

令和 5 年 6 月 2 7 日現在

機関番号：8 2 6 7 0

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：2 0 K 1 4 6 3 4

研究課題名（和文）粉末床溶融結合におけるエネルギー吸収の高精度制御による最終製品製造技術の確立

研究課題名（英文）Development of powder bed fusion with novel heating process

研究代表者

山内 友貴（Yamauchi, Yuki）

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター・研究開発本部物理応用技術部機械技術グループ・主任研究員

研究者番号：2 0 5 8 7 1 3 3

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では樹脂材料に対して高い透過性を持つレーザに着目し、深部にエネルギーを効率よく供給する方法を提案する。まず、吸収層に供給する材料の選定するため、原材料が同じで吸収の異なる2種類の粉末材料の吸収特性調査した。原材料が同じで吸収の異なる2種類の粉末材料を用い、粉末床溶融結合装置内で各層造形時に吸収層を深部に配置するための手法について検証した。つぎに、吸収層が深部にある状態で近赤外レーザを照射し、造形状態ならびに溶融状態について調査を行った。最後に深部に吸収層を配置した試料の層間接着性について確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでのレーザ焼結技術は各層の形成時に粉末床表面から加熱され、粉体層深部にある粉末を溶融して造形していたが、本研究の提案および実施によって粉体層の底から加熱した場合においても部品の造形および高い層間接着性が得られることが示された。本研究で提案された新造形手法は、今後の様々な材料開発や機器開発への応用が期待される。特に深部から加熱することにより、生産性向上に向けた積層ピッチ拡大時でも層間接着を確保できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：This study proposed a method to efficiently deliver laser energy to deeper regions of the powder layer in the powder melting process by using a laser that has high transmission for most polymeric materials. First, to determine the material of the absorbing layer, the optical properties of two different colored powders of the same material were measured. Second, the method of absorbing layer placement in the deep region in each layer processing of the powder bed fusion machine was tested. Finally, test specimens were prepared using the developed process to evaluate the melt state and adhesion of the between layers.

研究分野：加工学

キーワード：レーザ焼結 粉末床溶融結合 3Dプリンティング 付加製造

1 . 研究開始当初の背景

付加製造は、従来の成形法では成立しなかった複雑形状を一体で造形できるため、多品種生産、マスカスタマイゼーションを実現する次世代の生産技術として期待されている。特にレーザ焼結は生産性や部品の機械的性質、信頼性の観点から、生産技術としても最も有望とされている。最近では、LS と最適化計算技術等を組み合わせることで高強度かつ軽量の部品を 3D データから直接製造する取り組みが始まっている。しかしながら現状のレーザ焼結技術では、造形される部品内部に 5% 程度の欠陥が存在するため、一般的な成形品と比較すると強度、靱性が大きく劣っている。この課題を解決するには、破壊起点となる内部欠陥比率を下げるのが重要である。造形時に発生する内部欠陥の主な原因は、溶融不足、熱分解の 2 つである。溶融不足に起因する欠陥の発生を抑制するためには、溶融樹脂を粉体間の隙間を埋めるように流動させるため、レーザ照射によって樹脂粉末を完全に溶融することが重要である。熱分解に起因する欠陥は、粉末の溶融不足解消のためにレーザのエネルギー供給量を増加した場合などに、部分的に樹脂粉末が過度に加熱されるために生ずる。上述した 2 つの内部欠陥の発生を抑制するには、樹脂粉末を熱分解させることなく、粉体層全体で溶融不足を解消する必要がある。

2 . 研究の目的

本研究では、新たな造形プロセスを開発し、さらに開発したプロセスで造形した部品の機械的性質について調査することを目的とする。詳しくは一定期間経過後公表する。

3 . 研究の方法

一定期間経過後公表する。

4 . 研究成果

一定期間経過後公表する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamauchi Yuki, Kigure Takashi, Niino Toshiki	4. 巻 -
2. 論文標題 Optimization of penetration depth and powder layer thickness for proper interlayer adhesion in polymer laser sintering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 International Solid Freeform Fabrication Symposium	6. 最初と最後の頁 49-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.26153/tsw/44132	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamauchi Yuki, Kigure Takashi, Niino Toshiki	4. 巻 98
2. 論文標題 Penetration depth optimization for proper interlayer adhesion using near-infrared laser in a low-temperature process of PBF-LB/P	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Manufacturing Processes	6. 最初と最後の頁 126 ~ 137
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jmapro.2023.05.006	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamauchi Yuki, Kigure Takashi, Niino Toshiki	4. 巻 99
2. 論文標題 Quantification of supplied laser energy and its relationship with powder melting process in PBF-LB/P using near-infrared laser	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Manufacturing Processes	6. 最初と最後の頁 272 ~ 282
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jmapro.2023.05.002	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Yamauchi Yuki, Kigure Takashi, Niino Toshiki
2. 発表標題 Optimization of penetration depth and powder layer thickness for proper interlayer adhesion in polymer laser sintering
3. 学会等名 2022 International Solid Freeform Fabrication Symposium（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山内 友貴
2. 発表標題 近赤外レーザーによる造形-材料の光学的性能とプロセスの最適化
3. 学会等名 第 12 回 Additive Manufacturing (AM) シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------