

EHD流体の構造冷却システムへの応用

80121080 板屋 雄佑 指導教員 青山 藤詞郎 教授

1. 緒論

電気流体力学 (Electro-Hydro Dynamics : EHD) 現象は、電場の印加によって誘電液体中に対流が生じる現象であり、電場と流れ場の相互作用によるものである。

近年のテクノロジーの高度化や微細化などにより、発熱量や発熱密度は増大の傾向にあり、発熱形態はより複雑なものとなってきている。そのため機器の熱対策設計は非常に複雑なものとなり、効率のよい放熱・冷却技術の開発意義はきわめて大きい。EHD 対流を冷却システムに用いる利点としては、印加電場の操作によって伝熱制御が可能であること、機械的な稼働部を持たないため流体と電極のみの簡単なシステム構成が可能であること、また騒音・振動の発生がないことや流体駆動時の消費エネルギーが小さいことなどが挙げられる。

本研究では EHD 流体のポンピング駆動源として多段メッシュ電極モジュールを考案し、EHD 出力差圧特性の評価を行った。また、その電極モジュールを流体のポンピング駆動源として実装した構造冷却システムを開発し、EHD 対流による熱伝達促進効果、構造冷却効果についての評価を行った。

2. メッシュ電極モジュールの出力差圧特性

EHD 対流を伝熱促進の分野に応用するためには、流体の駆動源として、高効率・高出力型の EHD ポンプの開発が必要となる。本研究では、比較的低電圧で高い出力の得られる多段メッシュ電極モジュールを考案し、その設計パラメータを変更することによって、図 1 に示すように U 字管マンオメータによる EHD 出力差圧の測定を行った。印加電圧 0~5kV での EHD 出力差圧の測定結果を図 2 に示す。

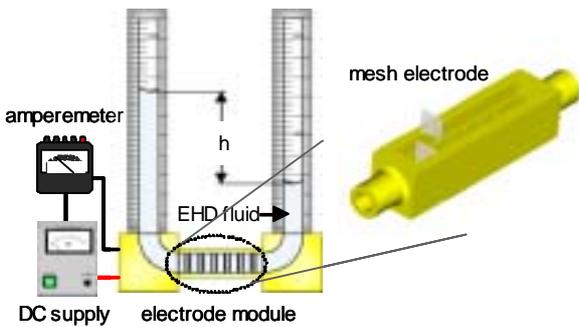


図 1. 差圧測定装置(U-tube manometer)

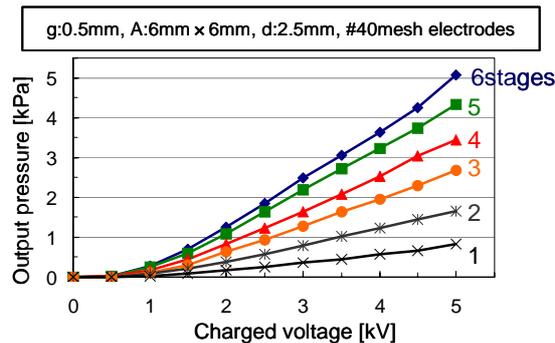


図 2. 印加電圧に対する出力差圧特性

3. EHD流体を応用した構造冷却システム

考案した 3 次元型構造冷却システムを図 3 に示す。この構造冷却装置は大きく分けて 3 つの構成要素からなっており、上部より被冷却物からの熱を吸収し流体へ伝達する受熱部、装置内部に満たされた EHD 流体にポンピング圧力を供給する電極部、受熱部より EHD 対流によって伝達された熱をペルチェ冷却ユニットによって外部に放散させる冷却部となっている。図 4 に EHD 対流による発熱面の温度上昇抑制効果を示す。

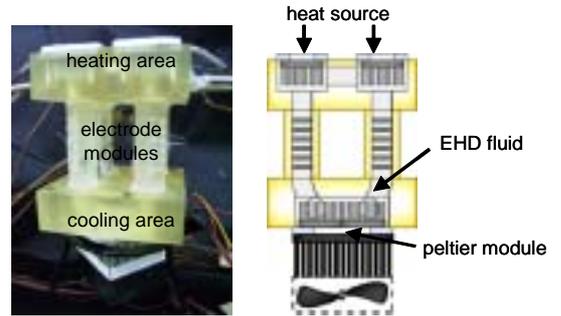


図 3. EHD 冷却システム

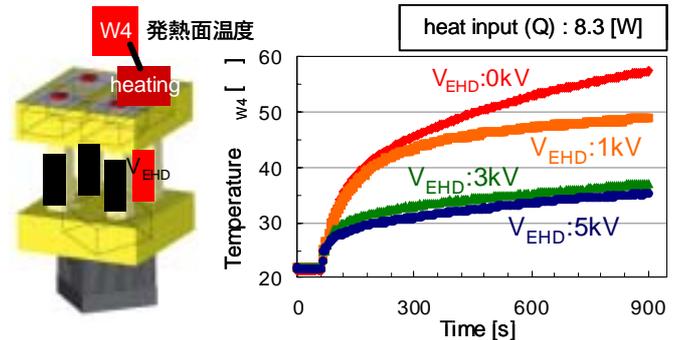


図 4. EHD 対流による伝熱促進効果

4. 結論

- (1)EHD 出力差圧は、印加電圧に応じて増大することが確認された。また、電極対を直列に多段設置することによって出力増幅が可能であることを示した。
- (2)電極モジュールの設計パラメータを変更することで、5 kV の電圧印加時に最大で約 5kPa の出力差圧を得た。そのときの電流値は約 20 μ A であり、従来の機械式ポンプに比べて省エネルギーな EHD ポンプが実現できたといえる。
- (3)考案した 3 次元型構造冷却システムにおいて、EHD 対流によって発熱源の温度上昇を抑制し、新しい機構をもつ冷却システムの提案を行った。

参考文献

- (1)矢部彰, 液体の静電気現象と応用 - 第 講電気流体力学現象とその応用, 静電気学会誌, Vol.14, No.1, p.69-75, 1990
- (2)JEONG,S.I ほか, Theoretical/Numerical Study of Electro-hydro dynamics Pumping Through Pure Conduction Phenomenon, Conf Rec IEEE Ind Appl Conf, 36th, Vol.3, p.1523-1529, 2001