

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3805756号
(P3805756)

(45) 発行日 平成18年8月9日(2006.8.9)

(24) 登録日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(51) Int. Cl. F I
B 4 1 J 2/07 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 O 4 Z

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-90182 (P2003-90182)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年3月28日(2003.3.28)	(74) 代理人	100109900 弁理士 堀口 浩
(65) 公開番号	特開2004-291563 (P2004-291563A)	(72) 発明者	雨宮 功 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 株式会社東芝 研究開発センター内
(43) 公開日	平成16年10月21日(2004.10.21)	審査官	桐畑 幸▲廣▼
審査請求日	平成16年6月9日(2004.6.9)	(56) 参考文献	特開平11-077994 (JP, A) 特開平09-290504 (JP, A) 米国特許第04308547 (US, A))
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インクジェット記録用の記録液を保持する記録液保持室と、圧電体と、前記圧電体の対向面に一対形成される電極とを有する振動子を含む音波発生手段と、前記音波発生手段から発生した音波を前記記録液の液面近傍に集束させる音波集束手段と、前記音波発生手段を駆動する駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを具備し、前記振動子は、前記駆動信号発生手段に接続された主振動子と、前記主振動子よりも小さく、画像記録情報に従って前記駆動信号が供給される副振動子とを有し、前記音波発生手段から発生した音波により前記記録液の液面から液滴が連続吐出され、前記副振動子の動作により前記記録液の液面からの前記液滴の吐出方向が制御され、連続吐出された前記液滴のうち一部が記録に用いられ、記録に用いられなかった液滴を前記記録液保持室に回収する液滴回収手段をさらに具備することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項2】

前記音波発生手段に対する前記駆動信号の印加を前記画像記録情報に従って制御する駆動信号制御手段をさらに具備し、前記副振動子は前記駆動信号制御手段を介して前記駆動信号発生手段に接続されることを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項3】

前記音波集束手段が、フレネルレンズもしくは球面収差の補正された凹レンズからなることを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項4】

10

20

前記記録液の液面に対して垂直な方向に液滴を吐出する第1の吐出モードと、前記垂直な方向に傾きを持って液滴を吐出する第2の吐出モードとを具備し、前記第1の吐出モードと前記第2の吐出モードの一方においては、前記主振動子のみを駆動し、前記第1の吐出モードと前記第2の吐出モードの他方においては、前記主振動子と前記副振動子とを駆動することを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項5】

前記副振動子が、ほぼ同じ音波放射面積を有する第1副振動子と第2副振動子とを具備し、前記主振動子に対して対称な位置にそれぞれ配置されることを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項6】

前記記録液の液面に対して垂直な方向に液滴を吐出する第1の吐出モードと、前記垂直な方向に傾きを持って液滴を吐出する第2の吐出モードとを具備し、前記第1の吐出モードにおいては、前記第1副振動子と前記主振動子とを駆動し、前記第2の吐出モードにおいては、前記第2副振動子と前記主振動子とを駆動することを特徴とする請求項5記載のインクジェット記録装置。

【請求項7】

前記液滴回収手段は、前記記録液の液面と対向する位置に設けられる液滴回収板を備え、該液滴回収板は前記記録液の液面側の面からその反対側の面に至る貫通孔を有することを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項8】

前記貫通孔内部の内壁面と前記反対側の面とがなす角は鋭角であることを特徴とする請求項7記載のインクジェット記録装置。

【請求項9】

前記貫通孔内部の内壁面は親水化若しくは親油化されていることを特徴とする請求項7または8記載のインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体材料を小滴化して記録媒体上に飛翔させることにより画像を記録するインクジェット記録装置に関し、特に振動子により放射される集束超音波の圧力により液滴を連続的に吐出させるインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

記録液滴を記録媒体上に飛翔させて記録ドットを形成するインクジェット記録装置は、他の記録方法と比べて騒音が少なく、現像や定着などの処理が不要であるという利点を有し、普通紙記録技術として広く普及している。また、非接触記録、必要最低限の材料消費、低コスト装置等の特長を生かし、その応用分野は紙媒体への画像記録という従来の印刷分野の範囲を超え、液状電子材料の塗布やダイレクトバターニング等の工業プロセス分野にも範囲を広げつつある。このような工業プロセス分野ならびに産業印刷分野においては、高速なスループットが最大の要求であり、高速な液滴吐出周波数の実現とノズルの高密度配置、さらには高い吐出信頼性が求められている。

【0003】

現在、数多くのインクジェット記録装置の方式が考案されているが、特に発熱体の熱により発生する蒸気の圧力で液滴を飛翔させる方式や、圧電体の変位による圧力パルスで液滴を飛翔させる方式等が代表的である。

【0004】

これらの方式はいずれも、記録液の圧力室内部の圧力変動を利用して、先端のノズルから液滴を吐出するものあり、画像記録情報に従って液滴を吐出するオンデマンド方式のインクジェット記録装置として一般に実用化されている。このような記録液圧力室全体の圧力変動を利用するオンデマンド方式の場合、一度液滴を吐出すると、吐出液面のメニスカス

10

20

30

40

50

が後退して、記録液タンク側からの記録液の補給によってメニスカスが最初の位置に戻るまでに時間が必要であるため、高い周波数で液滴を吐出することが難しいという問題があった。また、記録液圧力室内に残留する振動の影響も高速な連続吐出を困難にしてしまう。その結果、高い周波数で液滴を連続吐出しようとした場合、不吐出や余分なサテライト（副滴）を発生するなど、不安定な吐出を起こしてしまう問題があった。

【0005】

このような画像記録情報に従って液滴を吐出し記録するオンデマンド方式に対し、常に連続して液滴を吐出し、画像記録情報に従って液滴の軌道を偏向するコンティニアス方式（連続吐出式）があり、高速印字が可能であるという特長を有する。その代表例である荷電制御型は、ノズルより先に液滴を画像記録情報に応じて選択的に帯電させる帯電電極と、電界によって通過する記録液滴の飛翔軌道を偏向する偏向電極とを備えた構造を取る。このようなコンティニアス方式は高速に液滴を連続吐出できる反面、構造が複雑で高電圧が必要なため、ノズルの高密度配置が困難であり、記録液物性に対する制約もあるなどの問題があった。

10

【0006】

一方、振動子から発生する超音波を集束させてその音圧で記録液面から液滴を吐出させる、超音波方式のインクジェット記録装置が提案されている。この方式は個別のドット毎のノズルや記録液流路の隔壁を必要としないノズルレスの方式であるために、ラインヘッド化する上での大きな障害であった目詰まりの防止と復旧に対して有効な構造を持っている。また、非常に小さな液滴を安定に飛翔させることができ、高解像度化にも適している。更に、液滴のサイズは音波の波長で決まり、記録液材料に対する制約も少ないと言った特長を持つ。しかし、超音波方式では液面に形成されたメニスカスを液滴吐出後に高速に引き戻す力を積極的に発生することができず、高速に繰り返して液滴を吐出することが難しいという問題があった。

20

【0007】

超音波方式の例としては、超音波の集束ビームを用いた液滴吐出を行うコンティニアス方式が提案されている（例えば、特許文献1参照）。しかし、この方式では、前述した荷電制御型のコンティニアス方式と同様に、液滴の飛翔軌道の制御に電界を使用するため、大型となる。また、隣接する液滴吐出部間の電界の干渉を防止するため、高密度に液滴吐出部を配置することができなかつた。

30

【0008】

また、超音波方式の他の例として、超音波を発生する振動子を複数組み合わせることにより、複数の方向に記録液を吐出するオンデマンド方式が提案されている（例えば、特許文献2参照）。しかし、液滴を飛翔させる方向によって液面に集束する超音波ビームの音圧にばらつきを生じ、液滴のサイズにばらつきが生じやすく、安定な吐出が難しいという問題があった。

【0009】

【特許文献1】

特開平09-248913号公報（第2-5頁、第1図）

【特許文献2】

米国特許第4308547号明細書

40

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、超音波方式において、液滴の吐出効率と繰り返し吐出周波数の向上を図り、更にヘッドの高密度配置を実現できる連続吐出式のインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、インクジェット記録用の記録液を保持する記録液保持室と、圧電体と、圧電体の対向面に一対形成される電極とを有する振動子を含む音波発生手段と、音波発

50

生手段から発生した音波を記録液の液面近傍に集束させる音波集束手段と、音波発生手段を駆動する駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを具備し、振動子は、駆動信号発生手段に接続された主振動子と、主振動子よりも小さく、画像記録情報に従って駆動信号が供給される副振動子とを有し、音波発生手段から発生した音波により記録液の液面から液滴が連続吐出され、副振動子の動作により記録液の液面からの前記液滴の吐出方向が制御され、連続吐出された液滴のうち一部が記録に用いられ、記録に用いられなかった液滴を前記記録液保持室に回収する液滴回収手段をさらに具備することを特徴とするインクジェット記録装置を提供する。

【 0 0 1 2 】

本発明においては、音波発生手段に対する駆動信号の印加を画像記録情報に従って制御する駆動信号制御手段をさらに具備し、副振動子は駆動信号制御手段を介して駆動信号発生手段に接続されても良い。

10

【 0 0 1 3 】

また本発明においては、音波集束手段が、フレネルレンズもしくは球面収差の補正された凹レンズからなっても良い。

【 0 0 1 5 】

また本発明においては、記録液の液面に対して垂直な方向に液滴を吐出する第1の吐出モードと、垂直な方向に傾きを持って液滴を吐出する第2の吐出モードとを具備し、第1の吐出モードと第2の吐出モードの一方においては、主振動子のみを駆動し、第1の吐出モードと第2の吐出モードの他方においては、主振動子と副振動子とを駆動しても良い。

20

【 0 0 1 6 】

また本発明においては、副振動子が、ほぼ同じ音波放射面積を有する第1副振動子と第2副振動子とを具備し、主振動子に対して対称な位置にそれぞれ配置されても良い。さらに本発明においては、記録液の液面に対して垂直な方向に液滴を吐出する第1の吐出モードと、垂直な方向に傾きを持って液滴を吐出する第2の吐出モードとを具備し、第1の吐出モードにおいては、第1副振動子と主振動子とを駆動し、第2の吐出モードにおいては、第2副振動子と主振動子とを駆動しても良い。

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照しながら、本発明の各実施形態に係るインクジェット記録装置について詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。

30

【 0 0 1 8 】

(第 1 の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態に係るインクジェット記録装置について説明する。本実施形態のインクジェット記録装置は、発生する超音波の位相を揃えて、かつ、記録に用いる液滴の大きさと記録に用いない液滴の大きさをほぼ揃えることにより、ヘッドを高密度に配置出来、液滴の吐出効率や繰り返し吐出周波数の向上を可能としたものである。

【 0 0 1 9 】

図1は、本実施形態の連続吐出式の超音波インクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。

40

【 0 0 2 0 】

図1に示したように、超音波発生手段である主振動子11とその両側に配置された2つの副振動子12a、12bとが、音波集束手段である平凹形状で球面収差を補正した音響レンズ13の平面部側に接続されている。音響レンズ13の凹面側は記録液保持室14の底面に接している。なお、図1では記録液保持室14は一部のみ図示している。また、記録液保持室14の液面上に設けられた板状部材であり、液面開口部1から上面開口部2に至る貫通孔を有して、記録液保持室14から吐出され記録には使用しない液滴を捕獲して回収する液滴回収板(液滴回収手段)15が記録液保持室14の上方に配置されている。液面開口部1から上面開口部2に至る貫通孔は、上面開口部2近傍で液滴回収板15の上面と貫通孔内部の内壁面とが成す角が鋭角となっている。記録液保持室14の液面で液滴が

50

吐出される領域の周囲には、中心に開口部を有した円形（ドーナツ状）であり、液面の位置を一定に保ち外乱の影響を防ぐ液面制動板 16 が配置されている。

【0021】

本実施形態では、音波集束手段として、平凹形状で球面収差を補正した音響レンズ 13 を用いている。このような音響レンズ 13 を用いることにより、一方の面が平面であることから、振動子の形成・貼り付けが容易となり、球面収差を補正していることから、平面側の各振動子から放射された超音波の位相を、記録液の、液面近傍の所定の焦点位置に正確にそろえることができる。ここで、球面収差とは、凹面側が単純な球面形状であった場合に中央部に比べて周辺部になるほど音波の屈折が大きくなり焦点位置での位相ずれを発生してしまう問題のことである。そして、球面収差を補正するとは、これを解決するものであり、この屈折の影響を考慮して音響レンズの凹面部の形状を高次関数で表される非球面形状にしたことを言う。また、フレネルレンズは平面形状であることから、上記平凹レンズのような周辺部での屈折の問題は発生しない。

10

【0022】

また、本実施形態においては、主振動子 11 ならびに副振動子 12 a、12 b には同一の駆動信号発生源（駆動信号発生手段）17 が配線接続されている。副振動子 12 a、12 b と駆動信号発生源 17 の間には、画像記録情報に従って振動子を駆動するか否かを制御する駆動信号制御手段であるセレクタ 18 が配置されている。したがって、主振動子 11 は、常に駆動信号発生源 17 によって駆動され、副振動子 12 a、12 b は、セレクタ 18 によって駆動信号が印加される。主振動子 11 と副振動子 12 a、12 b とを組み合わせ

20

【0023】

そして、本実施形態では、記録液保持室 14 上面である液面に対して垂直方向に液滴を吐出する第 1 の吐出モードと、この垂直方向に対して傾きを持って液滴を吐出する第 2 の吐出モードを具備している。図 1 では、主振動子 11 と副振動子 12 a を合わせた領域の中心位置が、音響レンズ 12 の中心と一致するように配置されている。そして、音響レンズの集束点を、記録液保持室 14 の液面にある液面制動板 16 の中央の開口部としている。すなわち、第 1 の吐出モードでは、この主振動子 11 と副振動子 12 a を同時に駆動することにより、液滴吐出部に対して音波を左右対称に集束させて、液面に対して垂直方向に液滴 19 a を吐出し、液滴回収板 15 の上面開口部 2 を通過して記録媒体へ飛翔させる。一方、副振動子 12 b は、副振動子 12 a とほぼ同じ音波放射面積を有しており、主振動子 11 を挟んで反対側に対称な位置となるように配置されている。ここで、音波放射面積とは圧電体の対向面に形成された一対の電極により挟まれた領域の面積のことを言う。第 2 の吐出モードでは、副振動子 12 a は駆動せず、主振動子 11 と副振動子 12 b を同時に駆動することにより、図 1 中、音波ビームを右側に偏った分布にして液面に集束させて

30

40

【0024】

本実施形態では、副振動子 12 a と 12 b とは、音波放射面積をほぼ同一としていることから、2 つの吐出モードにおける液面での音圧レベルを一定に保ったまま音圧分布（集束音波ビームの方向）を変化させることが可能となり、液滴 19 a の大きさと 19 b の大きさをほぼ同一とすることが出来る。つまり、いずれの吐出モードでも液面に形成さえるメニスカスの状態に大きな変動を与えずに液滴の吐出方向を変えることが可能となるのである。

50

【 0 0 2 5 】

以上に示したように、本実施形態のインクジェット記録装置を用いることにより、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a、1 2 b が同一の駆動信号発生源 1 7 に接続されていることから、これらの振動子が振動する際に位相を揃えることが出来る。また、振動子からの振動は、球面収差の補正された凹面のレンズ若しくはフレネルレンズを音響レンズ 1 3 として用いていることから、やはり位相が揃えられる。したがって、画像記録情報に従って液滴の吐出方向が変わっても、液面に形成されるメニスカスの状態に大きな変動を与えないことから、超音波方式の連続吐出型のインクジェット記録装置として安定した液滴の供給が出来る。また、本実施形態においては、副振動子 1 2 a と 1 2 b の音波放射面積をほぼ等しくしていることから、音圧レベルもほぼ一定に保つことが出来、位相をそろえた場合と同様な理由からさらに安定した液滴の供給が出来る。

10

【 0 0 2 6 】

次に、ヘッドの各部について詳しく説明する。

【 0 0 2 7 】

主振動子 1 1 ならびに副振動子 1 2 a、1 2 b は、圧電体とそれを挟み込んだ電極により構成される圧電素子である。圧電体としては、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T)、チタン酸鉛、チタン酸バリウムなどの圧電セラミックスや、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウムなどの圧電単結晶や、ポリフッ化ビニリデン (P V D F) などの高分子圧電体や、酸化亜鉛などの圧電半導体などを使用することが出来る。また、図 1 の各振動子は物理的に分割されて、図示していないが、夫々の圧電体が電極に挟まれた配置となっている。しかしながら、図 2 に示したように 1 枚の連続した圧電体 2 1 を用いて個別電極 2 2 a、2 2 b、2 2 c のみを所望の形状で分離形成し、共通電極 2 3 と組み合わせて個々に駆動する構造であってもよい。この場合、個別電極 2 2 a の形成された部分が副振動子 1 2 a となり、個別電極 2 2 c 部分が主振動子 1 1、個別電極 2 2 b 部分が副振動子 1 2 b となる。このような電極のみを分離形成する構造は、機械加工が不要で作製が容易であるため、高解像度記録向けの微小な振動子形成に有利で、また、電界の回り込み効果により電極の無い部分の圧電体も振動させることができるため効率的である。

20

【 0 0 2 8 】

図 3 は、各振動子の形状と音響レンズ 1 3 に対する配置について示した平面図である。主振動子 1 1 に対して、副振動子 1 2 a と副振動子 1 2 b は音波放射面積が小さく三日月形の形状を採っており、主振動子 1 1 の両側に対称となるよう、それぞれ配置されている。また、主振動子と片方の副振動子を組み合わせることにより、ほぼ円になる形状をそれぞれが採っており、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a を組み合わせた時の音波放射面積と、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 b を組み合わせた時の音波放射面積はほぼ等しい。更に、記録液保持室 1 4 の液面に対して垂直方向に液滴を吐出する第 1 の吐出モードで使用する主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a を組み合わせた丸い音波発生領域の中心は、音響レンズ 1 3 の中心と一致して配置されている。従って、放射された音波はレンズの中心軸に対し対称な分布を持って集束され、液面に対して垂直方向に液滴が吐出される。一方、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 b を組み合わせた丸い音波発生領域の中心は、音響レンズ 1 3 の中心から横にずれるよう副振動子 1 2 b が配置されており、集束される超音波ビームの中心軸は液面に対して傾きを持っており、液滴も傾いた方向に吐出される。しかしながら、それぞれの振動子の形状は図 3 に示した形状に限られるものではなく、2 つの振動子 1 2 a、1 2 b がそれぞれ主振動子 1 1 を挟んで配置されていればよく、形状も三日月形に限られるものではない。種々の形状の中でも、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a、もしくは主振動子 1 1 と副振動子 1 2 b とを組み合わせ形成される形状は、安定なメニスカスの効率的形成やサテライト (副滴) の発生防止のために、超音波ビームの形状 (音圧分布) がその中心軸に対して対称形であることが望ましいことから円形や楕円形であることが好ましい。また、副振動子 1 2 a、1 2 b の形状は同様に超音波ビームの形状が対称形であることが望ましいことから三日月型や、それに類似した、円形の一部を切り出した形であることが好ましい。

30

40

50

【0029】

図4は図3のA-A'断面図である。上述のように、音響レンズ13の中心から副振動子12aの端部までの距離も、音響レンズ13の中心から副振動子12b側の主振動子11の端部までの距離も、等しくDとなるよう配置されている。また、主振動子の幅Aに対し、副振動子12aの幅B、副振動子12bの幅Cは小さい。更に、主振動子と副振動子12aの合わせた幅(A+B)は、主振動子と副振動子12bの合わせた幅(A+C)とほぼ等しい。望ましくは、第2の吐出モードでの液滴が垂直方向から角度θだけ傾いて吐出させる場合、(A+C)の幅は、 $(A+B) \cdot \cos \theta$ (A+C) (A+B)であれば、第1と第2の吐出モードでの超音波ビームの集束音圧とビーム幅がほぼ等しくなり、液面に形成されるメニスカスの状態に大きな変動を与えずに液滴の吐出方向のみを変えることが可能となる。

10

【0030】

音響レンズ13の材料としては、例えばガラス等無機系材料やエポキシ樹脂等の、記録液等の薬品に対して耐久性の高い材料、あるいは金属膜や金属系酸化膜、窒化膜、ポリオレフィン系樹脂膜などの、記録液に対して耐久性を持たせる表面処理が施されたガラスや樹脂を使用する。図1では音響レンズ13の凹部は単純な曲率を有した曲面として図示してあるが、実際には屈折による曲面収差を補正した非球面レンズを使用する。また、音響レンズ13の音響インピーダンスは、圧電体の音響インピーダンス(ZP)と記録液の音響インピーダンス(ZL)の中間値であり、その幾何平均($\sqrt{ZP \cdot ZL}$)に近いことが音波の効率的な伝播のために望ましい。更に、図1では平凹レンズの使用例を示しているが、上述したように、図5に示したようなフレネル輪帯理論に基づいた平面レンズ(フレネルレンズ)51を用いてもよい。本実施形態の音響レンズでは、Fナンバー(=焦点距離/口径)は約1となっている。液滴の吐出方向を切り替えながら高速に液滴を吐出させるためには、第1と第2の吐出モードの超音波ビームが重なる領域、すなわち、常に音波が伝播する領域の割合が大きいことが望ましい。言い換えれば、より小さな面積の副振動子12a、12bの切り替えで、より大きな吐出方向変化を発生させることが望ましい。従って、副振動子12a、12bの幅が主振動子11に比べて小さく、かつ、角度が10度以上の吐出方向変化を実現するためには、音響レンズ13のFナンバーは2以下の近焦点レンズであることが望ましい。更に、音響レンズ13の焦点位置は、静止時の液面よりわずかに上の、液滴吐出時に形成されるメニスカスの頂点位置付近に合わせて設定することが望ましく、より少ないエネルギーで高速な液滴吐出を可能にする。

20

30

【0031】

図6は、液面制動板16を図1の上方向から見た平面図である。メニスカスを形成してその先端から液滴を吐出する液面領域61の周囲に、円形の開口を有した液面制動板16が配置されおり、液滴回収板15に四方から橋渡しされ支持されている。この液面制動板16の周囲には、記録に使用されない記録液の吐出液滴が液滴回収板15を経て記録液保持室へ回収される回収領域62が存在する。液面制動板16は、この回収された液滴が記録液保持室に戻る際に引き起こす液面の振動を液面領域61に伝えない効果があり、また、表面張力を利用してメニスカスの動作を安定化させる効果がある。液面制動板16の表面は撥水(または撥油)処理が施されることが好ましく、これにより、不要な記録液の付着を防止して、常に安定な表面張力の発生を実現出来る。液面制動板16の材料としては剛性のある金属板や樹脂板を使用することが出来る。

40

【0032】

液滴回収板15は、図1に示したように、液滴吐出部近傍にある液面開口部1から上面開口部2に至る貫通孔を有し、この貫通孔は、お椀を逆さにしたような円弧状の内壁面を有する。記録に使用されない吐出液滴は、液面に斜めに飛翔することから、液滴回収板15の内側で捉えられ内壁面を伝わって直下の記録液保持室14へ戻される。このような形状により、回収された記録液が直ちに記録液保持室14の液面に戻されるため、高速に連続吐出を行って記録液を消費しても、記録液の補給は必要最低限の量で済み、液滴吐出部の液面位置変動を抑えることができる。液滴回収板15の材料としては、金属、樹脂、セラ

50

ミックスなどが使用でき、切削やプレス成型、射出成型などの機械的な加工やエッチングなどの化学的な加工などにより円弧状の内壁面を有する貫通孔を形成できる。また、液滴回収板 15 の内壁面は、記録に使用されない吐出液滴が記録液保持室 14 へ円滑に戻るように、表面を親水（または親油）化されている。更に、図 7 に示したように、内壁面を伝わって回収される記録液が誤って飛散や滴下をしても他の飛翔液滴や液滴吐出部に干渉してしまわないよう、内壁の更に内側に中空構造に成型した金属や樹脂などによる隔壁 71 を設けてもよい。図 8 は、ヘッドを横向きにして使用する場合の液滴回収板の別の例を示したものである。横向きで使用する場合は、円弧状の内壁部は下方側だけでよく、下方側では液滴回収板 15 の記録液に接しない側の面と内壁面とが成す角は鋭角となっている。図 1、7、8 において、内壁面は円弧状としているが液滴が重力の作用により記録液保持室 14 に戻るような形状であればこれに限られるものではなく、内壁面が円錐状であっても良いし多角形状であっても良い。また、図 9 は、ヘッドを下向きにして使用する場合の液滴回収板 15 の更に別の例を示したものであり、記録に用いない記録液は図中横方向に移動させてから記録液保持室へと戻す。下向きの場合は、記録に使用されない吐出液滴を重力のみで記録液保持室へ戻すことは難しいが、別途ポンプ等を用いて記録液保持室へ戻せば良い。

10

【0033】

本実施形態での振動子の駆動手段を説明する。主振動子 11 ならびに副振動子 12 a、12 b には同一の駆動信号発生源 17 が配線接続されており、副振動子 12 a、12 b と駆動信号発生源 17 の間には、画像記録データに従って振動子を駆動するか否かを制御する駆動信号制御手段であるセクタ 18 が配置されている。液面から連続的に液滴を吐出させるための駆動信号としては、振動子の共振周波数に依存した一定周期の連続波を一定電圧で印加する方法と、一定周期で一定電圧のバースト波を一定の周期で間欠的に印加する方法と、更に一定周期の連続波を規則的に電圧変調して印加する方法とがある。より高速で安定な吐出を行うためには、電圧変調した連続波を印加する方法、あるいは、バースト波を間欠印加する方法が望ましい。

20

【0034】

図 10 は、本実施形態に係るアレイヘッドの斜視図である。圧電体と電極とを有する振動子 101 はレンズアレイ基板 102 に接続され、その上に記録液保持室 103（詳細図示せず）、液面制動板 16、液滴回収板 15 を配置した構造を有する。レンズアレイ基板 102 には、図 11 に示したような配置で平凹レンズ 13 が配列されている。つまり、平凹レンズ 13 はまずピッチ X で等間隔に一行配置されており、その列がわずかにピッチ Y だけ順番に横にずれながら、列のピッチ Z となるよう並べられている。図 11 では 6 列が順番に横にずれながら並べられており、そのずれピッチ Y はレンズの隣接間ピッチ X の 6 分の 1 に等しく設計されている。このような配列構造により、高解像度な記録が一回のパスで可能となる。

30

【0035】

図 12 に本実施形態に係るインクジェット記録装置のアレイの一部の断面図を示す。アレイヘッドにおける各振動子は共通の圧電体 126 を使って形成されている。平凹レンズに対応した位置に主振動子とこれを挟む 2 つの副振動子を、パターニングした主振動子用電極 122、副振動子用電極 123 a、123 b により形成しており、対向電極には共通電極 121 を使用する。圧電体 126 は、隣接するヘッド毎、つまり主振動子とこれを挟む 2 つの副振動子毎に、機械的に溝を入れて分離されている。これは隣接間のクロストーク低減に有効である。また、音響レンズとして用いる平凹レンズ 13 の真上には、それぞれ対応する液面制動板 16 と液滴回収板 15 の開口部とが位置している。更に、記録液保持室 14 の、ヘッド間、つまり主振動子とこれを挟む 2 つの副振動子同士の間には、隔壁 124 が設けられており、隣接間の音波や対流の干渉を防止する効果がある。また、隔壁 124 の一部には隔壁開口部 125 が設けられており、ヘッド間の記録液の連絡を保っている。

40

【0036】

50

次に、ヘッドの具体的な作製方法について図10及び12を用いて説明する。

【0037】

各振動子の圧電体126としては、予め分極処理した厚さが約0.3mmのチタン酸鉛系圧電セラミックスを利用した。このチタン酸鉛系圧電セラミックスの片面全面に、共通電極121としてTi/Au電極をスパッタで形成し、ガラス製平凹レンズ13からなるアレイ基板の平面部側に接着剤で貼り付けた。

【0038】

その後、圧電体126を共振周波数が50MHzになる厚みである50μmにまで機械研磨し、研磨面全面にTi/Au電極をスパッタしてから、フォトリソグラフィ技術により、主振動子用電極122とこれを挟む2つの副振動子用電極123a、123bの形状に
10 対応したパターンにエッチングした。更に、平凹レンズ13の一つの凹面ごと(主振動子とこれを挟む2つの副振動子のセットごと)にダイシングブレードで圧電体126に深さ45μmの溝を入れて分離した。

【0039】

平凹レンズアレイ基板13の凹面部は、曲面収差を補正した非球面形状をしたもので、材質はコーニング#7059、全体厚1.5mmのものを使用した。一つのレンズの有効口径は0.45mmで、焦点距離は0.5mmであり、Fナンバーは約1であった。レンズアレイ基板13の凹面部は、0.51mmのピッチで一列に50個配列され、このレンズの列がそれぞれ0.085mmずつ位置をシフトさせて列間隔0.51mmで6列並べられており、計300個のレンズアレイを構成している。このアレイ構成では、1回のパス
20 で300dpiの解像度で記録が可能である。次に、レンズ13表面から記録液液面までの距離が0.5mmになるように設計され、隔壁124を設けた射出成型樹脂の記録液保持室14と、エッチングで円形加工されたステンレス製の液面制動板16とを、液面制動板16がインク保持室14の上面となるよう接着剤で取り付け付けた。更にその上に射出成型樹脂により形成した液滴回収板15を接着剤で取り付け、ヘッドを完成した。レンズアレイ基板13とインク保持室14と液面制動板16との位置決めは、各レンズの間にインク保持室14の隔壁124を配置し、各レンズの中心軸に液面制動板16の液滴吐出領域の中心が一致するよう液面制動板を上方に配置する。同様に液滴回収板15の上面開口部の中心もレンズの中心軸に一致することが望ましい。図1に示す液面制動板16の上面開口部1の開口径は約0.1mmであり、液滴回収板16の中心の開口径は約0.2mmで
30 ある。また、図3における主振動子の幅、つまりAは約0.34mmで、2つの副振動子のそれぞれの幅、つまりBとCは等しく0.11mmとした。この振動子に高周波ドライバIC17とセレクト18を配線して50MHzの振幅変調連続波を印加した結果、約25μm径の液滴を30kHzの周波数で高速に連続吐出することができた。また、副振動子の切り替えによって、液滴の吐出方向を約15度変化させることができ、液滴回収板15で回収することができた。

【0040】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態に係るインクジェット記録装置について説明する。本実施形態については、第1の実施形態と異なる点のみ説明し、同様の部分は省略する。本実施形態のインクジェット記録装置は、発生する超音波の位相を揃える点については第1の実施形態と同様である。つまり、主振動子11と副振動子12が同一の駆動信号発生源17に接続され、球面収差の補正された凹面のレンズ若しくはフレネルレンズを音響レンズ13として用いていることから、やはり位相が揃えられる。そして、画像記録情報に従って液滴の吐出方向が変わっても、液面に形成されるメニスカスの状態に大きな変動を与えないことから、超音波方式の連続吐出型のインクジェット記録装置として安定した液滴の供給が出来る。本実施形態において第1の実施形態と異なるのは、画像記録情報に従って動作して液滴の吐出方向を偏向させる副振動子を1つのみ設けた点である。

【0041】

図13に本実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図を、
50

図14に各振動子の形状や音響レンズに対する配置について示した平面図を、図15に図14のB-B'間の断面図を示す。

【0042】

主振動子11は、図14に示したように丸い形状をして、音響レンズ13の中心に配置されている。一方、副振動子12は三日月形の形状とし、円形の主振動子11のサイドに囲い込むように配置されている。第1の吐出モードでは主振動子のみを駆動することにより、放射された音波は音響レンズ13の中心軸に対し対称な分布を持って集束され、記録液保持室14の液面に対して垂直方向に液滴19aが吐出される。一方、第2の吐出モードでは、主振動子11と副振動子12を同時に駆動することにより、図13中では音響レンズ13の中心軸に対して右側に偏って音波を放射して液面に集束させ、液滴の吐出方向を液面の垂直方向に対して左側に傾いた方向として液滴19bを飛翔させる。

10

【0043】

本実施形態の場合、第2の吐出モードは、第1の吐出モードに比べて液面での超音波ビーム音圧が上昇し、液滴の初速度や液滴径が増加する可能性があるが、記録に使用しない液滴では大きな問題とはならない。また、2つの吐出モードでの液滴飛翔状態をほぼ同じくするためには、両モード間の超音波ビーム強度の差を約20%以下とすることが好ましく、副振動子12の音波放射面積が主振動子11のその5分の1以下であることが望ましい。

【0044】

次に、図16に本実施形態の変形例に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図を、図17に各振動子の形状や音響レンズに対する配置について示した平面図を、図18に図17のC-C'間の断面図を示す。

20

【0045】

本変形例のヘッド構造においては、第2の実施形態と同様に、画像記録情報に従って動作して液滴の吐出方向を偏向させる副振動子は1つである。しかし、その配置と形状が異なり、主振動子11と副振動子12を組み合わせた領域が丸い形状をして、音響レンズ13の中心に配置されている。つまり、主振動子11の形状は円から円の一部である三日月形状が欠けた形状である。そして、第1の吐出モードでは、主振動子11と副振動子12を同時に駆動することにより、放射された音波は音響レンズ13の中心軸に対し対称な分布を持って集束され、記録液の保持室14の液面に対して垂直方向に液滴19aが吐出される。一方、第2の吐出モードでは、副振動子12は駆動せず、主振動子11のみを駆動することにより、図16中、音響レンズ13の中心軸に対して右側に偏って音波を放射して液面に集束させ、記録液保持室14の液面の垂直方向に対して左側に傾いた方向に液滴19bを飛翔させる。

30

【0046】

本変形例の場合、第2の吐出モードは、第1の吐出モードに比べて液面での超音波ビーム音圧が低下し、液滴の初速度や液滴径が減少する可能性があるが、かえって液滴の回収を容易にする効果がある。また、2つの吐出モードでの液滴飛翔状態をほぼ同じくするためには、両モード間の超音波ビーム強度の差を約25%以下とすることが好ましく、副振動子12の音波放射面積が主振動子11のその4分の1以下であることが望ましい。

40

【0047】

以上説明したように、本実施形態及びその変形例に示すように、画像記録情報に従って動作して液滴の吐出方向を偏向させる副振動子が1つであっても、主振動子と副振動子の振動の位相を揃えることにより、2つの吐出モードでの液面のメニスカスの変動を抑えることができ、高速で安定した液滴吐出を実現できる。

【0048】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態に係るインクジェット記録装置について説明する。本実施形態については、第1の実施形態と異なる点のみ説明し、同様の部分は省略する。本実施形態のインクジェット記録装置は、発生する超音波の位相を揃える点については第1の実

50

施形態と同様である。つまり、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 が同一の駆動信号発生源 1 7 に接続され、球面収差の補正された凹面のレンズ若しくはフレネルレンズを音響レンズ 1 3 として用いていることから、やはり位相が揃えられる。そして、画像記録情報に従って液滴の吐出方向が変わっても、液面に形成されるメニスカスの状態に大きな変動を与えないことから、超音波方式の連続吐出型のインクジェット記録装置として安定した液滴の供給が出来る。本実施形態において第 1 の実施形態と異なるのは、画像記録情報に従って動作して液滴の吐出方向を偏向させる副振動子を 3 つ以上設けた点である。

【 0 0 4 9 】

図 1 9 に本実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図を、図 2 0 に各振動子の形状や音響レンズに対する配置について示した平面図を示す。

10

【 0 0 5 0 】

音響レンズ 1 3 の中心位置には、丸い主振動子 1 1 が配置され、主振動子 1 1 の周囲にはこれを囲むような輪を等しく四分割した形状の第 1 の副振動子グループ 2 0 1 a , 2 0 1 b , 2 0 1 c , 2 0 1 d が配置され、更にそれを囲むように輪を等しく四分割した形状の第 2 の副振動子グループ 2 0 2 a , 2 0 2 b , 2 0 2 c , 2 0 2 d が配置されている。

【 0 0 5 1 】

記録液保持室 1 4 の液面に対して垂直方向に液滴を吐出する第 1 の吐出モードでは、主振動子 1 1 と第 1 の副振動子のグループ 2 0 1 a , 2 0 1 b , 2 0 1 c , 2 0 1 d を同時に駆動する。一方、液面に対して傾きを持って液滴を吐出する第 2 の吐出モードでは、その吐出方向を切り替えることが可能である。例えば、主振動子 1 1 と第 1 の副振動子のグループの 2 0 1 a , 2 0 1 b , 2 0 1 c の 3 つと、第 2 の副振動子のグループの 2 0 2 d とを同時に駆動することにより、液滴を第 1 の副振動子 2 0 1 b の方位に傾けて吐出させることができる。同様に、第 1 の吐出モードの駆動組み合わせは同様とし、第 2 の吐出モードでは副振動子として 2 0 1 b , 2 0 1 c , 2 0 1 d , 2 0 2 a を駆動すれば、液滴を副振動子 2 0 1 c の方位に、副振動子として 2 0 1 a , 2 0 1 c , 2 0 1 d , 2 0 2 b を駆動すれば、液滴を副振動子 2 0 1 d の方位に、副振動子として 2 0 1 a , 2 0 1 b , 2 0 1 d , 2 0 2 c を駆動すれば、液滴を副振動子 2 0 1 a の方位に、傾けて吐出させることができる。この 4 方向以外にも、他の組み合わせにより更に吐出方向を切り替えることができる。

20

【 0 0 5 2 】

例えば、第 1 の吐出モードの駆動組み合わせは同様とし、第 2 の吐出モードでは副振動子として 2 0 1 c , 2 0 1 d , 2 0 2 a , 2 0 2 b を駆動すれば、液滴を副振動子 2 0 1 c と 2 0 1 d の中間の方位に傾けて吐出させることができる。このように、図 2 0 で示した副振動子の構造では 8 方向以上に吐出方向を切り替えることができる。

30

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、第 1 の副振動子グループと第 2 の副振動子グループの各振動子の音波放射面積を同じくすれば、第 1 と第 2 の吐出モードにおける液面での超音波ビーム音圧をほぼ等しくすることができ、さらに安定で高速な液滴吐出が実現できる。

【 0 0 5 4 】

(第 4 の実施形態)

40

次に、本発明の第 4 の実施形態に係るインクジェット記録装置について説明する。本実施形態については、第 1 の実施形態と異なる点のみ説明し、同様の部分は省略する。本実施形態のインクジェット記録装置は、発生する超音波の位相を揃える点については第 1 の実施形態と同様である。つまり、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 が同一の駆動信号発生源 1 7 に接続され、球面収差の補正された凹面のレンズ若しくはフレネルレンズを音響レンズ 1 3 として用いていることから、やはり位相が揃えられる。そして、画像記録情報に従って液滴の吐出方向が変わっても、液面に形成されるメニスカスの状態に大きな変動を与えないことから、超音波方式の連続吐出型のインクジェット記録装置として安定した液滴の供給が出来る。本実施形態において第 1 の実施形態と異なるのは、振動子を貼り付けた音響レンズが、液面に傾斜して形成された点である。

50

【 0 0 5 5 】

図 2 1 に本実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図を示す。

【 0 0 5 6 】

図 2 1 に示したように、本実施形態では音響レンズ 1 3 ならびにこれに貼り付けた主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a、1 2 b は、記録液保持室 1 4 の液面に対して傾斜して設置されている。音響レンズ 1 3 に対する各振動子の配置は、図 4 に示した第 1 の実施形態の配置を左右逆転したものとなっている。すなわち、液面に対して垂直方向に液滴を吐出する第 1 の吐出モードでは、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a を組み合わせて駆動し、液面に対して傾きを持って液滴を吐出する第 2 の吐出モードでは、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 b を組み合わせて駆動する。第 1 の実施形態と異なるのは、主振動子 1 1 と副振動子 1 2 a を組み合わせた音波放射領域の中心は、音響レンズの中心からずれており、振動子 1 1 と副振動子 1 2 b を組み合わせた音波放射領域の中心が音響レンズの中心と一致している。従って、音響レンズの中心軸から見て傾いた超音波ビームが第 1 の吐出モードに使われ、音響レンズの中心軸から見て左右対称な超音波ビームが第 2 の吐出モードが使われる。このような構造は記録密度の低い、言い換えれば液滴記録頻度の低い画像を印刷する場合に向いており、液滴回収を行う第 2 の吐出モードの吐出安定性を優位に図ることができる。

10

【 0 0 5 7 】

以上に示した各実施形態は限定されるものではなく、種々組み合わせて用いることも出来る。

20

【 0 0 5 8 】

【 発明の効果 】

以上詳述したように、本発明によれば、超音波方式において、液滴の吐出効率と繰り返し吐出周波数の向上を図り、更にヘッドの高密度配置を実現できる連続吐出式のインクジェット記録装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置の別の振動子を有した構造を示す断面図である。

30

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置の音響レンズと振動子の配置を示す平面図である。

【 図 4 】 図 3 の A - A ' 間の断面図である。

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置の別の音響レンズを有した構造を示す断面図である。

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置の液面制動板を示す平面図である。

【 図 7 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置の別の液滴回収板を有した構造を示す断面図である。

【 図 8 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置のさらに別の液滴回収板を有した構造を示す断面図である。

40

【 図 9 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置のさらにまた別の液滴回収板を有した構造を示す断面図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置のアレイヘッドの斜視図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置のアレイヘッドのレンズ配列を説明する平面図である。

【 図 1 2 】 本発明の第 1 の実施形態に係るインクジェット記録装置のアレイヘッドの一部の断面図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 2 の実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッ

50

ド部の断面図である。

【図 1 4】 本発明の第 2 の実施形態に係るインクジェット記録装置の音響レンズと振動子の配置を示す平面図である。

【図 1 5】 図 1 4 の B - B ' 間の断面図である。

【図 1 6】 本発明の第 2 の実施形態の変形例に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。

【図 1 7】 本発明の第 2 の実施形態の変形例に係るインクジェット記録装置の音響レンズと振動子の配置を示す平面図である。

【図 1 8】 図 1 7 の C - C ' 間の断面図である。

【図 1 9】 本発明の第 3 の実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。 10

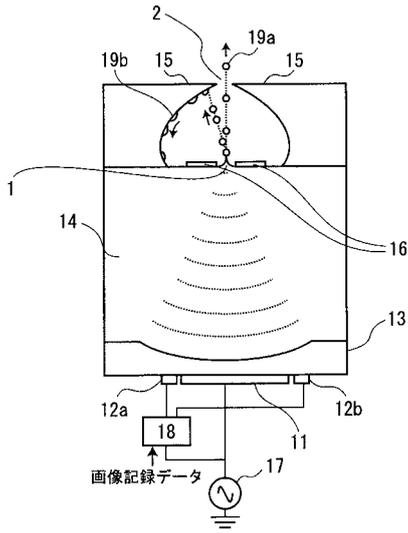
【図 2 0】 本発明の第 3 の実施形態に係るインクジェット記録装置の音響レンズと振動子の配置を示す平面図である。

【図 2 1】 本発明の第 4 の実施形態に係る連続吐出式のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。

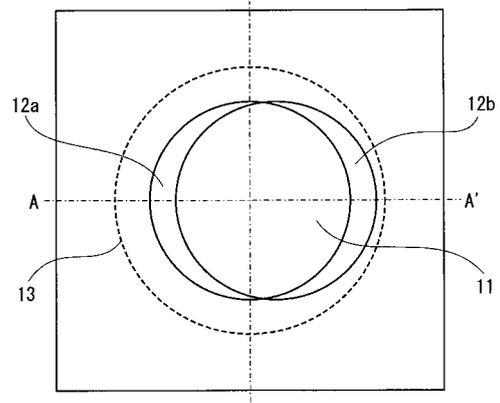
【符号の説明】

- 1 ... 液面開口部
- 2 ... 上面開口部
- 1 1 ... 主振動子
- 1 2、1 2 a、1 2 b ... 副振動子 20
- 1 3 ... 音響レンズ
- 1 4、1 0 3 ... 記録液保持室
- 1 5 ... 液滴回収板
- 1 6 ... 液面制動板
- 1 7 ... 駆動信号発生源
- 1 8 ... セレクタ
- 1 9 a ... 液面に対して垂直方向に吐出される液滴
- 1 9 b ... 液面に対する垂直方向に傾きを持って吐出される液滴
- 2 1、1 2 6 ... 圧電体
- 2 2 a、2 2 b、2 2 c ... 個別電極 30
- 2 3 ... 共通電極
- 5 1 ... フレネルレンズ
- 6 1 ... 液面領域
- 6 2 ... 回収領域
- 7 1 ... 隔壁
- 1 0 1 ... 振動子
- 1 0 2 ... レンズアレイ基板
- 1 2 1 ... 共通電極
- 1 2 2 ... 主振動子用電極
- 1 2 3 a、1 2 3 b ... 副振動子用電極 40
- 1 2 4 ... 隔壁
- 1 2 5 ... 隔壁開口部
- 2 0 1 a、2 0 1 b、2 0 1 c、2 0 1 d ... 第 1 の副振動子グループ
- 2 0 2 a、2 0 2 b、2 0 2 c、2 0 2 d ... 第 2 の副振動子グループ

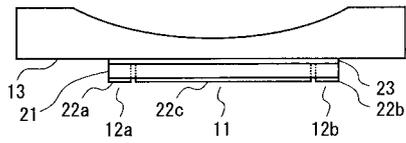
【 図 1 】



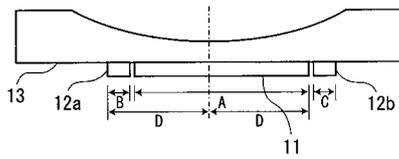
【 図 3 】



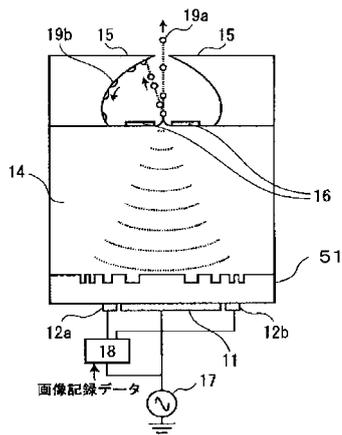
【 図 2 】



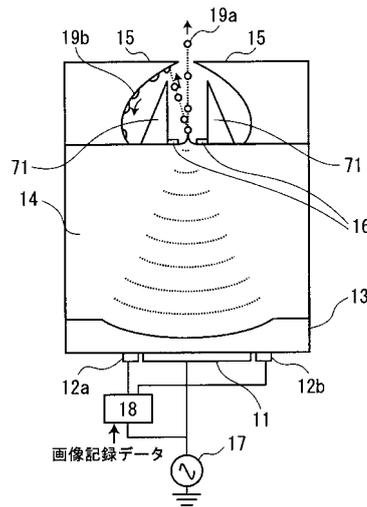
【 図 4 】



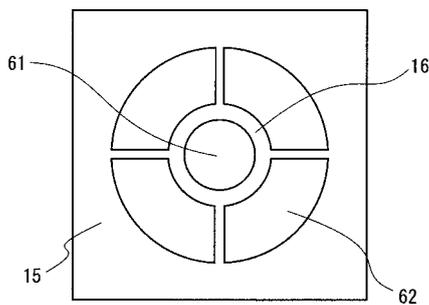
【 図 5 】



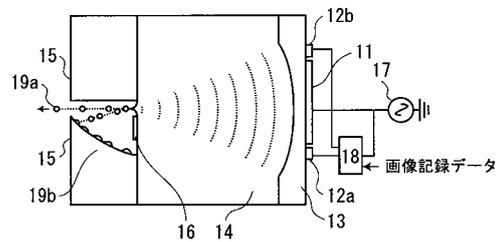
【 図 7 】



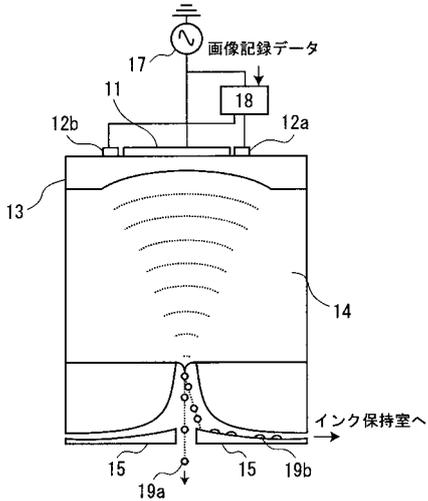
【 図 6 】



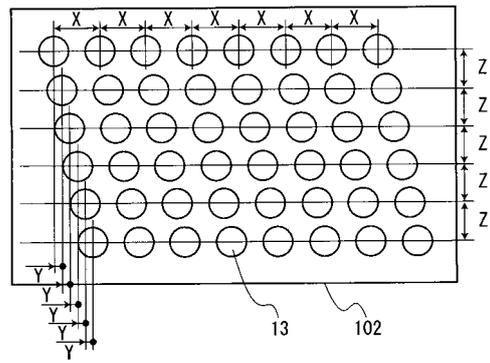
【 図 8 】



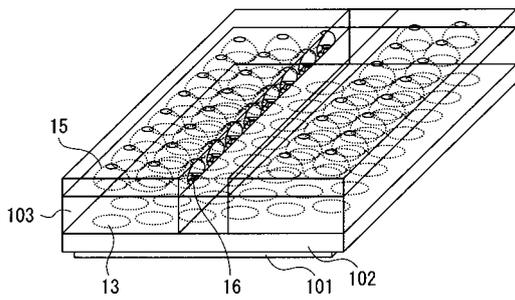
【 図 9 】



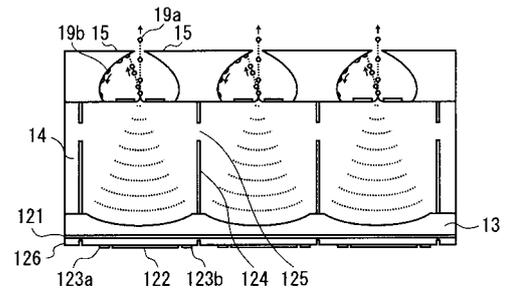
【 図 1 1 】



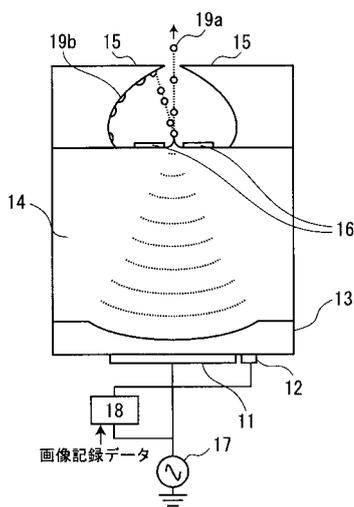
【 図 1 0 】



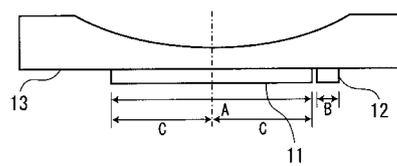
【 図 1 2 】



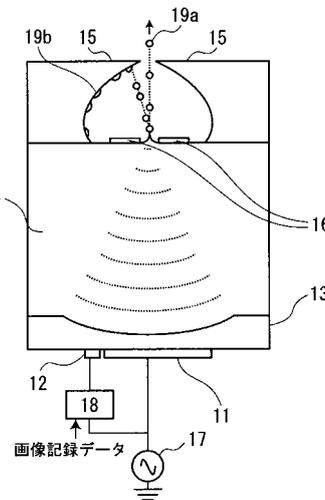
【 図 1 3 】



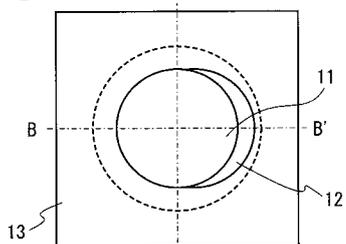
【 図 1 5 】



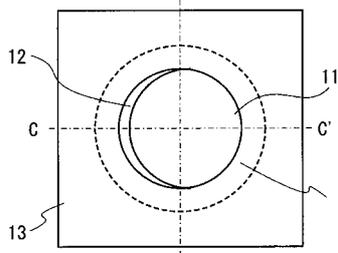
【 図 1 6 】



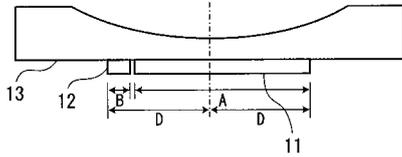
【 図 1 4 】



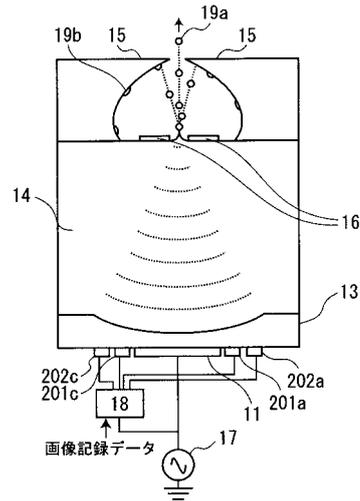
【 図 1 7 】



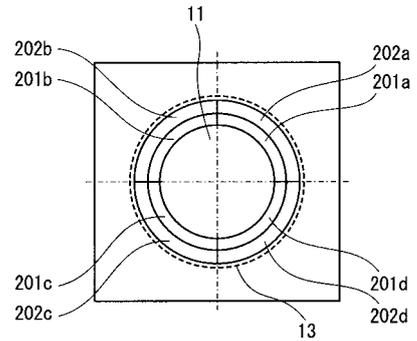
【 図 1 8 】



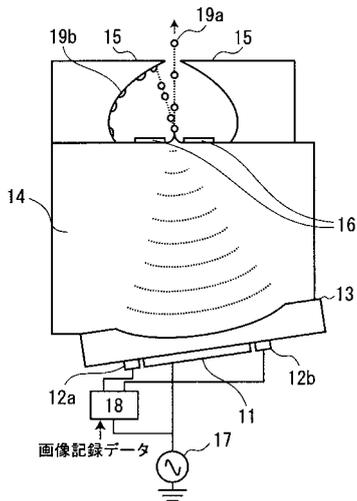
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B41J 2/07

B41J 2/015