

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 李 儲安 (Chu-An Lee)

本論文は「Microstructuring on Thermoplastic Substrate Using Submerged Laser Heating」(液中レーザ加熱によるマイクロ立体構造の加工法)と題し英文で書かれており、パラフィン等の高分子材料を対象とした凸構造を作成するレーザ加工法について行った一連の研究で得られた成果をまとめたものである。

本論文は、全8章から構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景と目的を詳細に記述し、および本論文の構成について簡潔に述べている。一般のレーザ加工はレーザにより材料を溶融したり蒸発させることによって穴をあけたり切断する除去加工である。これに対して、レーザを材料の表面に照射することにより凸構造を構成する加工法の研究が数種類進められていることを述べ、微細凸構造作成方法に関して開発された加工法を加工原理、対象とする被加工材料材質、エネルギー密度と構造体の形状寸法について整理した。このなかで、本博士論文では、東京大学で発見された液中レーザ加熱によるパラフィンのピラー形成現象を利用したマイクロ構造体の加工について、その現象のより詳細な解明と、加工法の開発と応用分野の開拓を進めることを研究目的とすることを述べている。

第2章「液中レーザ加熱による凸構造生成原理」では、先ず、塚田らが報告している実験結果を追試し、ピラーの生成現象の観察に基づき、生成原理について論じ、仮説を提示している。

第3章「実験装置と実験方法」では、レーザ光学系の構成やパラフィン内部の温度測定法など、本研究で使用した実験装置と実験方法について簡潔に記述している。

第4章「ピラー生成原理の検証」では、ピラー生成の仕組みを明らかにするための研究を順序立てて行い、第2章で立てた仮説が正しいことを証明している。レーザが形成中のピラー内を透過すること等、パラフィンの物性およびレーザ加熱の特性を実験的に明らかにした。そして、パラフィン板の浅いところが先ず溶融し、これがピラーの根元を形成し、順次、深い部分が積み上げられる形でピラーが形成されることを明確にしている。

第5章「ピラー生成に関する各種因子の影響」では、成形されるピラーの形状に対する、レーザのパワー密度、照射時間、試料温度、液体温度、液体材料などの影響を、綿密な実験によって明らかにしている。この結果、安定して高アスペクト比のピラーを生成できる条件を明らかにした。そして、直径100

μm でアスペクト比が10に達するピラーを均一ピッチに林立させることに成功している。

第6章「種々の材料への加工法の適用」では、純粹のパラフィン以外の材料についての本加工法を適用について詳細な実験を行っている。まず、パラフィンを基材とし、これに種々の蠟材料を混成したものを対象にピラーの形成実験をおこなった。ついで、高密度ポリエチレン、塩化ビニル、PETを対象として実験を行い、ドーム状ではあるが凸構造を形成できることを明らかにした。

第7章「成形形状の発展と応用」では、レーザを走査することにより、パラフィンから薄い壁を形成することで出来ることを示し、これを応用したマイクロ流体セルを提案した。パラフィン基盤とガラス板で流体を挟み、ガラスを透してレーザを走査し壁を形成することにより、流路を形成できることを実証した。

第8章「結論と展望」では、本研究で得られた成果をまとめ、開発した技術の将来を展望している。

このように、綿密な実験と考察に基づき、パラフィン等の高分子材料を対象とし、液中におけるレーザ加熱によるアスペクト比の高いピラーを作成する方法の基本的な技術を確立している。本論文での研究成果は精密工学の発展に貢献するものであり、 μTAS 用チップの製作等に活用されることが期待できる。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。