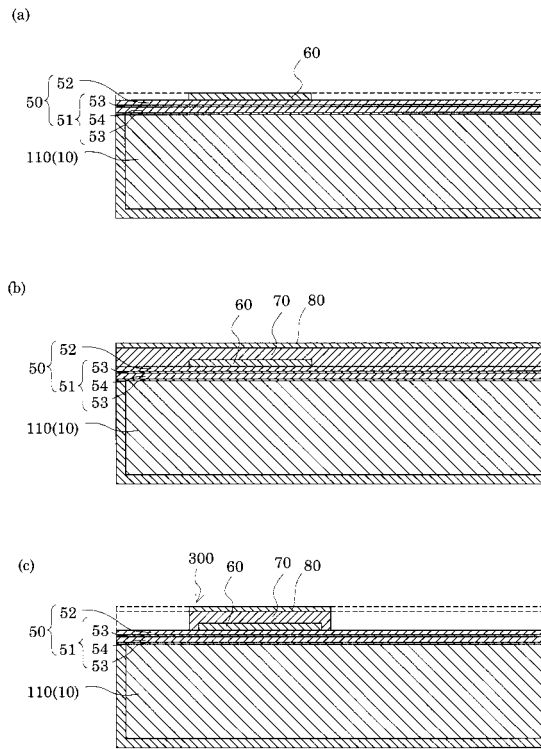
【 図 3 】



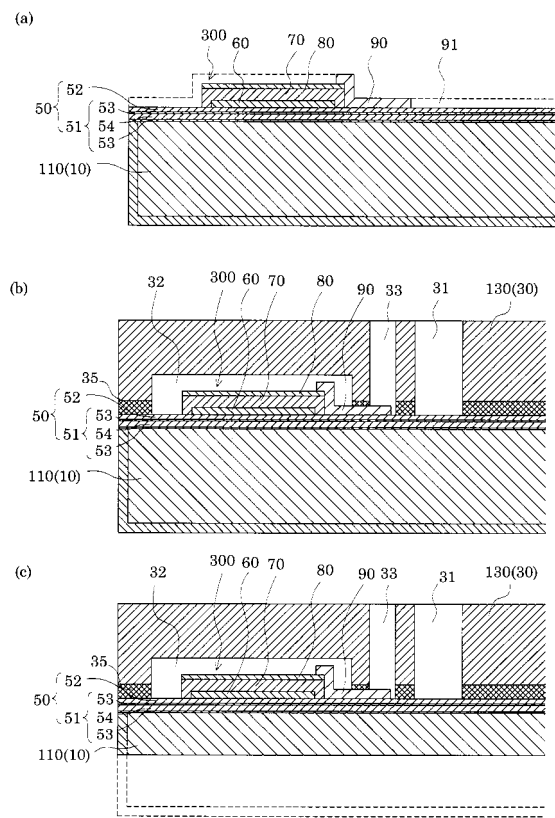
【 図 4 】



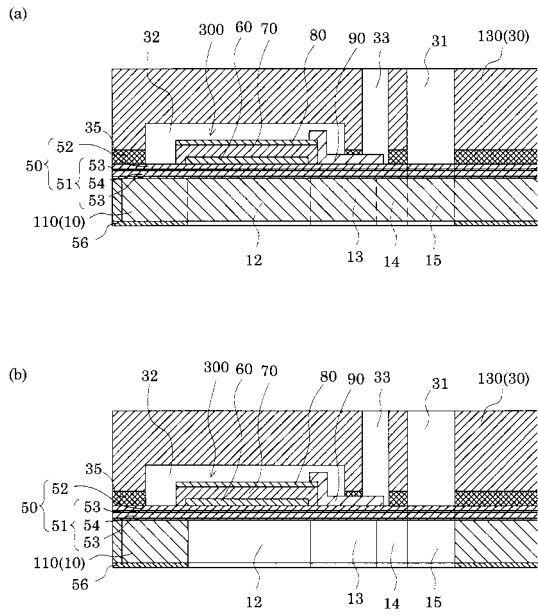
【 図 5 】



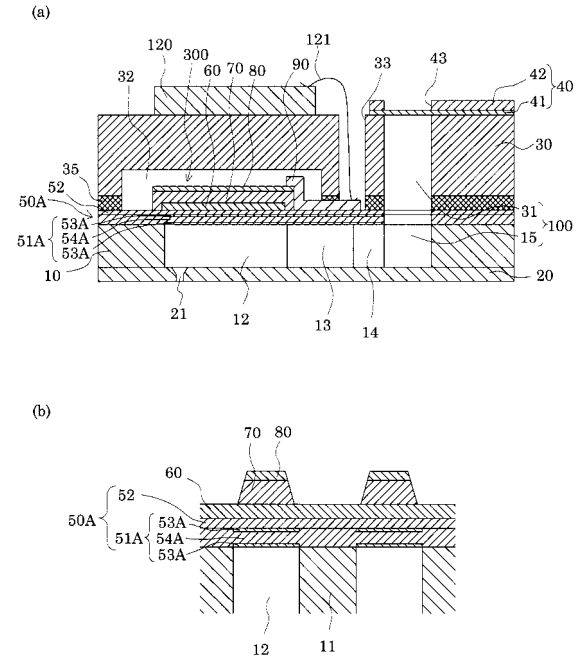
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

