

審査の結果の要旨

氏 名 武 居 淳

本論文は「表面形状が変化する液滴上の微小構造の回転運動」と題し、5章から構成される。

本論文は二つの微小な板に挟まれた液体の形状によって、液体が板に及ぼす力を解析し、それをアクチュエータに応用することを目的としている。液体は境界条件が決まれば表面積が最小になるように、液体表面形状が決まるが、片方の板と液体の境界条件をエレクトロウェットティングを用いて能動的に変えることによって、上部の板があたらしいつり合い位置まで回転することを、定量的に、理論および実験をもとに示している。

第1章「序論」では、研究の目的、背景、意義と、従来の研究について述べている。

第2章「液体の変形によるトルクの算出」では、凸形状にパターンニングされたシリコンの凸部に水滴を置き、その上部に微小な板を置いたとき、上部の板の回転変位に対して表面張力による復元力が生じる。上部の板に磁性体の棒を配置し、磁束密度が明らかな外部磁場を加えることにより、回転変位につりあうトルクを計測している。さらに、表面積変化による自由エネルギー変化からトルクを計算し、実験値と比較している。

第3章「液滴上板の動的特性」では、回転変位に対するステップ応答および周波数応答を計測し、液体を挟んだ2枚の板の運動のモデルを2次系として導出している。このモデルは、液体の慣性の効果、粘性の影響、および、表面張力の効果を含んだものである。

第4章「エレクトロウェットティングを用いた微小構造の駆動」では、下面の基板に電極を配置し、エレクトロウェットティングを利用して下面と液体との境界条件を変えることにより、液体の形状を順次変えれば、上部の板が液体の変形に同期して回転するメカニズムを提案し、実証している。このアクチュエータのステップ応答を計測した結果と、第3章のモデルから計算によって得られる応答の間で、よい一致をみたことが記されている。

第5章「結論」では、本研究によって得られた成果について結論を述べている。

以上要するに、本論文は微小世界で支配的になる表面張力を扱ったもので、複雑な形状をもつ2枚の板に挟まれた液滴が、表面張力を介して板に及ぼすトルクを理論的および実験で求めている。さらに、下面の板の境界条件をエレクトロウェットティングで能動的に変えることにより、液体を利用したアクチュエータへのアプリケーションを示している点で意義のあるものである。この点から本論文は、知能機械情報学の発展に貢献したものであって、本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。