

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-190537

(P2004-190537A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO4B 9/00	FO4B 9/00	3H071
BO5B 17/04	BO5B 17/04	3H075
FO4B 53/00	FO4B 21/00	4D074
	FO4B 21/00	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-357699 (P2002-357699)	(71) 出願人	503360115 独立行政法人 科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22) 出願日	平成14年12月10日 (2002.12.10)	(72) 発明者	山本 晃生 東京都板橋区大山東町14番1-1102号 グリーンパークドルミ大山
		(72) 発明者	樋口 俊郎 神奈川県横浜市都筑区荏田東3-4-26
		Fターム(参考)	3H071 AA01 BB00 CC11 CC17 CC33 CC34 DD00 DD42 DD84 DD89 EE15 3H075 AA01 BB00 BB21 CC25 CC34 CC35 CC36 DA00 DB02 EE20 4D074 BB03 CC01 CC34 FF06 FF14

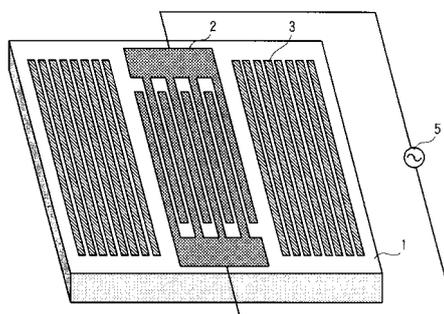
(54) 【発明の名称】 弾性表面波を用いた液体駆動方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 エネルギー効率の向上と、コストの低減とを図り得る弾性表面波を用いた液体駆動方法および装置を提供する。

【解決手段】 弾性表面波を用いた液体駆動装置において、圧電基板1と、この圧電基板1上に形成される弾性表面波の定在波励振電極2と、この励振用電極2の両側に配置される反射器3と、定在波励振電極2及び反射器3上にセットされる液体とを具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弾性表面波の定在波振動による放射圧により液体を搬送することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動方法。

【請求項 2】

弾性表面波の定在波振動による放射圧により液体を霧化することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動方法。

【請求項 3】

(a) 圧電基板と、
 (b) 該圧電基板上に形成される弾性表面波の定在波振動生成手段と、
 (c) 前記圧電基板上にセットされる液体とを具備することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

10

【請求項 4】

請求項 3 記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記定在波振動生成手段は前記圧電基板の中央部に形成され、弾性表面波を励振する励振用電極と、該励振用電極の両側に形成され、前記弾性表面波を反射する反射器とを具備することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記励振用電極は一对の組み合わせられた櫛型電極であることを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

20

【請求項 6】

請求項 3 記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記定在波振動生成手段が液体を上方に放射させるポンプ機能を有することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

【請求項 7】

請求項 3 記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記定在波振動生成手段が液体を霧化する噴霧機能を有することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

【請求項 8】

請求項 3 記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記セットされた液体表面もしくは表面付近にメッシュ板を設け、前記弾性表面波からの圧力により前記メッシュ板近傍において液体を霧化することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

30

【請求項 9】

請求項 4 記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記励振用電極の表面に絶縁膜を具備することを特徴とする弾性表面波を用いた液体駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、弾性表面波を用いた液体駆動方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

超音波振動による放射圧を用いて液体をポンピングあるいは霧化できることは広く知られている。超音波振動の中でも、弾性表面波はエネルギー密度が高いことや小型化が容易であることから、これを用いることにより小型で高性能なポンプや霧化器が構成できると考えられる。

40

【0003】

しかし、弾性表面波は振動振幅が数 nm と極めて小さいことから、これまで主として通信分野への利用が主であり、メカニカルな用途への応用はあまり検討されてきていない。特に、弾性表面波をポンプ等へと応用する研究としては、樋口・黒澤らによるもの（下記【特許文献 1】参照）、塩川らによるもの（下記

【非特許文献 1】参照）、表面弾性波を利用した噴霧装置および噴霧方法（下記

50

【特許文献2】参照）、現像方法（下記【特許文献3】参照）などが挙げられる。

【0004】

図6はかかる従来の進行波を利用した弾性表面波ポンプの基本構成図、図7はその液滴の搬送原理の模式図である。

【0005】

これらの図において、101は圧電基板、102は櫛型電極（すだれ状電極）、103は弾性表面波（進行波）、104は液滴、105は吸音器（接着剤）、201は圧電基板、202は弾性表面波、203は液滴である。

【0006】

このように、圧電基板101上に形成された櫛型電極102により弾性表面波103が励振され、進行波となって圧電基板101上を伝播していく。伝播路上に液滴104を置くと、弾性表面波103による放射圧により液滴104が波の伝播方向へと搬送される（液滴の種類によっては、波の伝播方向と逆向きに搬送される現象も報告されている）。さらに、強力な弾性表面波103を励起することにより、液滴104表面において微小液滴への分裂を引き起こすことができ、これにより液滴104を霧化することもできる。

【0007】

【特許文献1】

特開平7-232114号公報 第2-3頁 図1

【特許文献2】

国際公開 WO97/05960号公報 図4

【特許文献3】

特開平4-337772号公報 第2-3頁 図1, 図2

【非特許文献1】

“Study on SAW Streaming and its Application to Fluid Devices”, Shoko SHIOKAWA, et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 29 (1990) Supplement 29-1, pp. 137-139

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、弾性表面波をポンプや霧化器へと利用する従来の研究は、いずれも進行波を利用するものであった。

【0009】

進行波を利用した弾性表面波ポンプには、次のような問題点が存在する。

【0010】

まず、一点目は、エネルギー効率が低いことである。圧電基板上を進行していく進行波は、圧電基板の端面に達すると反射され、圧電基板上の定在波比を増加させる。これは進行波を利用するポンプにとっては望ましくない現象であるため、通常は、圧電基板端面付近に吸音器を設けることにより進行波を吸収することが望ましい。

【0011】

過去に報告されている試作例では、図6に示すように、吸音器として接着剤105を用いており、これにより進行波103を吸収し熱へと変換している。この構成では、投入したエネルギーの大部分が熱へと変換されるため極めてエネルギー効率が悪い。

【0012】

また、駆動に伴い吸音器が発熱し、圧電基板破損の原因となるため、連続的な駆動が行えないという問題もある。

【0013】

そこで、別の方法として弾性表面波モータで提案されているエネルギー回生の手法を用いることも考えられる。これは、吸音器として櫛型電極（すだれ状電極）を用い、振動エネルギーを電気エネルギーとして回生するものである。この手法を用いれば、高いエネルギー

10

20

30

40

50

－効率が実現できると考えられるが、回路構成が複雑になるというデメリットがある。

【0014】

もう一つの問題点は、進行波の伝播路が必要なことである。進行波を用いた弾性表面波ポンプの場合、進行波の伝播路上において液滴を搬送する。そのため、伝播路が不可欠な構成要素となる。しかし、弾性表面波の励振に用いられる圧電基板は一般に高価であることから、伝播路の存在は装置のコスト増加の一因となる。また、装置の小型化を考える上でも伝播路の存在は望ましくない。

【0015】

本発明は、上記状況に鑑みて、エネルギー効率の向上とコストの低減とを図り得る弾性表面波を用いた液体駆動方法および装置を提供することを目的とする。

10

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕弾性表面波を用いた液体駆動方法において、弾性表面波の定在波振動による放射圧により液体を搬送することを特徴とする。

【0017】

〔2〕弾性表面波を用いた液体駆動方法において、弾性表面波の定在波振動による放射圧により液体を霧化することを特徴とする。

【0018】

〔3〕弾性表面波を用いた液体駆動装置において、圧電基板と、この圧電基板上に形成される弾性表面波の定在波振動生成手段と、前記圧電基板上にセットされる液体とを具備することを特徴とする。

20

【0019】

〔4〕上記〔3〕記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記定在波振動生成手段は前記圧電基板の中央部に形成され、弾性表面波を励振する励振用電極と、該励振用電極の両側に形成され、前記弾性表面波を反射する反射器とを具備することを特徴とする。

【0020】

〔5〕上記〔4〕記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記励振用電極は一对の組み合わせられた櫛型電極であることを特徴とする。

30

【0021】

〔6〕上記〔3〕記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記定在波振動生成手段が液体を上方に放射させるポンプ機能を有することを特徴とする。

【0022】

〔7〕上記〔3〕記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記定在波振動生成手段が液体を霧化する噴霧機能を有することを特徴とする。

【0023】

〔8〕上記〔3〕記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記セットされた液体表面もしくは表面付近にメッシュ板を設け、前記弾性表面波からの圧力により前記メッシュ板近傍において液体を霧化することを特徴とする。

40

【0024】

〔9〕上記〔4〕記載の弾性表面波を用いた液体駆動装置において、前記励振用電極の表面に絶縁膜を具備することを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0026】

図1は本発明の第1実施例を示す定在波利用型ポンプの斜視図、図2はその定在波利用型ポンプの原理を示す模式図である。

【0027】

50

図 1 において、1 は圧電基板、2 はその圧電基板 1 表面の中央部に配置される弾性表面波放射器であり、図 1 に示すように、櫛型電極が互いに組み合わせられた弾性表面波を励振する励振用電極からなる。3 はその弾性表面波放射器 2 の両側に配置され、弾性表面波を反射する反射器、5 は励振用電極 2 に印加される正弦波を供給する電源である。なお、圧電基板 1 としては、例えば、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムなどを用いることができる。

【0028】

また、図 2 において、弾性表面波放射器（励振用電極）2 および反射器 3 上には液体 4 がセットされており、電極により生成される定在波振動による放射圧が液体 4 に作用して、この液体 4 が搬送され、ポンプ機能が果される。

10

【0029】

このように構成される弾性表面波ポンプは、従来の進行波に変えて定在波を利用する。すなわち、圧電基板 1 上に弾性表面波放射器（櫛型電極）2 を設け、その両端に振動反射器 3 を設けることにより、櫛型電極 2 上に定在波を励振することができる。定在波が励振された櫛型電極 2 上に液滴を置く、あるいは、櫛型電極 2 上を液体 4 で満たすと、定在波からの放射圧により、液体 4 が圧電基板 1 面に垂直な方向へと飛ばされる。

【0030】

この方式においては、従来の進行波型ポンプが抱える問題が原理的に解決されている。すなわち、定在波を利用しているために、吸音器を設置する必要が無く、励振エネルギーを容易に圧電基板 1 表面に閉じ込めることができる。そのため、エネルギー効率が高く連続的に駆動することも可能である。共振の Q 値も高いため、より低い電圧で駆動することも可能である。また、振動励振用の電極 2 上において直接液体 4 に力を与えるため、波の伝播路は不要である。そのため、従来よりも遙かに小型化に適している。

20

【0031】

次に、霧化機能を持たせるには、電極 2 上に液滴もしくは液層をセットして、電極 2 に強いエネルギー密度を生成させる。これにより、液滴もしくは液層を霧化することができる。

【0032】

従来の進行波を用いた霧化器においては、基板の斜め上方へ向けて霧が発生する例が多いのに対し、本発明の方式においては、基板の上方へ向けて霧を発生することができる。

30

【0033】

また、次に説明する本発明の第 2 実施例に示すように、液面にメッシュ板を設置することにより、粒径の揃った霧を発生させることもできる。

【0034】

図 3 は本発明の第 2 実施例を示す液体駆動装置の模式図である。なお、図 2 と共通の部分には同じ符号を付して説明は省略する。

【0035】

この図において、6 は電極上の液体 4 の液面に配置されるメッシュ板、7 はこの装置により発生した霧滴である。

【0036】

このように構成される装置においては、励振用電極 2 の定在波からの放射圧により、メッシュ板 6 近傍において霧を発生することができ、さらに、発生する霧滴 7 の粒径を均一にすることができる。

40

【0037】

また、メッシュ板 6 に電位を与えることにより、帯電した霧滴 7 を発生することもできる。

【0038】

図 4 は本発明の第 3 実施例を示す液体駆動装置の模式図である。なお、図 1 と共通の部分には同じ符号を付して説明は省略する。

【0039】

50

この実施例では、励振用電極 2 の上面に絶縁膜 8 を形成するようにした。

【0040】

例えば、液体が水（水道水）であるような場合には、第 1 実施例のように電極 2 が液体に対して露出した構成では十分な作用が得られない。このような場合には、電極 2 表面に絶縁膜 8 を形成することにより、性能向上が図れる。なお、この例では、励振用電極 2 の上面にのみ絶縁膜 8 を形成しているが、反射膜 3 も含めた基板全体に対して絶縁膜を形成するようにしてもよい。

【0041】

現在までの実験では、液滴により挙動が大きく異なることが観察されている。詳細な原因は不明であるが、液体の導電率や粘性が重要なパラメータとなっていることが予測される。また、第 3 実施例に示した絶縁膜の性質も重要なパラメータであり、例えば、絶縁膜を親水性のものとするだけで性能向上が図れる可能性も考えられる。

10

【0042】

また、本発明は、上記した電極の構造に限定されるものではなく、種々の電極の構造や配置を行うことができる。さらに、厳密な定在波のみによる振動でなくとも進行波が混じったような励振であっても本発明の範囲に含まれる。

【0043】

また、電極の真上で液体を駆動することを特徴として述べたが、これも必ずしも必要条件ではない。励振用電極と反射器との間に距離を設け、その間で液体を駆動する構成や、次に説明する図 5 に示すように、二つ以上の励振用電極を対向して配置し、その間で液体を

20

【0044】

図 5 は本発明の第 4 実施例を示す液体駆動装置の模式図である。

【0045】

この図において、11 は圧電基板、12, 13 はその圧電基板 11 表面の両側に配置される励振用電極としての櫛型電極、14 はその圧電基板 1 表面の中央部に置かれる液体（ここでは液滴）、15, 16 は櫛型電極 12 と 13 にそれぞれ正弦波を供給する電源である。

【0046】

このように構成したので、励振用電極としての櫛型電極 12 と 13 からの定在波振動による放射圧が液体 14 に作用して液体 14 を駆動することができる。

30

【0047】

本発明の方法および装置は、(1) 医学分野におけるマイクロ・ドラッグデリバリシステム (DDS) やネブライザ、化学・薬学分野におけるマイクロ TAS システムなどにおける液体搬送システム、(2) 情報機器用水冷却装置におけるポンプ機構、(3) マイクロ液中ロボット用推進機構など広汎な利用が可能である。

【0048】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0049】

40

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0050】

(A) 弾性表面波の定在波振動を利用して液体を搬送、もしくは、霧化することができる。

【0051】

(B) 励振用電極の上で直接液体の搬送を行うことができるため、小型化に適している。

【0052】

(C) 定在波を用いるためエネルギー密度が高い。また、より低い電圧で駆動することが

50

できる。

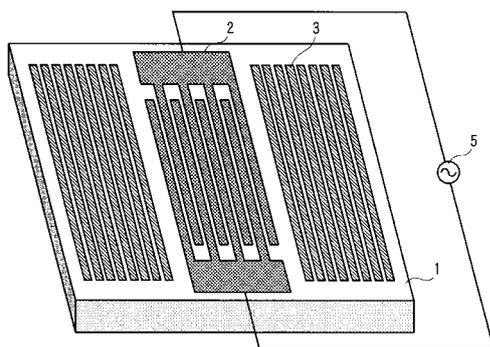
【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の第1実施例を示す定在波利用型ポンプの斜視図である。
- 【図2】本発明の実施例を示す定在波利用型ポンプの原理を示す模式図である。
- 【図3】本発明の第2実施例を示す液体駆動装置の模式図である。
- 【図4】本発明の第3実施例を示す液体駆動装置の模式図である。
- 【図5】本発明の第4実施例を示す液体駆動装置の斜視図である。
- 【図6】従来の進行波を利用した弾性表面波ポンプの基本構成図である。
- 【図7】従来の液滴の搬送原理の模式図である。

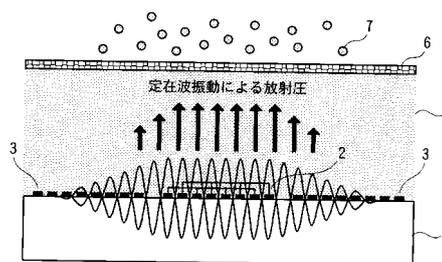
【符号の説明】

- 1, 11 圧電基板
- 2, 12, 13 弾性表面波放射器（励振用電極：櫛型電極）
- 3 反射器
- 4, 14 液体
- 5, 15, 16 電源（正弦波供給）
- 6 メッシュ板
- 7 霧滴
- 8 絶縁膜

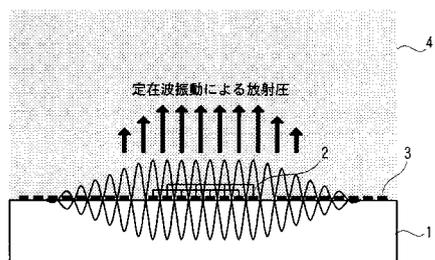
【図1】



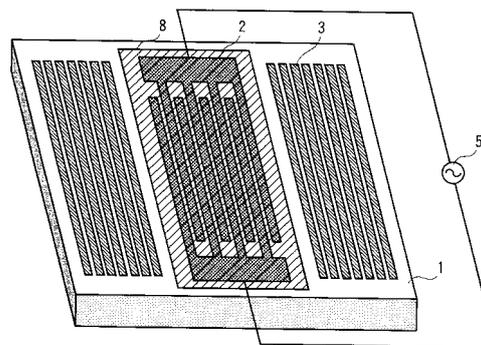
【図3】



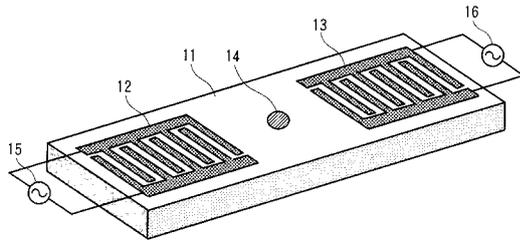
【図2】



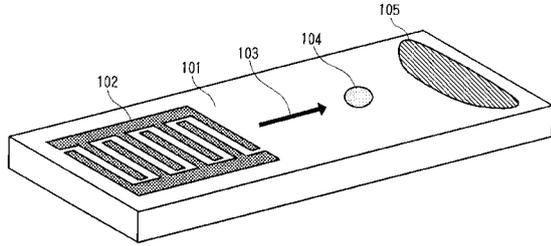
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

