

主論文要旨

2013年6月26日

論文題名

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

ふりがな

れ ほあい ふうおん
学位申請者 LE HOAI PHUONG

論文内容の要旨

本論文は、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を、実験やシミュレーションを通して解析することを目的とする。これにより、マイクロパーツの効率的な搬送システムの開発を目指す。提案する手法では、フィード表面とマイクロパーツとの接触状態により、マイクロパーツを一方向に搬送することができる。したがって、オープンループの単純な機構で搬送を実現することができる。

マイクロパーツを定められた方向に搬送することは、電子産業や精密産業、マイクロロボットなど広い応用を持つ。マイクロパーツの世界では、慣性力より摩擦力が支配的であり、凝着力、静電力、ファンデルワース力、分子間力、表面張力など様々な力が作用する。しかしながら、これらの力がマイクロパーツの動的な運動においてどのように作用するか、特に搬送システムやマイクロパーツのパラメータにどのように依存するかは、ほとんど知られていない。そこで本論文は、非対称表面やマイクロパーツの幾何パラメータ、搬送システムのアクチュエータのパラメータ、さらに雰囲気のパラメータがマイクロパーツの搬送に与える影響を実験とシミュレーションを通して明らかにする。実験とシミュレーションの結果を比較することにより、マイクロパーツの搬送に支配的な力やパラメータを見出す。

本論文の構成を以下に示す。

第1章では、既存のマイクロパーツ搬送システムについて述べる。

第2章では、実験システムについて述べる。さらに、マイクロパーツの運動を計測する手法である粒子追跡流速測定法(PTV)について述べる。

第3章では、非対称表面上におけるマイクロパーツの搬送の原理を述べる。

第4章では、非対称表面の幾何パラメータと表面の駆動周波数がマイクロパーツの運動に与える影響を実験的に調べた結果を示す。実験結果より、のこぎり歯形状に近い表面上で、マイクロパーツは速く運動することがわかった。

第5章では、非対称表面とマイクロパーツの幾何パラメータが、マイクロパーツの運動に与える影響を述べる。マイクロパーツの搬送速度と表面の速度の関係が、マイクロパーツの寸法とのこぎり歯のピッチの関係で表されることを示す。

第6章では、のこぎり歯表面上のマイクロパーツの運動のシミュレーションモデルについて述べる。提案するモデルは、表面粗さ、マイクロパーツと表面の幾何パラメータ、凝着力、雰囲気のパラメータを有する。マイクロパーツとのこぎり歯表面との接触を、パーツの表面を表す有限個の半球と表面との接触で表す。このとき、個々の半球と表面との接触は、点接触か斜面接触で表される。表面の法線方向を確率的な分布を有するベクトルで表すことにより、表面粗さをモデル化する。提案するモデルは、マイクロパーツの運動を良く表現することができる。

第7章では、結論と今後の課題を述べる。