

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4459037号
(P4459037)

(45) 発行日 平成22年4月28日(2010.4.28)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.		F I			
B 4 1 J	2/05	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 B
B 4 1 J	2/16	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 H
B 4 1 J	2/045	(2006.01)	B 4 1 J	3/04	1 0 3 A
B 4 1 J	2/055	(2006.01)			

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-348614 (P2004-348614)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成16年12月1日(2004.12.1)	(74) 代理人	100123788 弁理士 官崎 昭夫
(65) 公開番号	特開2006-150900 (P2006-150900A)	(74) 代理人	100106138 弁理士 石橋 政幸
(43) 公開日	平成18年6月15日(2006.6.15)	(74) 代理人	100120628 弁理士 岩田 慎一
審査請求日	平成19年12月3日(2007.12.3)	(74) 代理人	100127454 弁理士 緒方 雅昭
		(72) 発明者	浅井 和宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出ヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液滴を吐出させるためのエネルギーを発生する吐出エネルギー発生素子と、該吐出エネルギー発生素子に液体を供給する供給口と、を備える素子基板と、

液滴を吐出する吐出口を含む吐出口部と、前記素子基板の前記吐出エネルギー発生素子が設けられた面を底面として該吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡が発生する第1の発泡室と、前記吐出口部と前記第1の発泡室とに連通された第2の発泡室と、前記第1の発泡室に液体を供給するための供給路と、を備え、前記素子基板の前記面に接合されたオリフィス基板と、を有する液体吐出ヘッドにおいて、

前記オリフィス基板に形成された、前記第1の発泡室と前記第2の発泡室とは、前記面に平行な断面積が変化する段差をもって連通され、

前記オリフィス基板に形成された、前記第2の発泡室と前記吐出口部とは、前記面に平行な断面積が変化する段差をもって連通され、

前記供給路は、前記素子基板の前記面からの高さが、前記第1の発泡室の上端面の高さ以上、かつ前記第2の発泡室の上端面の高さ以下であり、

前記素子基板の前記面に平行な断面における、前記第1の発泡室の平均断面積をS1、前記第2の発泡室の平均断面積をS2、前記吐出口部の平均断面積をS3とすれば、

$$S2 > S1 > S3$$

の関係を満たすことを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項2】

前記第1の発泡室と前記供給路とを隔離するように、前記素子基板の前記面から突出する隔壁が形成されており、前記供給路と前記第1の発泡室とは前記第2の発泡室を介して連通される請求項1に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項3】

前記第1の発泡室を囲む各々の第1のノズル壁は、前記素子基板の前記面に直交する平面に対して、傾斜角が 10° 以上 45° 以下で傾斜され、前記吐出口側に向かって縮小されている請求項1または2に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項4】

前記第2の発泡室を囲む各々の第2のノズル壁は、前記素子基板の前記面に直交する平面に対して、傾斜角が 10° 以上 45° 以下で傾斜され、前記吐出口側に向かって縮小されている請求項1ないし3のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッド。

10

【請求項5】

前記吐出口からの液滴の吐出方向と前記供給路内を流動する液体の流動方向とが直交するように形成されている請求項1ないし4のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項6】

前記吐出エネルギー発生素子によって発生する気泡が、前記吐出口を介して外気に通気される請求項1ないし5のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばインク滴等の液滴を吐出させて被記録材に記録を行うための液体吐出ヘッドに関し、特にインクジェット記録方式で記録を行う液体吐出ヘッドに関する。

20

【背景技術】

【0002】

インクジェット記録方式は、いわゆるノンインパクト記録方式の一つである。このインクジェット記録方式は、記録時に発生する騒音が無視し得る程度に小さく、高速記録が可能である。また、インクジェット記録方式は、種々の被記録材に対して記録が可能であり、いわゆる普通紙に対しても特別な処理を必要とせずインクが定着して、しかも高精細な画像が廉価に得られることを挙げることができる。このような利点から、インクジェット記録方式は、コンピューターの周辺機器としてのプリンタばかりでなく、複写機、ファクシミリ、ワードプロセッサ等の記録手段として近年急速に普及している。

30

【0003】

一般的に利用されているインクジェット記録方式のインク吐出方法には、インク滴を吐出するために用いられる吐出エネルギー発生素子として、例えばヒータ等の電気熱変換素子を用いる方法と、例えば piezo 素子等の圧電素子を用いる方法とがあり、いずれの方法でも電気信号によってインク滴の吐出を制御することができる。電気熱変換素子を用いるインク吐出方法の原理は、電気熱変換素子に電圧を印加することにより、電気熱変換素子近傍のインクを瞬時に沸騰させて、沸騰時のインクの相変化により生じる急激な気泡の成長によってインク滴を高速に吐出させる。一方、圧電素子を用いるインク吐出方法の原理は、圧電素子に電圧を印加することにより、圧電素子を変位させてこの変位時に発生する圧力によってインク滴を吐出させる。

40

【0004】

そして、電気熱変換素子を用いるインク吐出方法は、吐出エネルギー発生素子を配設するためのスペースを大きく確保する必要がなく、液体吐出ヘッドの構造が簡素で、ノズルの高集積化が容易であること等の利点がある。一方で、このインク吐出方法の固有の短所としては、電気熱変換素子が発生する熱等が液体吐出ヘッド内に蓄熱されることによって、飛翔するインク滴の体積が変動することや、消泡によって生じるキャビテーションが電気熱変換素子に及ぼす悪影響や、インク内に溶け込んだ空気が液体吐出ヘッド内の残留気泡となることで、インク滴の吐出特性や画像品質に及ぼす悪影響等があった。

【0005】

50

これらの問題を解決するため、従来の液体吐出ヘッドとしては、記録信号によって電気熱変換素子を駆動させて発生した気泡を外気に通気させる構成が開示されている（特許文献1参照）。この構成を採用することにより、飛翔するインク滴の体積の安定化を図り、微量のインク滴を高速に吐出することが可能となり、気泡の消泡時に発生するキャビテーションを解消することでヒータの耐久性の向上を図ること等が可能となり、更なる高精細画像が容易に得られるようになる。上述した特許文献1において、気泡を外気に通気させるための構成としては、電気熱変換素子と吐出口との間の最短距離を、従来に比して大幅に短くする構成が挙げられている。

【0006】

この種の従来の液体吐出ヘッドについて説明する。図15に示すように、従来の液体吐出ヘッドは、インクを吐出させる電気熱変換素子であるヒータ120が設けられた素子基板111と、この素子基板111に接合されてインクの流路を構成するオリフィス基板112とを備えている。オリフィス基板112は、インク滴を吐出する複数の吐出口126と、インクが流動する複数のノズルと、これら各ノズルにインクを供給する供給室118とを有している。ノズルは、ヒータ120によって内部のインクに気泡が発生する発泡室129と、この発泡室129にインクを供給する供給路128とを有している。図16に示すように、素子基板111には、発泡室129内に位置してヒータ120が配設されている。また、素子基板111には、オリフィス基板112に隣接している主面の裏面側からインクを供給するための供給口119を有する供給室118が設けられている。そして、オリフィス基板112には、素子基板111上のヒータ120に対向する位置に吐出口126が設けられている。

【0007】

以上のように構成された従来の液体吐出ヘッドは、供給口119から供給路128内に供給されたインクが、各ノズルに沿って供給されて、発泡室129内に充填される。発泡室129内に充填されたインクは、ヒータ120により膜沸騰されて発生する気泡によって、素子基板111の主面に対してほぼ直交する方向に飛翔されて、吐出口126からインク滴として吐出される。

【0008】

そして、上述した液体吐出ヘッドを備える記録装置は、記録画像の更なる高画質出力、高品位画像、高解像度出力等を図るために、記録速度の更なる高速化が考慮されている。従来の記録装置では、記録速度を高速化するために、液体吐出ヘッドのノズルごとに吐出させるインク滴の吐出回数を増加する、すなわち吐出周波数を高くする試みが開示されている（特許文献2参照。）。

【0009】

特に、特許文献2では、インクの流路を局所的に狭める空間や突起状の流体抵抗要素を供給口近傍に配設することによって、供給口から供給路へのインクの流れを改善する構成が提案されている。

【特許文献1】特開平4-10941号公報

【特許文献2】米国特許第6,158,843号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、上述した従来の液体吐出ヘッドは、インク滴を吐出する際、発泡室内に成長する気泡によって、発泡室内に充填されたインクの一部が供給路に押し戻されてしまう。このため、従来の液体吐出ヘッドでは、発泡室内のインクの体積が減少することに伴って、インク滴の吐出量が減少するという不都合がある。

【0011】

また、従来の液体吐出ヘッドは、発泡室内に充填されたインクの一部が供給路に押し戻される際に、成長する気泡の供給路側に臨む圧力の一部が、供給路側に逃げ出したり、発泡室内の内壁と気泡との摩擦によって圧力損失が発生したりしてしまふ。このため、従来

10

20

30

40

50

の液体吐出ヘッドは、気泡の圧力が低下することに伴って、インク滴の吐出速度が低下するという問題がある。

【0012】

また、従来の液体吐出ヘッドは、更なる高画質出力、高品位画像、高解像度出力等を得るため、吐出口の大きさを微小にしているため、吐出口に充填されたインクが固着しやすくなるといった問題がある。

【0013】

また、従来の液体吐出ヘッドは、吐出口部まで充填されたインクが吐出口表面の大気中の雰囲気によってインクが蒸発され、インクの粘度が変動するので、吐出不良が生じるといった問題もある。

【0014】

そこで、本発明は、液滴の吐出速度の高速化、液滴の吐出量の安定化を図り、液滴の吐出効率を向上することができる液体吐出ヘッド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】

【0015】

上述した目的を達成するため、本発明に係る液体吐出ヘッドは、
 液滴を吐出させるためのエネルギーを発生する吐出エネルギー発生素子と、この吐出エネルギー発生素子に液体を供給する供給口と、を備える素子基板と、
 液滴を吐出する吐出口を含む吐出口部と、素子基板の吐出エネルギー発生素子が設けられた面を底面として吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡が発生する第1の発泡室と、吐出口部と第1の発泡室とに連通された第2の発泡室と、第1の発泡室に液体を供給するための供給路と、を備え、素子基板の前記面に接合されたオリフィス基板と、を有する。オリフィス基板に形成された、第1の発泡室と第2の発泡室とは、前記面に平行な断面積が変化する段差をもって連通されている。オリフィス基板に形成された、第2の発泡室と吐出口部とは、前記面に平行な断面積が変化する段差をもって連通されている。供給路は、素子基板の前記面からの高さが、第1の発泡室の上端面の高さ以上、かつ、第2の発泡室の上端面の高さ以下である。そして、素子基板の前記面に平行な断面における、第1の発泡室の平均断面積を S_1 、第2の発泡室の平均断面積を S_2 、吐出口部の平均断面積を S_3 とすれば、 $S_2 > S_1 > S_3$ の関係を満たす。

【発明の効果】

【0016】

上述したように本発明に係る液体吐出ヘッドによれば、第2の発泡室の平均断面積が第1の発泡室の平均断面積よりも大きくされたことで、吐出口表面での液体の蒸発を抑制し、液体の増粘による吐出不能を回避し吐出動作の安定性を向上することができる。さらに、本発明によれば、使用する液体の成分や粘度の自由度を向上することができ、より一層良好な品位の印字を行うことができる。これにより、液体の吐出特性の向上、および吐出動作の信頼性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の具体的な実施形態について、インク等の液滴を吐出する液体吐出ヘッドを、図面を参照して説明する。

【0018】

まず、本実施形態に係る液体吐出ヘッドの概略を説明する。本実施形態の液体吐出ヘッドは、インクジェット記録方式の中でも特に、液体のインクを吐出するために利用されるエネルギーとして熱エネルギーを発生する手段を備え、その熱エネルギーによってインクの状態変化を生起させる方式が採用されたインクジェット記録ヘッドである。この方式が用いられることにより、記録される文字や画像等の高密度化および高精細化が達成されている。特に本実施形態では、熱エネルギーを発生する手段として発熱抵抗素子を用い、この発熱抵抗素子によりインクを加熱して膜沸騰させたときに発生する気泡による圧力を利用してインクを吐出している。

【0019】

詳細については後述するが、液体吐出ヘッドは、発熱抵抗素子である複数のヒータのそれぞれに、インクの流路であるノズルを個別に独立して形成するための隔離壁が、吐出口から供給口近傍まで延設された構成にされている。このような液体吐出ヘッドは、例えば特開平4-10940号公報、特開平4-10941号公報に開示されたインクジェット記録方法が適用されたインク吐出手段を有しており、インクの吐出時に発生する気泡が吐出口を介して外気に通気されている。

【0020】

そして、液体吐出ヘッドは、図1に示すように、複数のヒータおよび複数のノズルを有し各ノズルの長手方向が互いに平行に配列された第1のノズル列16と、供給口36を挟んで第1のノズル列16に対向する位置に配列された第2のノズル列17とを備えている。

10

【0021】

第1および第2のノズル列16、17は、いずれも隣接する各ノズルの間隔が600 dpiピッチに形成されている。また、第2のノズル列の各ノズル17は、第1のノズル列16の各ノズルに対して、隣接する各ノズルのピッチが互いに1/2ピッチずれて配列されている。

【0022】

また、第1のノズル列16と第2のノズル列17は、吐出口から吐出されるインク滴の吐出量が互いに異ならせて構成されている。第1のノズル列16と第2のノズル列17は、吐出口の開口面積が互いに異なるとともに、後述する素子基板の主面に平行なヒータの面積が互いに異なっている。さらに、第1のノズル列16と第2のノズル列17は、ヒータと吐出口との間の最短距離が等しくそれぞれ形成されている。

20

【0023】

ここで、複数のヒータおよび複数のノズルが高密度に配列されている第1および第2のノズル列16、17を備える液体吐出ヘッドを最適化する概念について簡単に説明する。

【0024】

一般に、液体吐出ヘッドの吐出特性に影響を及ぼす物理量としては、複数設けられたノズル内におけるイナータンス（慣性力）とレジスタンス（粘性抵抗）が大きく作用している。任意の形状の流路内を移動する非圧縮性流体の運動方程式は、以下に示す2式によって表される。

30

$$\begin{aligned} \rho \frac{dv}{dt} + \rho v \frac{dv}{dx} &= - \frac{dP}{dx} + \mu \frac{d^2v}{dx^2} + f \quad \text{（連続の式）} \quad \dots \text{式1} \\ \rho \frac{dv}{dt} + \rho v \frac{dv}{dx} &= - \frac{dP}{dx} + \mu \frac{d^2v}{dx^2} + f \quad \text{ナビエ・ストークスの式）} \quad \dots \text{式2} \end{aligned}$$

式1および式2を、対流項および粘性項が十分に小さく、外力がないものとして近似すると、

$$\rho \frac{dv}{dt} = 0 \quad \dots \text{式3}$$

となり、圧力が調和関数を用いて表される。

【0025】

そして、液体吐出ヘッドの場合には、図2に示すような3開口モデル、および図3に示すような等価回路によって表現される。

40

【0026】

イナータンスは、静止流体が急に動き出すときの「動き難さ」として定義される。電氣的に表現すると、電流の変化を阻害するインダクタンスLと似た働きをする。機械的なバネマスモデルでは、重さ(mass)に相当する。

【0027】

イナータンスを式で表すと、開口に圧力差を与えたときの、流体体積Vの2階時間微分、すなわち流量F(=V/t)の時間微分との比で表される。

$$\rho \frac{d^2V}{dt^2} = \left(\frac{dF}{dt} \right) = \left(\frac{1}{A} \right) \times P \quad \dots \text{式4}$$

なお、A：イナータンスとする。

50

【0028】

例えば、擬似的に、密度 ρ 、長さ L 、断面積 S_0 とされたパイプ型の管流路を仮定すると、この擬似的な1次元流管路のイナータンス A_0 は、

$$A_0 = \rho \times L / S_0$$

で表され、流路の長さに比例し、断面積に反比例することが分かる。

【0029】

図3に示したような等価回路に基づいて、液体吐出ヘッドの吐出特性をモデル的に予測、解析することができる。

【0030】

本発明の液体吐出ヘッドにおいて、吐出現象は、慣性流から粘性流に移行する現象とされている。特に、ヒータによる発泡室内での発泡初期においては、慣性流が主であり、逆に、吐出後期（すなわち、吐出口に生じたメニスカスがインク流路側に移動を開始したときから、毛細管現象によってインクが吐出口の開口端面まで充填されて復帰するまでの時間）においては、粘性流が主となる。その際、上述した関係式から、発泡初期には、イナータンス量の関係により、吐出特性、特に、吐出体積および吐出速度への寄与が大きくなり、吐出後期には、レジスタンス（粘性抵抗）量が、吐出特性、特に、インクのリフィルに要する時間（以下、リフィル時間と称する。）への寄与が大きくなる。

10

【0031】

ここで、レジスタンス（粘性抵抗）は、式1と、

$$P = \frac{8 \mu L Q}{\pi R^4} \quad \dots \text{式5}$$

20

となる定常ストークス流で記述され、粘性抵抗 B を求めることができる。また、吐出後期では、図2に示したモデルにおいて、吐出口近傍にメニスカスが生じて、主に毛細管力による吸引力により、インクの流動が生じるため、2開口モデル（1次元流モデル）で近似することができる。

【0032】

すなわち、粘性流体を記述したポアズイユの式6から求めることができる。

$$\left(\frac{V}{t} \right) = \left(\frac{1}{G} \right) \times \left(\frac{1}{\rho} \right) \left\{ \left(\frac{P}{\rho} \right) \times S(x) \right\} \quad \dots \text{式6}$$

ここで、 G ：形状因子である。また、粘性抵抗 B は、任意の圧力差に従って流れる流体に起因するため、

30

$$B = \frac{8 \mu L}{\pi R^4} \left\{ \left(\frac{G \times \rho}{S(x)} \right) \right\} \times \dots \text{式7}$$

により、求められる。

【0033】

上述した式7により、レジスタンス（粘性抵抗）は、密度 ρ 、長さ L 、断面積 S_0 であるようなパイプ型の管流路を仮定すると、

$$B = \frac{8 \mu L}{\pi R^4} \left(\frac{\rho \times S_0^2}{S(x)} \right) \quad \dots \text{式8}$$

となり、近似的にノズルの長さに比例し、かつ、ノズルの断面積の2乗に反比例する。

【0034】

このように、液体吐出ヘッドの吐出特性、特に、吐出速度、インク滴の吐出体積、リフィル時間のいずれをも向上させるためには、イナータンスの関係から、ヒータから吐出口側へのイナータンス量を、ヒータから供給口側へのイナータンス量と比較して可能な限り大きくし、かつ、ノズル内のレジスタンスを小さくすることが、必要十分条件である。

40

【0035】

本発明に係る液体吐出ヘッドは、上述した観点と、さらに、複数のヒータおよび複数のノズルを高密度に配設するという命題に対して、両方を満足させることを可能とする。

【0036】

次に、本実施形態に係る液体吐出ヘッドについて、具体的な構成を図面を参照して説明する。

【0037】

図4および図5に示すように、液体吐出ヘッドは、発熱抵抗素子である複数の吐出エネ

50

ルギ発生素子としてのヒータ 20 が設けられた素子基板 11 と、この素子基板 11 の主面に積層されて接合されて複数のインクの流路を構成するオリフィス基板 12 とを備えている。

【0038】

素子基板 11 は、例えば、ガラス、セラミックス、樹脂、金属等によって形成されており、一般には Si によって形成されている。

【0039】

素子基板 11 の主面上には、インクの流路毎に設けられたヒータ 20 と、このヒータ 20 に電圧を印加する電極（図示せず）と、この電極に電氣的に接続された所定の配線パターンをなす配線（図示せず）とがそれぞれ設けられている。なお、図示しないが、ヒータ 20 の代わりに、例えば piezo 素子等の圧電素子が用いられてもよく、圧電素子に電圧を印加することによって、圧電素子を変位させてこの変位時に発生する圧力によってインク滴が吐出される。

【0040】

また、素子基板 11 の主面上には、蓄熱の発散性を向上させる絶縁膜（図示せず）が、ヒータ 20 を被覆するように設けられている。また、素子基板 11 の主面上には、気泡が消泡した際に生じるキャピテーションから主面を保護するための保護膜（図示せず）が、絶縁膜を被覆するように設けられている。

【0041】

オリフィス基板 12 は、樹脂材料によって厚さが 20 ~ 75 μm 程度に形成されている。オリフィス基板 12 は、図 4 および図 5 に示すように、インク滴を吐出する複数の吐出口 26 を有し内部をインクが流動する複数のノズル 27 とを有している。

【0042】

また、素子基板 11 には、オリフィス基板 12 に隣接する主面の裏面側から各ノズル 27 にインクを供給するための供給口 19 を有する供給室 18 が設けられている。

【0043】

ノズル 27 は、インク滴を吐出する吐出口 26 を有する吐出口部 25、ヒータ 20 によって内部のインクに気泡を発生させる第 1 の発泡室 29 と、吐出口部 25 と第 1 の発泡室 29 とを連通させる第 2 の発泡室 30 と、第 1 の発泡室 29 にインクを供給するための供給路 28 とを有している。

【0044】

また、各ヒータ 20 は、図 5 に示すように、互いに平行に配列された複数のノズル 27 を個々に区切るためのノズル壁 35 で 3 方向が囲まれており、1 方向が供給路 28 に連通されている。

【0045】

吐出口部 25 は、第 2 の発泡室 30 の上端面の開口に連通して設けられ、吐出口部 25 の側壁面と第 2 の発泡室 30 の側壁面との間に段差が形成されている。

【0046】

吐出口部 25 の吐出口 26 は、素子基板 11 上に設けられたヒータ 20 に対向する位置に形成されている。本実施形態では、吐出口 26 の直径が例えば 7 μm 程度の丸孔にされている。なお、吐出口 26 は、吐出特性上の必要に応じて、放射状をなすほぼ星形状に形成されてもよい。

【0047】

図 4 に示すように、第 2 の発泡室 30 は、側壁面が、素子基板 11 の主面に直交する平面、換言すればオリフィス基板 12 の厚み方向に直交する平面に対して、傾斜角 θ が $10^\circ \sim 45^\circ$ の範囲内で傾斜されて、ヒータ 20 の主面に平行な断面で、その断面積が吐出口 26 側に向かって縮小されている。また、第 2 の発泡室 30 の上端面は、段差をもって吐出口部 25 の下端の開口に連通されている。

【0048】

一般に発泡室をエッチング処理によって形成する場合には、傾斜角 θ が、 $10^\circ \sim 4$

10

20

30

40

50

5°の範囲内であれば側壁面を傾斜させて容易に形成することができる。そして、この範囲内で側壁面が傾斜されることで、ノズル27内で吐出口26側に向かってインクを良好に流動させることが可能になり、気泡の圧力損失を低減し、吐出速度の向上を図ることができる。

【0049】

上述のノズル27の構成では、第1の発泡室29の側壁面および吐出口部25の壁面がヒータ20の主面に直交する方向に平行にそれぞれ形成され、第2の発泡室30の側壁面のみが傾斜角2で傾斜される構成にされたが、第1の発泡室29の側壁面および吐出口部25の壁面も、第2の発泡室30の側壁面と同様に所望の傾斜角で傾斜されてもよい。

【0050】

以下、他のノズル27の構成として、第1の発泡室29の側壁面、吐出口部25の壁面が傾斜された構成を説明する。なお、他の構成のノズル27において、便宜上、形状が異なる各発泡室および吐出口部にも同一符号を付している。

【0051】

他のノズル27の構成として、図6に示すように、第1の発泡室29は、側壁面が、素子基板11の主面に直交する平面に対して、傾斜角1が10°～45°の範囲内で傾斜されて、ヒータ20の主面に平行な断面で、その断面積が吐出口26側に向かって縮小されている。また、第1の発泡室29の上端面は、段差をもって第2の発泡室30の下端の開口に連通されている。

【0052】

また、図示しないが、供給路28の少なくとも一部では、供給路28の側壁面も同様に、傾斜角が10°～45°の範囲内で傾斜されており、素子基板11の主面に平行な断面で、その断面積が、オリフィス基板12の吐出口26側に位置する表面側に向かって縮小されている。換言すれば、供給路28の少なくとも一部で、インクの流動方向に直交する平面上での供給路28の幅が、オリフィス基板12の厚み方向に沿って変化されている。

【0053】

更に他の構成のノズル27として、図7に示すように、吐出口部25は、壁面が、素子基板11の主面に直交する平面に対して、傾斜角1が10°以下で傾斜されて、ヒータ20の主面に平行な断面で、その断面積が吐出口26側に向かって縮小されている。なお、上述した実施形態に係るノズル27では、第1および第2の発泡室29、30、吐出口部25のいずれかの側壁面が傾斜される構成が採られたが、必要に応じて、第1の発泡室29の側壁面、第2の発泡室30の側壁面、吐出口部25の壁面がそれぞれ傾斜される構成が組み合わされてもよい。また、第1および第2の発泡室29、30、吐出口部25の側壁面がヒータ20の主面に直交する方向に平行にそれぞれ形成されてもよいことは勿論である。

【0054】

そして、第2の発泡室30の平均的な断面積は、素子基板11の主面に平行な断面で、第1の発泡室29の平均的な断面積に比べて大きされており、第1の発泡室29と第2の発泡室30との連通部分に段差形状をなすように形成されている。また、第1の発泡室29の平均的な断面積は、素子基板11の主面に平行な断面で、吐出口部26の平均的な断面積に比べて大きされており、吐出口部26と第2の発泡室30との連通部分に段差形状をなすように形成されている。

【0055】

すなわち、ノズル27は、素子基板11の主面に平行な断面で、第1の発泡室29の平均断面積 S_1 、第2の発泡室30の平均断面積 S_2 、吐出口部25の平均断面積 S_3 は、 $S_2 > S_1 > S_3$ の関係を満たすような構造に形成されている。

【0056】

また、第1の発泡室29と第2の発泡室30は、段差をもって連通され、素子基板11の主面に平行な断面で、第1の発泡室29の断面積よりも第2の発泡室30の断面積が大

10

20

30

40

50

きくされている。また、第2の発泡室30と吐出口部26は、段差をもって連通され、素子基板11の主面に平行な断面で、第2の発泡室30の断面積が吐出口部26の断面積よりも大きくされている。

【0057】

また、第1の発泡室29は、供給路28の延長上にあり、吐出口26に対向する底面がほぼ矩形状をなすように形成されている。

【0058】

ここで、ノズル27は、吐出口26と素子基板11の主面に平行なヒータ20の主面との間の最短距離OHが75 μ m以下となるように形成されている。

【0059】

ノズル27では、ヒータ20の主面に平行な第1の発泡室29の上端面と、第1の発泡室29に隣接する供給路28の主面に平行な上端面とが、供給口19まで同一平面で連続している。

【0060】

供給路28は、一端が第1の発泡室29に連通されるとともに他端が供給室18に連通されて形成されている。また、供給路28は、素子基板11の主面からの高さが、第2の発泡室30の上端面までの高さ以下にされている。

【0061】

また、ノズル27は、図4および図5に示すように、素子基板11の主面に対向する内壁面が、供給口19から第1の発泡室29にわたって素子基板11の主面に平行になるようにそれぞれ形成されている。また、ノズル27は、吐出口26から吐出されるインク滴の吐出方向と、供給路28内を流動するインクの流動方向とが直交するように形成されている。また、ノズル27は、吐出口26から供給室18に至る流路の断面積が、複数の段階で変化するように構成されてもよい。

【0062】

また、供給室18内には、供給口19に隣接する位置に、各ノズル27毎にインク中の塵を濾過して除去するための円柱状のノズルフィルタ（不図示）が、素子基板11とオリフィス基板12とに跨ってそれぞれ立設されている。このノズルフィルタは、供給口19から例えば20 μ m程度離れた位置に設けられている。また、供給室18内の各ノズルフィルタの間隔は、例えば10 μ m程度とされている。このノズルフィルタによって、供給路28および吐出口26に塵埃が詰まることが防止されて、良好な吐出動作が確保される。

【0063】

以上のように構成された液体吐出ヘッドについて、インク滴を吐出口26から吐出する動作を説明する。

【0064】

まず、液体吐出ヘッドでは、供給室18内に供給されたインクが、供給口19から第1および第2のノズル列16, 17の各ノズル27にそれぞれ供給される。各ノズル27に供給されたインクは、供給路28に沿って流動して第1の発泡室29内に充填される。第1の発泡室29内に充填されたインクは、ヒータ20により膜沸騰されて発生する気泡の成長圧力によって、素子基板11の主面に対してほぼ直交する方向に飛翔させられて、吐出口部25の吐出口26からインク滴として吐出される。

【0065】

以上のように構成された液体吐出ヘッドの製造方法について、図8、図9、図10および図11を参照して簡単に説明する。なお、図11は、図8、図9および図10に示す横断面図に直交する縦断面図である。

【0066】

第1の工程は、図8(a)に示すように、主面にヒータ20が設けられた素子基板11上に、第1の発泡室29、供給路28および第2の発泡室30を構成する溶解可能なポジレジストを塗布する工程である。図8(b)に示すように、素子基板11のヒータ20が

10

20

30

40

50

配設された主面上に、ポリメチルイソプロペニルケトン（PMIPK）を主成分とする溶解可能な第1のポジ型レジスト13をスピンコート法によって塗布する。続いて、図8（c）および図11（a）に示すように、第1のポジ型レジスト13上にメタクリル酸エステルを含むポリメタクリレート（PMMA）を主成分とする溶解可能な第2のポジ型レジスト14をスピンコート法によって塗布する。

【0067】

第2の工程は、第2の発泡室30と第1の発泡室29を、上述した本発明の特徴である形状にパターン形成する工程である。図8（d）および図11（b）に示すように、露光装置（ウシオ電機製：UX-3000SC）に、波長選択手段として波長260nm以上のDeep-UV光を遮断する遮光フィルタを装着することで、波長260nm未満のみを透過させ、波長が210～260nm付近のDeep-UV光を照射させて、マスク22を用いてメタクリル酸エステルを含むポリメタクリレート（PMMA）の第2のポジ型レジスト14を露光し、現像することで、第2の発泡室30および供給路28の上層部をパターンニングする。

10

【0068】

次に、図8（e）および図11（c）に示すように、露光装置（ウシオ電機製：UX-3000SC）に、波長選択手段として波長260nm未満のDeep-UV光を遮断する遮光フィルタを装着することで、波長260nm以上のみを透過させ、波長が260～330nm付近のNear-UV光を照射させて、マスク23を用いてPMIPKを主成分とする第1のポジ型レジスト13を露光し、現像することで、第1の発泡室29および供給路28の下層部をパターンニングする。ここで第1のポジ型レジストをPMIPK、第2のポジ型レジストをPMMAにしたが、本発明は選択的にパターンニングができればよいので、第1のポジ型レジストをPMMA、第2のポジ型レジストをPMIPKに変更しても何ら問題はない。

20

【0069】

第3の工程は、オリフィス基板12に吐出口部26を形成する工程である。図9（a）に示すように、オリフィス基板12の材料となる光カチオン重合開始材を含むエポキシ樹脂21をスピンコートによって塗布し、90℃で3分間のプリバークを行う。続いて、図9（b）および図11（d）に示すように、インクを撥水させる撥水材15をダイレクトコートにて塗布する。その後、図9（c）および図11（e）に示すように、露光装置（キヤノン製：マスクアライナーMPA-600super）を使用し、マスク24を用いて0.2J/cm²の露光量で露光し、PEB（Post Exposure Bake）/現像することによって吐出口部25を形成する。その後、100℃程度に加熱してオーブンに投入し、エポキシ樹脂21を半硬化させる。

30

【0070】

第4の工程は、供給口19から吐出口26までの流路をなすノズル27を形成する工程である。アルカリ溶液から保護するためにオリフィス基板12全面を覆うように環化イソプレンを塗布する。続いて、図10（a）に示すように、シリコンである素子基板11を濃度22%、83%のテトラメチルマンモニウムヒドライド（TMAH）に16時間浸し、供給口19を形成する。また、供給口19を形成するためにマスクおよびメンブレンとして使用する窒化シリコンを予め素子基板11にパターンニングしておく。このように異方性エッチングした後に、素子基板11の裏面が上向きになるようにドライティング装置に装着し、CF₄ガスに5%の酸素を混合してなる混合ガスでメンブレン膜を除去し、キシレンによって環化イソプレンを除去した。

40

【0071】

その後、低圧水銀灯を用いて波長330nm以下の電離放射線をオリフィス基板12全面に向けて照射し、PMIPKを主成分とする第1の電離放射性分離型ポジレジスト14と、PMMAを主成分とする第2の電離放射性分離型ポジレジスト13とを分解反応させる。続いて、素子基板11全体を乳酸メチルに浸し、各レジスト13、14を一括除去する。

50

【 0 0 7 2 】

最後に、オリフィス基板 1 2 となるエポキシ樹脂 2 1 を、2 0 0 程度に加熱してオープンで完全硬化させることによって、図 1 0 (b) および図 1 1 (f) に示すような液体吐出ヘッドが作製される。

【 0 0 7 3 】

上述したように本実施形態の液体吐出ヘッドによれば、ノズル 2 7 内で流路の高さ、幅、あるいは断面積が変化しており、かつ、素子基板 1 1 の主面から吐出口 2 6 に至る方向に沿って、一旦第 2 の発泡室 3 0 でインクの体積が増加するように構成されており、吐出口 2 6 付近は、インク滴が吐出される際に、吐出されるインク滴が、素子基板 1 1 の主面に対して垂直な方向に吐出される構成にされている。

10

【 0 0 7 4 】

つまり、本実施形態に係る液体吐出ヘッドによれば、第 2 の発泡室 3 0 の平均断面積 S_2 が第 1 の発泡室 2 9 の平均断面積 S_1 よりも大きくされたことで、吐出口 2 6 表面でのインクの蒸発を抑制し、インクの増粘による吐出不能を回避し、吐出動作の安定性を向上することができる。さらに、この液体吐出ヘッドによれば、使用するインクの成分や粘度の自由度を向上することができ、より一層良好な品位の記録（印字）を行うことができる。これにより、吐出特性の向上、吐出動作の信頼性の向上を図ることができる。

【 0 0 7 5 】

なお、図示しないが、供給路 2 8 の素子基板 1 1 の主面に平行な上面の一部は、第 1 の発泡室 2 9 の上端面と同一平面で連続する供給路 2 8 の上面よりも高くされて段差によって接続されており、供給路 2 8 の素子基板 1 1 の主面からの高さが最大となる最大高さが、素子基板 1 1 の主面から第 2 の発泡室 3 0 の上端面までの高さよりも低くされるように構成されてもよい。また、第 1 の発泡室 2 9、第 2 の発泡室 3 0 および吐出口部 2 6 の各体積の総和は、供給路 2 8 の体積よりも小さくなるように形成されてもよい。

20

【 0 0 7 6 】

以下、各実施例について説明する。各実施例において、基本構成が上述した実施形態と同様であるため、実施形態と異なる構成について説明する。

【 0 0 7 7 】

(実施例 1)

上述した液体吐出ヘッドは、図 4、図 5 および図 1 1 (f) に代表的に示したように、ヒータ 2 0 を加熱することによって発生する気泡が吐出口 2 6 を介して外気と連通される構造をなす。そのため、吐出口 2 6 から吐出されるインク滴の体積は、ヒータ 2 0 と吐出口 2 6 との間に位置するインクの体積、すなわち第 1 の発泡室 2 9 と第 2 の発泡室 3 0 と吐出口部 2 5 内にそれぞれ充填されたインクの総体積に大きく依存する。言い換えれば、吐出されるインク滴の体積は、液体吐出ヘッドのノズル 2 7 部分の構造によってほぼ決定される。

30

【 0 0 7 8 】

したがって、本実施例の液体吐出ヘッドによれば、インクムラがない高品位な画像を記録することができた。なお、実施例 1 の液体吐出ヘッドでは、構造として気泡を外気に通気させるために、ヒータ 2 0 の主面と吐出口 2 6 との間の最短距離 OH が $30 \mu m$ 以下にされている。上述したように、液体吐出ヘッドは、第 2 の発泡室 3 0 の体積を比較的大きくすることによって、インク滴を安定した吐出量で飛翔させることができた。

40

【 0 0 7 9 】

(実施例 2)

本実施例の液体吐出ヘッドは、構造として、図 1 2 に示すように、実施例 1 の液体吐出ヘッドに比べて、オリフィス基板 1 2 の厚み方向に平行な吐出口部 2 5 の長さが大きく、すなわちヒータ 2 0 の主面と吐出口 2 6 との間の最短距離 OH が長くされており、その最短距離 OH が $30 \mu m \sim 75 \mu m$ 程度にされている。これに伴って吐出口部 2 5 の体積は、実施例 1 の吐出口部 2 5 と異なっているが、実施例 1 と同様に、第 1 の発泡室 2 9 の平均断面積 S_1 、第 2 の発泡室 3 0 の平均断面積 S_2 、吐出口部 2 5 の平均断面積 S_3 は、

50

S 2 > S 1 > S 3

の関係を満たすような構造に形成されている。

【 0 0 8 0 】

通常、吐出口部 2 5 が細長い筒状に形成された場合、インクの蒸発によって固着しやすくなるが、本実施例の液体吐出ヘッドによれば、実施例 1 と同様に、吐出不良がない画像を記録することができた。上述したように、液体吐出ヘッドによれば、第 2 の発泡室 3 0 の平均断面積 S 2 を大きくすることによって、インク滴を安定した吐出量で飛翔させることができた。

【 0 0 8 1 】

(実施例 3)

本実施例の液体吐出ヘッドは、図 1 3 および図 1 4 に代表的な構造を示すように、供給路 2 8 と第 1 の発泡室 2 9 との間にノズル壁 3 5 の一部 3 5 a が突出して設けられ隔離されており、供給口 1 9 から供給されたインクが、第 2 の発泡室 3 0 から吐出口部 2 5 と第 1 の発泡室 2 9 内にそれぞれ充填される。このため、この液体吐出ヘッドによれば、発泡後のリフィル時間が、従来の液体吐出ヘッドよりも短縮されて、より一層の高速記録が可能になった。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 2 】

【 図 1 】 実施形態の液体吐出ヘッドの概略を説明するための斜視図である。

【 図 2 】 実施形態の液体吐出ヘッドを 3 開口モデルで示す模式図である。

【 図 3 】 実施形態の液体吐出ヘッドを等価回路で示す模式図である。

【 図 4 】 実施形態の液体吐出ヘッドの構造を説明するための縦断面図である。

【 図 5 】 実施形態の液体吐出ヘッドの構造を説明するための透視平面図である。

【 図 6 】 第 1 の発泡室の他の例を説明するための縦断面図である。

【 図 7 】 吐出口部の他の例を説明するための縦断面図である。

【 図 8 】 実施形態の液体吐出ヘッドの第 1 および第 2 の製造工程を説明するための横断面図である。

【 図 9 】 実施形態の液体吐出ヘッドの第 3 の製造工程を説明するための横断面図である。

【 図 1 0 】 実施形態の液体吐出ヘッドの第 4 の製造工程を説明するための横断面図である。

。

【 図 1 1 】 実施形態の液体吐出ヘッドの各製造工程を説明するための縦断面図である。

【 図 1 2 】 実施例 2 の液体吐出ヘッドの構造を説明するための縦断面図である。

【 図 1 3 】 実施例 3 の液体吐出ヘッドの構造を説明するための横断面図である。

【 図 1 4 】 実施例 3 の液体吐出ヘッドの構造を説明するための平面図である。

【 図 1 5 】 従来の液体吐出ヘッドの構造を説明するための横断面図である。

【 図 1 6 】 従来の液体吐出ヘッドの構造を説明するための平面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

1 1 素子基板

1 2 オリフィス基板

1 3 第 1 のポジレジスト

1 4 第 2 のポジレジスト

1 5 撥水材

1 6 第 1 のノズル列

1 7 第 2 のノズル列

1 8 供給室

1 9 供給口

2 0 ヒータ

2 1 エポキシ樹脂

2 5 吐出口部

10

20

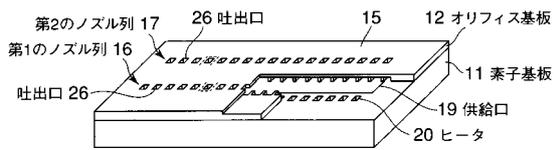
30

40

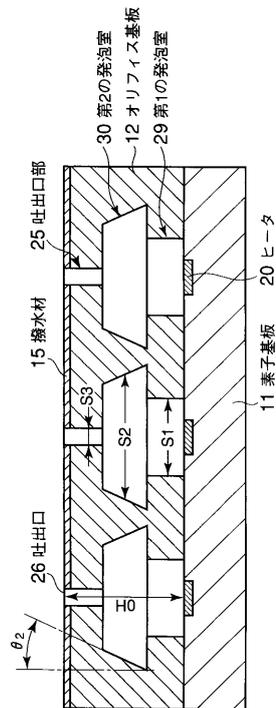
50

- 2 6 吐出口
- 2 7 ノズル
- 2 8 供給路
- 2 9 第 1 の発泡室
- 3 0 第 2 の発泡室
- 3 5 ノズル壁

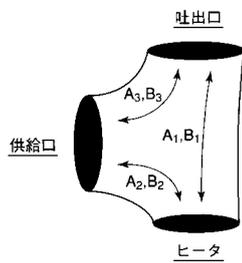
【 図 1 】



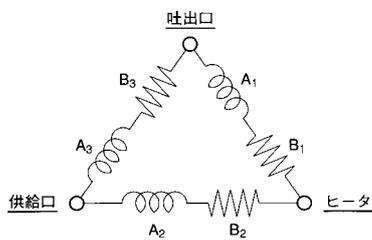
【 図 4 】



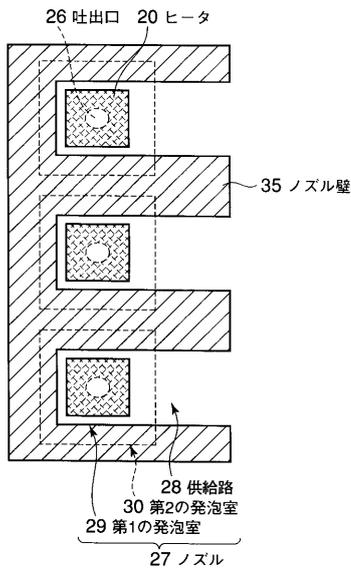
【 図 2 】



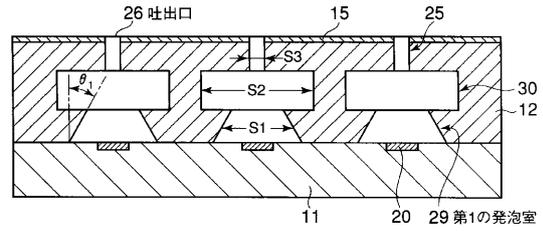
【 図 3 】



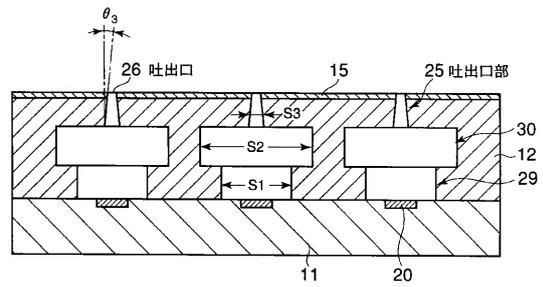
【図5】



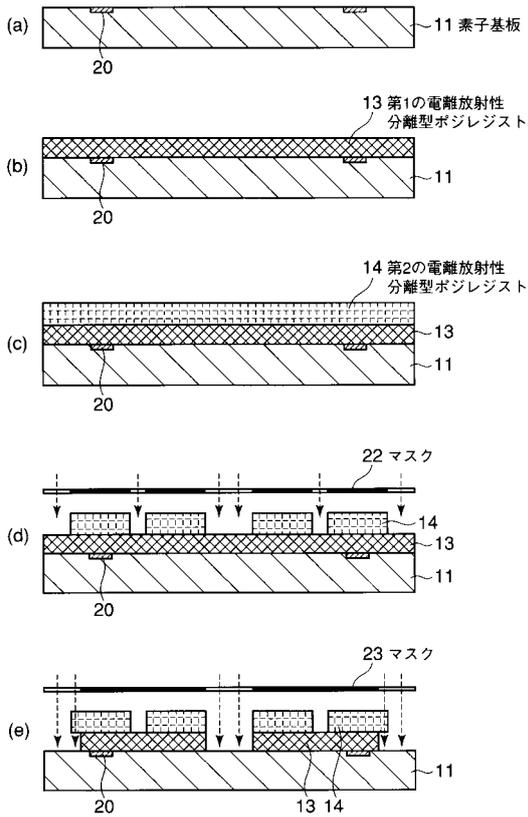
【図6】



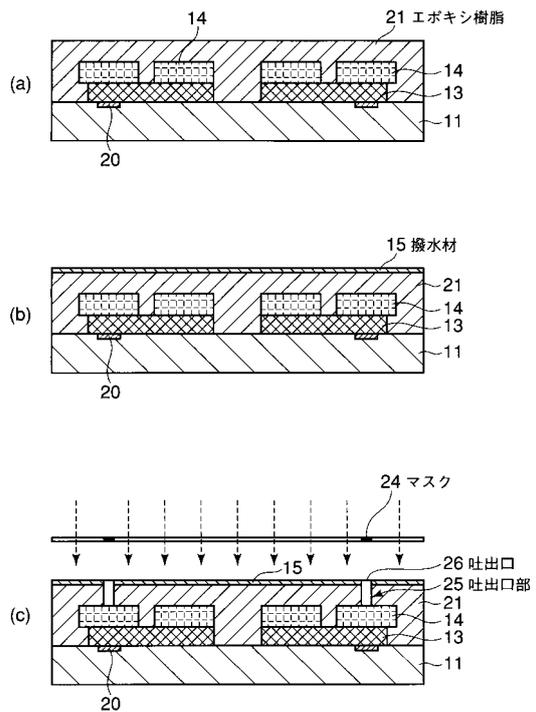
【図7】



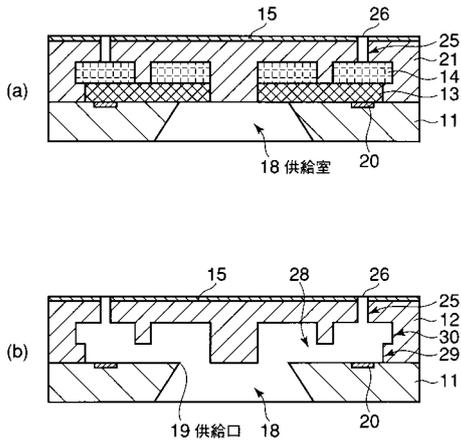
【図8】



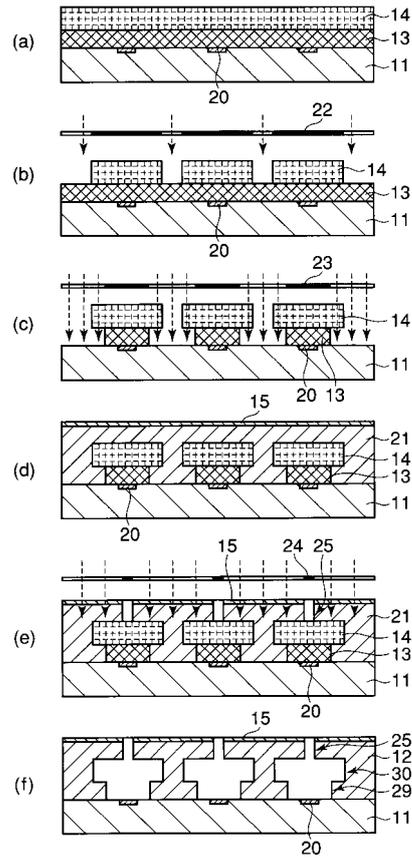
【図9】



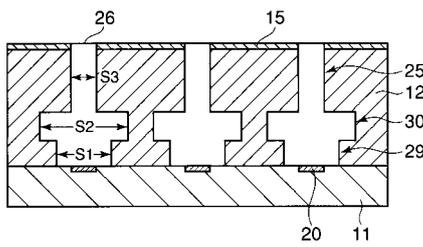
【図10】



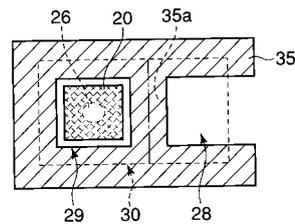
【図11】



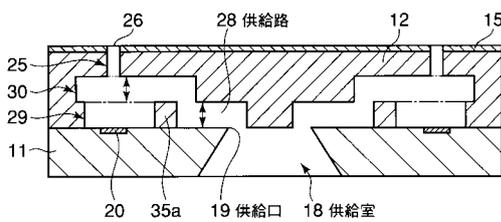
【図12】



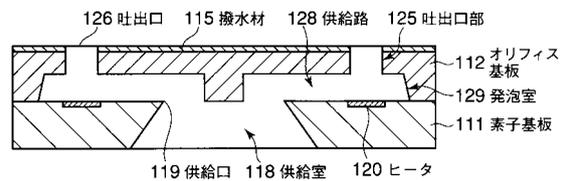
【図14】



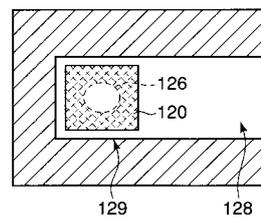
【図13】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (72)発明者 久保田 雅彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 栗理 亮二
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 里村 利光

- (56)参考文献 特開平11-291500(JP,A)
特開2003-200579(JP,A)
特開2004-042398(JP,A)
特開2001-129981(JP,A)
特開平06-071887(JP,A)
特開平08-118637(JP,A)
特開2001-341309(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B41J2/015-2/13