

審査の結果の要旨

氏名 ゲンタン ヴィン

本論文は「Interaction Force on the Contact Area during the Sliding and Vibration of Droplets (液滴の滑りと振動における接触面での力)」と題し、6章から構成される。

液滴の表面の振動の様子は主に映像により観察されてきた。しかしながら、これまで、液滴の微小な振動や、時間分解能の高い振動の様子を計測できなかった。本論文では微小液滴と基板との境界面に働く微小力の分布および高速な時間変化を計測することを目的としている。方法として、微小変形によって変化するピエゾ抵抗をもつ微小な片持ち梁を、液滴と基板との境界面に置き、液滴と基板との間に働く微小力や、液滴の表面の高速な振動の様子を計測し、液滴と基板との間に働く力分布とともに、液滴表面を伝わる波の様子、その波の減衰する様子を計測し、このデータから液滴の粘性係数が求められるとしている。

Chapter 1. Introduction では、研究背景、従来研究とその課題、本研究の目的と意義について述べている。

Chapter 2. Sensor design and sensing principle では、センサとして使う片持ち梁力センサについて述べている。このセンサは、液滴が基板上を滑り落ちるとき、および、液滴が基板上で振動するときの液滴と基板との間に働く力を計測できるが、構造は、片持ち梁の先端に垂直に柱状の構造があり、その上面が液滴と接する構造になっている。液滴が基板に垂直に及ぼす力と基板に平行なせん断力を、片持ち梁の微小な歪による電気抵抗の変化として計測するものである。

Chapter 3. Experimental results on droplet sliding では、基板上を滑り落ちる液滴と基板との間に働く力を実験で計測し、その結果を考察している。液滴の前縁および後縁では、表面張力により基板を斜めに引く向きに力が働き、液滴が基板との接触する中心部分では、基板を垂直に押す向きに力が働きせん断方向には働かないことを確かめている。また、液滴の一部が片持ち梁から離れることによって生じる液滴の振動が、表面を伝搬する様子も片持ち梁を使って計測している。

Chapter 4. Experimental results on droplet vibration では、複数の片持ち梁センサの上に液滴を置き、基板を加振したときに、液滴と基板との間に働く力の振動の様子を計測している。液滴と基板の接触境界面の中央部分に働く力の大きさと時間変化が小さいのに対して、液滴の接触境界面の縁では液滴の振動に対応する時間周期で大きな力が働いていることを確かめた。また、加振を停止した後、片持ち梁の振動が時間とともに減衰し、この減衰率と液滴の粘性係数にはおよそ線形な相関関係があることを確認した。

Chapter 5. Conclusions では、本論文で得られた実験結果をもとに結論を述べている。

以上要するに、本論文では、微小な変形で抵抗値が大きく変わるピエゾ抵抗をもつ微小な片持ち梁を使って、液滴と基板との境界面に働く微小な力の分布と、液滴表面の微小な振動を計測できることを示した。さらに、加振停止後の振動の減衰率が計測できることを示し、片持ち梁で計測した減衰率と粘性係数に相関関係があることを明らかにし、微小液滴の粘度計の可能性を示している。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。