スパッタレス SLM 法を用いたチタン合金の積層造形

Titanium plate fabricated by sputter-less selective laser melting

阪大接合研 [1]，日本原子力研究開発機構 [2]，近大理工 [3]，石川工業試験場 [4]
○佐藤 雄二 [1]，塚本 雅裕 [1]，菖蒲 敬久 [2]，山縣秀人 [1]，東野 律子 [1]，西 貴哉 [3]，
山下 順広 [4]，中野人志 [3]、阿部 信行 [1]

JWRI, Osaka Univ.1, JAEA2, Kindai University3, Industrial Research Institute of Ishikawa4,○

Yuji Sato [1], Masahiro Tsukamoto[1], Takahisa Shobu[2], Shuto Yamagata [1], Ritsuko Higashino[1],

Takaya Nishi[3], Yorihiro Yamashita[4], Hitoshi Nakano[3], Nobuyuki Abe[1]

E-mail: sato@jwri.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

チタン合金（Ti-6Al-4V:Ti64）は、軽量、非磁性、耐食性等、優れた機械的特性や生体適合性を有するため、インプラントや人工骨などの高組織代替材料として臨床応用されている。しかし、チタン合金は難削材料であり、従来の切削加工では、生体由来のバイオニック構造を模すことは難しい。そこで注目されているのが、三次元積層造形法である。三次元積層造形法は、3D-CAD データから直接造形物を形成できるため、従来の切削加工や鋳造加工では実現できなかった形状を造形できる。中でも選択的レーザー金属溶融 (Selective Laser Melting : SLM)法は、層毎にレーザーによる溶融・凝固を繰り返して、これを積み上げて立体形状を形成する手法で、任意の形状や構造を造形することができる。一般に、レーザーを材料粉末に照射するとレーザー光の吸収と同時にスパッタリングが発生する。スパッタリングは、積層造形プロセスにおいて造形効率を低くするだけでなく、造形内部に空孔を形成してしまい、相対密度を低くする。そこで我々は、スパッタリングの発生を抑えたスパッタレス SLM 法を開発している。本報では、スパッタレス SLM 法を用いて Ti64 の造形を試み、基板の予備加熱がスパッタの発生を抑制することを明らかにしたので報告する。

2. 実験方法

Fig. 1 に実験装置模式図を示す。原料粉末である Ti64 粉末をパウダーフィーダーに設置し、真空チャンバーを 5.0x10^{-3}Pa まで真空排気する。造形ステージであるベースプレートを積層ピッチ分下降させ、Ti64 粉末をリコータで均し、任意の厚さの粉末をベースプレートに敷き均す。この状態でレーザーをガルバノミラーを介して、照射し一層の造形を行う。レーザーの掃引方法には、リニアラスタースキャン方式を採用し、20 層の造形を行った。

3. 結果

Fig.2 に Ti64 粉末にレーザーを照射したときの溶融凝固過程を高速度ビデオカメラで観察した。この時のレーザー照射条件は、レーザー出力 200W、レーザー掃引速度 10mm/s、ハッチング距離 50 μm である。基板温度をヒータで室温から 350℃まで予備加熱させて造形を行った。その結果、100℃まではレーザー照射と同時にスパッタリングが起こったが、200℃以上に予備加熱すると、スパッタの発生量が減少し、350℃のときには、スパッタリングは観察されなかった。スパッタリング抑制メカニズム、造形した試料の機械特性に関しては、当日の講演にゆずる.

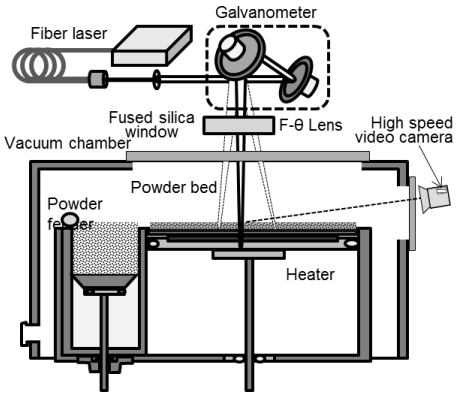

Fig.1 Experimental setup for Ti plate fabricated by sputter-less SLM

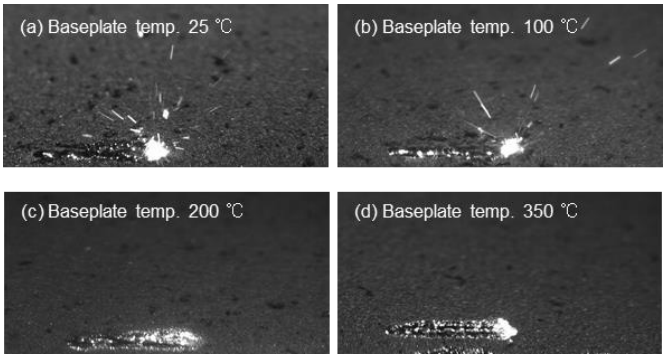

Fig.2 High-speed video images of SLM scanning of Ti powder at baseplate temperatures of (a) 25℃ (b) 100℃, (c) 200℃ and (d) 350℃.