

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	LE HOAI PHUONG (れ ほあい ふうおん)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 921 号
○授与年月日	2013 年 9 月 25 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	Dynamic Modeling of Microparts Motion along Asymmetric Saw-tooth Surface with Symmetric Vibration (のこぎり歯形状を有する非対称表面上のマイクロパーツの運動のダイナミックモデリング)
○審査委員	(主査) 平井 慎一 (立命館大学理工学部教授) 川村 貞夫 (立命館大学理工学部教授) 鳥山 寿之 (立命館大学理工学部教授)

<論文の内容の要旨>

本論文は、非対称表面上のマイクロパーツの運動のダイナミックモデリングについて述べている。チップコンデンサに代表されるマイクロパーツの搬送の手法として、非対称表面を用いる手法が提案されている。この手法では、表面に非対称な溝を彫り、摩擦に方向性を持たせる。対称振動を与えることにより、表面上のマイクロパーツが一方向に移動する。マイクロパーツの運動は、溝のピッチや振動の周波数、マイクロパーツの寸法等に依存する。しかしながら、非対称表面上のマイクロパーツの運動のモデルがなく、運動の動的な解析が成されていなかった。本論文では、マイクロパーツ運動のダイナミックモデルを提唱し、実験的に提案したモデルを評価する。

本論文の第 2 章では、Particle Tracking Velocimetry によりマイクロパーツの動的な運動を計測する手法を、第 3 章ではマイクロパーツの表面形状を観察した結果を述べる。第 4 章では、非対称表面の形状がマイクロパーツの運動に与える影響を調べた結果を、第 5 章では、非対称表面の幾何パラメータと振動周波数がマイクロパーツの運動に与える影響を調べた結果を示す。第 6 章では、マイクロパーツの水平面内運動のモデリングについて述べる。表面の粗さを表すために法線ベクトルに確率分布を導入するとともに、マイクロパーツに作用する空気抵抗を定式化した。第 7 章では、結論と今後の課題を述べる。

<論文審査の結果の要旨>

本論文の貢献を以下にまとめる。

- マイクロパーツ運動のダイナミックモデリングの基礎として、Particle Tracking Velocimetry によりマイクロパーツの平面運動を計測した。
- 非対称表面とマイクロパーツの幾何パラメータや振動の駆動周波数がマイクロパーツの運動に与える影響を調べ、マイクロパーツの運動速度に支配的な量を見い出した。
- 表面の粗さを表すために、表面の法線ベクトルを確率変数として扱い、マイクロパーツ運動のダイナミックモデルに組み込んだ。
- マイクロパーツに作用する空気抵抗を定式化し、モデルに組み込んだ。

マイクロパーツの運動のモデリングのためには、マイクロパーツの平面運動、すなわち 2 方向の並進変位と回転変位を時系列的に計測する必要がある。Particle Tracking Velocimetry を用いることにより、マイクロパーツの平面運動を計測することに成功した。この手法を用いて、様々な非対称表面のピッチと振動の周波数に対してマイクロパーツの運動を計測した。計測結果を解析することにより、マイクロパーツの運動に支配的な量を見い出すことに成功した。マイクロパーツの運動のモデリングにおいては、表面の法線方向が確率的に分布するというモデルを考案し、マイクロパーツ運動のシミュレーションを行った。その結果、実験結果に近い速度の分布を得ることができた。さらに、空気抵抗を考慮したモデリングを行い、シミュレーションを行った。その結果、空気抵抗を考慮することで、駆動周波数とマイクロパーツの速度との関係をより良く表すことができた。

本論文の審査に関して、2013 年 8 月 1 日（木）10 時 00 分～11 時 00 分イーストウイング 4 階機械システム系演習室において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 LE HOAI PHUONG に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、マイクロパーツのモデルの半球の寸法をどのように決めたか、マイクロパーツの寸法が力にどのように影響するか、空気抵抗の係数をどのように決めたかなどの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

学位申請者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質

疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有している
と確認した。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博
士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。