

【目的】 これまでに、超音波噴霧技術はその基礎研究、および燃料噴霧等への応用が既になされており、一般居住空間の保湿を目的とした噴霧技術へも製品化が行われている。しかしながら、現状用いられている超音波噴霧は一般的には空間全体に噴霧する装置や噴霧した薬剤をマスクで吸引する装置などの設置型である。これは一般的に圧電素子として Piezo electric ceramic (PZT) を噴霧するための振動子として用いており、振動伝達効率が悪く装置が大型であることに起因する。加えて、PZT に印加する周波数が 1~2 kHz であることから表面を伝達する Lamb 波を用いており、効率的に振動を伝達できていない。一方で、昨今のパーソナル空間の価値の向上から、USB 給電小型噴霧器などの個人ごとに適した湿潤環境をワークデスク上で構築することやセルフメディケーションに関心が高まっている。しかし、現状では、装置が設置型であることやマスクを使った吸引であることなど、大きさ制約があり、日常的に使用することは極めて難しい現状である。このような背景を鑑みて、本研究では従来の PZT の Lamb 波よりも効率的に噴霧することができるリチウムナイオベートの厚さ方向の振動モードを用いることで、デバイスの小型化を行う。加えて、超音波デバイスへの入力エネルギーや周波数帯域、霧の放射特性の関係、水滴径などの使用条件の最適化を行い、効率よく噴霧できるウェアラブル超音波ディフューザを製作する。さらに、パーソナル空間において十分に湿潤環境を達成することができるかを確認する。

【方法】 はじめに、霧を可視化するために、表面を金でスパッタリングしたリチウムナイオベートウエハを数十 mm 角で切り出し、MHz 帯の交流電圧を印加して、溶液の噴霧の様子を本研究費で購入予定のハイスピードカメラで観察し、その噴霧の様子を確認した。次に、入力エネルギーおよび入力周波数帯と霧発生との関係を評価した。超音波を発生させるためには、電気的な入力が必要であるが、その入力エネルギーや入力周波数帯と霧の発生量や液滴の大きさは、非線形な関係となっており、最適な噴霧を実現可能とするエネルギーと周波数について、入力エネルギーをパラメータとした検討によって確認した。この撮像によって霧の放射特性を把握し、下記の各種パラメータを変化させた際の放射特性の変化を検討した。

【結果】 本研究では、図に示すようにファンクションジェネレータ、アンプとリチウムナイオベートのデバイスを接続して、ハイスピードカメラによりその噴霧挙動を撮影した。リチウムナイオベートに約 7 MHz の交流電流を印加して、素子の thickness 共振モードを励起して液滴を噴霧した。噴霧した液滴をハイスピードカメラで撮影して、液滴の大きさを評価した。その結果、液滴の大きさは直径 3~4 μm でピークとなった。これは従来のピエゾ素子による噴霧と比較すると粒径が小さくなることを確かめた。また、素子の大きさを変化させると、一定の値以上では噴霧効率が低下することが明らかとなった。すなわち、リチウムナイオベートを用いた噴霧装置には適した効率の大きさがあることが明らかとなった。

リチウムナイオベート基板を用いた超音波噴霧

