(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0147194
(43) 공개일자 2021년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/105 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B33Y 50/02 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B22F 10/00 (2021.08)
B22F 10/10 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2020-0064017
(22) 출원일자 2020년05월28일
심사청구일자 2020년05월28일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
안동규
광주광역시 서구 풍암순환로 110, 303동 102호
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 6 항

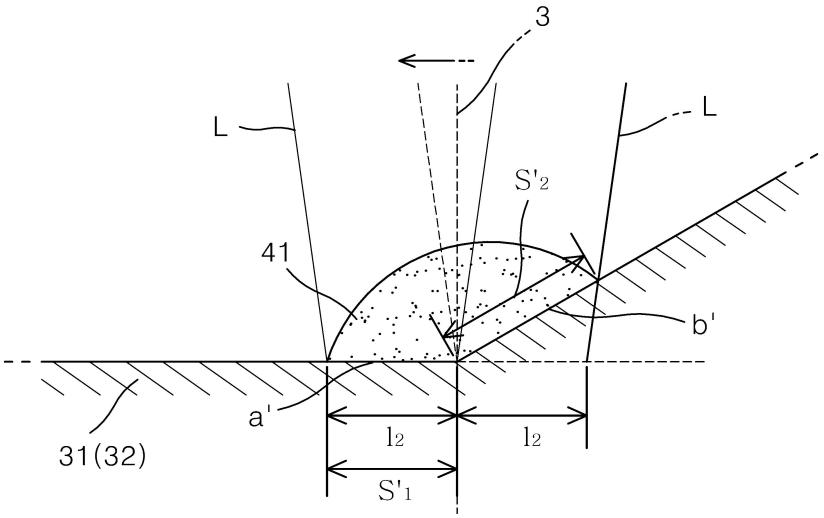
(54) 발명의 명칭 **등가적층 체적높이 제어방법**

(57) 요 약

본 발명은 등가적층 체적 높이 제어방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 에너지 제어형 적층(Directed Energy Deposition) 공정 중 경사진 면을 갖는 기재 또는 선 공정에서 형성된 용융층에 적층된 분말을 균일하게 용융시킬 수 있는 등가적층 체적높이 제어방법에 관한 것이다.

본 발명의 등가적층 체적높이 제어방법은 기재 또는 선공정에서 형성된 단위금속층 적층체에 적층된 분말층 용융시, 기재 또는 단위금속층 적층체의 경사면에 적층된 분말층에 조사되는 고에너지 빔의 이동속도를 낮추거나 파워를 높이고, 또는 분말층의 두께를 조절함으로써, 기재 또는 단위금속층 적층체의 경사면에서부터 수평면 까지 균일한 열영향부와 비교적 일정한 비드를 갖는 단위금속층을 형성할 수 있으며, 나아가서는 안정적인 3차원 제품이 생성될 수 있도록 한다.

대 표 도 - 도8



(52) CPC특허분류
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 50/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711112493
과제번호	2019R1A2C1006741
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	고효율 성형 금형 제조를 위한 고경도 재료 및 초합금 대체적 적층 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

기재 또는 단위금속층 적층체에 용융된 용융풀을 형성하고 상기 용융풀로 공급되는 금속분말들이 형성한 분말층을 함께 용융시킬 수 있도록 상기 고에너지빔을 조사하되 상기 기재 또는 상기 단위금속층 적층체의 경사면에서 지면에 나란한 수평면 방향으로 상기 고에너지 빔을 이동시키면서 조사하는 빔 조사단계와;

동일 직경의 상기 고에너지 빔에서, 상기 수평면 대비 상기 분말층이 접촉되는 면적이 커 열손실율이 증가하는 상기 경사면에 적층된 상기 분말층이 상기 수평면에 적층된 상기 분말층과 균일하게 용융될 수 있도록, 상기 분말층을 용융시켜 비드를 생성시키기 위한 상기 고에너지 빔의 이송속도, 파워 또는 분말공급량을 조절하는 적층조절단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 등가적층 체적높이 제어방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 적층 조절단계는

상기 수평면에 적층된 상기 분말층에 상기 고에너지 빔 조사 시, 상기 경사면에서보다 상기 분말층 내의 잔류응력이 감소될 수 있도록, 상기 고에너지 빔의 파워를 감소시키는 빔 파워감소단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 등가적층 체적높이 제어방법.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 적층 조절단계는

상기 수평면에 적층된 상기 분말층에 상기 고에너지 빔 조사 시, 상기 경사면에서 보다 상기 고에너지 빔의 이송속도를 높여 상기 수평면에서보다 상기 경사면에 적층된 상기 분말층의 용융량 확대를 유도하는 빔 가속단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 등가적층 체적높이 제어방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 적층 조절단계는

상기 경사면에 적층된 상기 분말층에 상기 고에너지 빔 조사 시, 상기 경사면으로 상기 고에너지 빔의 열전달이 용이하도록, 상기 수평면에서보다 상기 금속분말의 공급량을 줄여 상기 경사면에 적층된 상기 분말층의 두께를 낮추는 분말공급감소단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 등가적층 체적높이 제어방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 빔 파워감소단계는

상기 고에너지빔의 이동방향에 대한 반대방향인 후방 측의 가장자리가 상기 수평면과 상기 경사면의 경계선상을 지나갈 때 쯤, 상기 고에너지 빔의 파워출력을 감소시키는 것을 특징으로 하는 등가적층 체적높이 제어방법.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 빔 가속단계는

상기 고에너지빔의 이동방향에 대한 반대방향인 후방 측의 가장자리가 상기 수평면과 상기 경사면의 경계선상을 지나갈 때 쯤, 상기 고에너지 빔의 이동속도를 높이는 것을 특징으로 하는 등가적층 체적높이 제어방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 등가적층 체적 높이 제어방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 에너지 제어형 적층(Directed Energy Deposition) 공정 중 경사진 면을 갖는 기재(substrate) 또는 선 공정에서 형성된 금속층에 적층된 분말

을 균일하게 용융시킬 수 있는 등가적층 체적높이 제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 적층 제조(Additive Manufacturing) 공정은 금형 산업, 건축 산업 및 항공 산업 등 다양한 분야에 널리 사용되고 있으며, 최근에는 이를 이용한 공학 교육 또한 이루어져 기술에 대한 수요가 나날이 증가하고 있다. 적층 제조 공정은 대표적으로 재료 압출(Material Extrusion) 공정, 재료 분사 (Material Jetting) 공정, 접착제 분사(Binder Jetting) 공정, 박판 적층(Sheet Lamination) 공정, 컨테이너 광경화(Vat Photopolymerization) 공정, 분말 베드 융해(Power Bed Fusion) 공정 및 에너지 제어형 적층(Directed Energy Deposition) 공정 등을 들 수 있다.

[0003] 적층제조 공정 중 에너지 제어형 적층(Directed Energy Deposition)공정은 3차원 CAD(Computer-Aided Design) 데이터 혹은 3차원 프로그램 모델로부터 직접 금속제품을 신속하게 제작할 수 있는 레이저 금속 성형 기술이다.(이하 DED 방식 이라 함.)

[0004] DED 방식은 1kW 이상의 고출력 레이저빔을 국부적으로 조사하여 기재(또는 적층판, 원판)(substrate) 표면에 용융풀(melt pool)을 형성하고, 고출력 레이저빔 조사 시 동시에 분사된 금속분말도 함께 용융시켜 적층하는 방식으로, 3차원 CAD 모델 혹은 3차원 프로그램 모델을 일정한 두께로 슬라이싱(slicing)하여 산출된 2차원의 단면을 한층 씩 쌓아 올림으로써 2차원 단면들이 적층된 3차원 형상을 만든다.

[0005] 고출력 레이저빔 조사 시, 동축 분말 공급장치(Coaxial powder feeder)를 통해 실시간으로 공급되는 금속분말은 용융과 급속응고 과정을 거쳐 치밀한 조직을 가진 2차원 단면에 해당하는 단위금속층을 형성 하게 된다. 이 때 금속분말의 이송 및 산화방지를 위하여 헬륨(He), 아르곤(Ar) 등과 같은 비활성 가스를 공급하게 된다. 이때 레이저빔은 3차원 CAD 모델 혹은 3차원 프로그램 모델로부터 산출된 경로에 따라 자유 이동한다.

[0006] 그러므로, 3D CAD 모델과 동일한 3차원 형상을 제조하기 위해서는 3차원 프린팅에서 2차원의 단면에 해당하는 금속 단일층의 높이를 정밀하게 하는 것이 중요하다.

[0007] 한편, 기재(또는 적층판, 원판)(substrate) 또는 선 공정에서 형성된 금속 단일층이 지면에 나란한 수평면으로만 이루어진 경우에는 금속 단일층 형성 시 성질의 변화가 발생되는 열영향부(HAZ)와 단일층 두께가 균일하게 형성되기 용이하다.

[0008] 하지만, 기재(또는 적층판, 원판)(substrate) 또는 선 공정에서 형성된 금속 단일층에 경사면이 형성된 경우, 경사면에서는 공급된 분말들이 접촉되는 면적이 지면에 나란한 수평면에 공급된 분말들이 접촉되는 면적보다 넓어 열손실이 크며 용융시킬 분말량이 증가하게 되어, 수평한 면과 경사진 면에 동일한 조건으로 고에너지빔 조사 시 균일한 두께의 용융층, 즉 균일한 단위금속층을 형성하기 어려운 문제점이 있다.

[0009] 이에 따라, 공급된 분말 용융 시 수평면에서부터 경사면까지 균일한 용융층을 형성할 수 있는 방안이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0040744호 : 3D 프린팅 레이저빔 조사 장치 및 이를 포함하는 3D 프린팅 레이저빔 조사 시스템

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출한 것으로서, 수평면에서보다 경사면에서 분말층의 접촉면적이 커 열손실과 분말량이 증가되는 점을 고려하여, 수평면과 경사면들 사이에 고에너지빔의 조사 조건이나 분말공급량을 조절하여 금속분말들의 용융량을 조절하여 비교적 균일한 두께로 용융된 단위금속층을 형성 할 수 있는 등가적층 체적높이 제어방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 목적을 달설하기 위한 본 발명의 등가적층 체적높이 제어방법은 기재 또는 단위금속층 적층체에 용융된 용융풀을 형성하고 상기 용융풀로 공급된 다수의 금속분말이 형성하는 분말층을 함께 용융시킬 수 있도록 상기 고에너지빔을 조사하되 상기 기재 또는 상기 단위금속층 적층체의 경사면에서 지면에 나란한 수평면 방향으로 상기 고에너지 빔을 이동시키면서 조사하는 빔 조사단계와; 동일 직경의 상기 고에너지 빔에서, 상기 수평면 대비 상기 분말층이 접촉되는 면적이 커 열손실율이 증가하는 상기 경사면에 적층된 상기 분말층이 상기 수평면에 적층된 상기 분말층과 균일하게 용융될 수 있도록, 상기 분말층을 용융시켜 형성된 비드를 생성시키기 위한 상기 고에너지 빔의 이송속도, 파워 또는 분말공급량을 조절하는 적층 조절단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 적층 조절단계는 상기 수평면에 적층된 상기 분말층에 상기 고에너지 빔 조사 시, 상기 경사면에서보다 상기 분말층 내의 잔류응력이 감소될 수 있도록, 상기 고에너지 빔의 파워를 감소시키는 빔 파워감소단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0014] 상기 적층 조절단계는 상기 수평면에 적층된 상기 분말층에 상기 고에너지 빔 조사 시, 상기 경사면에서 보다 상기 고에너지 빔의 이송속도를 높여 상기 수평면에서보다 상기 경사면에 적층된 상기 분말층의 용융량 확대를 유도하는 빔 가속단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0015] 상기 적층 조절단계는 상기 경사면에 적층된 상기 분말층에 상기 고에너지 빔 조사 시, 상기 경사면으로 상기 고에너지 빔의 열전달이 용이하도록, 상기 수평면에서보다 상기 금속분말의 공급량을 줄여 상기 경사면에 적층된 상기 분말층의 두께를 낮추는 분말공급감소단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 상기 빔 파워감소단계는 상기 고에너지빔의 이동방향에 대한 반대방향인 후방 측의 가장자리가 상기 수평면과 상기 경사면의 경계선상을 지나갈 때 쯤, 상기 고에너지 빔의 파워출력을 감소시키는 것이 바람직하다.

[0017] 상기 빔 가속단계는 상기 고에너지빔의 이동방향에 대한 반대방향인 후방 측의 가장자리가 상기 수평면과 상기 경사면의 경계선상을 지나갈 때 쯤, 상기 고에너지 빔의 이동속도를 높이는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 등가적층 체적높이 제어방법은 기재 또는 선 공정에서 형성된 단위금속층 적층체에 적층된 분말층 용융 시, 기재 또는 단위금속층 적층체의 경사면에 적층된 분말층에 조사되는 고에너지 빔의 이동속도를 낮추거나 파워를 높이고, 또는 분말층의 두께를 조절함으로써, 기재 또는 단위금속층 적층체의 경사면에서부터 수평면 까지 균일한 열영향부와 비교적 일정한 비드를 갖는 단위금속층을 형성할 수 있으며, 나아가서는 안정적인 3차원 제품이 생성될 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 에너지 제어형 적층 공정을 위한 시스템의 고에너지빔 기구가 기재 또는 단위금속층 적층체의 수평면으로 고에너지빔을 조사하는 상태를 도시한 일부 단면도이고,

도 2는 기재 또는 단위금속층 적층체의 15도 경사진 경사면을 따라 형성되는 열영향부를 표시한 도면이고,

도 3은 도 2와 동일한 경도를 갖는 기재 또는 단위금속층 적층체의 30로 경사진 경사면을 따라 형성되는 열영향부를 표시한 도면이고,

도 4는 기재 또는 단위금속층 적층체의 15도 경사진 경사면에 적층된 분말층이 용융되어 형성된 비드의 열영향부 측을 확대한 단면도이고,

도 5와 도 6은 기재 또는 단위금속층 적층체의 30도로 경사진 경사면에 적층된 분말층이 용융되어 형성된 비드의 열영향부 측을 확대한 단면도이고

도 7은 경사면을 갖는 기재 또는 단위금속층 적층체에 대한 일부 측단면도이고,

도 8은 도7의 기재 또는 단위금속층 적층체의 수평면과 경사면에 고에너지 빔이 조사되는 영역을 비교하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 등가적층 체적높이 제어방법을 더욱 상세하게 설명하면 다음과

같다.

[0021] 도 1 내지 도 10에는 본 발명의 일 실시 예에 따른 등가적층 체적높이 제어방법 설명을 위한 도면이 도시되어 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시 예에 따른 등가적층 체적높이 제어방법을 구체적으로 설명하기에 앞서, 일반적인 에너지 제어형 적층(Directed Energy Deposition) 공정을 위한 시스템의 구성을 간략히 설명한다.

[0023] 구체적으로 도시되지는 않았으나, 에너지 제어형 적층(Directed Energy Deposition) 공정을 위한 시스템은 챔버(미도시)와, 챔버 내에 기재(31) 또는 선공정에서 형성된 단위금속층 적층체(32)에 용융풀 형성 및 용융풀로 공급된 금속 분말을 함께 용융시키기 위한 고에너지 빔을 조사하는 고에너지 빔기구를 포함한다.

[0024] 고에너지 빔기구는 고출력 레이저 빔을 발진하는 레이저 발진부(미도시)와, 렌즈나 미러 등의 광학부품을 조합하여 레이저 빔을 집광하는 역할을 수행하는 레이저 집광부(미도시)와, 레이저 집광부로부터 집광되어 에너지 수치가 상승된 레이저 빔이 전달되며 하방에 위치한 기재(31)로 조사하는 레이저 조사부와, 레이저조사부 주위에 금속분말을 공급하기 위한 분말공급부(미도시)를 포함할 수 있다.

[0025] 레이저 집광부는 레이저빔(L)의 경로의 폭을 가변적으로 조절하거나 집광하는 역할을 수행하는 것으로서, 적어도 하나 이상의 콜리메이션 렌즈와 포커싱 렌즈를 포함할 수 있다.

[0026] 레이저 조사부는 레이저 집광부를 통과한 레이저빔(L)을 조사하는 노즐(20) 등을 포함하여 구성될 수 있다. 레이저 조사부는 공구 경로(Tool Path)를 따라 이동하면서 레이저 빔을 조사할 수 있으며, 레이저 조사부와 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32) 사이의 거리는 레이저 빔(L)의 초점 거리에 대응하여 조절될 수 있다. 여기서, 공구 경로는 제조하고자 하는 금속의 조형 정보를 포함하는 3차원 CAD 데이터로부터 산출될 수 있다.

[0027] 노즐(20)에는 중심측에 집광된 레이저빔(L)이 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)로 조사되도록 관통형성된 빔관통부(21)와, 분말공급부와 연결되고 빔관통부(21)의 둘레에서 용융풀(미도시) 측으로 금속분말(40a)이 공급되도록 개방된 분말공급라인(22)과, 금속 단일층(40)을 적층하는 과정에서 금속 산화방지와 레이저 광학계 손상을 방지하기 위하여 불활성가스 분위기에서 용융풀이 형성되고 금속분말(40a)이 용융되어 금속 단일층(40)이 형성되도록 분말공급라인(22)의 둘레에서 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32) 방향으로 아르곤 또는 질소와 같은 보호가스를 토출하는 가스공급라인(23)이 형성된다.

[0028] 여기서, "분말층(41)"은 분말공급라인(22)을 통해서 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 상면에 적층된 다수의 분말의 한 더미를 의미하며, 고에너지 빔(L)이 조사되면서 용융되어 형성된 비드로 생성된다.

[0029] 단위금속층(40)은 다수의 분말층(41)이 고에너지 빔의 이동방향을 따라 공급되면서 용융풀에 용융되면서 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 상면에 다수의 비드가 연속형성된 2차원적 패턴을 의미하며, 기본공정의 단위를 이룬다. 이러한 단위금속층(40)이 복수로 적층됨으로써 단위금속층 적층체(32)를 형성하며 최종적으로 기설정된 3차원적 대상 제품을 형성할 수 있는 것이다.

[0030] 일반적인 에너지 제어형 적층공정은 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 상부에 고에너지빔(L)을 조사하면서 상기 고에너지빔(L)이 조사되는 측으로 금속분말(40a)을 공급하여 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)에 용융풀을 형성하고, 상기 용융풀에 상기 금속분말을 상기 고에너지빔(L)의 이동경로를 따라 용융시키는 단위금속층 형성단계와; 금속분말 공급 및 용융시키는 과정을 반복하여 다수의 단위금속층을 적층하여 단위금속층 적층체(32)를 형성하는 다층적층단계;를 포함할 수 있다.

[0031] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 등가적층 체적높이 제어방법은 에너지 제어형 적층 공정 중 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)에 적층된 분말층(41)을 용융시키기 위해 고에너지 빔을 분말층(41)에 조사하면서 금속분말을 공급하여 분말층(41)을 용융시키는 단계에서, 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사진 면에서도 균일한 단일금속층을 형성할 수 있도록 고에너지 빔의 조사조건 제어 또는 분말층의 두께를 조절하는 방법에 관한 것이다. 즉, 본 발명의 일 실시 예에 따른 등가적층 체적높이 제어방법은 단위금속층 형성단계에 포함될 수 있다.

[0032] 한편, 도 7을 참고하면, 동일 직경(l_1) 비교 시, 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사면(34)에 접촉되는 부분(b)의 분말층(41)의 면적(S_2)은 수평면(33)에 분말층(41)이 접촉되는 부분(a)의 면적(S_1) 보다 크다. ($S_1 < S_2$)

[0033] 그리고, 도 8을 참고하면, 집속되어 분말층(41)에 인접할 수록 폭이 좁아지는 고에너지 빔(L)의 동일 직경(l_2) 조건 비교 시, 수평면(33)에 접촉하는 부분(a')의 분말층(41)의 면적(S'_1)은 경사면(34)에 접촉하는 부분(b')의 분말층(41)의 면적(S'_2)보다 적다.($S'_1 < S'_2$)

[0034] 이에 따라, 경사면(34)에서 분말층(41)이 접촉되는 부분(b,b')의 열손실율은 수평면에서 분말층(41)이 접촉되는 부분(a,a')보다 크고, 경사면(34)에 적층시킬 분말량이 수평면(33)보다 증가된다. 그리고, 기울기가 클수록 경사면에 접촉되는 분말층(41)의 면적은 커지므로 더 큰 열손실율이 발생된다.

[0035] 그러므로, 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)에 적층된 분말층(41)에 동일조건으로 고에너지 빔 조사 시, 수평면(33) 대비 경사면(34)에서의 열영향부(HAZ)가 균일하게 형성되지 못하면서 단위금속층(40)의 두께가 일정하지 못하게 형성되는 문제점이 발생된다.

[0036] 도 2 및 도 3을 참고하면, 수평면과 경사면의 열손실율과 필요한 금속분말의 차이로 인해, 일정한 고에너지 빔 조사조건으로 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32) 용융 시, 수평면과 경사면의 경계가 과용융이 발생될 수 있다. 또한, 일정한 고에너지 빔 조사 조건으로 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사면과 수평면을 용융 시 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)에 형성되는 열영향부(HAZ)에 크랙이 발생되거나(도 4참조), 경사면에서의 열영향부(HAZ)의 두께가 좁게 형성되거나(도 5 참조), 열영항부(HAZ)의 두께가 균일하게 형성되지 않을 수 있다(도 6 참조).

[0037] 본 발명의 일 실시 예에 따른 등가적층 체적높이 제어방법은 앞에서 언급된 문제점을 해결하여, 기재 또는 단위금속층 적층체의 수평면과 경사면에 균일한 단위금속층(40)을 형성하기 위한 것으로서, 빔조사단계와, 적층조절단계를 포함할 수 있다.

[0038] 빔 조사단계는 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)가 용융된 용융풀을 형성하고 상기 용융풀로 공급된 분말층(41)을 함께 용융시킬 수 있도록 고에너지빔(L)을 조사하되 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사면(34)에서 지면에 나란한 수평면(33) 방향으로 고에너지 빔(L)을 이동시키면서 조사하는 단계이다.

[0039] 빔 조사단계는 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)가 용융된 용융풀(미도시)을 형성하고 용융풀로 공급된 분말층(41)을 함께 용융시킬 수 있도록 고에너지빔(L)을 조사하되 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사면(34)에서 지면에 나란한 수평면(33) 방향으로 고에너지 빔을 이동시키면서 조사하는 단계이다.

[0040] 적층조절단계는 동일 직경의 고에너지 빔(L)에서, 수평면(33) 대비 분말층(41)이 접촉되는 면적이 커 열손실율이 증가하는 경사면(34)에 적층된 분말층(41)이 수평면(33)에 적층된 분말층(41)과 함께 균일하게 용융될 수 있도록 분말층(41)을 용융시켜 형성된 비드를 생성시키기 위한 고에너지 빔(L)의 이송속도, 파워감소 또는 분말공급량을 조절하는 단계이다.

[0041] 적층조절단계는는 빔 파워감소단계, 빔 가속단계 및 분말공급감소단계 중 어느 하나 이상이 단계를 포함할 수 있다.

[0042] 빔 파워감소단계는 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사면(34)이 형성된 일측에서 수평면(33)이 형성된 타측으로 고에너지빔(L)의 이동방향에 대한 반대방향인 후방측의 가장자리가 수평면(33)과 경사면(34)의 경계선상(3)을 지나갈 때 쯤, 고에너지 빔(L)의 파워를 감소시키는 단계이다.

[0043] 빔 파워감소단계는 경사면(34)에서보다 열손실율이 적어 분말층(41)의 용융이 용이한 수평면(33)에 고에너지 빔(L) 조사 시, 경사면(34)에서보다 용융이 용이한 수평면(41)에 공급된 분말층(41) 내의 잔류응력이 감소될 수 있도록, 고에너지 빔(L)의 파워출력을 감소시키는 단계이다.

[0044] 일 예로, 빔 파워감소단계에서 경사면(34)에 가속전압 15KeV, 방출전류 15mA 인 고에너지빔을 출력하다가, 수평면(33)에서 가속전압 10KeV, 방출전류 10mA 인 고에너지빔이 조사되도록 고에너지빔 기구의 빔 조사조건을 조절할 수 있다.

[0045] 한편, 분말공급감소단계는 경사면(34)에 적층된 분말층(41)에 고에너지 빔(L) 조사 시, 경사면(34)으로 고에너지 빔(L)의 열전달이 용이하도록, 금속분말(40a)의 공급량을 조절하여 수평면(33)에서보다 경사면(34)에 적층된 분말층(41)의 두께를 감소시켜 용융되어 형성되는 비드의 두께를 조절하는 단계이다.

[0046] 분말공급감소단계에서는 고에너지빔(L)이 경사면(34) 조사 시 분말공급부를 통해 경사면(34)으로 공급되는 금속분말(40a)의 양을 수평면(33)으로 공급되는 금속분말(40a)의 양 보다 적게 공급한다. 즉, 고에너지빔(L)의 이동

방향에 대한 반대방향인 후방측의 가장자리가 수평면(33)과 경사면(34)의 경계선상(3)을 지나갈 때 쯤, 금속분말(40a)의 공급량을 증가시킨다.

[0047] 한편, 빔 가속단계는 경사면(34) 보다 열손실율이 작은 수평면(33)에 적층된 분말층(41)으로 고에너지 빔(L) 조사 시, 고에너지 빔(L)의 에너지 전달시간이 경사면(33)에서보다 축소될 수 있도록, 고에너지 빔(L)의 이동속도를 높여 수평면(34)에 적층된 분말층(41)의 용융량과 열영향부의 축소를 유도한다. 반대로 말하면, 빔 가속단계는 경사면(34)에서 고에너지빔의 이동속도를 수평면(33)에서보다 낮게 하여 경사면(34)에 적층된 분말층(41)의 용융량 확대를 유도하는 것이다.

[0048] 빔 가속단계에서, 경사면(34)에서는 동일한 조건의 고에너지 빔(L)이 조사될 수 있도록, 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 일측에서 타측으로 고에너지빔(L)의 이동방향에 대한 반대방향인 후방측의 가장자리가 수평면(33)과 경사면(34)의 경계를 지나갈 때 쯤, 고에너지 빔(L)의 이동속도를 높이는 것이 바람직하다.

[0049] 빔 파워감소단계, 빔 가속단계 및 분말공급감소단계는 병행해서 이루어질 수 있는데, 빔 가속단계는 빔 파워감소단계와 동시에 이루어질 수 있으며, 분말공급감소단계는 빔가속단계와 빔 파워감소단계 전에 이루어진다.

[0050] 본 발명의 일 실시 예에 따른 등가적층 체적높이 제어방법은 기재(31) 또는 선공정에서 형성된 단위금속층 적층체(32)에 적층된 분말층 용융시, 기재(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 경사면(34)에 적층된 분말층(41)으로 조사되는 고에너지 빔의 이동속도를 낮추거나 파워를 높이고, 또는 경사면(34)에 적층된 분말층(41)의 두께를 조절함으로써, 적층판(31) 또는 단위금속층 적층체(32)의 수평면(33)에서부터 경사면(34) 까지 균일한 열영향부와 비교적 일정한 비드를 갖는 용융층 즉, 단위금속층을 형성할 수 있으며, 나아가서는 안정적인 3차원 제품이 생성될 수 있도록 한다.

[0051] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0052] 31 : 기재

32 : 단위금속층 적층체

33 : 수평면

34 : 경사면

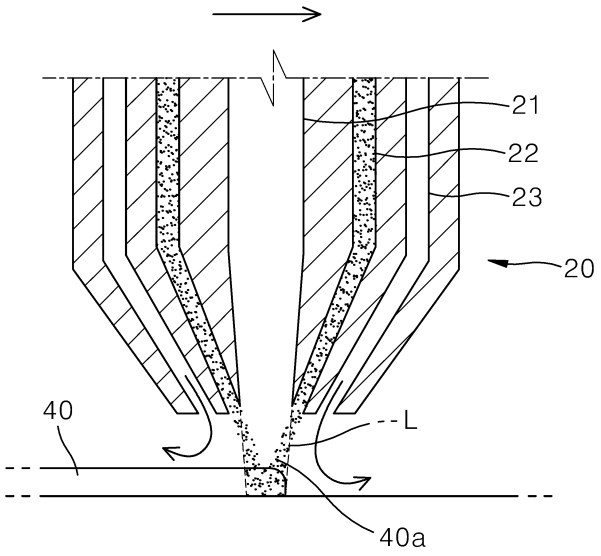
40 : 단일금속층

41 : 분말층

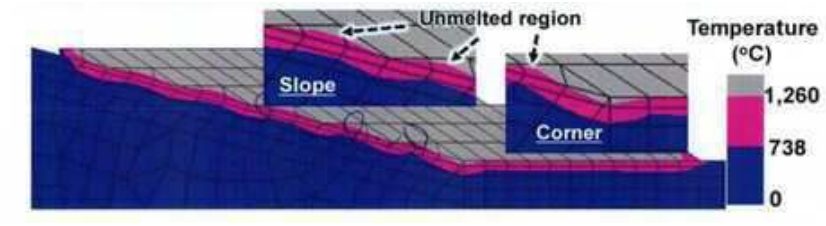
L : 고에너지 빔

도면

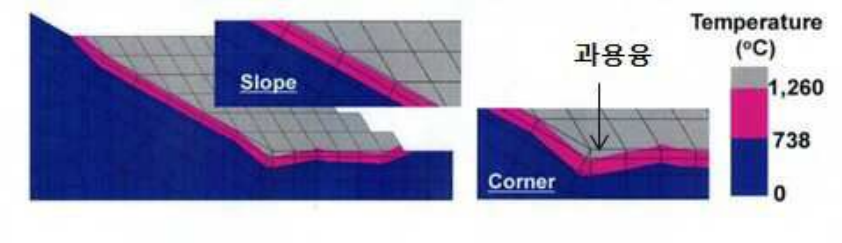
도면1



도면2



도면3



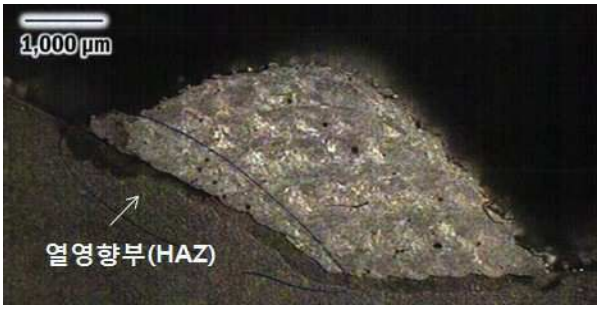
도면4



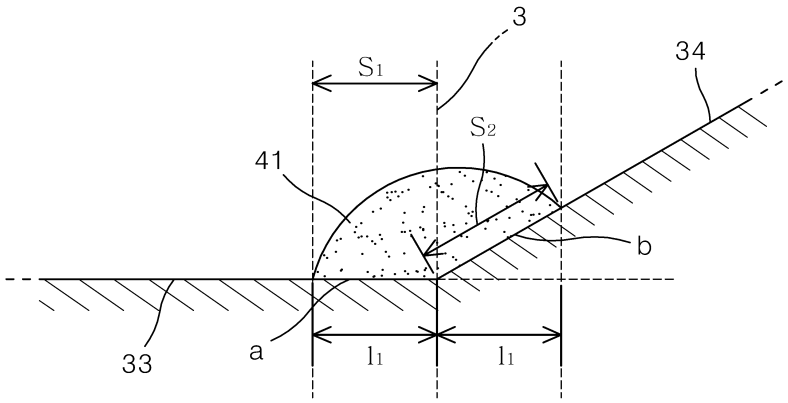
도면5



도면6



도면7



도면8

