

## 微小間隙を持つ 2 枚の円形たわみ振動板による超音波霧化法の基礎検討

## Ultrasonic atomization using two circular vibrating plates with small gap

○矢古宇諒<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>2</sup>\*Ryo Yakou<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: We aim at the manufacture of a good efficiency atomization device using the squeeze effect. The features of the squeeze effect are that the driving frequency is low, atomized fine particle size can be obtained. In this paper, we propose a new method of ultrasonic atomization using two circular vibrating plates with a small gap.

## 1. はじめに

液体の霧化利用は加湿や殺虫スプレー, 石油ファンヒーターなどの身近なものから, 食品, 肥料, 塗料などの噴霧乾燥など, 幅広い分野がある. 超音波を用いた霧化は工学的利用の 1 つとして挙げられ, 液滴の分離や濃縮に用いられている. 超音波霧化は, 加熱して分離・濃縮する蒸留法と比べて大幅にエネルギー消費量を削減できる利点がある.

従来の超音波を用いた霧化方法は, 霧化させたい液体を振動面に触れさせるものである. この方法はキャピラリー波によるもので, 液表面波の波頭が振動により破断して微小な液滴が生成される仕組みである. 霧化粒子の粒径が周波数に依存するため, 細かい粒径を得ようとする高周波数かつ振動面を小さくする必要があり. この霧化方法に対して, スクイーズ膜効果<sup>[1]</sup>を用いた霧化方法がある. この方法は, 振動面との間に微小間隙を設け液滴を満たし, 間隙を伸縮させることで生じる圧力差により液滴が霧化するという仕組みである. 低周波の駆動でも粒径の細かい霧化粒子が得られるが, 弁機構を必要とする.

そこで, この欠点を改善するため, 円形たわみ振動板を 2 枚重ね, 振動板の間にワッシャーを挟んで間隙を設け, この板間に水を供給して霧化する方法を考えた. ここでは, 円形振動板の厚さとワッシャーの厚さを変化させた場合の霧化に必要な最小電力の検討を行った.

## 2. 超音波振動源及び実験方法

Fig.1 に霧化に用いた超音波振動源を示す. 超音波振動源は 20kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子

にエキスポネンシャルホーン (振幅拡大比 4.6, ジュラルミン製) 及び一様棒 (直径 12mm, ジュラルミン製) を取り付け, その先端に円形振動板 (直径 95mm, ジュラルミン製) を 2 枚取り付け (以降, 上面の円形振動板を振動板 A, 下面の円形振動板を振動板 B と表記), 振動板の間にワッシャー (直径 12mm, ジュラルミン製) を取り付けたものである.

振動板間への水の供給は, 円形振動板を上向きにして設置し, 振動板 A にあけた穴 (直径 1mm) から, 注射器の先端に外径が 1.2mm, 内径が 0.94mm (18G) で先端を 90° にカットした注射針を取り付けた注射器を用いて行った.

## 3. 水の有無による振動源の共振周波数

間隙を水で満たした場合と, 水を供給していない場

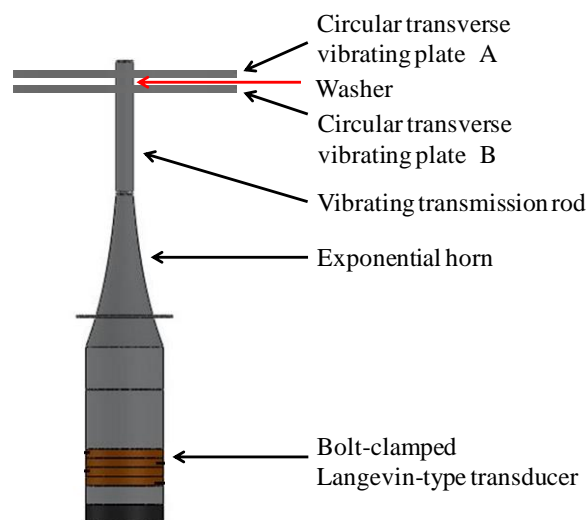


Fig.1 Schematic drawing of ultrasonic sound source.

1 : 日大理工・院 (前)・電気, 2 : 日大理工・教員・電気

合のアドミタンスループを測定し、共振周波数を求めた。Fig.2はその結果である。この結果から、共振周波数は振動板の厚さを上下で変えても、水で満たした場合、水を供給していない場合共に大きな変化が見られないことがわかる。また、間隙を水で満たした場合のコンダクタンスの値は、水を供給していない場合と比べて、振動板の組み合わせに関係なく、大きく減少していることがわかる。なお、振動板の厚さを 2mm と 3mm として、同じ測定を行ったが、共振周波数に大きな変化は見られなかった。

#### 4. 最小霧化電力の検討

予め間隙に水を満たし、供給電圧を上げてった時に間隙から水の霧化が観察された際の最小霧化電力を測定した。振動板 A の厚さは 3mm 一定とし、振動板 B の厚さを 1mm, 2mm, 3mm の 3 種類とした。また、ワッシャーの厚さは 0.1mm, 0.5mm を用いた。なお、共振周波数を振動源と同じ周波数に近づけるために、一樣棒の長さはそれぞれの検討で調整した。測定はそれぞれの検討で 3 回ずつ行い、平均値を求めた。Table 1 はその結果である。この結果から、ワッシャーの厚さが 0.1mm かつ振動板 B の厚さが 2mm 以下の時、最小霧化電力は 1W 以下になることがわかった。また、最小霧化電力はワッシャーの厚さが 0.1mm, 0.5mm 共に、振動板 B の厚さが 2mm と 3mm とで大きく変化することがわかった。

次に、霧化の様子を Fig.3 に示す。図は見やすくするために二値化してある。霧化された水は、間隙全体からは出ず、一部の場所から観察された。

#### 5. おわりに

本検討では、円形振動板を 2 枚重ね、振動板同士の間にワッシャーを挟み間隙を空けた場合の検討を行った。その結果、振動板 B の厚さを薄く、間隙を小さくすることでより小さい電力で霧化できることがわかった。

#### 参考文献

- [1] 井砂亮一, 徳光賢大, 小山大介, 中村健太郎 : 電子情報通信学会技術研究報告 US, 111(215), pp. 37-42, 2011.
- [2] 千葉近: 超音波噴霧, 山海堂, pp. 155-189, 1990.

	Plot	Thickness of plate A [mm]	Thickness of plate B [mm]	Resonance frequency [kHz]
No water supply	● (Red)	3	1	19.65
	● (Blue)	1	3	19.64
Water supply	● (Orange)	3	1	19.30
	● (Green)	1	3	19.42

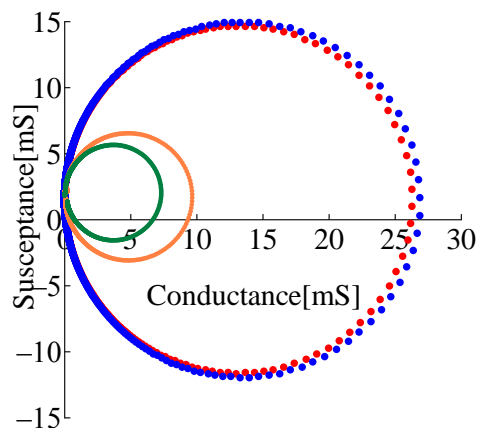


Fig.2 The admittance loops. Thickness of washer is 0.1mm

Table 1 Measurement results of the minimum atomizing electric power.

Thickness of plate A [mm]	3					
Thickness of Washer [mm]	0.1			0.5		
Thickness of plate B [mm]	1	2	3	1	2	3
Resonance frequency [kHz]	19.2	19.1	19.3	19.0	19.0	19.3
Minimum atomizing electric power [W]	0.15	0.57	6.97	1.09	1.57	5.72

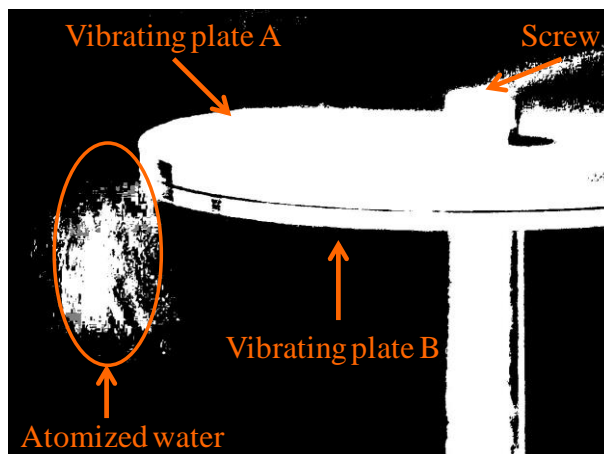


Fig.3 State of atomization for water.