

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)**(11) 공개번호** 10-2020-0140750
(43) 공개일자 2020년12월16일

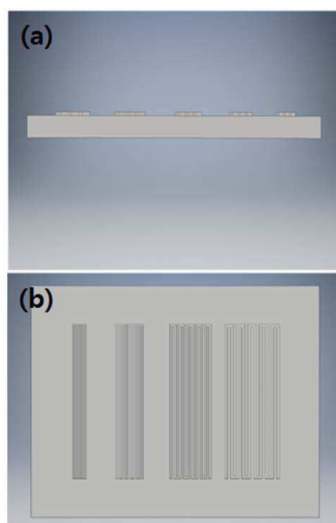
- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/105 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
B22F 3/1055 (2013.01)
H01L 21/027 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0069262</p> <p>(22) 출원일자 2020년06월08일
심사청구일자 2020년06월08일</p> <p>(30) 우선권주장
1020190067380 2019년06월07일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
주식회사 에스제이컴퍼니
경기도 안양시 동안구 흥안대로427번길 16, 1118호(관양동, 평촌디지털엠피아ier)</p> <p>(72) 발명자
양홍근
경기도 용인시 수지구 진산로 90 513동 1301호</p> <p>이재신
울산광역시 울주군 장점길 123 (문수마을 동문굿모닝힐)102-1202호
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
이원희</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드 제조방법

(57) 요약

본 발명은 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는, 금속 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)으로 금속 분말을 적층하여, 폭 및 간격이 50 μm 내지 450 μm 인 미세패턴을 형성하는 단계;를 포함하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1

(72) 발명자

한형수

울산광역시 남구 옥현로 92-13 (옥현주공 1단지 아파트) 101동201호

이상훈

울산광역시 남구 대학로11번길 6 무거동302호

김해원

울산광역시 동구 녹수12길 30 전하동 현대3단지아파트 4동 203호

박상준

경기도 안양시 동안구 흥안대로427번길 16, 1118호(관양동, 평촌디지털엠피아)

박영석

경기도 안양시 동안구 흥안대로427번길 16, 1118호(관양동, 평촌디지털엠피아)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018-0783
과제번호	S2631893
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	연구마을지원사업
연구과제명	실리콘 정밀 에칭 기술을 활용한 바이오용 고기능 Nimold 제작
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)에스제이컴퍼니
연구기간	2018.06.01 ~ 2019.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 라인들을 포함하는 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드를 3D 프린팅 공정을 이용하여 형성하는 방법에 있어서,

금속 분말을 레이저를 이용하여 용융 및 소결시키는 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하되, 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴을 형성하는 단계;를 포함하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)은

금속 분말층을 형성하는 단계;

상기 금속 분말층을 예열하는 단계; 및

상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결시키는 단계;를 포함하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 직경은 0.03 mm 0.09 mm인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 해치 출력은 250W 내지 300W인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 내부 출력은 100W 내지 200W인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 외부 출력은 50W 내지 150W인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 해치(hatch) 폭은 $5\mu\text{m}$ 내지 $15\mu\text{m}$ 인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 스캔의 속도는 900mm/s 내지 1300mm/s 인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 용융 및 소결은 불활성 분위기에서 이루어지는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 예열은 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 내지 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 수행하는 것을 특징으로 하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 금속 분말은 Ti, Ti 64 Alloy, SUS 316L, SUS 420J2, 7-4 PH SUS 및 Co-Cr에서 선택되는 1종 이상인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 금속 분말의 직경은 $30\mu\text{m}$ 내지 $45\mu\text{m}$ 인, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 13

제 2 항에 있어서,

상기 금속 분말층의 높이는 $20\mu\text{m}$ 내지 $40\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법.

청구항 14

라인 간의 간격은 $250\mu\text{m}$ 내지 $450\mu\text{m}$ 이고, 라인의 폭은 $250\mu\text{m}$ 내지 $450\mu\text{m}$ 이며, 라인의 높이는 $50\mu\text{m}$ 내지 $250\mu\text{m}$ 인 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드로서, 상기 금속 몰드는 3D 프린팅 공정을 이용하여 금속 분말로 부터 형성된 것인, 금속 몰드.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 금속 분말은 Ti, Ti 64 Alloy, SUS 316L, SUS 420J2, 7-4 PH SUS 및 Co-Cr에서 선택되는 1종 이상인, 금속 몰드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 디스플레이, 광통신, 정보저장, 진단 및 치료, 신약개발, 에너지 등의 분야에서 다양한 형태의 마이크로 및/또는 나노 패턴을 갖는 소재의 제작이 요구되고 있으며, 소자의 제작에 있어 양산공정에 적합한 저가 생산을 위해 플라스틱 복제공정을 통한 플라스틱 마이크로 및/또는 나노 패턴의 사용이 주를 이루고 있다. 그러나 플라스틱 제품은 재료가 갖는 낮은 내열성 및 내화학적, 내투습성, 전기화학적 특성, 광학 소재의 종류 부족 등 다양한 이유로 일부 응용 분야에 적용이 용이하지 않은 실정이며, 플라스틱 소재가 적용되기 어려운 분야에서 금속 미세패턴의 적용이 요구되고 있다.

[0005] 종래의 경우, 미세패턴을 가지는 금속 몰드를 제조하기 위한 방법으로 자외선 노광 공정 및 금속 전기도금 공정을 사용하는 방법이 알려져 있다.

[0006] 미세패턴을 가지는 금속 몰드를 제조하기 위한 종래의 방법은 아래와 같은 단계를 거쳐 형성된다.

[0008] 우선, 제1 단계에서는 일반 실리콘이나 유리 재질로 형성된 기판을 준비한 후에, 상기 기판의 상면에 금속 도금을 위한 금속막을 증착하여 시드층을 형성하게 된다. 그 후, 제2 단계에서는 상기 제1 단계의 시드층(2)에 감광성 포토레지스터를 20 μ m ~ 50 μ m 정도 스핀 코팅법으로 도포한 후에 적절한 온도로 열처리를 수행하게 된다. 그 후, 제3 단계에서는 상기 포토레지스터의 상부에서 선택적으로 포토마스크를 배치하여 상기 포토 마스크 상부에 자외선을 조사하게 되고, 상기 포토 마스크가 배치되지 않은 부분은 그 자외선에 노출되어 노광부가 형성된다. 그 후, 제4 단계에서는 상기 노광부를 현상하게 되는데, 현상 후 남은 포토레지스터는 일정 간격의 패턴을 갖는 금속 몰드를 형성하게 된다. 제5 단계 및 제6 단계에서는 상기 제4 단계의 몰드 사이에 금속을 채우기 위해 전해 도금조에서 도금을 수행하여 금속 도금층 구조물을 형성하게 되고, 이렇게 도금 공정이 끝난 후에는 금속 도금층 구조물에서 현상 후 남은 포토레지스터 및 시드층을 제거하여 미세패턴을 갖는 금속 몰드가 완성하게 된다.

[0009] 여기서, 상기 제4 단계의 도금용 몰드는 그 종횡비와 분해능에 따라 제조되는 금속 몰드의 종횡비 및 분해능이 결정되게 된다. 하지만 상용화되고 있는 감광성 포토레지스터는 일반적으로 50 μ m 높이로, 그 종횡비도 약 1 정도 갖는 것이 보통이다. 따라서, 이러한 방법은 포토레지스터의 특성의 한계로 그 높이가 제한되는 문제가 있다.

[0011] 이와 관련하여 미세패턴의 종횡비 및 분해능을 향상시키기 위한 방법으로, 금속 미세구조물 제조방법에 관한 발명인 대한민국 공개특허 특2000-0020823호에서는 동일한 특성의 포토레지스터를 이용하여 도금용 몰드를 형성하는 공정 및 도금 공정을 2회 이상 반복 수행함으로써 인해 종횡비 및 분해능을 향상시키는 방법을 개시한 바 있다.

[0013] 하지만, 이러한 자외선 노광 공정 및 금속 전기도금 공정을 사용하는 방법은 전기 도금 공정 중 도금의 질을 향상시키기 위해 금속 표면의 산화물을 기계적인 가공으로 제거하게 되는데 이 과정에서 금속의 분진을 일으켜 작

업자의 호흡기관에 쌓이는 문제, 또한, 전해 탈지 공정 및 그 이후의 수세 공정 시 염산 등의 강산을 이용한 산 세척 공정과 수세공정을 반복 수행하면서, 상기 식각액과 도금액의 사용은 작업자의 건강을 해치고, 환경을 오염시키는 문제를 유발한다.

[0015] 구체적으로는 ① 미세패턴을 가지는 금속 몰드를 제작하기 위하여 종래의 기술이 적용되는 사례는 굉장히 많이 보고되었으며, 복잡한 반도체 공정법과 도금공정이 필요하고, ② 미세패턴을 형성하기 위한 종래 기술의 반도체 습식 식각공정은 불산 (Hydrofluoric acid : HF)과 질산 (Nitric acid: HNO₃) 또는 과산화수소 (Hydrogen peroxide : H₂O₂)와 같은 화학화합물을 사용하여 환경을 오염시키는 단점을 내포하고 있으며, ③ 미세패턴 가지는 금속 몰드를 제작하기 위하여 종래의 기술에서 전주 도금을 이용하여 금속 층을 형성하였으며, 전기도금 처리 시 염산, 황산, 초산 등의 산 종류, 수산화나트륨, 수산화칼륨 등의 알칼리류, 시안화칼륨, 시안화나트륨 등의 시안화 화합물, 탈지 용제로는 트리클로로에틸렌, 1,1,1- 트리클로로에탄 등의 유기 용제, 혹은 크롬화합물과 같은 산업위생학적으로 유해한 화학물질을 취급하고 있다.

[0016] 이는 몇 번의 세척과 탈지 과정을 거쳐야 하며 각 과정 자체에서 유해인자를 가지고, ④ 도금작업에서 취급하는 황산, 염산, 초산 등의 산류는 인체에 강한 자극을 주며, 저농도 장기폭로에 대해 인체에서는 두통, 불면증, 호흡곤란, 심계 항진 등과 같은 증상을 나타낸다. 각각의 과정은 그 자체의 유해인자를 가지며 이러한 유해성을 줄이기 위해 작업장에는 다양한 방법의 보호를 필요로 하게 된다.

[0018] 이에, 본 발명자는 상기 문제를 해결하여 보다 정밀한 미세패턴을 갖는 금속 몰드를 보다 친환경적으로 제조할 수 있는 기술을 개발하고 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0020] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 특2000-0020823호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명의 목적은 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0024] 본 발명의 일 측면에서는,

[0025] 복수의 라인들을 포함하는 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드를 3D 프린팅 공정을 이용하여 형성하는 방법에 있어서,

[0026] 금속 분말을 레이저를 이용하여 용융 및 소결시키는 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하되, 라인 간의 간격은 250 μ m 내지 450 μ m이고, 라인의 폭은 250 μ m 내지 450 μ m이며, 라인의 높이는 50 μ m 내지 250 μ m인 미세패턴을 형성하는 단계;를 포함하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법이 제공된다.

[0028] 상기 금속 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)은

[0029] 금속 분말층을 형성하는 단계;

- [0030] 상기 금속 분말층을 예열하는 단계; 및
- [0031] 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 금속 분말은 Ti, Ti 64 Alloy, SUS 316L, SUS 420J2, 7-4 PH SUS 및 Co-Cr에서 선택되는 1종 이상일 수 있다.
- [0035] 상기 금속 분말의 직경은 30 μm 내지 45 μm 일 수 있다.
- [0037] 상기 금속 분말층의 높이는 20 μm 내지 40 μm 일 수 있다.
- [0039] 상기 예열은 150 $^{\circ}\text{C}$ 내지 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 수행할 수 있다.
- [0041] 상기 레이저 빔의 직경은 0.03 mm 0.09 mm일 수 있다.
- [0043] 상기 레이저 빔의 내부 출력은 100W 내지 200W일 수 있다.
- [0045] 상기 레이저 빔의 외부 출력은 50W 내지 150W일 수 있다.
- [0047] 상기 레이저 빔의 해치(hatch) 출력은 250W 내지 300W일 수 있다.
- [0049] 상기 레이저 빔의 해치(hatch) 폭은 5 μm 내지 15 μm 일 수 있다.
- [0051] 상기 스캔의 속도는 900mm/s 내지 1300mm/s일 수 있다.
- [0053] 상기 용융 및 소결은 불활성 분위기에서 이루어질 수 있다.
- [0055] 본 발명의 다른 일 측면에서는
- [0056] 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드로서, 상기 금속 몰드는 3D 프린팅 공정을 이용하여 금속 분말로 부터 형성된 것인, 금속 몰드가 제공된다.
- [0058] 이때, 상기 금속 분말은 Ti, Ti 64 Alloy, SUS 316L, SUS 420J2, 7-4 PH SUS 및 Co-Cr에서 선택되는 1종 이상일 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 금속 분말은 바람직하게는 10 μm 내지 100 μm 의 직경을 가질 수 있고, 보다 바람직하게는 30 μm 내지 45 μm 의 직경을 가질 수 있다.

발명의 효과

[0061] 본 발명의 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법은 식각액과 도금액과 같은 강산의 화학화합물을 사용하지 않고 패턴을 형성할 수 있어, 친환경적으로 미세패턴을 갖는 금속 몰드를 제조할 수 있다. 또한, 종래의 반도체 식각 공정을 대체하여 디자인 설계의 반복적인 수정이 용이한 장점이 있다.

[0063] 또한, 패속조형으로써 소요되는 공정시간을 단축할 수 있으며, 절삭가공에 비해 재료 손실을 줄일 수 있다.

[0065] 또한, 형태가 복잡하고 미세한 패턴을 요구하는 경우에 기존의 절삭공정과 식각 공정은 제품을 완벽히 구현하기 어려운 반면, 본 발명은 3D프린팅 공정변수를 조절하는 용이한 방법으로 복잡하고 미세한 패턴 및 맞춤 디자인 제품을 보다 용이하게 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0067] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 금속 몰드의 측면도(a) 및 평면도(b)이고,
 도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 높이 100 μm 및 200 μm 의 미세패턴을 갖는 금속 몰드의 사진이고,
 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라, 높이 100 μm 의 미세패턴을 갖는 금속 몰드를 광학 현미경으로 관찰한 사진이고,
 도 4는 본 발명의 실시 예에 따라, 높이 200 μm 의 미세패턴을 갖는 금속 몰드를 광학 현미경으로 관찰한 사진이고,
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라, 높이 100 μm 의 미세패턴을 갖는 금속 몰드의 단면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진이고,
 도 6는 본 발명의 실시 예에 따라, 높이 200 μm 의 미세패턴을 갖는 금속 몰드의 단면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0068] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다.

[0069] 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0071] 본 발명의 일 측면에서는,

[0072] 복수의 라인들을 포함하는 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드를 3D 프린팅 공정을 이용하여 형성하는 방법에 있어서,

[0073] 금속 분말을 레이저를 이용하여 용융 및 소결시키는 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하되, 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴을 형성하는 단계;를 포함하는, 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법이 제공된다.

[0075] 이하, 본 발명의 일 측면에 따른 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

- [0077] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 금속 몰드의 측면도(a) 및 평면도(b)이고, 도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 높이 100 μm 및 200 μm 의 미세패턴을 갖는 금속 몰드의 사진이다.
- [0079] 본 발명은 3D 프린팅 공정을 이용하여 금속 몰드를 제조하는 방법에 관한 것으로, 상세하게는, 3D 프린팅 공정 중, 금속 분말 소결방법(Powder Bed Fusion, PBF)의 SLM (Selective Laser Melting)을 이용하여 미세 패턴으로 이루어진 금속 몰드를 제조하는 방법이다.
- [0080] 이때, 상기 미세 패턴은 복수의 라인을 포함하며, 1 μm 내지 1000 μm 의 라인 폭 및 1 μm 내지 1000 μm 의 라인 간격으로 이루어진 패턴을 의미할 수 있다.
- [0082] 또한, 본 발명은 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하여 미세패턴을 갖는 금속 몰드를 제조하는 방법으로, 상기 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)은 금속 분말 상에 고 에너지의 레이저 빔을 선택적으로 조사하여 상기 금속 분말을 용융결합시켜 적층하는 방법으로, 반도체 공정법과 금속 전기도금 공정과는 달리, 공정 중 식각 또는 도금이 요구되지 않아, 강산 등의 인체 및 환경에 유해한 물질을 사용하지 않아도 되기 때문에 보다 친환경적으로 미세 패턴을 형성할 수 있는 장점이 있다.
- [0084] 상기 분말 소결 방법(PBF)은
- [0085] 금속 분말층을 형성하는 단계;
- [0086] 상기 금속 분말층을 예열하는 단계; 및
- [0087] 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0089] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 금속 몰드의 제조방법은 이하의 조건에서 분말 소결 방법(PBF)을 수행하여, 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴을 형성할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 금속 몰드의 제조방법에서, 상기 분말 소결 방법(PBF)은 금속 분말층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0093] 상기 금속 분말층은 금속 분말로 이루어진 층으로, 상기 레이저 빔을 이용하여 1회 스캔하여 용융 및 소결될 수 있는 높이를 갖는 층일 수 있다.
- [0095] 이때 상기 금속 분말은 바람직하게는 10 μm 내지 100 μm 의 직경을 가질 수 있고, 보다 바람직하게는 30 μm 내지 45 μm 의 직경을 가질 수 있다.
- [0096] 이는 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴을 형성하기 위한 것일 수 있다.
- [0098] 이때 상기 금속 분말은 Sn계, Fe계, Ni계, Ti계 및 Al계로 구성되는 그룹에서 선택된 하나의 금속분말 또는 2종 이상의 혼합 분말일 수 있고, 바람직하게는 Ti, Ti 64(Ti-6Al-4V) SUS 316L, SUS 420J2, 7-4 PH SUS 및 Co-Cr에서 선택되는 1종 이상일 수 있다. 보다 바람직하게는, Ti 64를 포함하는 Ti계 합금 금속 분말이 사용될 수 있다.

- [0100] 상기 금속 분말층은 상기 금속 분말을 일정한 높이 도포할 수 있는 다양한 방법이 사용될 수 있으며 예를 들어, 일정 틀을 준비하여 상기 틀 내에 금속 분말을 도포하여 형성될 수 있다.
- [0101] 본 발명은 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결하고, 이후, 상기 금속 분말층 상에 동일한 두께의 금속 분말을 적층한 후, 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결하는 과정을 반복 수행함으로써 소정의 라인 높이를 갖는 미세패턴을 형성할 수 있다.
- [0103] 상기 금속 분말층의 높이는 10 μm 내지 50 μm 일 수 있고 바람직하게는 20 μm 내지 40 μm 일 수 있다.
- [0104] 이는, 레이저 빔의 1회 스캔을 통해 미세패턴을 형성하고자 하는 상기 금속 분말 층의 특정 부분을 용융 및 소결하기 위한 것으로, 만약, 상기 금속 분말층의 높이가 20 μm 미만일 경우, 레이저 빔의 스캔 시, 상기 레이저 빔에 의해, 용융 및 소결하려는 층 이외에 다른 층, 예를 들어, 용융 및 소결하려는 층보다 하부에 위치한 층이 일부가 재용융될 수 있고, 상기 재용융에 의해, 미세패턴이 불균일하게 형성되는 문제가 발생될 수 있다. 또한, 원하는 높이의 패턴을 형성하기 위한 공정 시간이 많이 소요되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0105] 또한, 상기 금속 분말층의 높이가 40 μm 을 초과하는 경우, 레이저 빔이 스캔하는 위치의 금속 분말 전체가 용융 및 소결되지 않는 문제가 발생될 수 있다.
- [0107] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 금속 몰드의 제조방법에서, 상기 분말 소결 방법(PBF)은 상기 금속 분말층을 예열하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0108] 상기 예열하는 단계는, 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 조사할 때, 상기 금속 분말의 용융이 용이하게 이루어지도록 하기 위한 단계일 수 있다.
- [0110] 상기 예열은 100 $^{\circ}\text{C}$ 내지 300 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 수행될 수 있고, 바람직하게는 150 $^{\circ}\text{C}$ 내지 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 수행될 수 있다.
- [0111] 만약, 상기 예열하는 온도가 150 $^{\circ}\text{C}$ 미만인 경우, 레이저 빔 조사시, 상기 금속 분말이 용융되지 않는 문제가 발생될 수 있고, 상기 온도가 250 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과하는 경우, 상기 금속 분말층 전체에 열에 의한 변형이 발생하는 문제가 발생될 수 있다.
- [0113] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 금속 몰드의 제조방법에서, 상기 분말 소결 방법(PBF)은 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0115] 상기 단계는 금속 분말을 용융 및 소결시켜 미세패턴이 형성된 금속 몰드를 형성하기 위한 단계이다.
- [0117] 본 발명의 일 측면에 따른 금속 몰드의 제조방법은 분말 소결 방법(PBF)을 이용하여 미세 패턴으로 이루어진 금속 몰드를 제조하는 방법으로 종래의 식각법 및 도금법에 비해 용이하고 친환경적으로 미세패턴이 형성된 금속 몰드를 제조할 수 있다.
- [0119] 상기 단계에서, 상기 금속 분말을 용융 및 소결시키기 위해, 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하되, 상기 레이저 빔의 직경은 0.09mm 이하일 수 있고, 바람직하게는 0.03 mm 0.09 mm일 수 있고, 보다 바람직하게는 0.04mm 내지 0.08mm일 수 있다.
- [0120] 이는 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 인 미세패턴을 형성하기 위한 것으로, 만약, 상기 레이저 빔의 직경이 0.09mm를 초과할 경우, 분해능이 떨어져 상기 크기의 미세 패턴을 형성하지 못하는 문제가 발생할 수 있고, 상기 빔의 직경이 0.03mm미만일 경우, 상기 레이저 빔에 의해 용융 및 소결하려는 층 이외에 다른 층, 예를 들어, 용융 및 소결하려는 층보다 하부에 위치한 층이 일부가 재용융될 수

있고, 상기 재용융에 의해, 미세패턴이 불균일하게 형성되는 문제가 발생될 수 있다.

- [0122] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 금속 몰드의 제조방법은 특히, 상기 금속 분말로, 30 μm 내지 45 μm 의 직경을 갖는 Ti 64를 포함하는 Ti계 합금 금속 분말을 사용하여 금속 몰드를 제조하는 방법으로, 상기 단계에서, 상기 금속 분말을 용융 및 소결시키기 위해, 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하되, 내부 출력이 125W 내지 175W일 수 있고, 외부 출력이 75W 내지 125W일 수 있고, 스캔할 때의 해칭(hatching) 출력이 250W 내지 300W일 수 있다.
- [0124] 이때, 상기 레이저 빔의 내부 출력은 상기 금속 분말을 용융시키기 위한 레이저 빔의 세기를 의미하고, 상기 레이저 빔의 외부 출력은 상기 금속 분말에 따른 에너지 흡수율 차이를 의미하는 것일 수 있다.
- [0126] 만약, 상기 레이저 빔의 해칭 출력이 250W 미만일 경우, 상기 레이저 빔에 의해 금속 분말층이 용융되지 않는 문제가 발생될 수 있고, 상기 레이저 빔의 해칭 출력이 300W을 초과하는 경우, 상기 레이저 빔에 의해 용융 및 소결하려는 층 이외에 다른 층, 예를 들어, 용융 및 소결하려는 층보다 하부에 위치한 층이 일부가 재용융될 수 있고, 상기 재용융에 의해, 미세패턴이 불균일하게 형성되는 문제가 발생될 수 있고, 불필요한 에너지가 낭비되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0128] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 금속 몰드의 제조방법은 상기 금속 분말층을 상기 직경 및 상기 출력을 갖는 레이저 빔으로 스캔하여 상기 금속 분말층의 금속 분말을 선택적으로 용융 및 소결시키는 방법으로, 이때, 상기 레이저 빔에 의한 스캔은 고온에 의해 상기 금속 분말이 산화되는 문제를 방지하기 위해, 바람직하게는 불활성 분위기에서 수행할 수 있고, 예를 들어, Ar: 99.9% 이상 및 O_2 : 0.1 이하의 분위기에서 수행될 수 있다.
- [0130] 또한, 상기 레이저 빔의 스캔은 900 mm/s 내지 1300 mm/s의 속도로 수행될 수 있고, 바람직하게는 1000 mm/s 내지 1200 mm/s의 속도로 수행될 수 있다.
- [0131] 이는 상기 레이저 빔의 스캔에 의해 상기 금속 분말이 용융 및 소결되도록 하기 위한 것으로, 만약, 상기 레이저 빔의 스캔 속도가 900mm/s 미만인 경우, 상기 레이저 빔이 특정 금속 분말상에 머무는 시간이 길어지고, 이에 따라, 상기 레이저 빔의 과도한 에너지가 상기 특정 금속 분말상에 전달되어, 용융 및 소결하려는 층의 금속 분말 이외에 다른 층의 금속 분말, 예를 들어, 용융 및 소결하려는 층보다 하부에 위치한 층의 금속 분말의 적어도 일부가 재용융될 수 있고, 상기 재용융에 의해, 미세패턴이 불균일하게 형성되는 문제가 발생될 수 있다. 또한, 미세 패턴이 형성하기 위한 스캔시간이 너무 많이 소요되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0132] 또한, 만약 상기 레이저 빔의 스캔 속도가 1300m/s인 경우, 상기 스캔 시 레이저 빔의 에너지가 상기 금속 분말에 제대로 전달되지 않아, 용융 및 소결이 제대로 이루어지지 않는 문제가 발생될 수 있다.
- [0134] 또한, 상기 레이저 빔의 스캔 시, 해치(hatch) 폭은 5 μm 내지 15 μm 일 수 있다.
- [0135] 만약, 상기 해치(hatch) 폭이 5 μm 미만일 경우, 상기 레이저 빔이 중복 조사되는 영역이 많아져, 스캔 시간이 오래 걸리는 문제가 발생될 수 있고, 상기 레이저 빔의 해치(hatch) 폭이 15 μm 를 초과하는 경우, 상기 금속 분말 층상의 상기 레이저 빔이 조사되지 않는 영역이 발생해, 금속 분말이 제대로 용융 및 소결되지 않는 문제가 발생될 수 있다.
- [0137] 본 발명의 일 측면에 따른 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법은 상기 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)으로 금속 분말층을 적층하고, 용융 및 소결하는 단계를 반복 수행하여, 적층된 복수의 금속 분말층을 용융 부착시킴으로써, 라인의 높이가 50 μm 내지 250 μm 인 미세 패턴을 형성할 수 있다.

- [0139] 본 발명의 일 측면에 따른 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법은 식각액과 도금액과 같은 강산의 화학 물질을 사용하지 않고 패턴을 형성할 수 있어, 친환경적으로 미세패턴을 갖는 금속 몰드를 제조할 수 있다.
- [0141] 또한, 종래의 반도체 식각 공정을 대체하여 디자인 설계의 반복적인 수정이 용이한 장점이 있다. 또한, 쾌속조형으로써 소요되는 공정시간을 단축할 수 있으며, 절삭가공에 비해 재료 손실을 줄일 수 있다.
- [0143] 또한, 형태가 복잡하고 미세한 패턴을 요구하는 경우에 기존의 절삭공정과 식각 공정은 제품을 완벽히 구현하기 어려운 반면, 본 발명은 3D프린팅 공정변수를 조절하는 용이한 방법으로 복잡하고 미세한 패턴 및 맞춤 디자인 제품을 보다 용이하게 제조할 수 있다.
- [0145] 본 발명의 일 측면에 따른 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법은 3D 프린팅 공정 중 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하되, 직경 30 μm 내지 45 μm 인 금속 분말을 20 μm 내지 40 μm 높이로 형성한 금속 분말층을 150 $^{\circ}\text{C}$ 내지 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 예열한 후 직경이 0.03 mm 0.09 mm이고 해칭 출력이 250W 내지 300W인 레이저 빔을 900mm/s 내지 1300mm/s의 속도로 스캔함으로써, 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴을 형성할 수 있다.
- [0147] 본 발명의 다른 일 측면에서는
- [0148] 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드로서, 상기 금속 몰드는 3D 프린팅 공정을 이용하여 금속 분말로부터 형성된 것인, 금속 몰드가 제공된다.
- [0150] 이때, 상기 3D 프린팅 공정은 바람직하게는 금속 분말을 레이저를 이용하여 용융 및 소결시키는 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용한 공정으로, 상기 분말 소결 방법(PBF)은
- [0151] 금속 분말층을 형성하는 단계;
- [0152] 상기 금속 분말층을 예열하는 단계; 및
- [0153] 상기 금속 분말층을 레이저 빔으로 스캔하여 용융 및 소결시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0155] 본 발명의 다른 일 측면에서 제공되는 금속 몰드는, 상기 분말 소결 방법을 이용하여 상기 금속 분말로부터 형성된, 라인 간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 이며, 라인의 높이는 50 μm 내지 250 μm 인 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드일 수 있다.
- [0157] 또한, 상기 금속 분말은 Sn계, Fe계, Ni계, Ti계 및 Al계로 구성되는 그룹에서 선택된 하나의 금속분말 또는 2종 이상의 혼합 분말일 수 있고, 바람직하게는 Ti, Ti 64(Ti-6Al-4V) SUS 316L, SUS 420J2, 7-4 PH SUS 및 Co-Cr에서 선택되는 1종 이상일 수 있다. 보다 바람직하게는, Ti 64를 포함하는 Ti계 합금 금속 분말이 사용될 수 있다.
- [0159] 또한, 상기 금속 분말은 바람직하게는 10 μm 내지 100 μm 의 직경을 가질 수 있고, 보다 바람직하게는 30 μm 내지 45 μm 의 직경을 가질 수 있다.
- [0161] 본 발명의 다른 일 측면에서 제공되는 금속 몰드는 3D 프린팅 공정, 바람직하게는 금속 분말 상에 고 에너지의

레이저 빔을 선택적으로 조사하여 상기 금속 분말을 용융결합시켜 적층하는 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하여 형성된 것으로, 반도체 공정법과 금속 전기도금 공정과는 달리, 공정 중 식각 또는 도금이 요구되지 않아, 강산 등의 인체 및 환경에 유해한 물질을 사용하지 않아도 되기 때문에 보다 친환경적으로 미세 패턴을 형성할 수 있는 장점이 있다.

[0163] 이하, 실시 예 및 실험 예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0164] 단, 하기 실시 예 및 실험 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0166] <실시 예 1>

[0167] Ti 64 Alloy (Ti-6Al-4V) 금속 분말로 $45 \times 20 \text{ mm}^2$ 의 크기의 금속 분말층을 형성한 후, SLM Solutions사의 3D 프린팅 장치인, SLM280HL를 이용하여 이하의 표 1의 공정 조건으로 3D 프린팅을 수행하였다.

[0168] 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 $250 \mu\text{m}$ 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였으며, $100 \mu\text{m}$ 의 높이가 되도록 프린팅을 반복 수행하였다.

표 1

[0170]

공정 변수	공정조건
프린팅 샘플 크기	$45 \times 20 \text{ mm}^2$
1회 프린팅 높이	$30 \mu\text{m}$
레이저 빔 출력	내부: 150W, 외부: 100W, 해칭: 275W
스캔 속도	내부: 550 mm/s, 외부: 400 mm/s 해칭: 1,100 mm/s
스캔 분위기	Ar: 99.9% 이상, O_2 : 0.1 이하
해칭 폭	$10 \mu\text{m}$
레이저 빔 직경	0.06 mm

[0172] <실시 예 2>

[0173] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 $300 \mu\text{m}$ 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.

[0175] <실시 예 3>

[0176] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 $350 \mu\text{m}$ 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.

[0178] <실시 예 4>

[0179] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 $400 \mu\text{m}$ 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.

[0181] <실시 예 5>

[0182] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 $450 \mu\text{m}$ 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.

- [0184] <실시 예 6>
- [0185] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 250 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였으며, 200 μm 의 높이가 되도록 프린팅을 반복 수행하였다.
- [0187] <실시 예 7>
- [0188] 상기 실시 예 6과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 300 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0190] <실시 예 8>
- [0191] 상기 실시 예 6과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 350 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0193] <실시 예 9>
- [0194] 상기 실시 예 6과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 400 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0196] <실시 예 10>
- [0197] 상기 실시 예 6과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 450 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0199] <실시 예 11>
- [0200] 상기 실시 예 1에서 해칭 스캔 속도를 900 m/s로 수행하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하였다.
- [0202] <실시 예 12>
- [0203] 상기 실시 예 1에서 해칭 스캔 속도를 1300 m/s로 수행하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하였다.
- [0205] <비교 예 1>
- [0206] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 50 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0208] <비교 예 2>
- [0209] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 100 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0211] <비교 예 3>

- [0212] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 150 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0214] <비교 예 4>
- [0215] 상기 실시 예 1과 동일한 방법으로 수행하되, 이때, 레이저 빔을 이용하여 상기 금속 분말층에 폭 및 간격이 200 μm 인 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔을 수행하였다.
- [0217] <비교 예 5>
- [0218] 상기 실시 예 1에서 해칭 스캔 속도를 800 m/s로 수행하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하였다.
- [0220] <비교 예 6>
- [0221] 상기 실시 예 1에서 해칭 스캔 속도를 1400 m/s로 수행하는 것으로 달리하는 것을 제외하고 실시 예 1과 동일한 방법을 수행하였다.
- [0223] <실험 예 1>
- [0224] 본 발명의 일 측면에 따른 3D 프린팅 공정을 이용한 금속 몰드의 제조방법에서, 레이저 빔의 스캔 속도에 따른 영향을 확인하기 위해 실시 예 1, 실시 예 11, 실시 예 12, 비교 예 5 및 비교 예 6에 따라 금속 몰드를 제조하였다.
- [0226] 그 결과, 스캔 속도를 900m/s 내지 1200m/s로 수행한 실시 예 1, 실시 예 11, 실시 예 12의 경우, 라인 간의 간격 및 라인의 폭이 250 μm 이고, 라인의 높이가 100 μm 인 미세 패턴이 형성되었다.
- [0228] 반면, 스캔 속도를 800m/s로 수행한 비교 예 5의 경우, 금속 분말을 적층하여 용융 및 소결하는 과정에서, 소결 완료된 하부에 위치한 금속분말층이 재용융되고 용융된 분말이 밀집되면서 일정 간격을 갖는 미세패턴이 형성되지 않았다.
- [0229] 또한, 스캔 속도를 1200m/s로 수행한 비교 예 6의 경우, 레이저 빔의 스캔에 의해 용융이 제대로 이루어 지지 않아, 라인이 끊어지거나 소실되는 등, 일정한 폭 및 간격을 갖는 미세패턴이 형성되지 않았다.
- [0231] 이를 통해, 3D 프린팅 공정, 특히 분말 소결 방법(Powder Bed Fusion, PBF)을 이용하여 금속분말로부터 미세패턴으로 이루어진 금속 몰드를 제조하려 할 경우 상기 레이저 빔의 스캔 속도가 너무 느리거나 너무 빠르면 일정 간격 및 폭을 갖는 미세 패턴이 형성되지 않으며, 30 μm 내지 45 μm 의 직경을 갖는 Ti 64 Alloy 금속 분말을 이용할 경우 900m/s 내지 1200m/s로의 스캔 속도로 스캔하여 라인 간의 간격 및 라인의 폭이 250 μm 이고, 라인의 높이가 100 μm 인 미세 패턴을 형성할 수 있음을 알 수 있다.
- [0233] <실험 예 2>
- [0234] 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 금속 몰드 상에 형성된 미세패턴을 확인하기 위하여, 비교 예 1 내지 4 및 실시 예 1 내지 5의 방법으로 미세 패턴으로 이루어진 금속 몰드를 형성한 후, 광학 현미경으로 관찰한 결과를 도 3 및 4에 나타내었다.

[0236] 도 3은 비교 예 1 내지 4의 미세 패턴을 관찰한 사진이다.

[0237] 도 3에 나타난 바와 같이, 레이저 빔을 이용하여 50 μm 의 폭 및 간격을 갖는 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔한 경우, 용융된 분말이 서로 밀집되어 미세패턴이 형성되지 않음을 알 수 있다. 또한, 100 μm 내지 150 μm 의 폭 및 간격을 갖는 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔한 경우, 구분되는 라인이 형성되지만, 라인이 끊기는 등 선명한 라인 패턴이 형성되지 않으며, 200 μm 의 폭 및 간격을 갖는 라인 형태로 용융 및 소결되도록 스캔한 경우, 보다 선명한 라인 형상이 나타나지만 라인 간 간격이 거의 없어 라인간 간격이 일정한 미세 패턴이 형성되지 않음을 알 수 있다.

[0239] 도 4는 실시 예 1 내지 5의 미세 패턴을 관찰한 사진이다.

[0240] 도 4에 나타난 바와 같이, 실시 예 1 내지 5의 의해 형성된 미세패턴은 비교 예 1 내지 3(도 3)과 달리, 라인간의 간격은 250 μm 내지 450 μm 이고, 라인의 폭은 250 μm 내지 450 μm 을 갖는 미세 패턴이 형성됨을 알 수 있다.

[0242] <실험 예 3>

[0243] 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 금속 몰드 상에 형성된 미세패턴의 정확도를 확인하기 위하여, 실시 예 1 내지 10의 방법으로 미세 패턴으로 이루어진 금속 몰드를 형성한 후, 상기 미세 패턴의 단면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과를 도 5 및 6에 나타내고, 설정값, 측정값 및 이의 오차율을 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0245]

	설정값			측정값					
	라인 폭 (μm)	라인 간 격 (μm)	라인 높이 (μm)	라인 폭 (μm)	오차율 (%)	라인 간 격 (μm)	오차율 (%)	라인 높 이 (μm)	오차율 (%)
실시 예 1	250	250	100	271.9	8.76	195.0	22	162.3	62.3
실시 예 2	300	300	100	225.9	24.7	296.3	1.23	162.3	62.3
실시 예 3	350	350	100	237.2	32.2	359.1	2.60	176.3	76.3
실시 예 4	400	400	100	287.0	28.3	438.9	9.73	187.5	87.5
실시 예 5	450	450	100	457.5	1.67	410.8	8.71	164.1	64.1
실시 예 6	250	250	200	280.3	12.1	197.8	20.9	410.6	105
실시 예 7	300	300	200	264.4	11.9	309.4	3.13	332.8	66.4
실시 예 8	350	350	200	293.5	16.1	328.1	6.26	640.4	70.2
실시 예 9	400	400	200	365.6	8.60	332.8	16.8	349.0	74.5
실시 예 10	450	450	200	457.5	1.67	396.7	11.8	362.2	81.1

[0247] 도 5는 실시 예 1 내지 5에 의해 제조된 미세패턴의 단면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진이고 도 6은 실시 예 6 내지 10에 의해 제조된 미세패턴의 단면을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진이다.

[0249] 100 μm 의 높이가 되도록 프린팅을 반복 수행한 실시 예 1 내지 5의 경우, 도 5 및 상기 표 2에 나타난 바와 같

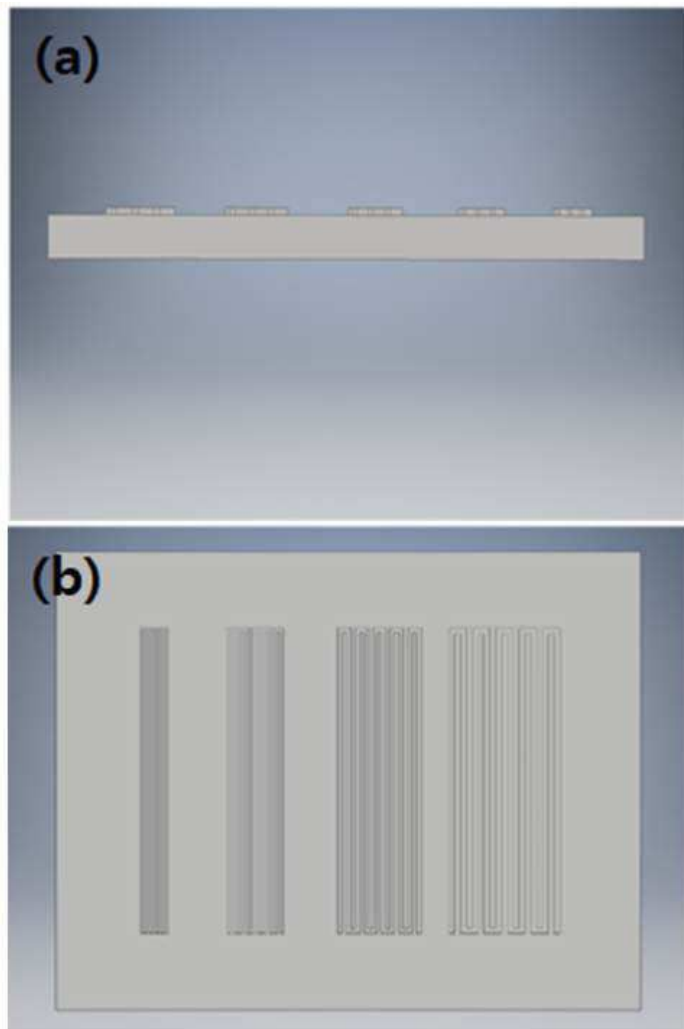
이, 라인 간격 $250\ \mu\text{m}$, $300\ \mu\text{m}$, $350\ \mu\text{m}$, $400\ \mu\text{m}$ 및 $450\ \mu\text{m}$ 에서, 오차율이 각각 22%, 1.23%, 2.60%, 9.73% 및 8.71%로, 10%이하의 오차를 갖는 것을 알 수 있으며, 특히 라인 간격 $300\ \mu\text{m}$ 내지 $350\ \mu\text{m}$ 에서, 설정값 대비 3% 미만의 오차율을 갖는 미세 패턴이 형성됨을 알 수 있다.

[0251] 또한, $200\ \mu\text{m}$ 의 높이가 되도록 프린팅을 반복 수행한 실시 예 6 내지 10의 경우, 도 6 및 상기 표 2에 나타난 바와 같이, 라인 간격 $250\ \mu\text{m}$, $300\ \mu\text{m}$, $350\ \mu\text{m}$, $400\ \mu\text{m}$ 및 $450\ \mu\text{m}$ 에서, 오차율이 각각 20.9%, 3.13%, 6.26%, 16.8% 및 11.8로, $100\ \mu\text{m}$ 의 높이가 되도록 프린팅한 경우보다 오차율이 큰 것을 알 수 있으며, 실시 예 6 내지 10 중 라인 간격 $300\ \mu\text{m}$ 내지 $350\ \mu\text{m}$ 에서, 설정값 대비 7% 미만의 오차율을 갖는 미세 패턴이 형성됨을 알 수 있다.

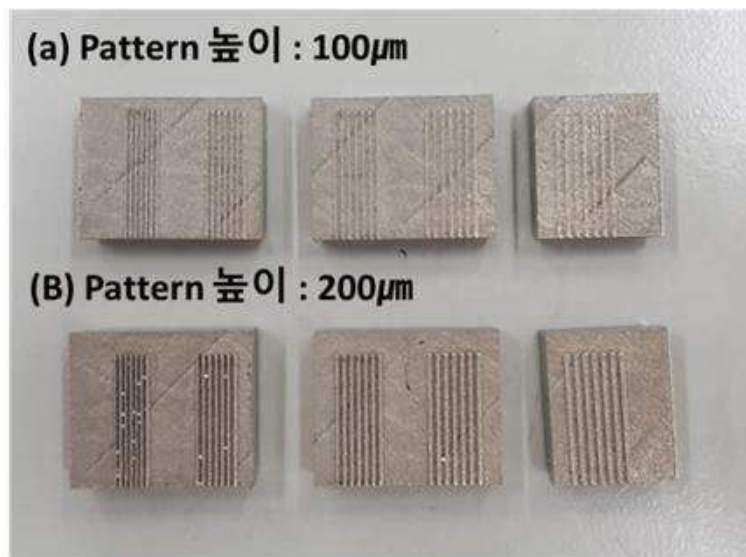
[0252] 이를 통해, 라인의 간격은 $300\ \mu\text{m}$ 내지 $350\ \mu\text{m}$ 에서 설정값 대비 오차율이 다른 조건에 비해 낮은 것을 알 수 있다.

도면

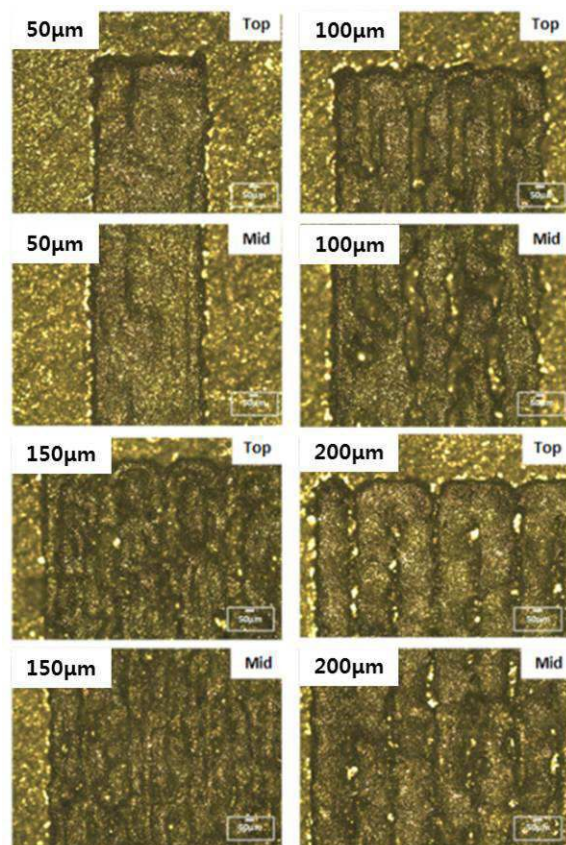
도면1



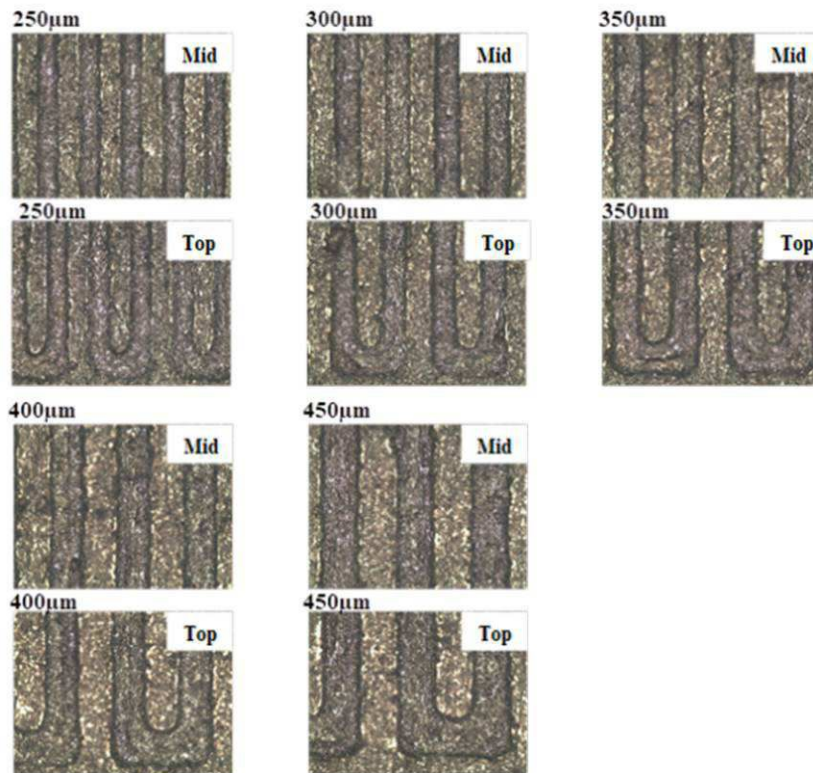
도면2



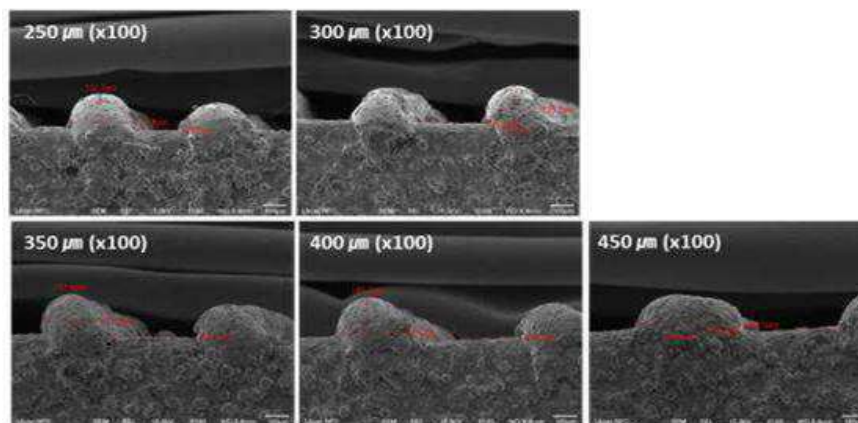
도면3



도면4



도면5



도면6

