



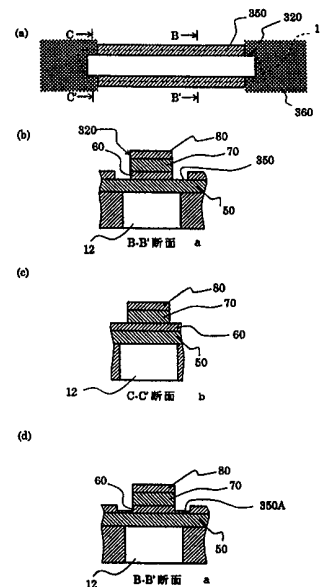
(51) 国際特許分類6 B41J 2/045	A1	(11) 国際公開番号 WO99/04976 (43) 国際公開日 1999年2月4日(04.02.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/03297 (22) 国際出願日 1998年7月23日(23.07.98) (30) 優先権データ 特願平9/200652 1997年7月25日(25.07.97) JP 特願平9/255522 1997年9月19日(19.09.97) JP 特願平9/324822 1997年11月26日(26.11.97) JP 特願平9/324821 1997年11月26日(26.11.97) JP 特願平10/11406 1998年1月23日(23.01.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒160-0023 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 酒井真理(SAKAI, Shinri)[JP/JP] 宮田佳直(MIYATA, Yoshinao)[JP/JP] 高橋哲司(TAKAHASHI, Tetsushi)[JP/JP] 〒392-0001 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)		(74) 代理人 弁理士 栗原浩之(KURIHARA, Hiroyuki) 〒105-0013 東京都渋谷区恵比寿一丁目5番2号 こうげつビル5階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

(54) 発明の名称 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

(57) Abstract

An ink jet recording head and an ink jet recorder which are capable of preventing the occurrence of separation of and cracks in an end portion of an active section of a piezoelectric body. Specifically an ink jet recording head having a diaphragm constituting a part of a pressure generating chamber (12) communicating with an opening of a nozzle, a piezoelectric element (300) formed on the diaphragm, and an active section (320), which is provided in a region opposed to the pressure generating chamber (12) of the piezoelectric element (300), wherein the recording head is further provided with a vibration restriction portion for partially restricting at least a part of vibration of the part of the diaphragm which is in the vicinity of a boundary between the diaphragm and a circumferential wall of the pressure generating chamber (12).



a ... Sectional view taken along the line B-B' in Fig. 6a

b ... Sectional view taken along the line C-C' in Fig. 6a

(57)要約

圧電体能動部の端部の剥がれおよび割れ等を防止することができるインクジェット式記録ヘッドおよびインクジェット式記録装置に関する。

ノズル開口に連通する圧力発生室（１２）の一部を構成する振動板と当該振動板上に形成された圧電素子（３００）を備え、圧力発生室（１２）に対向する領域に圧電素子（３００）の圧電体能動部（３２０）を具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、圧力発生室（１２）の周壁との境界近傍の振動板の少なくとも一部の振動を部分的に規制する振動規制部を設ける。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	ML	マリ	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボアール	IS	アイスランド	NL	オランダ	ZW	ジンバブエ
CM	カメルーン	IT	イタリア	NO	ノルウェー		
CN	中国	JP	日本	NZ	ニュージーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KR	韓国	RU	ロシア		
DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン		
ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		

明 細 書

インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

技術分野

- 本発明は、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に振動
5 板を介して圧電素子を形成して、当該圧電素子の変位によりインク滴を吐出させる
インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

背景技術

- 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、
10 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
からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向
に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ
振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

- 前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変
15 化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧
電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な
工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要
となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

- これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて
20 て貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付
けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要
となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

- 一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公
報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料
25 層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状
に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案さ
れている。

これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ
法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりで

なく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

また、この場合、圧電材料層は振動板の表面全体に設けたままで少なくとも上電極のみを各圧力発生室毎に設けることにより、各圧力発生室に対応する圧電素子を駆動することができるが、単位駆動電圧当たりの変位量および圧力発生室に
5 対向する部分とその外部とを跨ぐ部分で圧電体層へかかる応力の問題から、圧電素子を構成する圧電体層および上電極を、少なくとも一端部以外は圧力発生室外まで連続的に延設しないように形成するのが望ましい。しかしながら、かかる構造では、特に境界を横切る圧電体層にクラックが発生し易いという問題がある。

また、圧電素子の実質的な駆動部を周壁から離して各圧力発生室に対応して設けた場合、一般には、各圧力発生室に対応する圧電素子を絶縁体層で覆い、この
10 絶縁体層に各圧電素子を駆動するための電圧を供給するリード電極との接続部を形成するための窓（以下、コンタクトホールという）を各圧力発生室に対応して設け、各圧電素子とリード電極との接続部をコンタクトホール内に形成するようにする構造が提案されている。しかしながら、この構造では、コンタクトホール
15 近傍に応力が集中して、破壊等が生じやすいという問題がある。

ところで、上述したようなインクジェット式記録ヘッドにおいては、圧電素子の駆動による振動板の変位効率を向上するために、圧電素子の両側に対応する部分の振動板を薄くする構造が提案されている。しかしながら、このように変位を大きくとるようにすると、上述した問題が助長される。さらに、振動板の圧力発生室の周壁近傍、あるいはコンタクトホール近傍にクラック等の破壊が生じ易い
20 という問題もある。

また、これらの問題は、特に、圧電材料層を成膜技術で形成した場合に生じやすい。なぜなら、成膜技術で形成した圧電材料層は非常に薄いため、圧電素子を貼付したものに比較して剛性が低いためである。

25 本発明はこのような事情に鑑み、圧電素子の圧力発生室の周壁近傍での剥がれ及び割れ等並びに振動板の割れ等を防止し、耐久性を確保することができるインクジェット式記録ヘッドおよびインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

発明の開示

前記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成する振動板と、該振動板上に形成された圧電素子とを備え、前記圧力発生室に対向する領域に前記圧電素子の圧電体能動部を具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記振動板の少なくとも一部の振動を部分的に規制する振動規制部を前記圧力発生室の周壁との境界近傍に設けたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第1の態様では、振動規制部により、全体の排除体積を極端に低下させることなく、割れ等の発生し易い部分の近傍の振動板の振動が部分的に規制され、割れ及び剥がれが防止される。

本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記振動板が、少なくとも前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った部分に、当該圧電体能動部に対応する部分の厚さより薄い薄肉部を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第2の態様では、薄肉部により変位量の増大による割れ等の発生が振動規制部により防止される。

本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の端部の長手方向外側及び両側に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第3の態様では、圧電体能動部の端部の振動が規制され、端部での割れおよび剥がれが防止される。

本発明の第4の態様は、第2の態様において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の端部の長手方向外側に設けられ、当該振動規制部の両側の前記振動板は前記薄肉部となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第4の態様では、圧電体能動部の端部の振動が規制され、端部での割れおよび剥がれが防止される。

本発明の第5の態様は、第1又は2の態様において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の幅方向両側の一部に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第5の態様では、圧電体能動部の中央部の一部で振動が規制され、端部での割れおよび剥がれが防止される。

本発明の第6の態様は、第2～5の何れかの態様において、前記振動規制部は、前記振動板の厚さが前記薄肉部より厚い厚肉部であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第6の態様では、部分的な厚肉部を設けることで圧電アクチュエータの振動が部分的に規制される。

本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記振動規制部は、当該振動規制部の振動を規制する他の層を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第7の態様では、部分的に他の層を設けることで圧電アクチュエータの振動が部分的に規制される。

本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記振動規制部は、前記振動板上に不活性な圧電体層を有する不活性部を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第8の態様では、部分的に不活性な圧電体層を設けることで圧電素子の振動が部分的に規制される。

本発明の第9の態様は、第8の態様において、前記不活性部は、前記圧電素子を構成する圧電体層上の上電極を除去した部分又は圧電体層上に絶縁層を介して上電極が設けられた部分であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第9の態様では、上電極を除去するか上電極を絶縁層を介して設けることで圧電アクチュエータの振動が部分的に規制される。

本発明の第10の態様は、第1の態様において、前記振動規制部が、前記圧力発生室とその周壁との境界の内縁部の少なくとも一部に設けられて、その全体膜厚が前記圧電体能動部の周囲の全体膜厚より厚い厚膜部であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第10の態様では、厚膜部により、振動板の破壊等が防止され、変位効率の向上と信頼性の向上とを両立したインクジェット式記録ヘッドが実現される。

本発明の第 1 1 の態様は、第 1 0 の態様において、前記厚膜部が、前記圧電体
能動部の幅方向両側に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘ
ッドにある。

かかる第 1 1 の態様では、厚膜部により、振動板両側の腕部の強度が向上され
5 る。

本発明の第 1 2 の態様は、第 1 0 又は 1 1 の態様において、前記圧力発生室の
隅部に設けられた前記厚膜部の内縁が曲線状となっていることを特徴とするイン
クジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 1 2 の態様では、厚膜部の内縁の角部をなくしたことにより、当該内
10 縁近傍での振動板のクラック等の発生が抑えられる。

本発明の第 1 3 の態様は、第 1 0 ～ 1 2 の何れかの態様において、前記厚膜部
は、前記振動板、前記圧電体層及び前記上電極からなることを特徴とするインク
ジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 1 3 の態様では、振動板、圧電体層及び上電極により、振動板の強度
15 が向上される。

本発明の第 1 4 の態様は、第 1 0 ～ 1 2 の何れかの態様において、前記厚膜部
は、前記振動板及び他の層からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッ
ドある。

かかる第 1 4 の態様では、振動板及び他の層により、振動板の強度が向上され
20 る。

本発明の第 1 5 の態様は、第 1 0 ～ 1 2 の何れかの態様において、前記厚膜部
は、前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 1 5 の態様では、腕部を薄くする構造において、周壁との境界の内側
を薄くしないことで、耐久性が向上される。

25 本発明の第 1 6 の態様は、第 1 0 ～ 1 4 の何れかの態様において、前記圧電体
能動部の周囲は、実質的に前記振動板からなることを特徴とするインクジェット
式記録ヘッドにある。

かかる第 1 6 の態様では、腕部を振動板のみとし、周壁との境界の内側をそれ
より厚膜とすることにより、振動板の耐久性が向上される。

本発明の第 17 の態様は、第 10～15 の何れかの態様において、前記圧電体
能動部の周囲は、実質的に前記振動板の膜厚を相対的に薄くしたものであること
を特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 17 の態様では、腕部の振動板を薄くすることにより、圧電体能動部
5 の変位効率が向上されるが、周壁との境界部の内側は、厚膜部により破壊が防止
される。

本発明の第 18 の態様は、第 17 の態様において、前記振動板は、弾性膜と下
電極とからなり、前記圧電体能動部の周囲は、前記弾性膜のみからなることを特
徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

10 かかる第 18 の態様では、腕部を弾性膜のみとすることにより、圧電体能動部
の変位効率が向上され、一方、周壁との境界部の内側は、少なくとも下電極を残
すことにより、耐久性が向上される。

本発明の第 19 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記振動規制部は、前
記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った腕部の一部に設け
15 られ、当該腕部の膜厚が徐々に変化することにより前記振動板の振動を規制する
ことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 19 の態様では、膜厚が漸大する振動規制部により、この振動規制部
に近いほど腕部の変位が規制され、当該振動規制部近傍での破壊が防止される。

本発明の第 20 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記振動規制部は、前
20 記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った腕部の一部に設け
られ、当該腕部の幅が徐々に変化することにより前記振動板の振動を規制するこ
とを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 20 の態様では、幅が漸小する振動規制部により、この振動規制部に
近いほど腕部の変位が規制され、当該振動規制部近傍での破壊が防止される。

25 本発明の第 21 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記振動規制部は、前
記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った腕部の一部に設け
られ、当該腕部の膜厚が徐々に変化すると共に幅が徐々に変化することにより前
記振動板の振動を規制することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第 21 の態様では、膜厚が漸大すると共に幅が漸小する振動規制部によ

り圧力発生室の端部ほど腕部の変位が規制され、当該圧力発生室の端部近傍での破壊が防止される。

本発明の第22の態様は、第20又は21の態様において、前記腕部の幅は、前記圧電体能動部の幅方向端部から、当該圧電体能動部に隣接する圧電体能動部
5 の間に設けられ且つ当該腕部より膜厚が大きい厚膜部までの距離であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第22の態様では、圧電体能動部と厚膜部との幅を変化させることにより振動規制部の幅を変化させることができる。

本発明の第23の態様は、第19～22の何れかの態様において、前記振動板
10 が弾性膜及び当該弾性膜上に設けられた下電極からなり、前記腕部が本質的に前記弾性膜及び前記下電極からなり、且つ前記振動規制部の膜厚の変化は前記圧電体層の膜厚の変化であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第23の態様では、圧電体膜の膜厚を漸大させることにより、端部ほど変位が規制される振動規制部が形成される。

15 本発明の第24の態様は、第19～23の何れかの態様において、前記振動板が前記弾性膜及び当該弾性膜上に設けられた下電極からなり、前記腕部が本質的に当該弾性膜のみからなり、且つ前記振動規制部はさらに前記下電極を有し、当該振動規制部の膜厚の変化は前記下電極の膜厚の変化であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

20 かかる第24の態様では、下電極の膜厚を漸大させることにより、端部ほど変位が規制される振動規制部が形成される。

本発明の第25の態様は、第1～24の何れかの態様において、前記圧電体能動部を構成する圧電体層及び上電極が当該圧電体能動部の長手方向端部から前記圧力発生室の周壁に対向する領域まで連続的に設けられて連結部を構成し、前記
25 振動規制部は、前記圧力発生室の少なくとも前記連結部近傍に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第25の態様では、振動規制部により、連結部近傍の変位が規制され、連結部近傍での破壊が防止される。

本発明の第26の態様は、第25の態様において、前記連結部が前記圧力発生

室の長手方向端部に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第26の態様では、振動規制部により、圧力発生室の長手方向端部近傍の破壊が防止される。

- 5 本発明の第27の態様は、第1～25の何れかの態様において、前記圧電体能動部が前記圧力発生室に対向する領域内にその周壁から離れて設けられ且つ当該前記圧力発生室に対向する領域内に当該圧電体能動部へ電圧を印加するためのリード電極と当該圧電体能動部との接続部となるコンタクト部を有し、前記振動規制部は、前記圧力発生室の少なくとも前記コンタクト部近傍に設けられていること
10 とを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第27の態様では、振動規制部により、コンタクト部近傍の破壊が防止される。

- 本発明の第28の態様は、第27の態様において、前記コンタクト部は、前記圧力発生室の長手方向端部近傍に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。
15 ト式記録ヘッドにある。

かかる第28の態様では、振動規制部により、圧力発生室のコンタクト部近傍の端部の破壊が防止される。

- 本発明の第29の態様は、第27又は28の態様において、前記圧電体能動部の上面には絶縁体層が形成され、前記コンタクト部は当該絶縁体層に形成された
20 コンタクトホール内に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第29の態様では、振動規制部により、コンタクトホール近傍での破壊が防止される。

- 本発明の第30の態様は、第1又は2の態様において、前記圧電体能動部を構成する前記圧電体層及び前記上電極が当該圧電体能動部の長手方向端部から前記
25 圧力発生室の周壁に対向する領域まで連続的に設けられて連結部を構成し、前記振動規制部は、前記圧力発生室の長手方向端部の少なくとも前記連結部が設けられた側に当該端部近傍の少なくとも前記圧電体能動部上に積層されて前記振動板の振動を規制する振動規制層であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッ

ドにある。

かかる第30の態様では、圧電体能動部の端部又は連結部での振動板の振動が規制され、圧電体能動部の剥がれ及び割れ等並びに振動板の割れ等が防止される。

5 本発明の第31の態様は、第30の態様において、前記圧力発生室の少なくともも長手方向端部近傍を覆うように積層された絶縁体層が前記振動規制層を構成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第31の態様では、絶縁体層により、圧力発生室の長手方向端部近傍での圧電体能動部の剥がれ及び割れ等並びに振動板の割れ等が防止される。

10 本発明の第32の態様は、第30又は31の態様において、前記圧電体能動部の少なくとも前記連結部上に設けられている層が前記振動規制層を構成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第32の態様では、連結部に対応する部分の圧電体能動部の剥がれ及び割れ等並びに振動板の割れ等が防止される。

15 本発明の第33の態様は、第32の態様において、前記上電極の膜厚を他の部分より大きくすることにより前記振動規制層を構成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第33の態様では、上電極の膜厚を他の部分よりも大きくすることで振動が規制され、圧電体能動部の剥がれ及び割れ等並びに振動板の割れ等が防止される。

20 本発明の第34の態様は、第30～33の何れかの態様において、前記連結部は、前記圧電体層及び前記上電極の両者が前記圧電体能動部の主要部分より幅狭に形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第34の態様では、連結部での応力が小さくなり、クラック等の破壊が防止される。

25 本発明の第35の態様は、第30～34の何れかの態様において、前記連結部は、前記上電極のみが前記圧電体能動部の主要部分より幅狭に形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

かかる第35の態様では、連結部での応力が小さくなり、クラック等の破壊が防止され、耐久性が向上する。

本発明の第36の態様は、第30～35の何れかの態様において、前記圧電体能動部へ電圧を印加するためのリード電極と前記上電極との接続を行うコンタクト部が、前記圧力発生室の周壁に対向する部分に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

- 5 かかる第36の態様では、コンタクト部でのクラック等の破壊が防止される。

本発明の第37の態様は、第1～36の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

- 10 かかる第37の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

本発明の第38の態様は、第1～37の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

- 15 かかる第38の態様では、ヘッドの耐久性が向上され、信頼性を向上したインクジェット式記録装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

- 20 第1図は、本発明の実施形態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。

第2図は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、第1図の平面図および断面図である。

第3図は 第1図の封止板の変形例を示す図である。

第4図は、本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

- 25 第5図は、本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

第6図は、本発明の実施形態1のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図及び断面図である。

第7図は、本発明の実施形態1の絶縁体層の形成工程を示す図である。

第8図は、本発明の実施形態2のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図で

ある。

第9図は、本発明の実施形態3のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

5 第10図は、本発明の実施形態4のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

第11図は、本発明の実施形態5のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

第12図は、本発明の実施形態6のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

10 第13図は、本発明の実施形態7のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

第14図は、本発明の実施形態8のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

15 第15図は、本発明の実施形態9のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

第16図は、本発明の実施形態10のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

第17図は、本発明の実施形態11のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

20 第18図は、本発明の実施形態11の薄膜製造パターンを説明する要部平面図である。

第19図は、本発明の実施形態11の他の薄膜製造パターンを説明する要部平面図である。

25 第20図は、本発明の実施形態12のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

第21図は、本発明の実施形態13のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

第22図は、本発明の実施形態14のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

第23図は、本発明の実施形態15のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

第24図は、本発明の実施形態16のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図および断面図である。

5 第25図は、本発明の実施形態17のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

第26図は、本発明の実施形態18のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

10 第27図は、本発明の実施形態19のインクジェット式記録ヘッドの要部平面図である。

第28図は、本発明の他の実施形態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。

第29図は、本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

15 第30図は、本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

20 (実施形態1)

第1図は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、第2図は、平面図とその1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

25 図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300 μ m程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280 μ m程度、より望ましくは220 μ m程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により

形成した二酸化シリコンからなる、厚さ $1\sim 2\mu\text{m}$ の弾性膜50が形成されている。

一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12が形成されている。

- 5 ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質
10 を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

- 本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第
15 2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

- 一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室
20 2より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

- ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、イン
25 ク滴を吐出するノズル開口11の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十 μm の溝幅で精度よく形成する必要がある。

また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板2

0の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

封止板20は、前述の各圧力発生室12に対応したインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5~4.5 [$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、第3図(a), (b)に示すように、各圧力発生室12のインク供給側端部の近傍を横断する一のスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.5 μm の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 μm の圧電体膜70

- と、厚さが例えば、約 $0.1\mu\text{m}$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜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膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜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。
- 10 何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。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圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弾性膜50及び下電極膜60が振動板として作用するが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。
- 15 そして、かかる各上電極膜80の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜70の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層90が形成されている。絶縁体層90は、成膜法による形成やまたエッチングによる整形が可能な材料、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、有機材料、好ましくは剛性が低く、且つ電気絶縁性に優れた感光性ポリイミドで形成するのが好ましい。
- 20 絶縁体層90の各上電極膜80の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部には後述するリード電極100と接続するために上電極膜80の一部を露出させるコンタクトホール90aが形成されている。そして、このコンタクトホール90aを介して各上電極膜80に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びるリード電極100が形成されている。リード電極100は、駆動信号を上電極膜
- 25 80に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成されている。

ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを第4図を参照しながら説明する。

第4図(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約 1100°C の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜

50を形成する。

次に、第4図(b)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成する。下電極膜60の材料としては、Pt等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600～1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてPZTを用いた場合には、PbOの拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由からPtが好適である。

- 次に、第4図(c)に示すように、圧電体膜70を成膜する。この圧電体膜70の成膜にはスパッタリング法を用いることもできるが、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膜70を得る、いわゆるゾルゲル法を用いている。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

次に、第4図(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、Al、Au、Ni、Pt等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、Ptをスパッタリングにより成膜している。

- 次に、第5図に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80をパターニングする。

- まず、第5図(a)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80を一緒にエッチングして下電極膜60の全体パターンをパターニングする。次いで、第5図(b)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電体能動部320のパターニングを行う。次に、第5図(c)に示すように、各圧力発生室12(第5図では圧力発生室12は形成前であるが、破線で示す)の幅方向両側に対向した領域である圧電体能動部320の両側の振動板の腕に相当する部分の下電極膜60を除去することにより、下電極膜除去部350を形成する。このように下電極膜除去部350を設けることにより、圧電体

能動部 320 への電圧印加による変位量の向上を図るものである。

以上説明したように、まず、下電極膜 60 の全体のパターンを形成し、次いで、圧電体能動部 320 をパターンニングし、最後に下電極膜除去部 350 をパターンニングすることによりパターンニングが完了する。

- 5 このように形成された圧電体能動部 320 および下電極膜除去部 350 との平面位置関係を第 6 図に示す。

第 6 図 (a) に示すように、圧電体膜 70 および上電極膜 80 からなる圧電体能動部 320 は、圧力発生室 12 に対向する領域内に設けられ、下電極膜除去部 350 は、圧電体能動部 320 の幅方向両側に隣接して設けられている。下電極膜除去部 350 が設けられた部分は、振動板のいわゆる腕部と呼ばれている部分であり、圧力発生室 12 の幅方向両側に沿った縁部近傍に対向する部分であり、第 6 図 (b) の B-B' 断面に示すように、圧電体能動部 320 の両側の下電極膜 60 が除去されている。また、本実施形態では、下電極膜除去部 350 は、圧電体能動部 320 の両端部に隣接する部分を除いて形成されている。従って、圧力発生室 12 の長手方向両端部に対向する領域では、第 6 図 (c) の C-C' 断面図に示すように、圧電体能動部 320 の両端部の幅方向両側および長手方向外側には、下電極膜 60 が存在し、その膜厚が相対的に厚膜の厚膜部 360 となり、振動板の振動を部分的に規制する振動規制部となっている。

- 20 このような構造とすることにより、圧電体能動部 320 の両端部近傍のみににおいて、電圧印加による振動板の振動が規制されて変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく端部での変位量を抑えることができるので、圧電体能動部 320 の端部の剥がれおよび割れ等を防止することができる。なお、厚膜部 360 は圧力発生室 12 の一方の端部に設けてもよい。

25 なお、本実施形態では、下電極膜除去部 350 は、下電極膜 60 を完全に除去することにより形成したが、第 6 図 (d) に示すように、ハーフエッチング等により、下電極膜 60 の厚さ方向の一部を除去して薄膜とした下電極膜除去部 350 A としてもよい。また、この場合には、弾性膜 50 がなくて、下電極膜 60 が弾性体および下電極の役割を果たすものでもよい。

以上のように、下電極膜 60 等をパターンニングした後には、好ましくは、各上

電極膜 80 の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜 70 および下電極膜 60 の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層 90 を形成する（第 1 図参照）。

次いで、絶縁体層 90 の各圧電体能動部 320 の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部に、後述するリード電極 100 と接続するために上電極膜 80 の一部を露出させるコンタクトホール 90a を形成する。そして、このコンタクトホール 90a を介して各上電極膜 80 に一端が接続し、また、他端が接続端子部に伸びるリード電極 100 が形成されている。リード電極 100 は、駆動信号を上電極膜 80 に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成されている。

10 このような絶縁体層の形成プロセスを第 7 図に示す。

まず、第 7 図（a）に示すように、上電極膜 80 の周縁部、圧電体膜 70 および下電極膜 60 の側面を覆うように絶縁体層 90 を形成する。この絶縁体層 90 の好適な材料は上述した通りであるが、本実施形態ではネガ型の感光性ポリイミドを用いている。

15 次に、第 7 図（b）に示すように、絶縁体層 90 をパターニングすることにより、各圧力発生室 12 のインク供給側の端部近傍に対応する部分にコンタクトホール 90a を形成する。なお、コンタクトホール 90a は、圧力発生室 12 の圧電体能動部 320 に対応する部分に設ければよく、例えば、中央部やノズル側端部に設けてもよい。

20 次に、例えば、Cr-Au などの導電体を全面に成膜した後、パターニングすることにより、リード電極 100 を形成する。

以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、第 7 図（c）に示すように、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッチングを行い、圧力発生室 12 等を形成する。なお、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、第 1 図に示すような一つのチップサイズの流路形成基板 10 毎に分割する。また、分割した流路形成基板 10 を、封止板 20、共通インク室形成基板 30、及びインク室側板 40 と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

このように構成したインクジェットヘッドは、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42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、リード電極100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

(実施形態2)

第8図には、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部および圧力発生室の形状を示す。

上述した実施形態では、圧電体能動部320は圧力発生室12の周壁から離れて圧力発生室12に対向する領域内に形成されているが、本実施形態は、圧電体能動部320を構成する圧電体膜70および上電極80が周壁上まで連続して延設して連結部321を構成した以外は、実施形態1と同様である。そして、連結部321の近傍の圧力発生室12の端部の圧電体能動部320および連結部321の幅方向両側に、相対的に厚膜の下電極膜60からなる厚膜部360Aを設けられている。この場合には、図示する領域D近傍が振動規制部となる。すなわち、E-E'線断面およびF-F'断面がそれぞれ第6図(b)および(c)と同様であり、圧電体能動部320の両側には下電極膜除去部350が形成され、圧電体能動部320の端部の両側の部分には、下電極膜60が形成され、厚膜部360Aを構成している。

このような構成では、圧電素子を駆動した際の圧力発生室12内とその周壁境界から圧力発生室に向かってたわみが緩やかに生じるため、振動規制部に位置する圧電体能動部320の応力が小さくなり、クラック等の破壊が防止され、耐久性が向上する。なお、このような効果を奏するためには、振動規制部の長さ、すなわち、本実施形態では下電極膜除去部350の端部から圧力発生室12の端部までの距離(図中、領域D)が圧力発生室12の幅の1/2以上であるのが好ましい。

(実施形態3)

第9図には、本発明の実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部および圧力発生室の形状を示す。

本実施形態は、下電極膜除去部350Bを圧電体能動部320の両端部よりも長手方向外側まで形成した以外は、実施形態1と同様である。従って、圧力発生室12の端部では、下電極膜除去部350Bに挟まれた部分が厚膜部360Bとなっている。

従って、このような構造とすることにより、実施形態1と同様に、圧電体能動部320の両端部近傍のみににおいて、電圧印加による振動が規制されて変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく端部での変位量を抑えることができ、圧電体能動部320の端部の剥がれおよび割れ等を防止することができる。なお、厚膜部360Bは、圧力発生室12の一方の端部に設けてもよい。

(実施形態4)

第10図には、本発明の実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部および圧力発生室の形状を示す。

本実施形態は、上述した実施形態とは異なり、下電極膜除去部350Cを圧力発生室12の一端部を除いて3方の縁部に沿ってコ字状に設けたものである。さらに、下電極膜除去部350Cを設けていない一端部からは、圧電体能動部320を構成する圧電体膜70および上電極80を周壁上まで連続的に延設したが、周壁の近傍から周壁上に延設される部分を、単なる厚膜部ではなく不活性圧電体能動部325としたものである。

ここで、不活性圧電体能動部325は、第10図(b)のH-H'断面に示すように、下電極膜60および圧電体膜70のみからなり、上電極80が除去された構造である。したがって、圧電体能動部320に電圧が印加されても駆動されることはない。

このような構造とすることにより、不活性圧電体能動部325近傍のみににおいて、電圧印加による振動が規制されて変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく端部での変位量を抑えることができ、圧電体能動部320の端部の剥がれおよび割れ等を防止することができる。なお、不

活性圧電体能動部 3 2 5 は圧力発生室 1 2 の両端部に設けてもよい。

なお、第 1 0 図 (c) に示すように、圧電体膜 7 0 と上電極膜 8 0 との間に絶縁層 3 2 6 を設けることによって不活性圧電体能動部 3 2 5 A を形成してもよい。

(実施形態 5)

- 5 第 1 1 図には、本発明の実施形態 5 に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部および圧力発生室の形状を示す。

本実施形態は、実施形態 1 の厚膜部 3 6 0 の代わりに絶縁体層 9 0 の厚膜部 9 5 を設けて振動規制部とした以外は、実施形態 1 と同様である。

- すなわち、圧電体能動部 3 2 0 の両端部以外の部分は、第 1 1 図 (b) の I - I ' 断面に示すように、通常の厚さの絶縁体層 9 0 が上電極膜 8 0 上に設けられているが、両端部においては、第 1 1 図 (c) の J - J ' 断面に示すように、厚膜絶縁体層 9 5 が上電極膜 8 0 上に設けられている。

- 従って、圧電体能動部 3 2 0 に電圧を印加して駆動すると、両端部のみの振動が規制されて、この部分の近傍のみにおいて、変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく端部での変位量を抑えることができる。

なお、厚膜絶縁体層 9 5 は圧力発生室 1 2 の一端部のみに設けてもよい。また、厚膜絶縁体層 9 5 は、他の部分と相対的に厚膜になっていればよく、また、例えば、絶縁体層 9 0 の上に他の層を設けてもよい。

- 20 (実施形態 6)

第 1 2 図には、本発明の実施形態 6 に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部および圧力発生室の形状を示す。

- 本実施形態は、下電極膜 6 0 の厚膜部 3 6 0 C を圧電体能動部 3 2 0 の長手方向略中央部の両側に設け、これ以外の圧力発生室 1 2 の縁部に沿ってコ字状の下電極膜除去部 3 5 0 D を形成した以外は、実施形態 1 と同様である。

従って、このような構造とすることにより、実施形態 1 と同様に、圧電体能動部 3 2 0 の略中央部において、電圧印加による振動が必要以上に大きくならないように規制されるので、全体としての変位量を大きく低下させることなく、圧電体能動部 3 2 0 の端部の剥がれおよび割れ等を防止することができる。

(実施形態7)

実施形態7の要部平面図およびその断面を第13図に示す。本実施形態は、基本的構成は実施形態2に類似し、圧電体能動部320を構成する圧電体膜70および上電極80が圧力発生室12の長手方向一端部から周壁上まで連続的に延設された連結部321を有する。

第13図(a)に示すように、圧電体膜70および上電極膜80からなる圧電体能動部320は、基本的には圧力発生室12に対向する領域内に設けられて、圧力発生室12の幅より若干狭い幅で形成されている。また、圧力発生室12の一端部においては、圧電体膜70および上電極膜80が圧力発生室12に対向する領域から周壁に対向する領域まで連続的に延設されており、圧力発生室12に対向する領域と周壁に対向する領域との境界近傍を連結部321とする。

そして、本実施形態では、圧電体能動部320の長手方向両端部および連結部321の全体は絶縁体層90で覆われている。ここで、圧力発生室12に対向する領域の圧電体能動部320上には、第13図(b)のK-K'断面に示すように、通常の厚さの絶縁体層90が形成されているが、圧電体能動部320の両端部及び連結部321上には、第13図(c)のL-L'断面に示すように、通常よりも厚い厚さの厚膜絶縁体層95が形成され、振動板の振動を規制する振動規制層325となっている。また、連結部321により連続的に延設された圧電体膜70および上電極膜80に対応する位置の厚膜絶縁体95には、リード電極100と上電極膜80とを接続するためのコンタクトホール90aが形成されている。

なお、圧力発生室12の幅方向両側の周壁との境界近傍に対向し且つ圧電体能動部320の両側の部分、すなわち、振動板の腕部分の下電極膜60は除去されて下電極膜除去部350が形成されている点は、上述した通りである。

このような構成にすることにより、圧電体能動部320に電圧を印加して駆動すると、両端部及び連結部321のみの駆動が規制されて、この部分の近傍のみにおいて、変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく端部での変位量を抑えることができ、圧電体能動部320の端部の剥がれ及び割れ等並びに振動板の割れ等を防止することができる。

なお、厚膜絶縁体層 9 5 は、本実施形態では、圧電体能動部 3 2 0 の両端部及び連結部 3 2 1 上に設けたが、連結部 3 2 1 側のみに設けてもよい。また、厚膜絶縁体層 9 5 は、他の部分と相対的に厚膜になっていればよい。従って、絶縁体層 9 0 上に他の層を積層してもよく、また、厚膜絶縁体層 9 5 の部分のみに通常の厚さの絶縁体層を設けてもよい。

(実施形態 8)

第 1 4 図には、本発明の実施形態 8 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面及び断面を示す。

本実施形態では、圧力発生室 1 2 の境界及び周壁に対向する領域の圧電体膜 7 0 上に他の部分の上電極膜 8 0 よりも厚い厚膜部 8 5 を形成して振動規制層 3 2 5 A とし、圧力発生室 1 2 の領域に対向する領域で、振動板の振動を規制している以外は、実施形態 7 と同様である。

第 1 4 図 (a) に示すように、圧電体能動部 3 2 0 は、実施形態 7 と同様、基本的には圧力発生室 1 2 に対向する領域内に設けられ、圧力発生室 1 2 の一端部においては、圧電体膜 7 0 および上電極膜 8 0 が圧力発生室 1 2 に対向する領域から周壁に対向する領域へまで連続的に延設されて連結部 3 2 1 を構成している。また、圧電体能動部 3 2 0 および連結部 3 2 1 上には絶縁体層 9 0 が形成され、周壁に対向する領域の絶縁体層 9 0 には、リード電極 1 0 0 と上電極膜 8 0 とを接続するためのコンタクトホール 9 0 a が形成されている。また、振動板の腕部の部分の下電極膜 6 0 は除去されて下電極膜除去部 3 5 0 が形成されている。

また、上電極膜 8 0 は、圧力発生室 1 2 に対向する領域では、第 1 4 図 (b) の M-M' 断面に示すように、通常の厚さで形成されているが、連結部 3 2 1 及び周壁に対向する領域では、第 1 4 図 (c) の N-N' 断面に示すように、他の部分よりも厚い厚膜部 8 5 となり、振動規制層 3 2 5 A を構成している。

このような構成にすることにより、実施形態 7 と同様の効果を奏することができる。

なお、厚膜部 8 5 は、本実施形態では、連結部 3 2 1 及び周壁に対向する領域の圧電体膜 7 0 上に形成されているが、少なくとも連結部 3 2 1 の圧電体膜 7 0 上に形成されていれば、同様の効果を得ることができる。

また、本実施形態の構成に、さらに実施形態7のような厚膜絶縁体層95を設けてもよく、これにより、さらに顕著な効果を奏する。

(実施形態9)

第15図には、本発明の実施形態9に係るインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室近傍の圧電体能動部等のパターン形状を示す。

本実施形態は、第15図に示すように、圧電体能動部320を構成する圧電体膜70および上電極膜80が圧力発生室12に対向する領域から周壁に対向する領域へ横切る部分である連結部322が他の部分より幅狭となっている以外は実施形態7と同様である。なお、本実施形態の連結部322は、圧電体膜70及び上電極膜80の両者を幅狭に形成したものである。

このような構成では、圧電体能動部320を駆動した際、絶縁体層厚膜部95により、連結部322及び周壁に対向する領域で、振動板の振動が抑えられることに加え、さらに、圧力発生室12内とその周壁境界から圧力発生室12に向かってたわみが緩やかに生じるため、連結部322での応力が小さくなり、クラック等の破壊が防止され、耐久性が向上する。

(実施形態10)

第16図には、本発明の実施形態10に係るインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室近傍の圧電体能動部等のパターン形状を示す。

本実施形態は、第16図に示すように、連結部323近傍において、上電極膜80のみを幅狭に形成して圧電体膜70は他の部分と同一の厚さにした以外は実施形態9と同様である。

このような構成によっても実施形態9と同様な効果を奏することができる。

(実施形態11)

第17図には、本発明の実施形態11に係るインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室近傍の圧電体能動部320および下電極膜除去部350との平面位置関係を示す。なお、本実施形態の基本的構造は実施形態1と同様であるので、同一作用を示す部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

第17図(a)に示すように、圧電体膜70および上電極膜80からなる圧電体能動部320は、圧力発生室12に対向する領域内にその周壁から離れて設け

られ、下電極膜除去部 350 は、圧電体能動部 320 の幅方向両側に隣接して設けられている。下電極膜除去部 350 が設けられた部分は、いわゆる腕部と呼ばれている部分であり、圧力発生室 12 の幅方向両側に沿った縁部近傍に対向する部分であり、第 17 図 (a) の O-O' 断面である第 17 図 (b) に示すように、

5 圧電体能動部 320 の両側の下電極膜 60 が除去されている。従って、下電極膜除去部 350 の振動板は弾性膜 50 のみからなり、他の領域より相対的に膜厚が薄くなっており、容易に変形するようになっている。勿論、下電極膜除去部 350 は、下電極膜 60 の厚さ方向の一部のみをハーフエッチング等により除去してもよく、また、弾性膜 50 の厚さ方向の一部まで除去してもよい。

10 また、本実施形態では、下電極膜除去部 350 は、第 17 図 (a)、並びにその P-P' 断面である第 17 図 (c) 及び Q-Q' 断面である第 17 図 (d) に示すように、コンタクトホール 90a が形成される圧力発生室 12 の端部近傍において、端部ほど徐々に幅狭で且つ端部ほど徐々に厚膜になる振動規制部 355 が形成されている。従って、この端部近傍の部分の振動板は、他の下電極膜除去部
15 350 より変形し難くなっている。

このような振動規制部 355 は、例えば、第 18 図 (a) に示すようなパターンを用いて、第 5 図 (c) のステップで、下電極膜 60 をパターンニングすることにより形成することができる。このパターンには、各圧電体能動部 320 の間に対向する位置に開口 450 が形成され、一端部側には、圧力発生室 12 に平行に
20 延び、すなわち、圧電体能動部 320 の腕部に対応する位置に、両隅部に向かって漸小する幅狭部 450a が形成されており、幅狭の部分ほど厚膜のレジストが残留している開口となっている。これにより、上述のような端部ほど徐々に幅狭で且つ端部ほど徐々に厚膜になる振動規制部 355 が形成される。なお、振動規制部 355 の端部の厚膜部でも下電極膜 60 が多少エッチングされていてもよく、
25 何れにしても、徐々に膜厚変化が生じていればよい。

このように振動規制部 355 を有する構造とすることにより、圧電体能動部 320 の端部近傍のみにおいて、電圧印加による振動が規制されて変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく端部での変位量を抑えることができるので、圧電体能動部 320 の端部の剥がれおよび割れ等、

また、コンタクトホール 90a 近傍での割れ等を防止することができる。

なお、以上説明した実施形態では、第 5 図 (b) に示す圧電体能動部 320 のパターニングのステップと、第 5 図 (c) に示す下電極膜除去部 350 のパターニングのステップとを別に行うように説明したが、同じレジスト膜を用いて連続的に行うこともできる。すなわち、例えば、第 18 図 (b) に示すようなパターンを用いて圧電体能動部 320 をパターニングした後、同じパターンで下電極膜除去部 350 を形成することができる。

また、各圧電体能動部 320 の間は、すべて下電極膜除去部 350 である必要はなく、例えば、隣接する下電極膜除去部 350 の間に、圧電体能動部 320 と同様の膜構成を有する中間部が形成されていてもよい。この場合は、後述のように、振動規制部 355 が形成される。

まず、第 19 図 (a) に示すようなレジストパターンを用いて、第 5 図 (b) のステップで圧電体能動部 320 と共に中間部をパターニングする。ここで、レジストパターンは、各圧電体能動部 320 をパターニングするためのマスク部 420 の間に、中間部をパターニングするためのマスク部 425 を有し、マスク部 425 の一端部は、端部ほど圧電体能動部 320 のためのマスク部 420 に近接するように幅広な形状となっている。これにより、一端部で各圧電体能動部 320 に近接するパターンを有する中間部を形成することができる。一方、マスク部 420 の幅広部に隣接する開口 451 には、端部ほど幅狭になる幅狭部 451a が形成されており、幅狭の部分ほど厚膜のレジストが残留している。従って、圧電体能動部 320 のパターニングの際に圧電体膜 70 が幅狭部 451a に残留するので、その後、上述したように、同じパターンを用いてさらにエッチングして下電極膜除去部 350 を形成することにより、上述したような端部ほど徐々に幅狭で且つ端部ほど徐々に厚膜になる振動規制部 355 を形成することができる。

なお、この下電極除去ステップは、第 19 図 (b) に示すようなレジストパターンを用いて、下電極膜除去部 350 を形成するようにしてもよい。このレジストパターンは、一端部が、端部ほど幅狭になるような開口 452 を有する。この開口 452 は、一端部の幅狭部 452a において、幅狭の部分ほど厚膜のレジストが残留している開口となっている。

なお、この場合、第19図(a)に示すようなマスク部425に幅広部を形成しなくてもよい。

このように振動規制部355を有する構造としても、上述した場合と同様に、
5 圧電体能動部320の端部近傍のみににおいて、電圧印加による振動が規制されて
変位量が相対的に小さくなり、全体としての変位量を大きく低下させることなく
端部での変位量を抑えることができるので、圧電体能動部320の端部の剥がれ
および割れ等、また、コンタクトホール90a近傍での割れ等を防止することが
できる。

10 なお、何れの場合においても、下電極膜除去部350は、圧電体能動部320
の幅方向両側のみではなく、端部に設けてもよい。

以上説明したように、本実施形態では、レジスト膜に幅狭部450a~452
aを有する開口450~452をパターニングする際に、幅狭部450a~45
2aに端部ほど厚膜のレジスト膜が残留し、これを利用して、振動規制部355
を形成している。このように幅狭部450a~452aにレジストを残留させる
15 のは、露光時にマスクと基板との間隔を拡げる等してパターニングの解像度を低
下させる等することにより適宜調整するためであり、狭い領域ほどパターンが抜
けにくいいため、レジスト膜を残留させることができる。また、このように幅狭ほ
どレジストが厚膜に残留していると、このパターンを用いて、ドライエッチング
する際に、レジストも、上電極膜80、圧電体膜70および下電極膜60等と同
20 様にエッチングされるので、結果的に、レジスト残留部の膜厚に比例して厚膜部
が形成される。

(実施形態12)

第20図には、本発明の実施形態12に係るインクジェット式記録ヘッドの要
部平面を示す。

25 本実施形態は、圧電体能動部320を構成する圧電体膜70および上電極層8
0を圧力発生室12の長手方向一端部から周壁上まで延設し、圧力発生室12に
対向する領域と周壁に対向する領域との境界を横切る連結部321を有するよう
にしたものであり、連結部321の近傍に下電極膜除去部350の振動規制部3
55Aを形成している。振動規制部355Aは、実施形態11と同様に、幅が徐々

に狭くなると共に膜厚が徐々に厚くなっている振動規制部となっている。

従って、このような構造とすることにより、実施形態 1 1 と同様に、連結部 3 2 1 近傍での変位が規制され、連結部 3 2 1 近傍での破壊が防止される。

(実施形態 1 3)

- 5 第 2 1 図には、本発明の実施形態 1 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面及びその R-R' 断面を示す。

本実施形態では、下電極膜除去部 3 5 0 の一端部にある振動規制部 3 5 5 B は、幅が端部ほど徐々に狭くなっているが、膜厚の変化はないものとなっている。かかる構造は、第 1 8 図の開口 4 5 0 の幅狭部 4 5 0 a のレジストを完全に除去し
10 て開口とすることにより形成することができる。

この場合にも、実施形態 1 1 と同様に振動規制部 3 5 5 B での振動が規制され、この振動規制部 3 5 5 B 近傍での破壊等が防止される。

(実施形態 1 4)

- 15 第 2 2 図には、本発明の実施形態 1 4 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面及びその S-S' 断面を示す。

本実施形態では、下電極膜除去部 3 5 0 の一端部にある振動規制部 3 5 5 C は、膜厚が端部ほど徐々に厚くなっているが、振動の規制に直接関係がある圧力発生室 1 2 に対向する領域の部分では幅の変化がないものとなっている。かかる構造も上述したように端部ほど幅狭の開口を有するレジストパターンを用いて同様に
20 形成することができる。なお、この場合には、最端部の幅が、圧電体能動部 3 2 0 の幅方向端部から圧力発生室 1 2 の縁部までの幅と同程度または大きくなる。

この場合にも、実施形態 1 1 と同様に振動規制部 3 5 5 での振動が規制され、この振動規制部 3 5 5 C 近傍での破壊等が防止される。

なお、かかる構造は、振動規制部 3 5 5 C に対応する部分に、開口幅は変化しないが、端部ほど徐々にレジスト膜が厚く存在するような開口を有するマスクを、
25 例えば、薄いレジスト層を徐々に多層とすることによっても形成することができる。

(実施形態 1 5)

第 2 3 図には、本発明の実施形態 1 5 に係るインクジェット式記録ヘッドの要

部平面図を示す。

本実施形態は、振動規制部 3 5 5 D を圧電体能動部 3 2 0 の略中央部に設けた例である。例えば、第 2 3 図 (a) に示すように、圧電体能動部 3 2 0 の略中央部に連結部 3 2 1 A を設けた場合、連結部 3 2 1 A の近傍に振動規制部 3 5 5 D
5 を設けるようにしてもよい。振動規制部 3 5 5 D は、連結部 3 2 1 A 近傍の圧電体能動部 3 2 0 の幅方向両側及び連結部 3 2 1 A の両側に形成されている。

また、第 2 3 図 (b) に示すように、コンタクトホール 9 0 a を圧電体能動部 3 2 0 の略中央部に設けた場合、コンタクトホール 9 0 a 近傍、すなわち、圧電体能動部 3 2 0 の中央部の両側及びリード電極 1 0 0 の両側に振動規制部 3 5 5
10 D を設けるようにしてもよい。

本実施形態では、実施形態 1 1 と同様に、圧電体能動部 3 2 0 の両側に下電極膜除去部 3 5 0 を設け、振動規制部 3 5 5 D は下電極膜 6 0 の幅及び膜厚を変化させることにより形成されており、圧電体能動部 3 2 0 の略中央部に向かって徐々に幅を狭く且つ膜厚を厚く変化し、中央部ほど振動板の振動が規制されるよう
15 になっている。

したがって、この場合にも、実施形態 1 1 と同様に振動規制部 3 5 5 D での振動が規制され、この振動規制部 3 5 5 D 近傍での破壊等が防止される。

(実施形態 1 6)

第 2 4 図には、実施形態 1 6 に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部 3 2 0 及び下電極膜除去部 3 5 0 と圧力発生室 1 2 との平面位置関係及び断面
20 を示す。なお、基本的構成は、実施形態 1 と同様であるので、同一作用を示す部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

第 2 4 図 (a) に示すように、圧電体膜 7 0 および上電極膜 8 0 からなる圧電体能動部 3 2 0 は、圧力発生室 1 2 に対向する領域内設けられており、圧力発生
25 室 1 2 の幅より若干狭い幅で形成されている。この上電極膜 8 0 上には、絶縁体層 9 0 及びリード電極 1 0 0 とが形成されおり、圧電体能動部 3 2 0 の一端部に対応する絶縁体層 9 0 にはリード電極 1 0 0 と上電極膜 8 0 とを接続するためのコンタクトホール 9 0 a が形成されている。

下電極膜除去部 3 5 0 は、圧力発生室 1 2 の周壁との境界近傍に対向し、且つ

圧電体能動部 320 の周囲に亘る領域に形成されている。

そして、圧力発生室 12 の周縁に対向する領域において、コンタクトホール 90 a に近い圧電体能動部 320 の端部近傍に、第 24 図 (b) の T-T' 断面に示すように、圧力発生室 12 に対向する領域の他の部分、すなわち、下電極膜除去部 350 よりも相対的に厚さが厚い厚膜部 370 が形成されている。本実施形態では、厚膜部 370 は、下電極膜 60 を除去せずに残すことにより形成されている。つまり、第 5 図 (c) のステップで、下電極除去膜 350 を形成する際に、この部分の下電極膜 60 を残すようにする。

このような構成にすることにより、圧電体能動部 320 に電圧を印加して駆動する際、厚膜部 370 により、コンタクトホール 90 a 近傍での振動板の振動が規制されることにより、圧電体能動部 320 の破壊等を防止することができる。また、厚膜部 370 により、圧力発生室 12 と周壁との境界内側に対向する領域での振動板の耐久性が高められる。特に、本実施形態のように、圧電体能動部 320 の周囲に下電極除去膜 350 を形成したりすることにより、振動板の剛性が低下している場合には効果的である。

以上説明した本実施形態では、下電極膜除去部 350 を圧電体能動部 320 の周囲に亘って形成し、厚膜部 370 を下電極膜 60 のみで形成したが、これに限定されるわけではない。厚膜部 370 は、上述のように、圧力発生室 12 に対向する領域内の他の部分よりも相対的に厚く形成されていればよく、例えば、下電極膜 60 のみでなく、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 が残されていてもよく、また、例えば、下電極膜 60 又は下電極膜 60 が除去された弾性膜 50 上に、絶縁体層等の他の層を積層することにより、他の部分よりも厚い厚膜部 370 としてもよい。

さらに、下電極膜除去部 350 は、必ずしも形成されなくてもよく、この場合の厚膜部 370 は、例えば、下電極膜 60 上に圧電体膜 70 さらに上電極膜 80 を残すことにより、または、例えば、下電極膜 60 上に、絶縁体層等の他の層を積層することにより、他の部分よりも相対的に厚く形成すればよい。

(実施形態 17)

実施形態 17 の圧電体能動部 320 及び下電極膜除去部 350 と圧力発生室 1

2との平面位置関係を第25図に示す。

本実施形態は、第25図に示すように、圧力発生室12の隅部に対向する領域に形成された厚膜部370Aの内縁を曲線で形成した以外は実施形態16と同様である。また、本実施形態では、圧力発生室12の他端部の隅部にも同様な厚膜部370Aを設けている。

このような構成にすることにより、実施形態16と同様の効果を奏することができ、また、圧力発生室12の他端部の境界近傍の振動板の耐久性が向上される。さらに、厚膜部370Aの内縁を曲線状にし、角部をなくしたことにより、角部での振動板のクラックの発生等を効果的に防止することができる。

10 (実施形態18)

実施形態18の圧電体能動部320及び下電極膜除去部350と圧力発生室12との平面位置関係を第26図に示す。

本実施形態は、圧電体能動部320を構成する圧電体膜70および上電極膜80を圧力発生室12に対向する領域から周壁に対向する領域まで連続的に延設し、
15 リード電極100と上電極膜80とのコンタクト部を周壁に対向する領域に設けた以外は、実施形態16と同様である。

すなわち、第26図に示すように、圧電体能動部320は、基本的に圧力発生室12に対向する領域内に設けられ、圧力発生室12の一端部において、圧電体膜70および上電極膜80が周壁に対向する領域まで延設されて、この圧力発生
20 室12に対向する領域との境界近傍に連結部321を有しており、この連結部321の近傍には厚膜部370Bが形成されている。なお、この厚膜部370Bは上述した実施形態と同様に、例えば、下電極膜60を残すことにより形成される。

このような構成とすることにより、実施形態16と同様に、厚膜部370Bにより圧電体能動部320Bの連結部321近傍端での振動が抑制され、振動板の
25 破壊等を防止することができる。勿論、厚膜部370Bを圧力発生室12の他端部にも設けてもよい。

(実施形態19)

実施形態19の圧電体能動部320及び下電極膜除去部350と圧力発生室12との平面位置関係を第27図に示す。

本実施形態は、第 27 図に示すように、下電極膜除去部 350 を圧電体能動部 320 に沿って溝状に形成し、厚膜部 370 C を、圧力発生室 12 の幅方向両側の周壁との境界に対向する領域に、長手方向に亘って設け、さらに、圧力発生室 12 内の圧電体能動部 320 の端部を囲むように、内縁を曲線状とした厚膜部 370 D を設けた以外は、実施形態 18 と同様である。

したがって、このような構成にすることにより、厚膜部 370 C 及び 370 D により、圧力発生室 12 の周壁との境界に対向する領域での振動板の破壊等を防止することができる。

(他の実施形態)

10 以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッド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、上述した封止板 20 の他、共通インク室形成板 30 をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜 41 を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

15 また、上述した実施形態では、ノズル開口を流路形成基板 10 の端面に形成しているが、面に垂直な方向に接続するノズル開口を形成してもよい。

このように構成した実施形態の分解斜視図を第 28 図、その流路の断面を第 29 図にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口 11 が圧電素子とは反対のノズル基板 120 に穿設され、これらノズル開口 11 と圧力発生室 12 とを連通するノズル連通口 22 が、封止板 20、共通インク室形成板 30 及び薄肉板 41 A 及びインク室側板 40 A を貫通するように配されている。

20 なお、本実施形態は、その他、薄肉板 41 A とインク室側板 40 A とを別部材とし、インク室側板 40 に開口 40 b を形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

25 ここで、この実施形態においても、実施形態 1～19 と同様に、振動規制部を設けて、圧電体能動部の振動を部分的に規制して圧電体膜の両端部の剥がれおよび割れを防止することができる。

勿論、以上説明した各実施形態は、適宜組み合わせることで実施することにより、より一層の効果を奏するものであることは言うまでもない。

また、以上説明した各実施形態は、成膜及びリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの、又は結晶成長により圧電体膜を形成するもの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

また、圧電素子とリード電極との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けなくて、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

また、これら各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。第30図は、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。

第30図に示すように、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。

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。

以上説明したように本発明においては、圧力発生室に対向する前記圧電体能動

部の一部の振動を規制する振動規制部を設けることにより、部分的に振動が規制されて全体の変位量を大幅に低下させることなく、圧電体能動部の両端部等の割れ又は剥がれを防止することができる。

請求の範囲

1. ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成する振動板と、該振動板上に形成された圧電素子とを備え、前記圧力発生室に対向する領域に前記圧電素子の
- 5 圧電体能動部を具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、
前記振動板の少なくとも一部の振動を部分的に規制する振動規制部を前記圧力発生室の周壁との境界近傍に設けたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
- 10 2. 請求の範囲 1 において、前記振動板が、少なくとも前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った部分に、当該圧電体能動部に対応する部分の厚さより薄い薄肉部を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
3. 請求の範囲 1 又は 2 において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の端部
- 15 の長手方向外側及び両側に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
4. 請求の範囲 2 において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の端部の長手方向外側に設けられ、当該振動規制部の両側の前記振動板は前記薄肉部となっ
- 20 ていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
5. 請求の範囲 1 又は 2 において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の幅方向両側の一部に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
- 25 6. 請求の範囲 2～5 の何れかにおいて、前記振動規制部は、前記振動板の厚さが前記薄肉部より厚い厚肉部であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
7. 請求の範囲 1～6 の何れかにおいて、前記振動規制部は、当該振動規制部の

振動を規制する他の層を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

8. 請求の範囲 1～7 の何れかにおいて、前記振動規制部は、前記振動板上に不活性な圧電体層を有する不活性部を具備することを特徴とするインクジェット式
5 記録ヘッド。

9. 請求の範囲 8 において、前記不活性部は、前記圧電素子を構成する圧電体層上の上電極を除去した部分又は圧電体層上に絶縁層を介して上電極が設けられた部分であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

10

10. 請求の範囲 1 において、前記振動規制部が、前記圧力発生室とその周壁との境界の内縁部の少なくとも一部に設けられて、その全体膜厚が前記圧電体能動部の周囲の全体膜厚より厚い厚膜部であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

15

11. 請求の範囲 10 において、前記厚膜部が、前記圧電体能動部の幅方向両側に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

12. 請求の範囲 10 又は 11 において、前記圧力発生室の隅部に設けられた前
20 記厚膜部の内縁が曲線状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

13. 請求の範囲 10～12 の何れかにおいて、前記厚膜部は、前記振動板、前記圧電体層及び前記上電極からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッ
25 ド。

14. 請求の範囲 10～12 の何れかにおいて、前記厚膜部は、前記振動板及び他の層からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

15. 請求の範囲10～12の何れかにおいて、前記厚膜部は、前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
16. 請求の範囲10～14の何れかにおいて、前記圧電体能動部の周囲は、実質的に前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
17. 請求の範囲10～15の何れかにおいて、前記圧電体能動部の周囲は、実質的に前記振動板の膜厚を相対的に薄くしたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
- 10 18. 請求の範囲17において、前記振動板は、弾性膜と下電極とからなり、前記圧電体能動部の周囲は、前記弾性膜のみからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
- 15 19. 請求の範囲1又は2において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った腕部の一部に設けられ、当該腕部の膜厚が徐々に変化することにより前記振動板の振動を規制することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
- 20 20. 請求の範囲1又は2において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った腕部の一部に設けられ、当該腕部の幅が徐々に変化することにより前記振動板の振動を規制することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。
- 25 21. 請求の範囲1又は2において、前記振動規制部は、前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った腕部の一部に設けられ、当該腕部の膜厚が徐々に変化すると共に幅が徐々に変化することにより前記振動板の振動を規制することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

22. 請求の範囲20又は21において、前記腕部の幅は、前記圧電体能動部の幅方向端部から、当該圧電体能動部に隣接する圧電体能動部の間に設けられ且つ当該腕部より膜厚が大きい厚膜部までの距離であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

5

23. 請求の範囲19～22の何れかにおいて、前記振動板が弾性膜及び当該弾性膜上に設けられた下電極からなり、前記腕部が本質的に前記弾性膜及び前記下電極からなり、且つ前記振動規制部の膜厚の変化は前記圧電体層の膜厚の変化であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

10

24. 請求の範囲19～23の何れかにおいて、前記振動板が前記弾性膜及び当該弾性膜上に設けられた下電極からなり、前記腕部が本質的に当該弾性膜のみからなり、且つ前記振動規制部はさらに前記下電極を有し、当該振動規制部の膜厚の変化は前記下電極の膜厚の変化であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

15

25. 請求の範囲1～24の何れかにおいて、前記圧電体能動部を構成する圧電体層及び上電極が当該圧電体能動部の長手方向端部から前記圧力発生室の周壁に対向する領域まで連続的に設けられて連結部を構成し、前記振動規制部は、前記圧力発生室の少なくとも前記連結部近傍に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

20

26. 請求の範囲25において、前記連結部が前記圧力発生室の長手方向端部に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

25

27. 請求の範囲1～25の何れかにおいて、前記圧電体能動部が前記圧力発生室に対向する領域内にその周壁から離れて設けられ且つ当該前記圧力発生室に対向する領域内に当該圧電体能動部へ電圧を印加するためのリード電極と当該圧電体能動部との接続部となるコンタクト部を有し、前記振動規制部は、前記圧力発

生室の少なくとも前記コンタクト部近傍に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

28. 請求の範囲27において、前記コンタクト部は、前記圧力発生室の長手方向端部近傍に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

29. 請求の範囲27又は28において、前記圧電体能動部の上面には絶縁体層が形成され、前記コンタクト部は当該絶縁体層に形成されたコンタクトホール内に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

10

30. 請求の範囲1又は2において、前記圧電体能動部を構成する前記圧電体層及び前記上電極が当該圧電体能動部の長手方向端部から前記圧力発生室の周壁に対向する領域まで連続的に設けられて連結部を構成し、前記振動規制部は、前記圧力発生室の長手方向端部の少なくとも前記連結部が設けられた側に当該端部近傍の少なくとも前記圧電体能動部上に積層されて前記振動板の振動を規制する振動規制層であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

15

31. 請求の範囲30において、前記圧力発生室の少なくとも長手方向端部近傍を覆うように積層された絶縁体層が前記振動規制層を構成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

20

32. 請求の範囲30又は31において、前記圧電体能動部の少なくとも前記連結部上に設けられている層が前記振動規制層を構成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

25

33. 請求の範囲32において、前記上電極の膜厚を他の部分より大きくすることにより前記振動規制層を構成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

34. 請求の範囲30～33の何れかにおいて、前記連結部は、前記圧電体層及び前記上電極の両者が前記圧電体能動部の主要部分より幅狭に形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

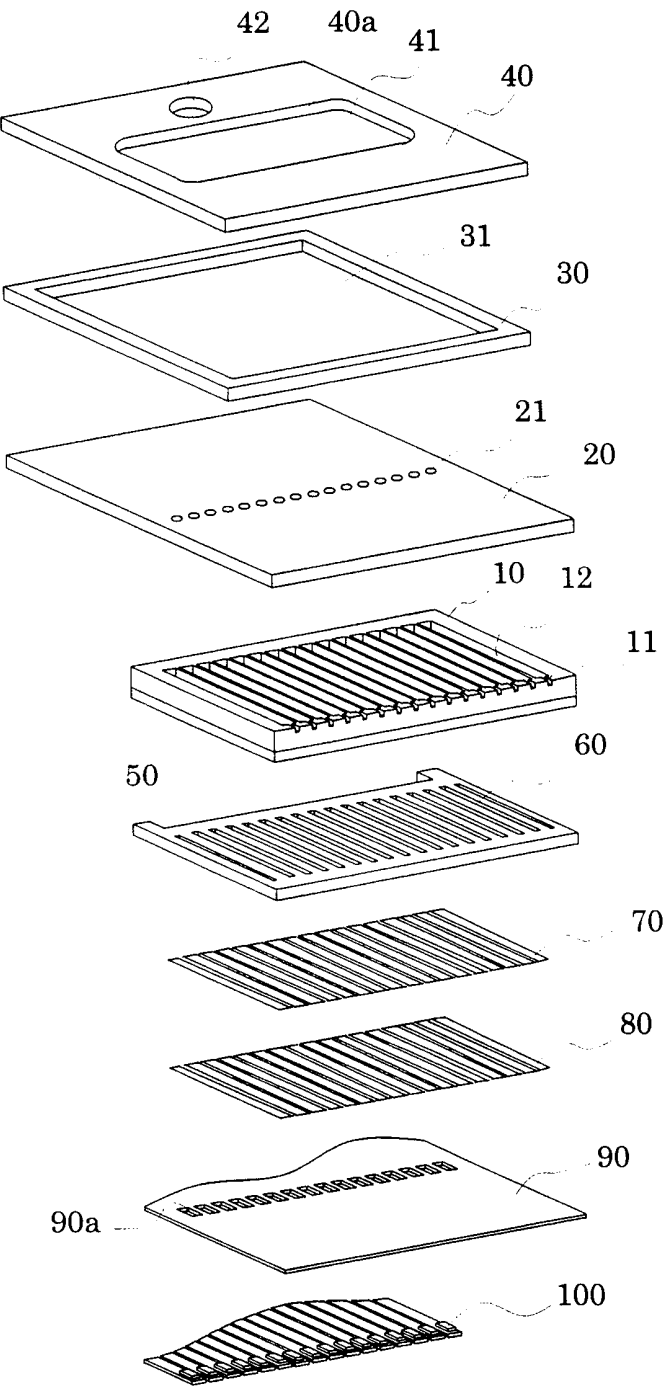
5 35. 請求の範囲30～34の何れかにおいて、前記連結部は、前記上電極のみが前記圧電体能動部の主要部分より幅狭に形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

10 36. 請求の範囲30～35の何れかにおいて、前記圧電体能動部へ電圧を印加するためのリード電極と前記上電極との接続を行うコンタクト部が、前記圧力発生室の周壁に対向する部分に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

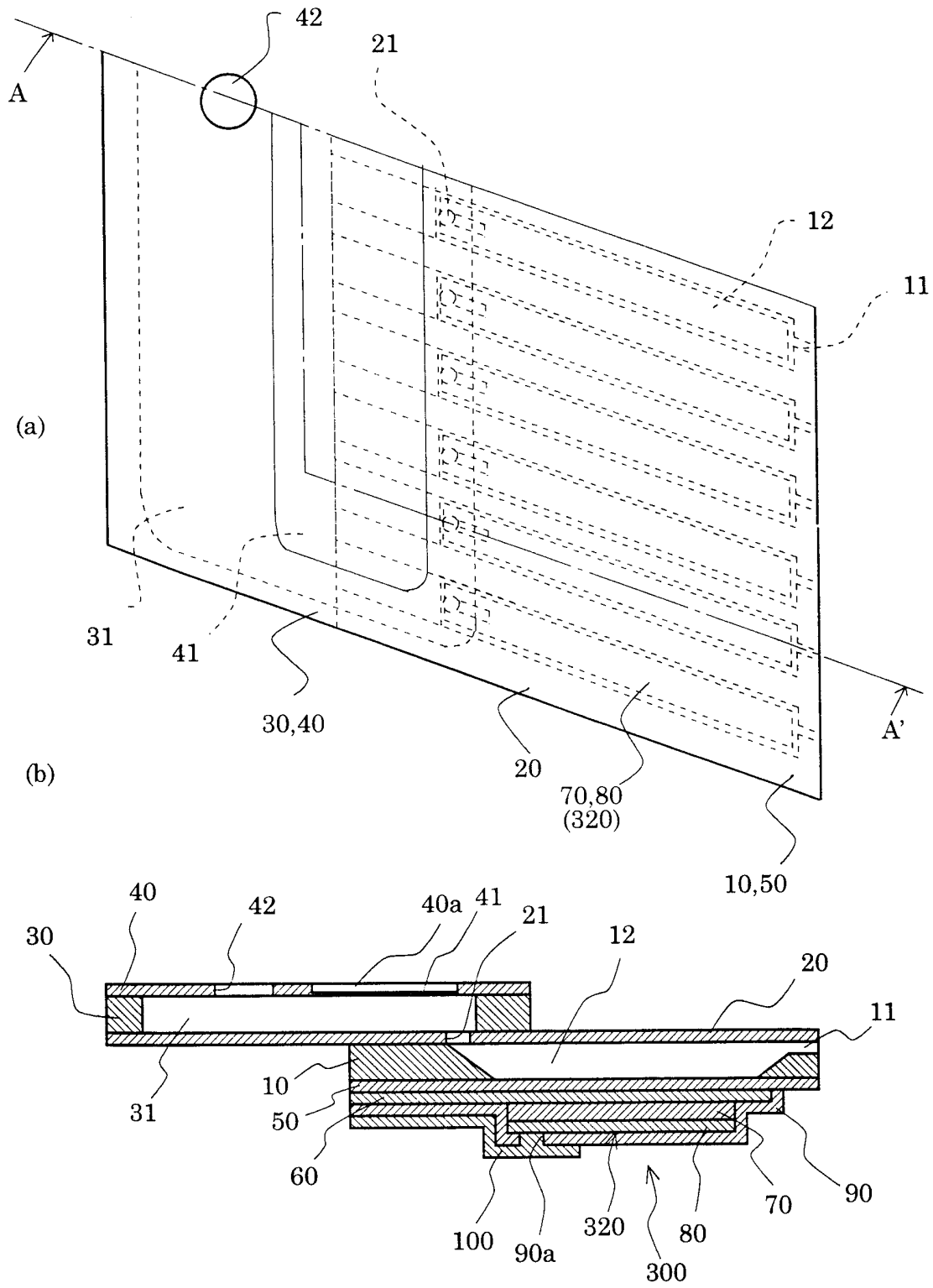
15 37. 請求の範囲1～36の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

20 38. 請求の範囲1～37の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

第1図

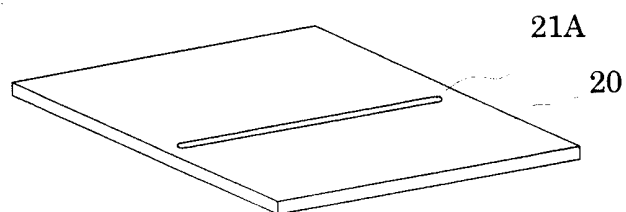


第 2 図

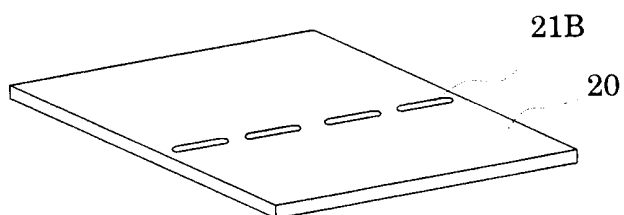


第 3 図

(a)

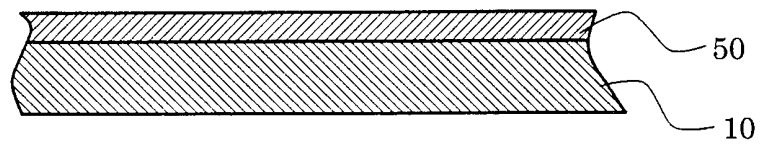


(b)

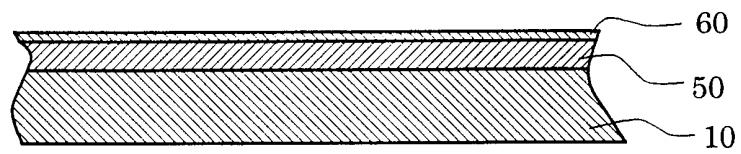


第 4 図

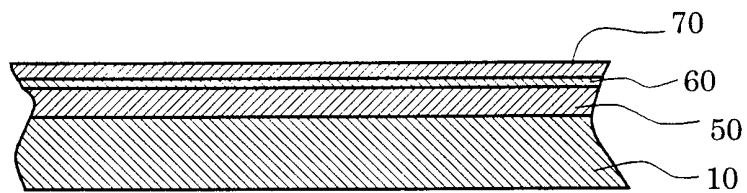
(a)



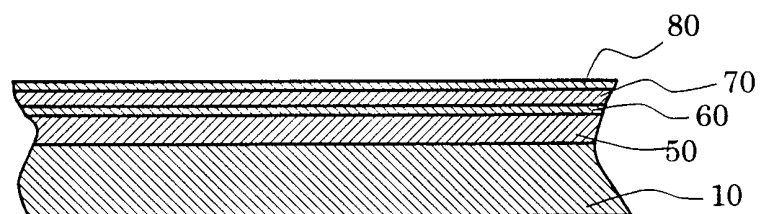
(b)



(c)

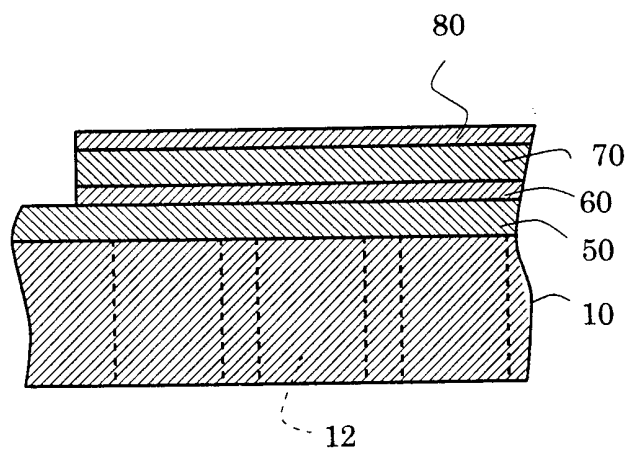


(d)

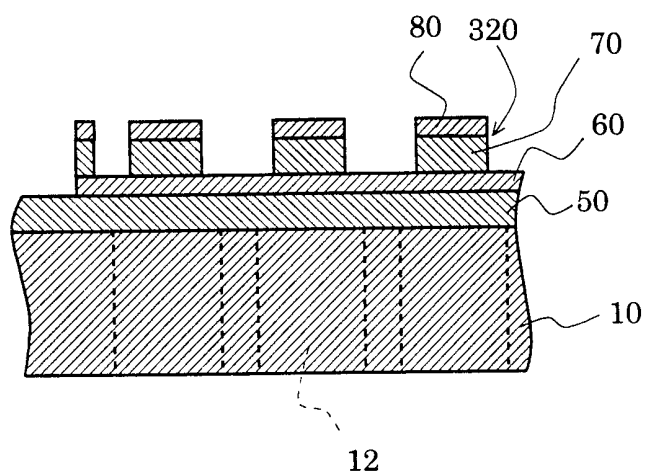


第 5 図

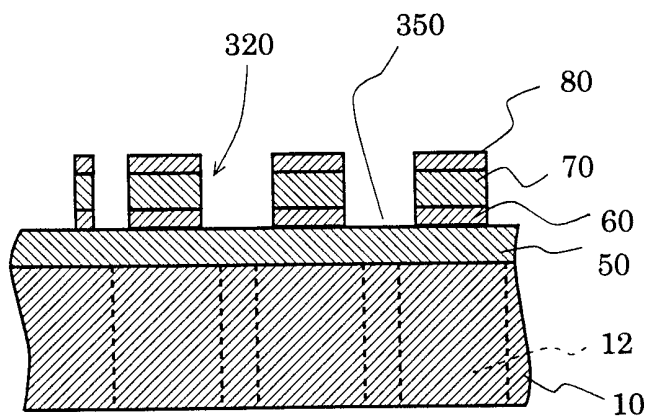
(a)



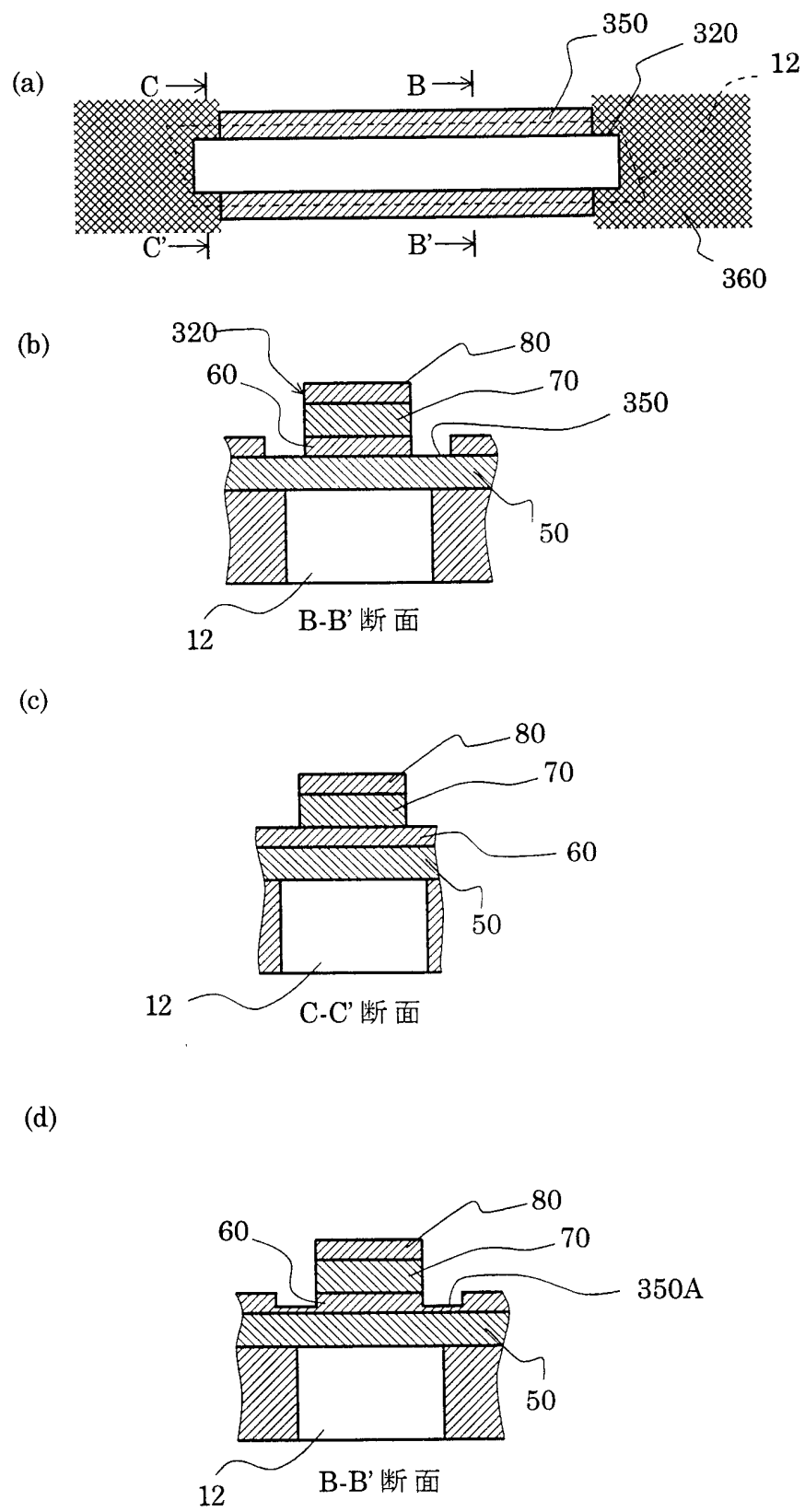
(b)



(c)

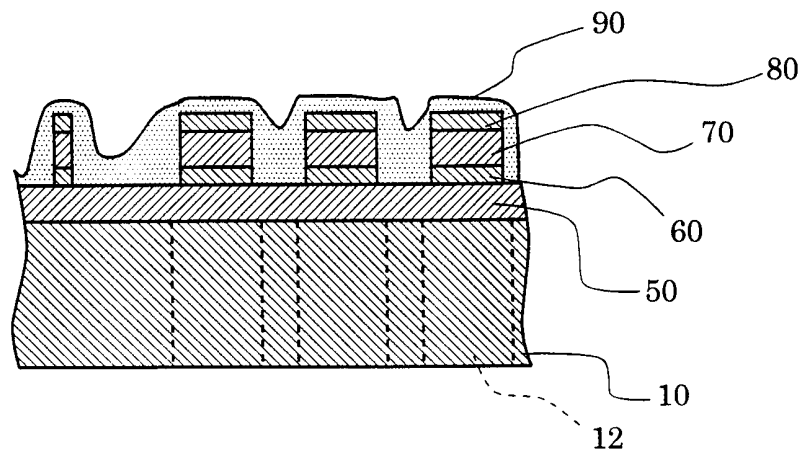


第 6 図

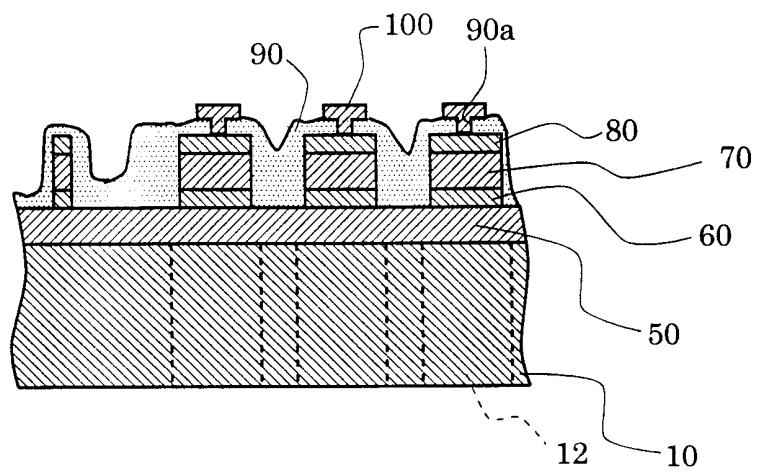


第 7 図

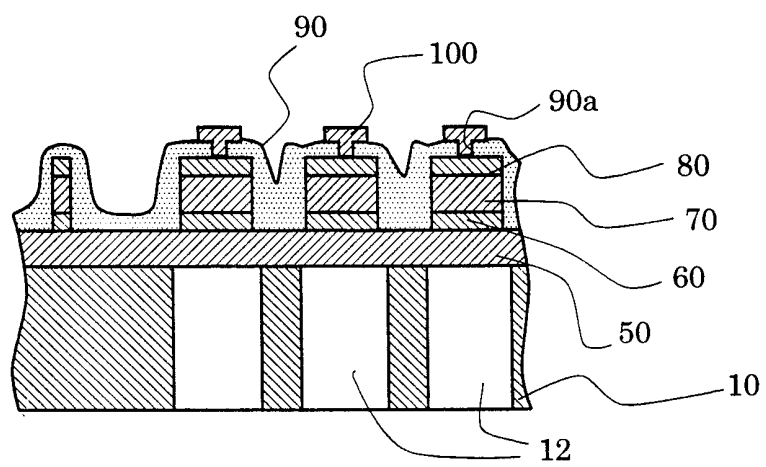
(a)



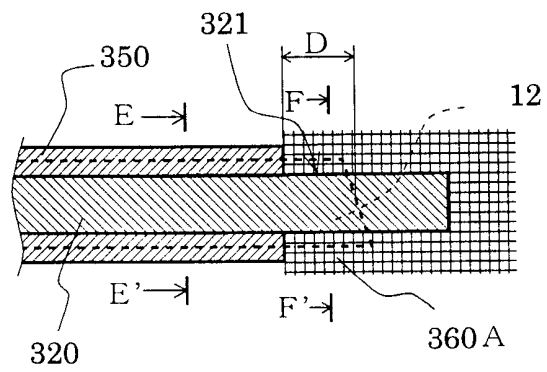
(b)



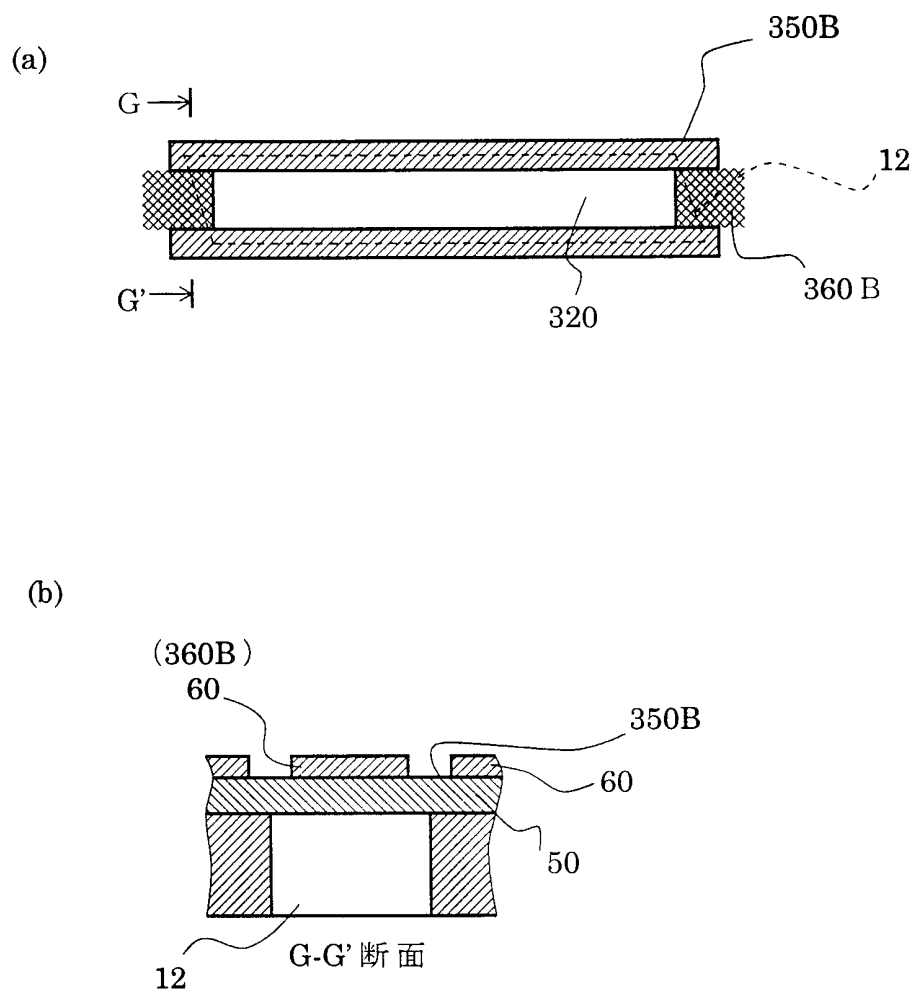
(c)



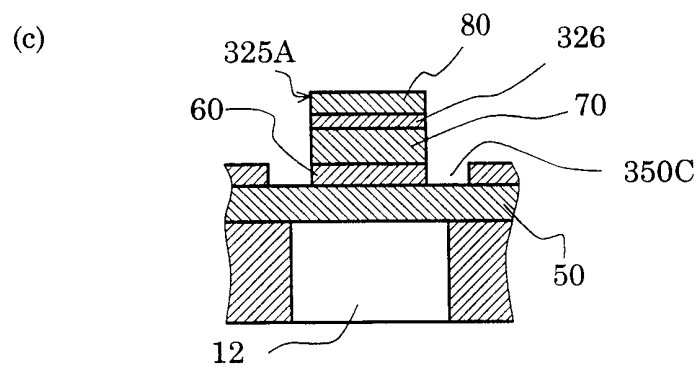
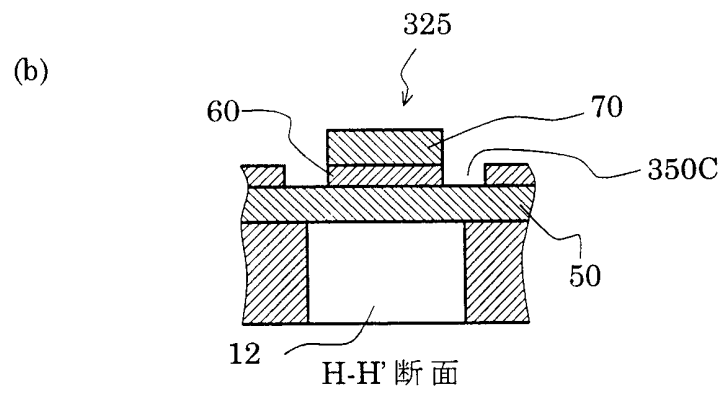
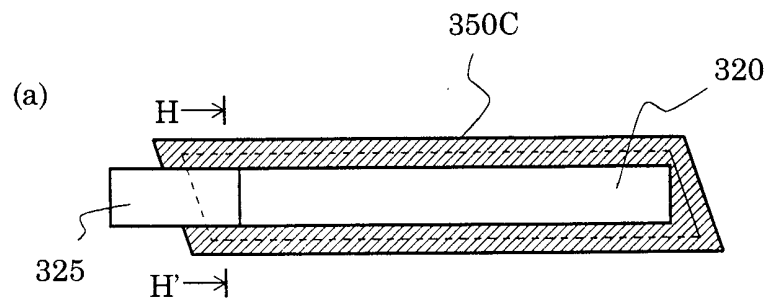
第 8 図



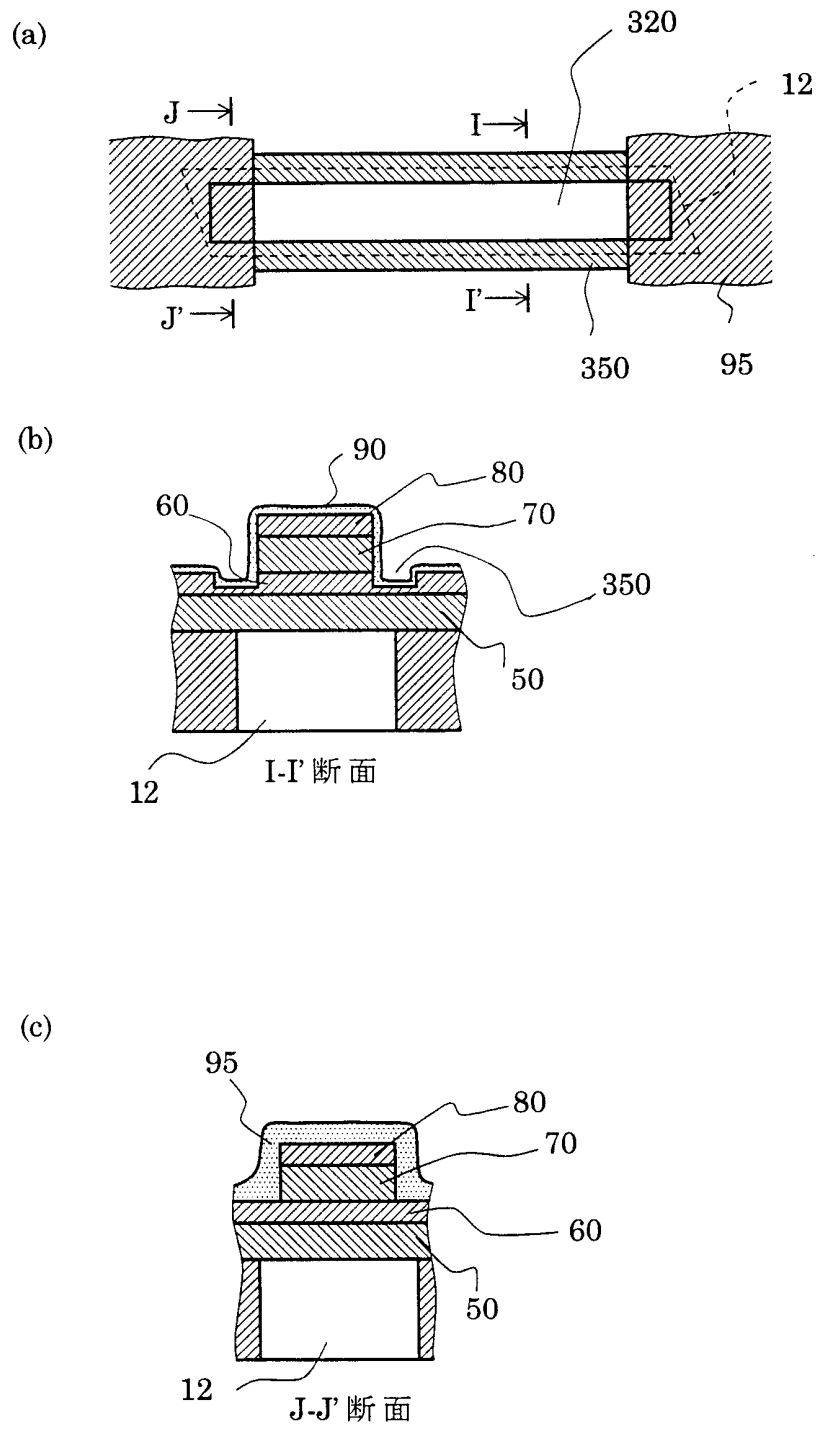
第 9 図



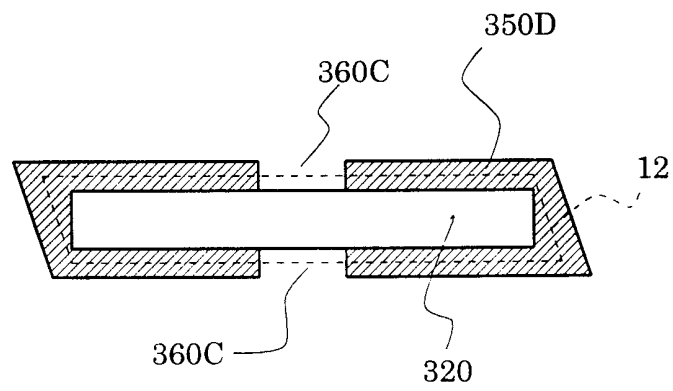
第10図



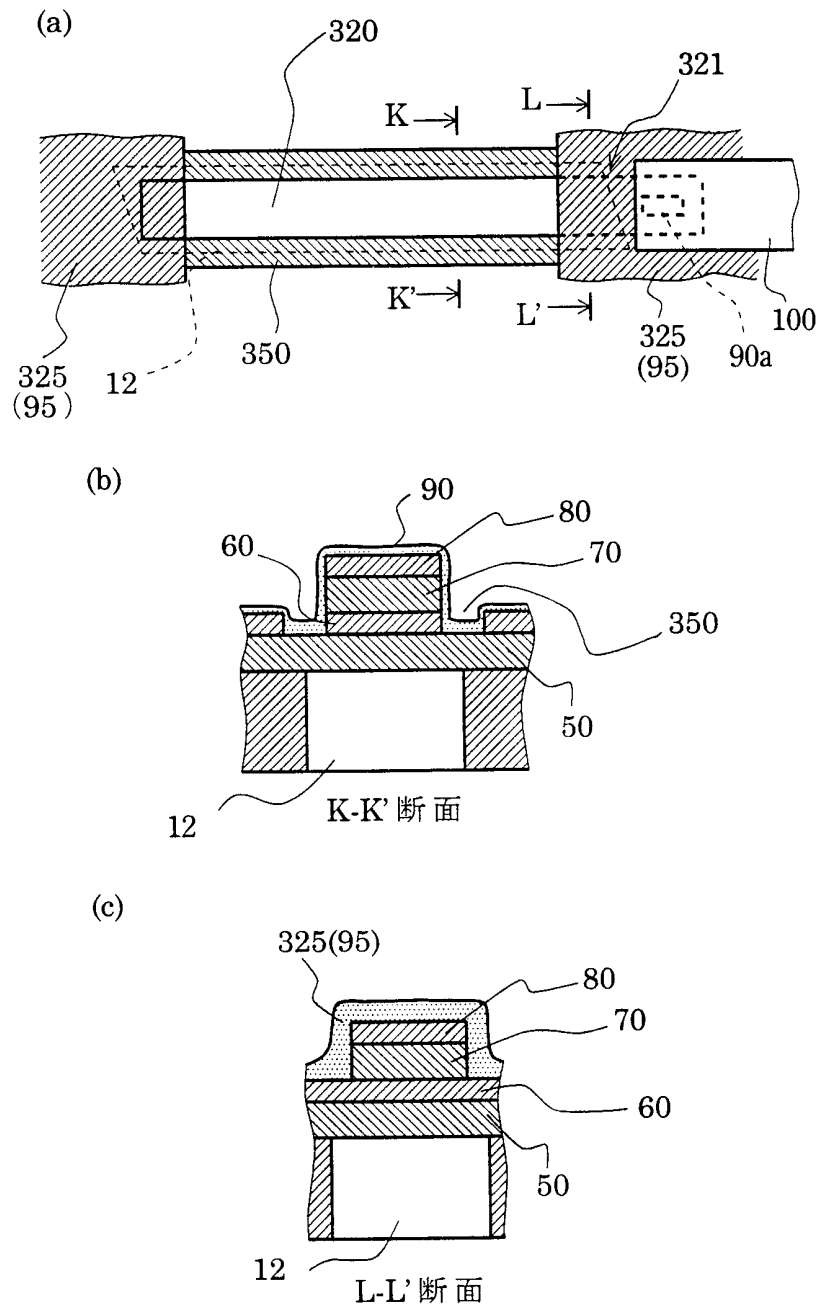
第11図



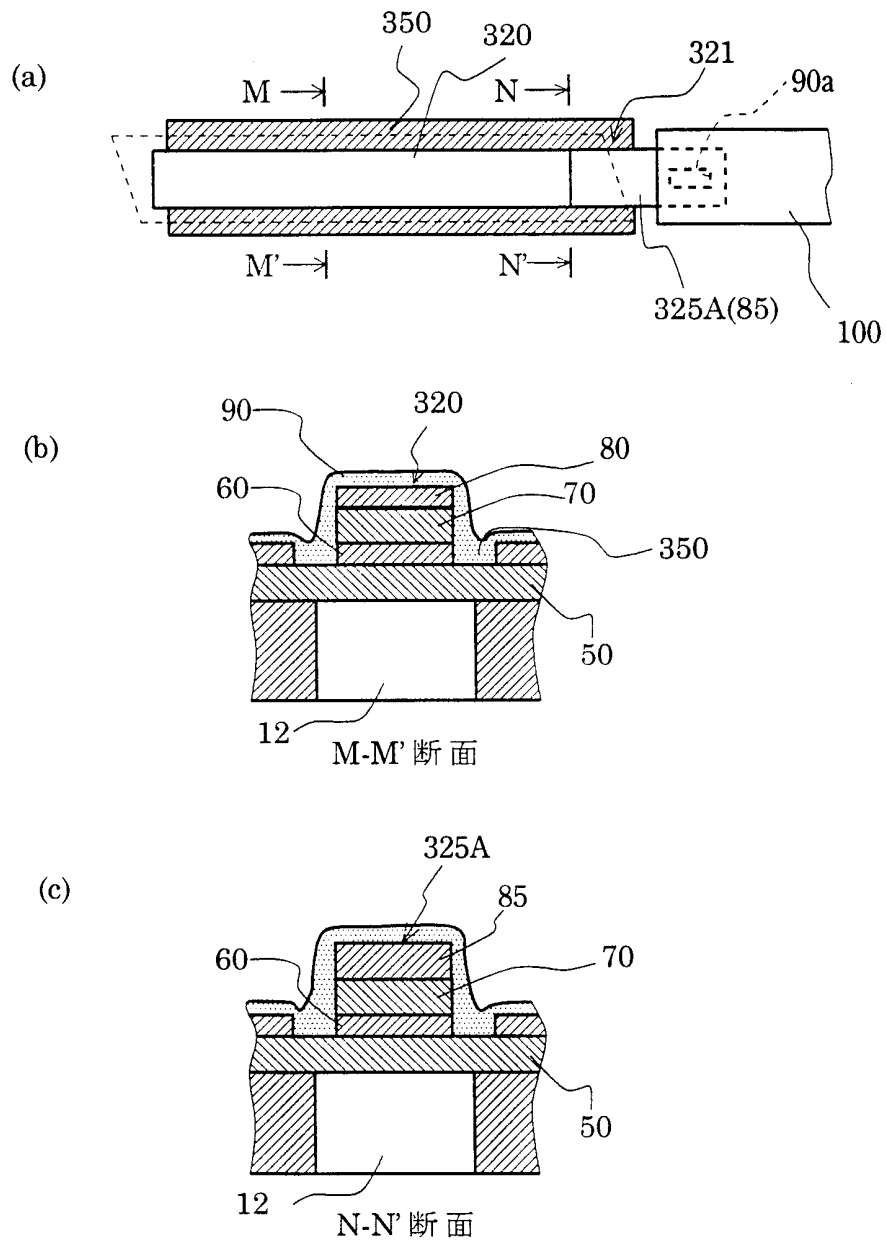
第12図



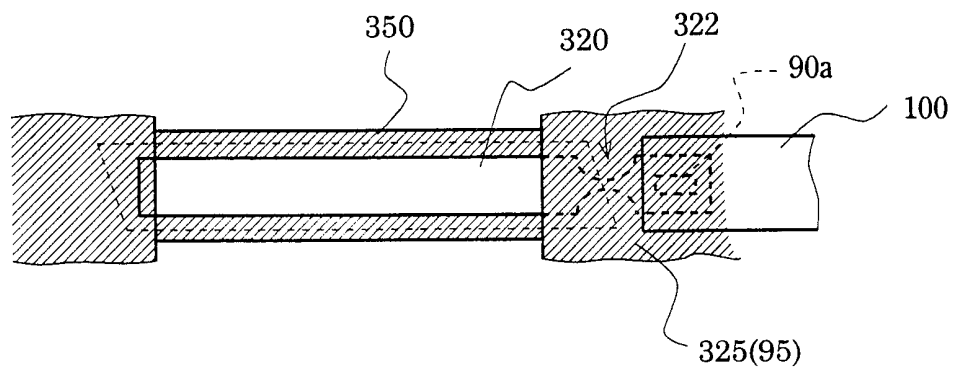
第13図



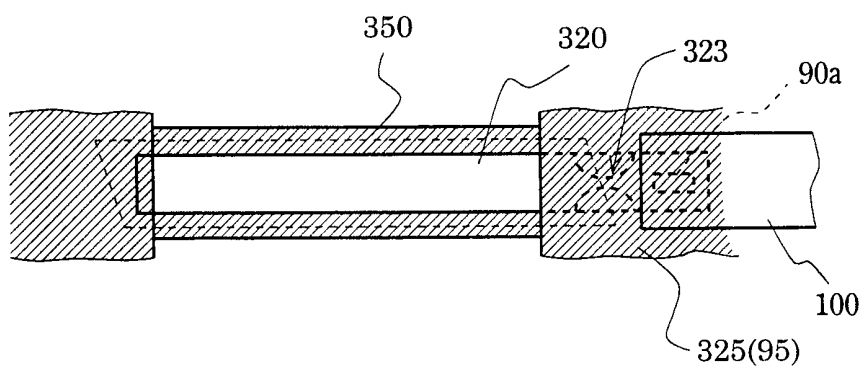
第14図



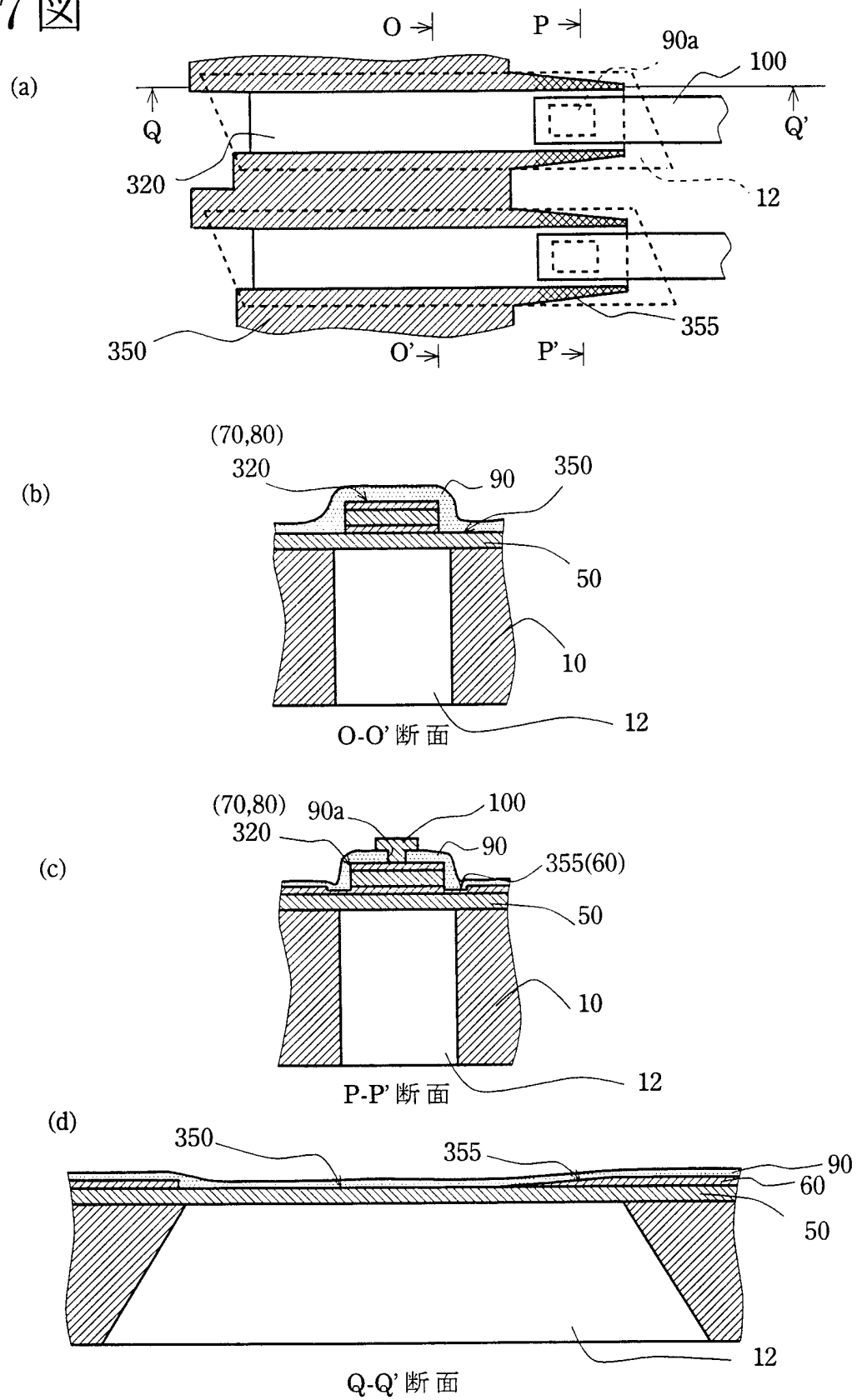
第15図



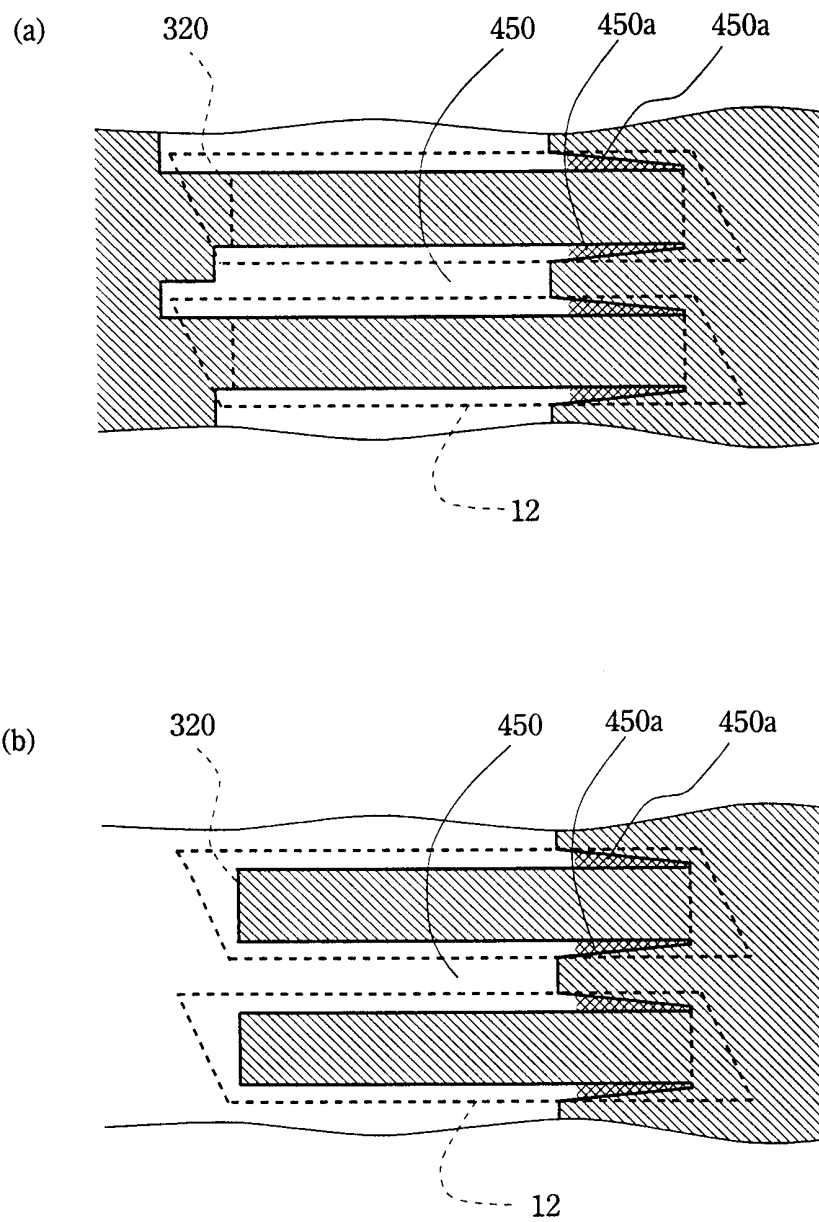
第16図



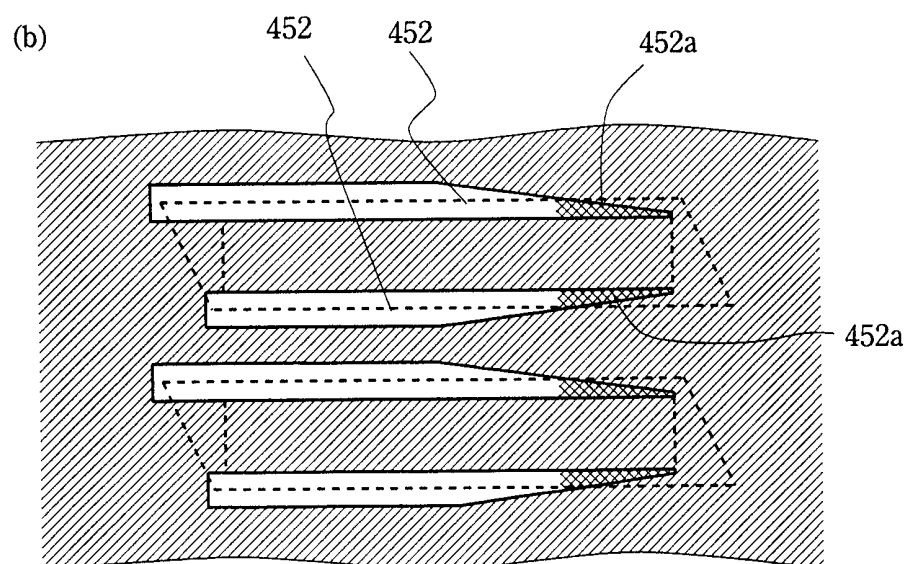
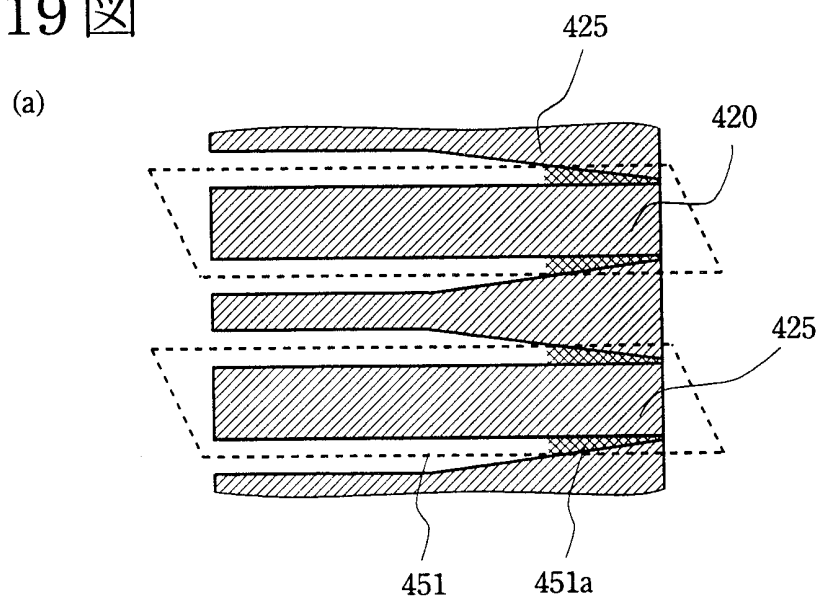
第17図



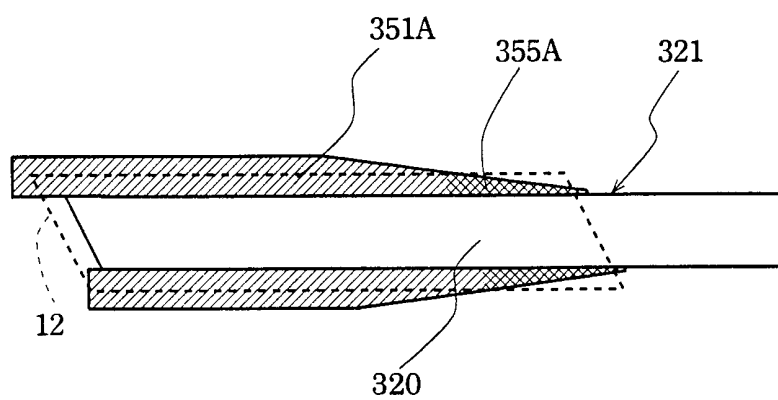
第18図



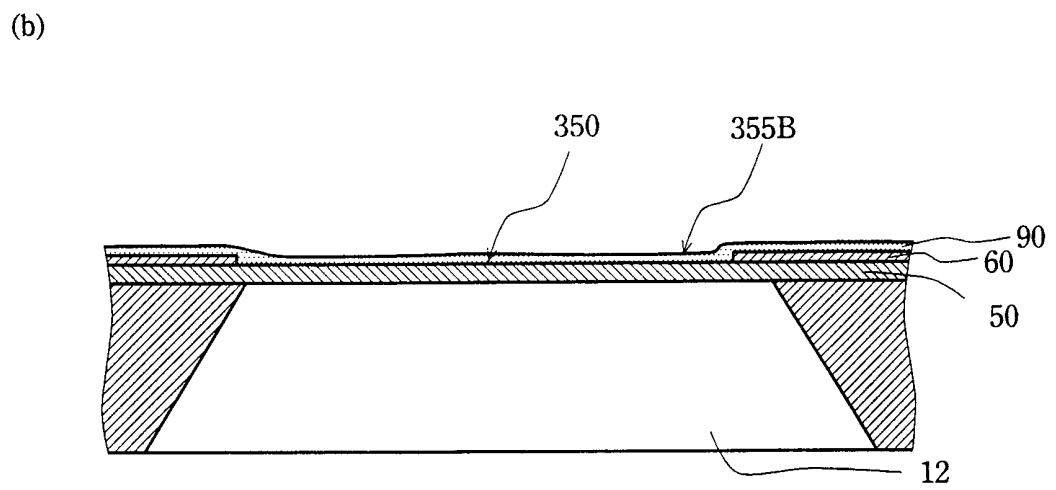
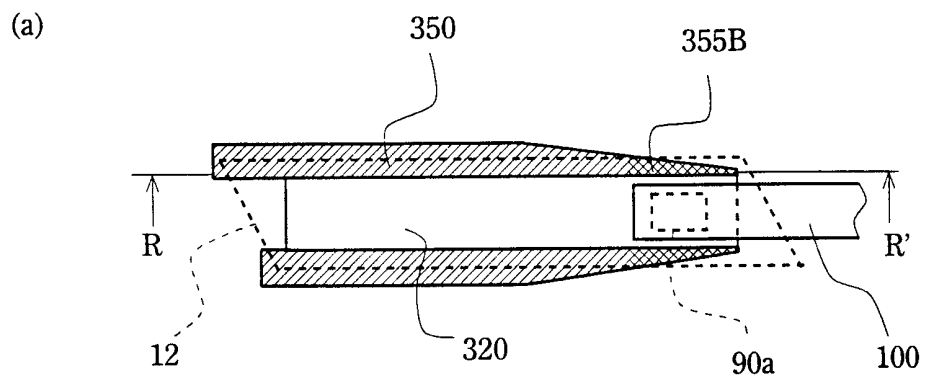
第19図



第20 図

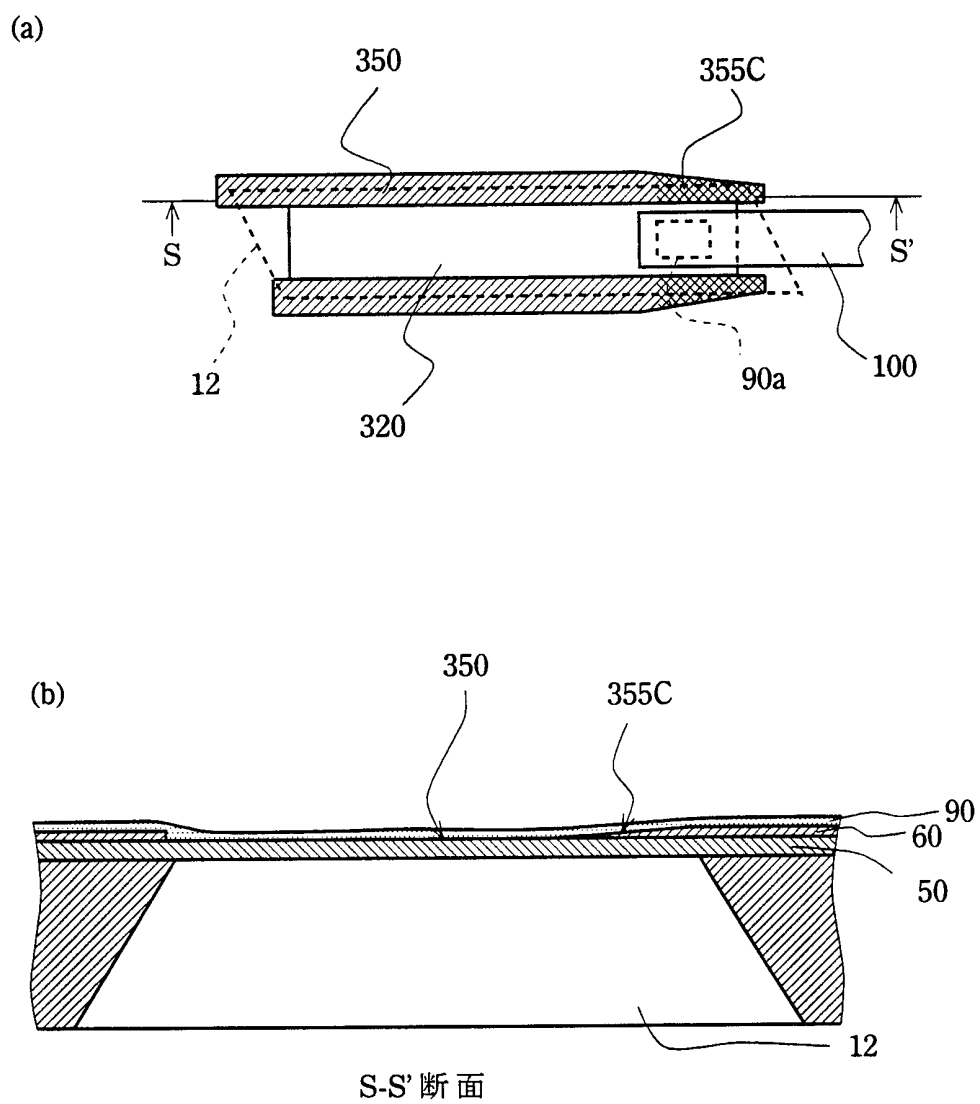


第21 図



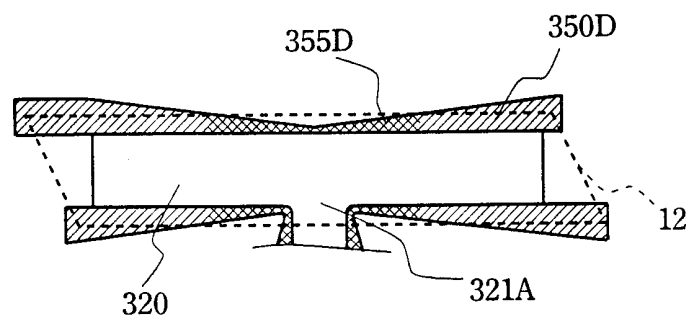
R-R' 断面

第22 図

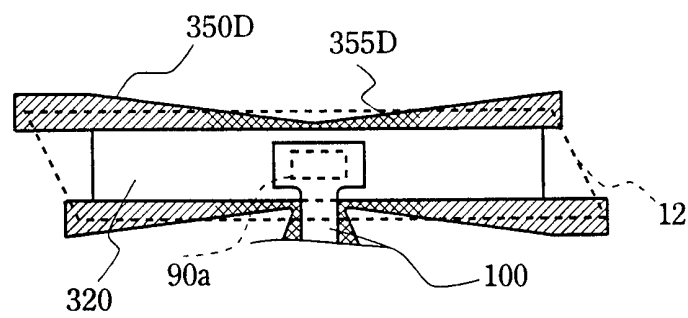


第23 図

(a)

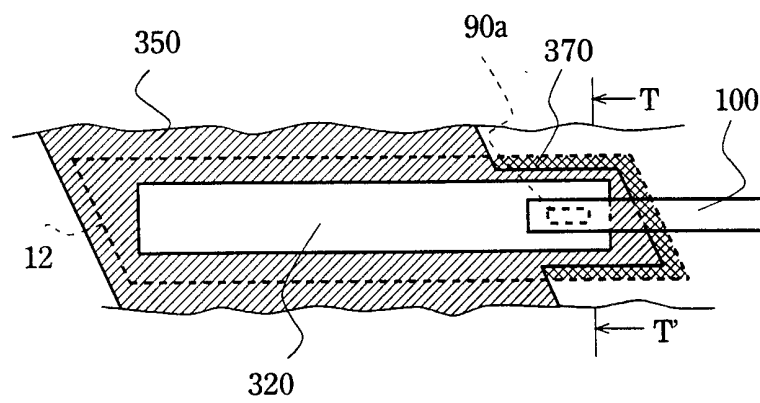


(b)

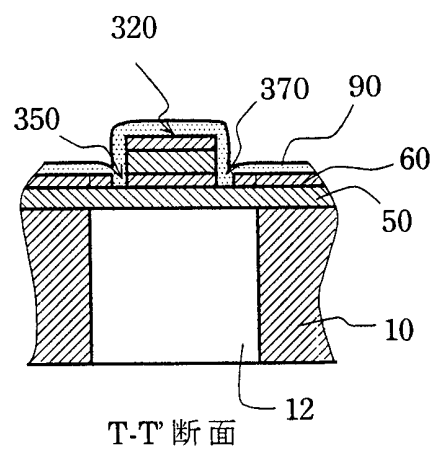


第24 図

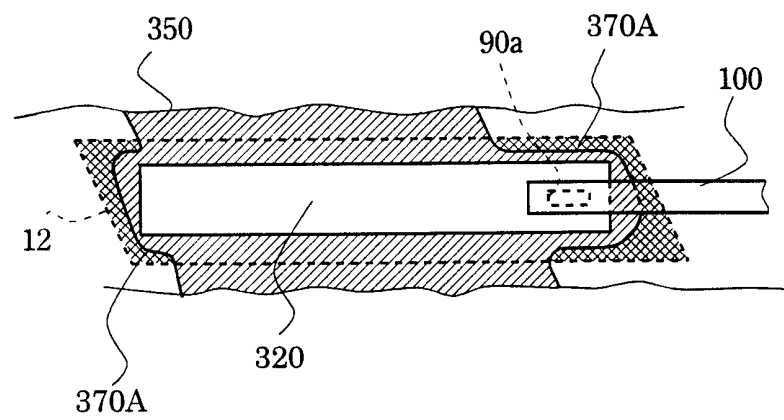
(a)



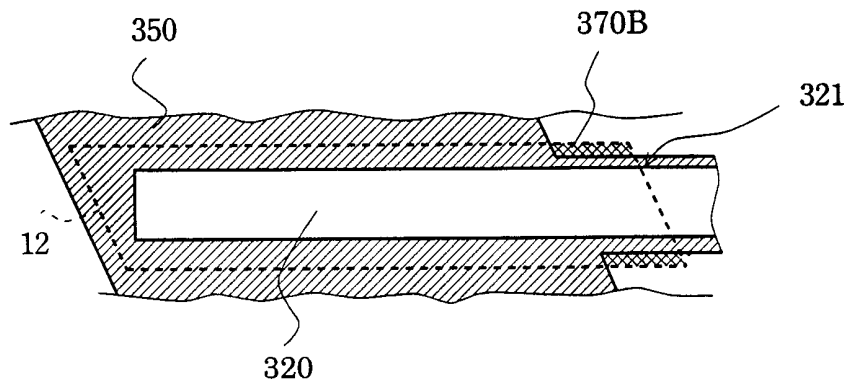
(b)



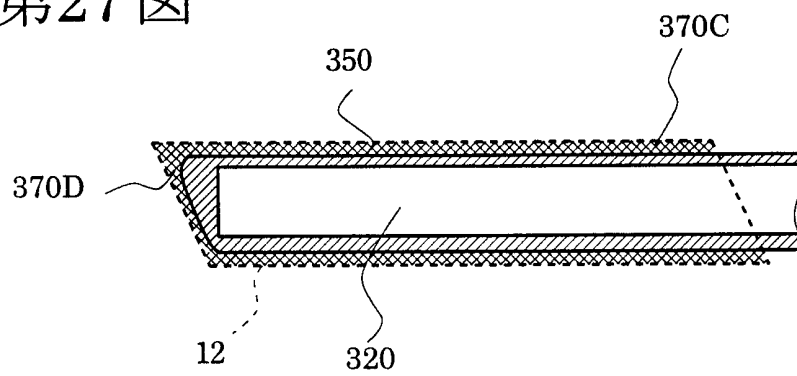
第25 図



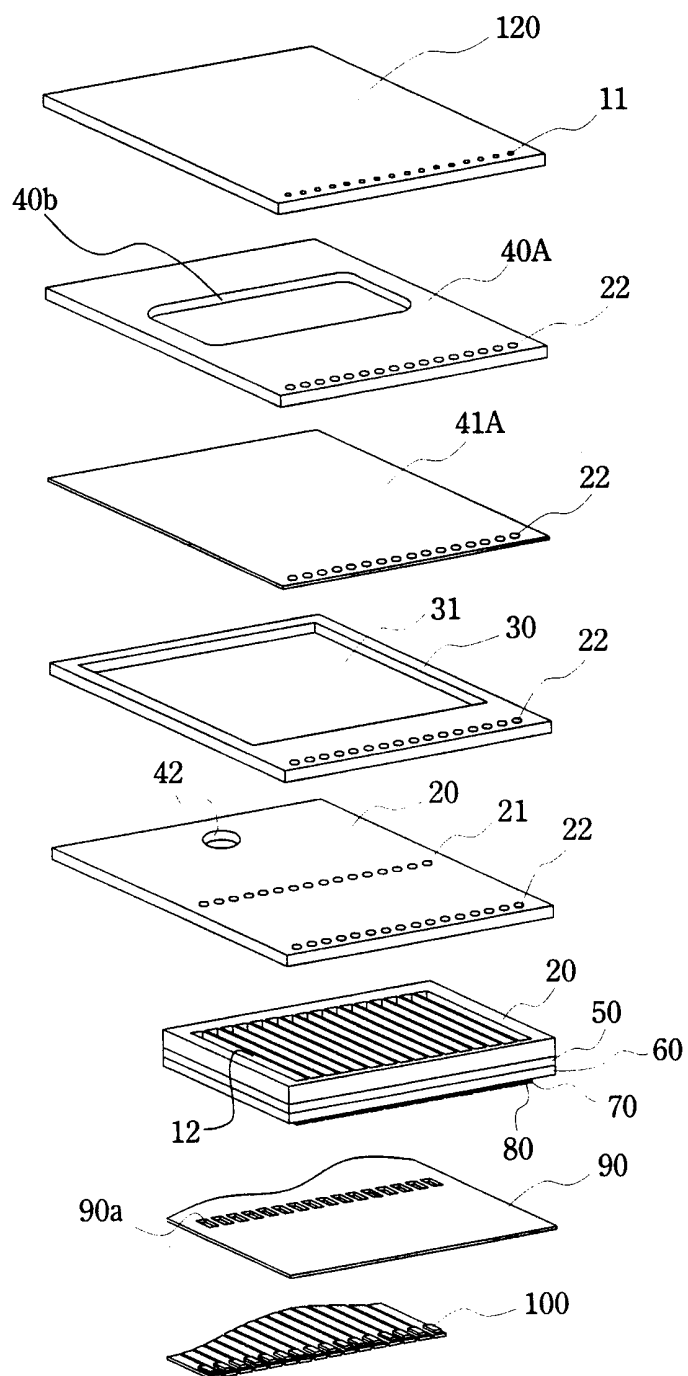
第26 図



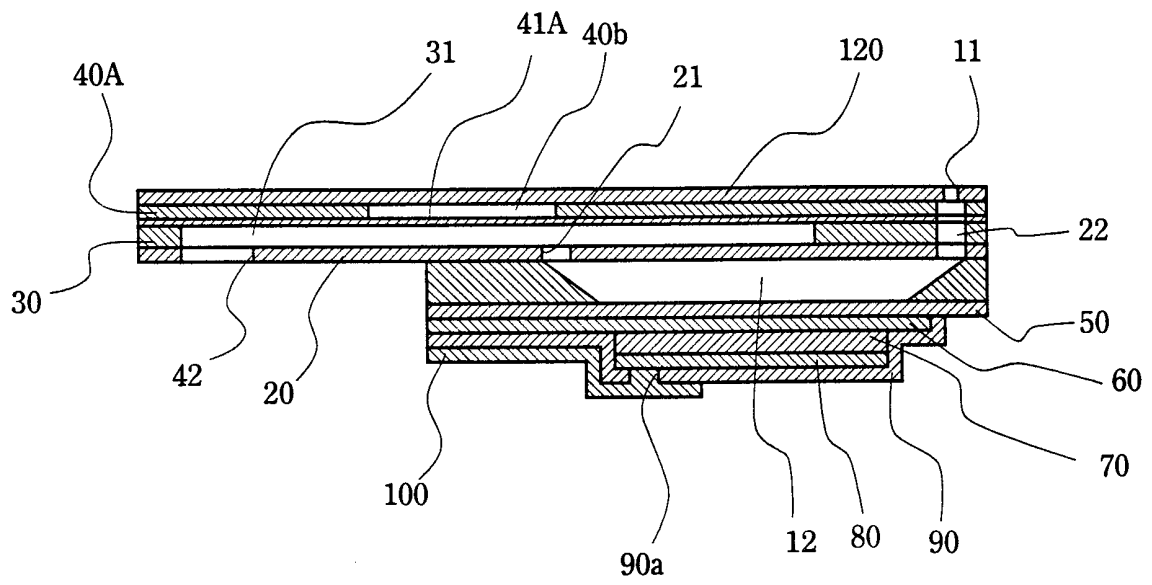
第27 図



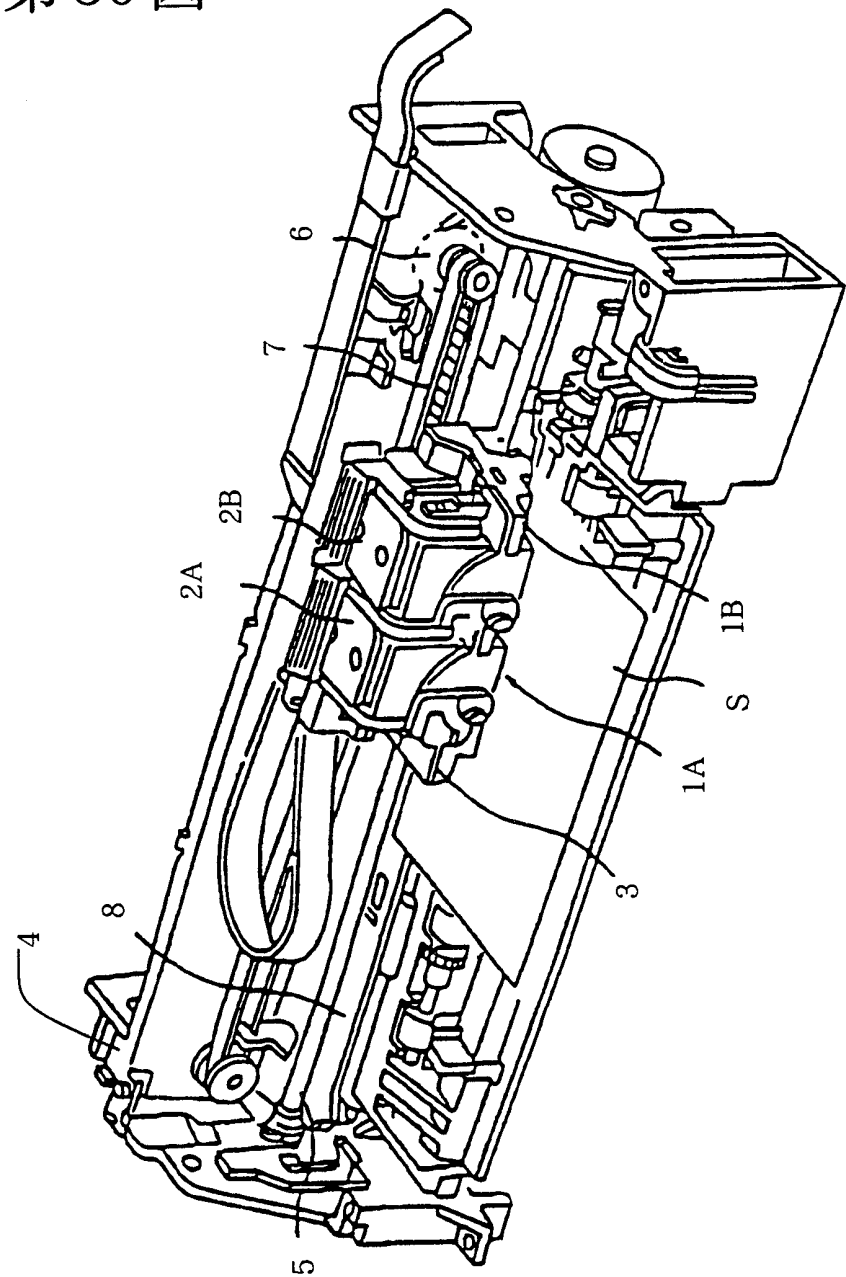
第28図



第29 図



第 30 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/03297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ B41J2/045														
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) Int.Cl ⁶ B41J2/045														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT														
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP, 5-169654, A (Seiko Epson Corp.), 9 July, 1993 (09. 07. 93) (Family: none)	1-7, 10-11 13-18, 37-38												
X	JP, 5-330069, A (Seiko Epson Corp.), 14 December, 1993 (14. 12. 93) (Family: none)	1, 8-9												
X	JP, 4-185348, A (Seiko Epson Corp.), 2 July, 1992 (02. 07. 92) (Family: none)	8-9, 25-28 30-33												
X	JP, 5-261921, A (Seiko Epson Corp.), 12 October, 1993 (12. 10. 93) (Family: none)	34-36												
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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	"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)	"&" document member of the same patent family	"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	
* Special categories of cited documents:	"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													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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													
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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													
"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)	"&" document member of the same patent family													
"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														
Date of the actual completion of the international search 18 September, 1998 (18. 09. 98)		Date of mailing of the international search report 29 September, 1998 (29. 09. 98)												
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer												
Facsimile No.		Telephone No.												

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. C 1 ⁶ B 4 1 J 2 / 0 4 5			
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. C 1 ⁶ B 4 1 J 2 / 0 4 5			
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 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1998 日本国登録実用新案公報 1994-1998 日本国実用新案登録公報 1996-1998			
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)			
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 請求の範囲の番号	
X	JP, 5-169654, A (セーエプ ソン株式会社) 9. 7 月. 1993 (09. 07. 93) ファミリーなし	1-7, 10-11 13-18, 37-38	
X	JP, 5-330069, A (セーエプ ソン株式会社) 14. 12 月. 1993 (14. 12. 93) ファミリーなし	1, 8-9	
X	JP, 4-185348, A (セーエプ ソン株式会社) 2. 7 月. 1992 (02. 07. 92) ファミリーなし	8-9, 25-28 30-33	
X	JP, 5-261921, A (セーエプ ソン株式会社) 12. 10 月. 1993 (12. 10. 93) ファミリーなし	34-36	
☐ 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」 先行文献ではあるが、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 18. 09. 98		国際調査報告の発送日 29.09.98	
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) 芝 哲 央 電話番号 03-3581-1101 内線 3222	