

(様式7)

## 学位論文審査結果の要旨

|         |  |
|---------|--|
| 氏名      | James Mutuku Mutua   |
| 審査委員    | 委員長 陳 中春 印<br>委員 小出 隆夫 印<br>委員 小野 勇一 印<br>委員 音田 哲彦 印<br>委員 _____ 印   |
| 論文題目    | 3D Additive Manufacturing, Microstructure, and Mechanical Properties of High Performance Materials (高性能材料の三次元積層造形、微視組織と機械的性質に関する研究)  |
| 審査結果の要旨 | <p>本論文は、3D プリンタを用いてマルエージング鋼やステンレス鋼のような金属材料、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)複合材料の 3D 積層造形を行い、積層造形や熱処理等プロセッシング条件と造形体の微視組織、機械的性質との関係の解明に関する研究成果をまとめたものである。</p> <p>熱溶解積層法により炭素繊維強化した ABS 樹脂を積層造形した結果、炭素繊維が造形方向に平行に配向し、また、荷重方向が造形方向に平行な場合(0°)、複合材料の引張強度が最も大きいことが分かった。積層厚さの小さい方が、造形体の緻密度、表面粗さ、引張強度等の向上に有効であることを示した。最適な造形条件として、造形方向 0°、造形速度 3200mm/min、積層厚さ 0.1mm が挙げられる。</p> <p>また、レーザビームを熱源とする金属 3D プリンタを用い、マルエージング鋼粉末の 3D 積層造形を行った。積層造形における重要なパラメータであるレーザ出力、走査速度、走査ピッチ、積層厚さ等を変化させ、造形体の表面性状、密度、結晶相、微視組織、機械的性質等に及ぼす造形パラメータや後続熱処理条件の影響を系統的に調べた。その結果、プロセスマップを構築することができ、最適な造形条件を明らかにした。また、造形時の急速冷却により微細なセル状組織が形成されるため、造形体が高いビッカース硬さを示した。一方、造形体のマルテンサイト母相中にわずかなオーステナイト相が存在するが、時効処理を施すとマルテンサイトからオーステナイトへの逆変態が起こることがわかった。時効処理の前に溶体化処理を行うことによってオーステナイトの生成を抑制することに成功し、時効による微細な金属間化合物の析出によりマルエージング鋼の高強度化を実現した。</p> <p>さらに、オーステナイト系ステンレス鋼(SUS316L)についても、主な造形パラメータの影響を示すプロセスマップを作成し、優れた機械的性質を有するステンレス鋼の 3D 造形プロセスを確立した。また、積層造形したステンレス鋼は従来のプロセスの製品より高い硬さを有することが確認された。</p> <p>以上のように、本論文は金属や複合材料の 3D 積層造形等におけるプロセッシング条件と微視組織、機械的性質との関係を明らかにするとともに、優れた機械的性質を有する CFRP、マルエージング鋼、ステンレス鋼の 3 次元造形プロセスを構築した。これらの研究成果は、当該分野における学術的な価値が高いのみならず、実践的な生産現場においても適用することも期待できる。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。</p> |