

専門分野	機械工学	氏名	林 伶史	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				
研究 題目	進行波電界を用いた搬送デバイス				

1. まえがき

従来のベルトコンベアに代わる新しい粉体搬送コンベアとして、静電気をを用いた搬送システムが注目を浴びている。このシステムは、機器に振動が発生しない、粒子に大きな熱や力加わらない、可動部がないため潤滑油などの不純物が混入しないなどの利点がある。本デバイスを粉体搬送デバイスとして応用するためには、搬送経路の汎用性が重要な要素となる。そこで、電極形状を工夫することにより、搬送経路に関する検討を行った。また、搬送対象を液体や軟体に広げることにより、化学や医療分野における微小溶液反応やマイクロカプセル搬送デバイスといった応用も期待される。そこで、絶縁油中における液滴搬送に関する検討を行った。具体的には搬送原理の解明を目的として電極への電圧印加の可視化による挙動観察、搬送基礎特性の調査として周波数、印加電圧、液滴イオン濃度等のパラメータが溶液中での搬送にどのような影響を及ぼすかの検討を行った。そして、化学反応デバイスへの応用を試みるために、2液混合に関する検討を行った。

2. 搬送装置

図1に搬送機構の構造を示す。電極は長手方向に縞状に並べた構造で感光基板を用いてエッチングによって作成した。進行波電界は、5台の発振器を使用して位相を順に $\pi/2$ ずらした4相の交流電圧信号を出力し、高圧アンプによってそれぞれ100倍に増幅して各電極に印加した。粉体搬送実験では、搬送する粒子と電極との絶縁と電極間の放電防止のために、電極上を絶縁フィルムで被覆した。また、粒子はレーザープリンタの2成分磁気現象系に使用されているキャリア粒子を使用した。液体搬送実験は絶縁油中で水溶液の搬送を行い、油を満たす水槽を作成し、電極デバイス上に密着するように設置した。また、液滴挙動観察を目的として、電極に印加される電圧の正負を判別するためにチップダイオードを用いて電圧印加を可視化した。

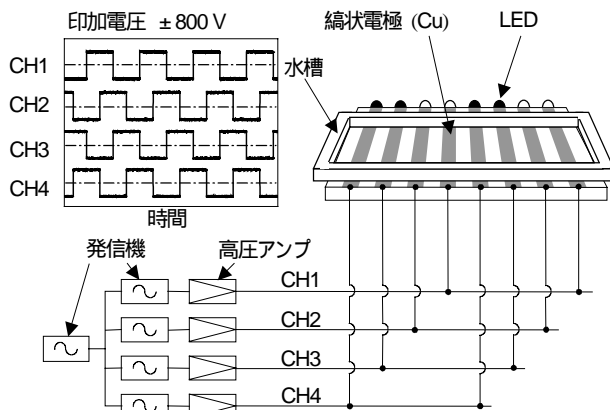


図1 実験装置図

3. 実験結果

(1) 粉体搬送実験 T字型の電極(図2左)によりほぼ100%の分岐搬送が可能であることが確認できた。渦状の電極により収集搬送、分散搬送が可能であることが確認できた。また、縞状電極と渦状電極を組み合わせることにより、縞状電極により直線的に搬送してきた粒子を、渦状電極により一箇所に収集することも可能であることが確認できた(図2右)。

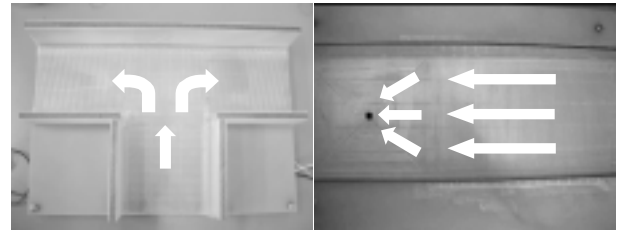


図2 T字型電極(左)、縞状・渦状複合電極(右)

(2) 液体搬送実験 液滴はそれとは不活性な絶縁油中で搬送可能であり、進行波電界から受ける静電力により移動・停止を繰り返しながら搬送されることを確認した。また、搬送デバイス上の電界で底面に引き付けられている際にまたぐ電極の数が3つ以下となる液滴の大きさで搬送が可能であった。LEDを用いた電圧印加可視化による挙動観察から、液滴は水槽底面との摩擦により帯電していると考えられた。さらに、進行波に同期して搬送される周波数には限界が存在し、図3に示されるように液滴中のイオン濃度が高い溶液ほど進行波に同期して搬送される周波数が低くなることが確認された。また、化学反応装置への応用を試みるために、渦状電極を用いて液滴混合のモデル実験を行った。図4に示すように、中心部で液滴が混合可能であることが確認された。

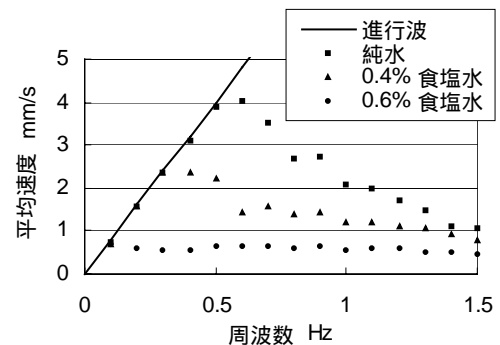


図3 液滴平均速度

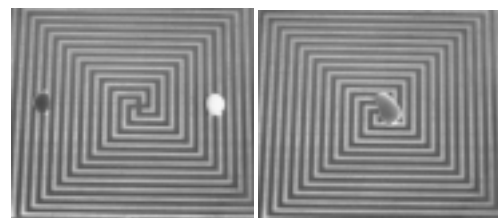


図4 2液混合の様子：初期配置(右)、混合後(左)

発表論文

- 林, 川本, 進行波電界による液滴搬送の基礎特性, 日本機械学会 機械力学・計測制御部門講演会 DD2004 (2004).
- 梅津, 白石, 林, 川本, 針対平板電極系放電場を利用する水上移動機構について, 機械学会 2002年度年次大会 (2002).