(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0034550
(43) 공개일자 2024년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 10/25 (2021.01) *B22F 10/30* (2021.01)
B22F 7/08 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
(52) CPC특허분류
B22F 10/25 (2023.08)
B22F 10/30 (2023.08)
(21) 출원번호 10-2022-0113713
(22) 출원일자 2022년09월07일
심사청구일자 2022년09월07일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
안동규
광주광역시 서구 상무누리로 33, 106동 1303호(치평동, 갤러리 303)
이광규
광주광역시 남구 용대로 92-1(봉선동, 봉선3차2단지무등파크맨션), 302동 1204호
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 3 항

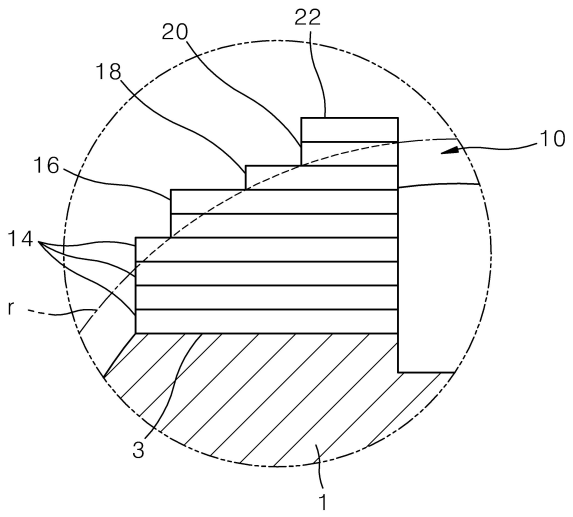
(54) 발명의 명칭 **에너지 제어형 용착 공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법**

(57) 요 약

본 발명은 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 외주면이 곡률을 갖는 적층대상물의 적층대상홈에 적층비드 적층 시 후가공을 고려하여 과도 적층 설정라인보다 적층비드를 돌출되게 과적층하는 기법에 관한 것이다.

본 발명의 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 외측면이 곡률형상을 갖는 적층대상물의 적층대상홈상에 적층부의 초기 적층높이를 증가시켜, 적층부의 상부가 과도 적층 설정라인보다 높게 형성되고 적층부의 외측면이 곡률형상을 갖는 적층대상물의 외주면에 대해 일정간격 이격되는 과도 적층 설정라인 상에 대응되거나 돌출되게 형성되어 있어, 후가공 효율을 향상 시킬 수 있다.

대 표 도 - 도8



(52) CPC특허분류
B22F 7/08 (2013.01)
B33Y 10/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180533
과제번호	20206310200010
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	제조업활력제고를위한산업기계에너지저감형재제조기술개발사업
연구과제명	국산 CNC기반 산업기계 재제조 스퀵업 및 보급·확산 기반조성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	재단법인경남테크노파크
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

곡률 형상을 갖는 적층대상물에 형성된 적층대상홈의 저면 또는 선 공정에서 형성된 단위금속층의 상면에 고에너지빔을 조사하면서 상기 고에너지빔이 조사되는 측으로 금속분말을 공급하여 상기 고에너지빔의 이동경로를 따라 상기 금속분말을 용융시켜 적층비드를 순차적으로 형성하여 각각 형성된 다수의 상기 단위금속층을 상하로 적층하는 단위금속층 적층단계를 포함하고,

상기 적층대상홈은 상기 적층대상물의 곡률이 형성된 외주면 측방에서 상방까지 개방되게 형성되고,

다수의 상기 단위금속층들이 상하로 적층되어 이루는 적층부는

상기 적층대상물의 외주면에 일정간격으로 이격되는 과적층 설정라인에 대응되거나 돌출되게 형성되는 것을 특징으로 하는 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 단위금속층 적층단계는

상기 적층대상홈의 저면 전부를 덮을 수 있도록 각각 형성되며 상기 적층대상홈의 저면에서부터 상하로 상호 적층되는 동일폭을 갖는 상기 단위금속층을 각각 형성하는 다수의 동일폭 단위금속층 형성단계를 포함하되, 상부에 위치하는 적어도 하나의 상기 단위금속층이 상기 적층대상홈의 개방된 측방을 향하는 일측은 상기 과적층 예상 라인보다 측방 및 상방으로 돌출되게 동일 폭을 갖는 다수의 상기 단위금속층을 적층하는 동일 폭 단위금속층 적층단계와;

상기 동일 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 최상단의 상기 단위금속층에서 상방으로 갈수록 하방에 위치한 다른 상기 단위금속층보다 짧은 폭을 갖되 상기 적층대상홈의 개방된 측방을 향하는 일측이 상기 과적층 설정라인보다 측방 및 상방으로 돌출되는 다른 폭을 갖는 다수의 상기 단위금속층을 형성하는 다수의 다른 폭 단위금속층 형성단계를 포함하는 다른 폭 단위금속층 적층단계와;

상기 다른 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 다수의 상기 단위금속층 중, 최상단에 위치한 상기 단위금속층에 동일하거나 적은 폭으로 적층되되, 상기 과적층 설정라인에 상부 전체가 상방으로 돌출되는 적어도 하나 이상의 상기 단위금속층을 추가로 적층하는 추가 적층단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 추가 적층단계에서 형성된 상기 단위금속층의 폭은 4㎜ 이상인 것을 특징으로 하는 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 외주면이 곡률을 갖는 적층대상물의 적층대상홈에 적층비드 적층 시 후가공을 고려하여 과도 적층 설정라인보다 적층비드를 돌출되게 과적층하는 기법에 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 분

사(Binder Jetting) 공정, 박판 적층(Sheet Lamination) 공정, 컨테이너 광경화(Vat Photopolymerization) 공정, 분말 베드 융해(Power Bed Fusion) 공정 및 에너지 제어형 용착(Directed Energy Deposition) 공정 등을 들 수 있다.

[0003] 적층제조 공정 중 에너지 제어형 용착(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 고출력 레이저빔 및 전자빔을 포함하는 고에너지 빔을 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] 고에너지 빔 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 고에너지 빔은 3차원 CAD 모델 혹은 3차원 프로그램 모델로부터 산출된 경로에 따라 자유 이동한다. 그러므로, 3D CAD 모델과 동일한 3차원 형상을 제조하기 위해서는 3차원 프린팅에서 2차원의 단면에 해당하는 단위금속층의 높이를 정밀하게 하는 것이 중요하다.

[0006] 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. 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 열손실 증가에 따라 용융이 제대로 이루어지지지 않게 되어, 수평한 면과 경사진 면에 동일한 조건으로 고에너지빔 조사 시 균일한 두께의 용융층, 즉 균일한 단위금속층을 형성하기 어려운 문제점이 있다. 이에 따라, 공급된 분말 용융 시 수평면에서부터 경사면까지 균일한 용융층을 형성할 수 있는 방안이 요구되었다.

[0007] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 출원인은 대한민국 등록특허공보 제10-2340525호에 게시된 바와 같이, 수평면에서보다 경사면에서 분말층의 접촉면적이 커 열손실과 분말량이 증가되는 점을 고려하여, 수평면과 경사면들 사이에 고에너지빔의 조사 조건이나 분말공급량을 조절하여 금속분말들이 용융량을 조절함으로써 균일한 두께로 용융된 단위금속층을 형성할 수 있는 등가적층 체적 높이 제어방법을 개발한 바 있다.

[0008] 한편, 공작기계의 반복적인 운동에 따라 특정 부위가 시간이 경과하면서 마모되거나 유격이 발생 된다. 공작기계의 마모된 부분 또는 유격이 발생된 부분이나, 기재에 형성될 수 있는 인입홈(이하, '적층대상홈'이라함)을 DED 방식을 통해 보수하거나 적층구조를 형성시킬 수 있다.

[0009] 적층대상홈에 단위금속층을 적층하여 3차원 형상의 적층부를 만든 후, 적층대상물의 표면 형상과 대응되게 적층부의 표면을 고르게 연마하는 등 후가공을 한다.

[0010] 적층대상물의 표면 선상을 따라 적층부를 후가공하는데, 후가공 라인보다 적층부가 내측에 위치하면 후가공이 제대로 이루어질 수 없다.

[0011] 본 출원인은 DED 방식의 적층 제어 방법을 지속적으로 연구하여, 곡률 형상을 갖는 적층대상물의 적층대상홈에 후가공을 고려한 적층제어방법을 추가적으로 개발하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0040744호 : 3D 프린팅 레이저빔 조사 장치 및 이를 포함하는 3D 프린팅 레이저빔 조사 시스템

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-2340525호 : 등가적층 체적높이 제어방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출한 것으로서, 곡률 형상을 갖는 적층대상물의 적층대상홈에 단위금속층이 적층된 적층부 형성 시 후가공을 고려하여 과도 적층 설정라인보다 적층비드를 돌출되게 과적층하는 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 곡률 형상을 갖는 적층대상물에 형성된 적층대상홈의 저면 또는 선 공정에서 형성된 단위금속층의 상면에 고에너지빔을 조사하면서 상기 고에너지빔이 조사되는 측으로 금속분말을 공급하여 상기 고에너지빔의 이동경로를 따라 상기 금속분말을 용융시켜 적층비드를 순차적으로 형성하여 각각 형성된 다수의 상기 단위금속층을 상하로 적층하는 단위금속층 적층단계를 포함하고, 상기 적층대상홈은 상기 적층대상물의 곡률이 형성된 외주면 측방에서 상방까지 개방되게 형성되고, 다수의 상기 단위금속층들이 상하로 적층되어 이루는 적층부는 상기 적층대상물의 외주면에 일정간격으로 이격되는 과도 적층 설정라인에 대응되거나 돌출되게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 단위금속층 적층단계는 상기 적층대상홈의 저면 전부를 덮을 수 있도록 각각 형성되며 상기 적층대상홈의 저면에서부터 상하로 상호 적층되는 동일폭을 갖는 상기 단위금속층을 각각 형성하는 다수의 동일폭 단위금속층 형성단계를 포함하되, 상부에 위치하는 적어도 하나의 상기 단위금속층이 상기 적층대상홈의 개방된 측방을 향하는 일측은 상기 과적층 예상 라인보다 측방 및 상방으로 돌출되게 동일 폭을 갖는 다수의 상기 단위금속층을 적층하는 동일 폭 단위금속층 적층단계와; 상기 동일 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 최상단의 상기 단위금속층에서 상방으로 갈수록 하방에 위치한 다른 상기 단위금속층보다 짧은 폭을 갖되 상기 적층대상홈의 개방된 측방을 향하는 일측이 상기 과도 적층 설정라인보다 측방 및 상방으로 돌출되는 다른 폭을 갖는 다수의 상기 단위금속층을 형성하는 다수의 다른 폭 단위금속층 형성단계를 포함하는 다른 폭 단위금속층 적층단계와; 상기 다른 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 다수의 상기 단위금속층 중, 최상단에 위치한 상기 단위금속층에 동일하거나 적은 폭으로 적층되되, 상기 과적층 설정라인에 일단부가 접하며 상기 과적층 설정라인보다 상부 전체가 상방으로 돌출되는 적어도 하나 이상의 상기 단위금속층을 추가로 적층하는 추가 적층단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 상기 다른 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 다수의 상기 단위금속층 중, 최상단에 위치한 상기 단위금속층과, 상기 과적층단계에서 형성된 상기 단위금속층의 폭은 4㎜ 이상인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 외측면이 곡률형상을 갖는 적층대상물의 적층대상홈 상에 적층부의 초기 적층높이를 증가시켜, 적층부의 상부가 과도 적층 설정라인보다 높게 형성되고 적층부의 외측면이 곡률형상을 갖는 적층대상물의 외주면에 대해 일정간격 이격되는 과도 적층 설정라인 상에 대응되거나 돌출되게 형성되어 있어, 후가공 효율을 향상 시킬 수 있다.

[0018] 본 발명의 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 추가 적층단계에서 단위금속층이 추가로 적층되면서 발생되는 열이 적층부의 하부 측으로 전달되면서 어닐링 효과를 주어 적층부의 상하부의 경도 차를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 적층대상홈이 형성된 적층대상물에 대한 사시도이고,

도 2는 도 1의 적층대상물의 적층대상홈 상에서 고에너지빔이 이동되는 경로를 개략적으로 도시한 도면이고,

도 3은 도 1의 적층대상물에 단위금속층을 이루는 적층비드가 형성되는 상태를 도시한 측면도이고,

도 4 및 도 5는 도 1의 적층대상물에 본 발명의 일 실시 예에 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법을 통해 적층비드들로 이루어진 단위금속층들을 과적층한 상태에 대

한 이미지이고,

도 6은 도 1의 적층대상물의 적층대상홈에 단위금속층들이 과도 적층 설정라인을 따라 과적층된 상태를 개략적으로 도시한 횡단면도이고,

도 7은 도 1의 적층대상물에 단위금속층들의 모서리측이 과도 적층 설정라인 선상에 위치되게 과적층된 상태를 도시한 횡단면도이고,

도 8은 도 1의 적층대상물에 본 발명의 일 실시 예에 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법으로 단위금속층들이 과도 적층 설정라인보다 외측으로 돌출되게 과적층된 상태를 도시한 횡단면도이고,

도 9는 도 4에 도시된 A-A' 상에 대한 적층부가 형성된 적층대상물에 대한 개략적인 단면도이고,

도 10은 도 9에 표시된 위치에 따라 적층부의 경도를 나타낸 그래프이고,

도 11 및 도 12는 적층대상물의 적층대상홈들에 적층비드의 길이를 달리하여 단위금속층을 형성한 상태에 대한 이미지이고,

도 13은 고에너지 빔의 조사 조건에 따라 고에너지 빔이 조사되는 부분의 시간대별 최대온도를 나타낸 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법에 대해 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1 내지 도 13에는 본 발명에 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법 설명을 위한 도면이 도시되어 있다.

[0022] 본 발명에 따른 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법을 구체적으로 설명하기에 앞서, 일반적인 에너지 제어형 용착(Directed Energy Deposition)공정을 위한 시스템의 구성을 간략히 설명한다.

[0023] 도시되지는 않았으나, 에너지 제어형 용착 (Directed Energy Deposition) 공정을 위한 시스템은 챔버(미도시)와, 챔버 내에 기재, 또는 선공정에서 형성된 단위금속층 또는 보수가 필요한 공작기계 등을 포함하는 적층대상물(5)에 공급된 금속 분말을 함께 용융시키기 위한 고에너지 빔을 조사하는 고에너지 빔기구를 포함한다.

[0024] 고에너지 빔기구는 고출력 레이저 빔 또는 전자빔을 포함하는 고에너지 빔(L)을 발진하는 고에너지 빔 발진부와, 렌즈나 미러 등의 광학부품을 조합하여 고에너지 빔(L)을 집광하는 역할을 수행하는 고에너지 빔 집광부(미도시)와, 고에너지 빔 집광부로부터 집광되어 에너지 수치가 상승된 고에너지 빔이 전달되며 하방에 위치한 적층대상물(1)로 조사하는 고에너지 빔 조사부와, 고에너지 빔 조사부 주위에 금속분말을 공급하기 위한 분말공급부를 포함한다.

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

[0026] 고에너지 빔 조사부는 고에너지 빔 집광부를 통과한 고에너지 빔(L)을 조사하는 노즐 등을 포함하여 구성될 수 있다. 고에너지 빔 조사부는 공구 경로(Tool Path)를 따라 이동하면서 고에너지 빔을 조사할 수 있으며, 고에너지 빔 조사부와 적층대상물(1) 사이의 거리는 고에너지 빔(L)의 초점 거리에 대응하여 조절될 수 있다.

[0027] 여기서, 공구 경로는 제조하고자 하는 금속의 조형 정보를 포함하는 3차원 CAD 데이터로부터 산출될 수 있다.

[0028] 도시되지는 않았으나, 고에너지 빔 조사부의 노즐에는 중심측에 집광된 고에너지 빔(L)이 적층대상물(1)로 조사되도록 관통형성된 빔관통부와, 분말공급부와 연결되고 빔관통부의 둘레에서 용융풀 측으로 금속분말이 공급되도록 개방된 분말공급라인과, 단위 금속층을 적층하는 과정에서 금속 산화방지와 광학계 손상을 방지하기 위하여 불활성가스 분위기에서 용융풀이 형성되고 금속분말이 용융되어 단위금속층이 형성되도록 분말공급라인의 둘레에서 적층대상물(1) 방향으로 아르곤 또는 질소와 같은 보호가스를 토출하는 가스공급라인이 형성된다.

[0029] 여기서, "분말층"은 분말공급라인을 통해서 적층대상물(1)의 상면에 적층된 다수의 분말의 한 더미를 의미하며,

고에너지 빔(L)이 조사되면서 용융되어 형성된 적층비드(11)로 생성된다.

[0030] 단위금속층(12,14,16,18,20,22)은 다수의 분말층이 고에너지 빔의 이동방향을 따라 공급되면서 용융풀에 용융되면서 기재 또는 적층대상물(1)의 상면에 다수의 적층비드(11)가 연속형성된 2차원적 패턴을 의미하며, 기본공정의 단위를 이룬다.

[0031] 이러한 단위금속층(12,14,16,18,20,22)이 복수로 적층됨으로써 단위금속층 적층부(미도시)를 형성하며 최종적으로 기 설정된 3차원적 대상 제품을 형성할 수 있는 것이다.

[0032] 일반적인 에너지 제어형 용착공정은 적층대상물(1)의 상부에 고에너지빔(L)을 조사하면서 상기 고에너지빔(L)이 조사되는 측으로 금속분말을 공급하여 적층대상물(1)에 상기 고에너지빔(L)의 이동경로(P)를 따라 금속분말을 용융시켜 적층비드(11)를 순차적으로 형성하여 단위금속층(12,14,16,18,20,22)을 형성하는 다수의 단위금속층 형성단계를 포함하여, 금속분말 공급 및 용융시키는 과정을 반복하여 다수의 단위금속층이 적층된 적층부(10)를 형성하는 단위금속층 적층단계;를 포함할 수 있다.

[0033] 그리고, 다수의 단위금속층 형성단계는 대한민국 등록특허공보 제10-2340525호에 게시된 빔 조사단계와, 적층조절단계를 각각 포함할 수 있다.

[0034] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 상기 단위금속층 적층단계를 포함하며, 적층대상물의 곡률이 형성된 외주면 측방에서 상방까지 개방되게 형성된 적층대상홈(3)에 적층부(10)를 형성시키되, 적층대상물(1)의 외주면에 일정간격으로 이격되는 과도 적층 설정라인(r)에 적층부(10)의 외주면이 대응되거나 돌출되게 형성되게 하는 것을 특징으로 한다.

[0035] 도 6을 참고하면, 적층부(10)는 균일한 후가공을 위해서 외주면에 과도 적층 설정라인(r) 상에 대응되는 것이 바람직하다. 그런데, 도 7에 도시된 바와 같이, 적층부(10')를 이루는 단위금속층들의 모서리측이 과도 적층 설정라인(r) 상에 위치되게 과적층된 경우에 후 가공 시 적층부의 가공면이 균일하게 형성되기 어렵다.

[0036] 본 발명의 일 실시 예에 따른 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 이러한 단점을 보완하기 위한 것이다.

[0037] 적층대상홈(3)은 도 1을 참고하면, 외주면이 곡률을 갖는 곡면으로 형성된 적층대상물(1)의 상부에 하방으로 인입되되 적층대상물(1)의 폭 방향 양측으로 개방되게 인입형성된다. 즉, 적층대상홈(3)은 적층대상물(1)의 폭 방향으로 폭을 갖으며, 적층대상물(1)의 길이방향으로 연장된다.

[0038] 적층대상홈(3)은 중심측에 수평하게 연장된 저면(4)과, 저면 양측에서 상호 멀어지는 방향으로 상향 경사지는 복수의 경사면(6)으로 이루어질 수 있다.

[0039] 다수의 적층비드(11)가 적층대상홈(3)의 폭 방향으로 길이연장되면서 적층대상홈(3)의 길이방향으로 배열형성되어 어느 하나의 단위금속층(12,14,16,18,20,22)을 형성할 수 있도록, 고에너지 빔(L)은 도 2 및 도 3을 참고하면, 일측의 경사면(6)에서 적층대상홈(3)의 저면 또는 선 공정에서 형성된 단위금속층(12,14,16,18,20,22)의 상면을 포함하는 수평면(4) 방향으로 이동면서 적층대상홈(3)의 폭 방향으로 지그재그 이동한다.

[0040] 본 발명의 일 실시 예에 따른 단위금속층 적층단계는 동일폭 단위금속층 적층단계와; 다른 폭 단위금속층 적층단계와; 추가 적층단계;를 포함한다.

[0041] 동일폭 단위금속층 적층단계는 적층부의 초기 적층 두께를 높이는 단계로서, 적층대상홈(3)의 저면 전부를 덮을 수 있도록 각각 형성되며 적층대상홈(3)의 저면에서부터 상하로 상호 적층되는 동일폭을 갖는 단위금속층(12)을 각각 형성하는 다수의 동일폭 단위금속층 형성단계를 포함한다.

[0042] 다수의 단위금속층(12) 중 상부에 위치하는 적어도 하나의 단위금속층(12)은 외측을 향하는 일측이 적층대상물(1)의 외주면에 일정간격으로 이격되는 과도 적층 설정라인(r)보다 측방 및 상방으로 돌출되게, 동일 폭을 갖는 다수의 상기 단위금속층(12)이 상하로 적층된다.

[0043] 다른 폭 단위금속층 적층단계는 상기 동일 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 최상단의 단위금속층(12) 에서 상방으로 적층될수록 하방에 위치한 다른 단위금속층(12,14,16,18)보다 짧은 폭을 갖되 적층대상홈(3)의 개방된 측방을 향하는 일측이 과도 적층 설정라인(r)보다 측방 및 상방으로 돌출되는 면적이 하방에 위치하는 다른 단위금속층(12,14,16,18)보다 큰 다수의 단위금속층(14,16,18,20)을 각각 형성하는 다수의 다른 폭 단위금속층 형성단계를 포함한다.

[0044] 추가 적층단계는 상기 다른 폭 단위금속층 적층단계에서 형성된 다수의 상기 단위금속층(14,16,18,20) 중, 최상단에 위치한 단위금속층(20)에 동일하거나 적은 폭으로 적층되는 또 다른 단위금속층(22)을 적어도 하나 이상 추가로 적층하는 단계이다.

[0045] 추가 적층단계에서 동일한 폭으로 적층된 단위금속층(22)들 중, 적어도 하나 이상의 단위금속층(22)은 과도 적층 설정라인(r)보다 상부 전체가 상방으로 돌출되게 다수의 단위금속층(22)들이 적층된다.

[0046] 한편, 도 2를 참고하면, 고에너지빔(L)의 이동경로(P) 상에서 적층대상홈(3)의 폭 방향으로 지그재그 방향으로 고에너지 빔(L) 이동 시, 적층비드(11)의 길이방향 양측에 고에너지 빔이 설정된 파워와 이동속도 등 설정된 조건에 도달하기까지 상기 고에너지 빔 기구의 구동부가 가속화되는 구간(a)이 반복된다.

[0047] 적층비드(11) 상에서, 상기 구간(a)은 적층비드(11)의 길이방향 양측에 대략 1.5㎜ 정도 각각 나타난다.

[0048] 도 13을 살펴보면, 고에너지빔(L) 출력, 효율, 속도에 관계 없이 0.12sec 부터 최대 온도가 일정한 정상상태가 나타났다. 그리고, 도시되지는 않았으나, 850 ~1000 ㎜/min의 속도로 고에너지 빔(L)이 한 방향으로 0.12sec 동안 이동된 거리는 평균 1.5㎜였다.

[0049] 가속화되는 구간(a)에서는 상기 정상상태의 구간에 비해 입열량이 커, 가속화되는 구간(a) 만으로 반복된 적층비드는 형상을 예측하기가 어려우며, 먼저 형성된 인접한 적층비드(11)의 열 이력을 변화시켜 나아가서는 기계적 물성을 변화시킬 수 있어 단위금속층(22)이 불규칙하게 적층될 수 있다.

[0050] 그러므로, 적층비드(11)와 단위금속층(22)이 안정적으로 형성되기 위해서는 적층비드 양측의 가속화 구간(a) 사이에 정상 상태의 구간이 포함되는 것이 바람직하다.

[0051] 따라서, 적층비드(11)는 3.1㎜ 이상으로 형성되어야 하며, 바람직하게는 정상 상태의 구간이 1㎜ 이상 확보되도록 적층비드(11)의 전체 길이가 4㎜ 이상으로 형성될 수 있다.

[0052] 한편, 도 11 및 도 12은 추가 적층단계에서 단위금속층(22)을 이루는 다수의 적층비드(11)를 2㎜와 4㎜로 각각 적층한 적층대상물(1)에 대한 사진이다.

[0053] 2㎜의 길이로 적층비드(11)를 형성한 단위금속층(22)은 4㎜에 비해 상대적으로 불규칙하게 적층되는 것을 확인할 수 있었으며, 4㎜의 길이로 적층비드(11)를 형성한 단위금속층(22) 보다 상대적으로 높고 안정적으로 적층 형성되는 것을 확인할 수 있었다.

[0054] 본 발명의 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 외측면이 곡률형상을 갖는 적층대상물의 적층대상홈 상에 적층부의 초기 적층높이를 증가시켜, 적층부의 상부가 과도 적층 설정라인(r) 보다 높게 형성되고 적층부의 외측면이 곡률형상을 갖는 적층대상물의 외주면에 대해 일정간격 이격되는 과도 적층 설정라인(r) 상에 대응되거나 돌출되게 형성되어 있어, 후가공 효율을 향상 시킬 수 있다.

[0055] 또한, 도 9 및 도 10을 참고하면, 본 발명의 에너지 제어형 용착공정을 위한 곡률 형상에 대한 후가공을 고려한 적층비드 과적층 기법은 추가 적층단계에서 단위금속층(22)이 추가 적층되면서 발생되는 열이 적층부의 하부측으로 전달될 수 있어 어닐링(annealing) 효과를 주어 적층부(10)의 상하부의 경도 차를 줄일 수 있다.

[0056] 이상에서 설명한 본 발명은 도시된 일 예를 참조하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0057] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호의 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0058] 1 : 적층대상물 3 : 적층대상홈

4 : 수평면 6 : 경사면

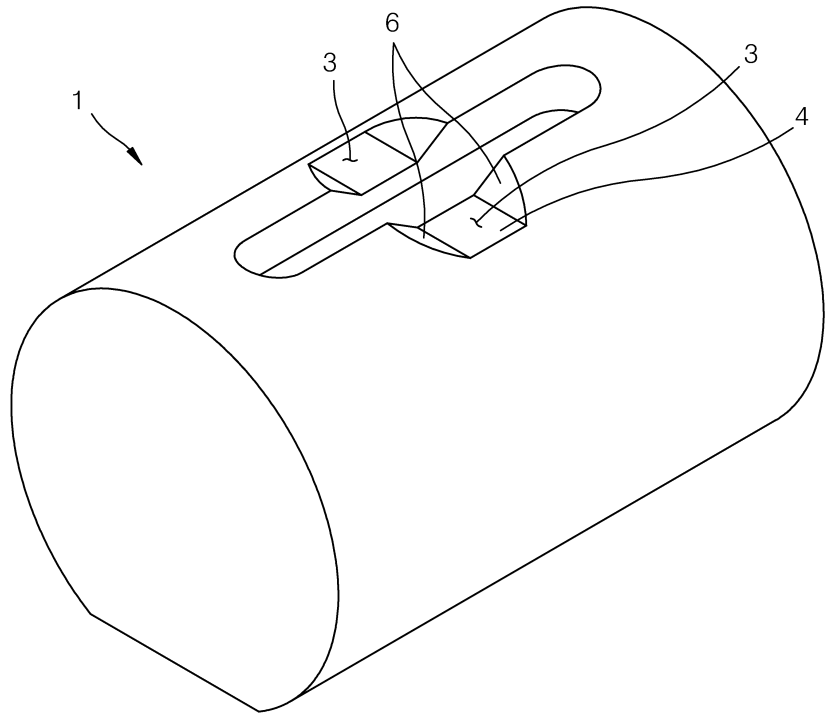
10 : 적층부 11 : 적층비드

12,14,16,18,20,22 : 단위금속층

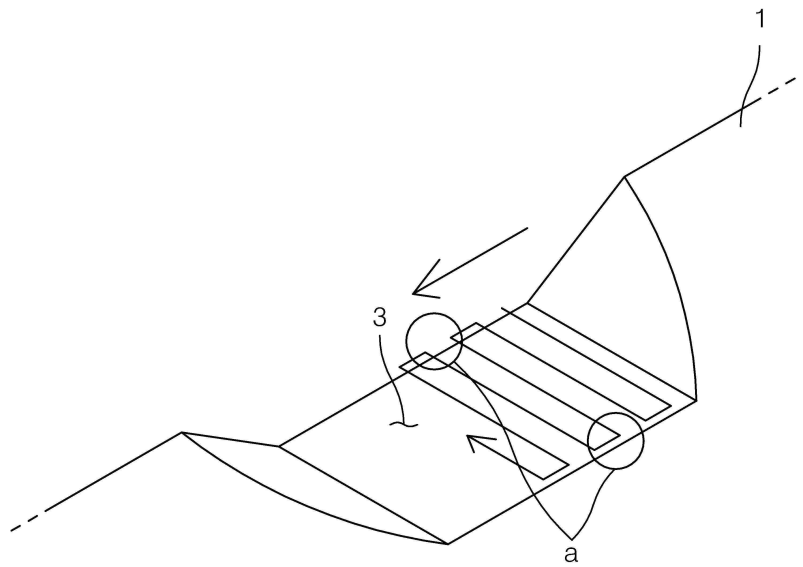
L : 고에너지 빔 r : 과도 적층 설정라인

도면

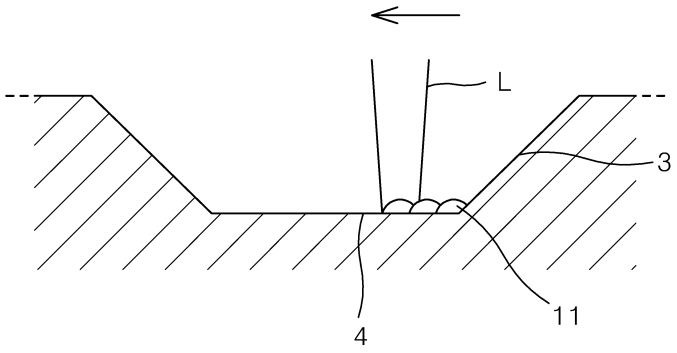
도면1



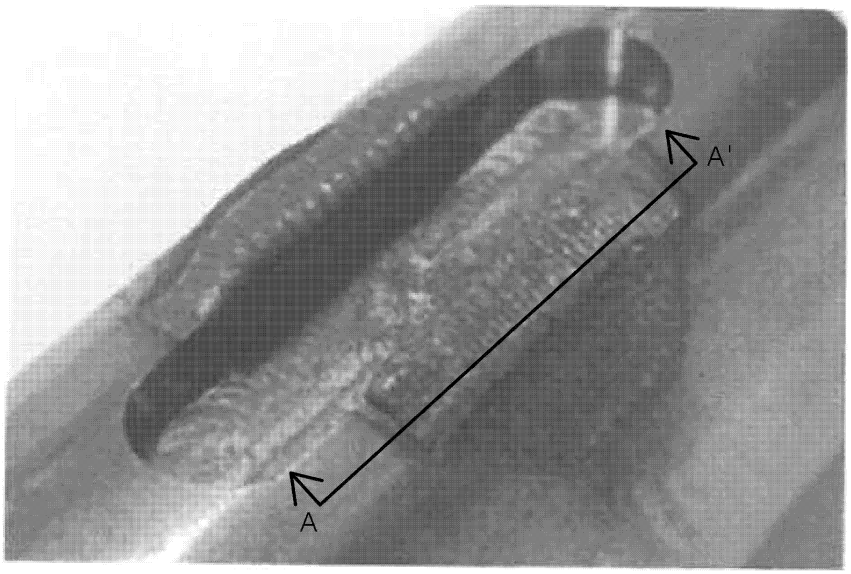
도면2



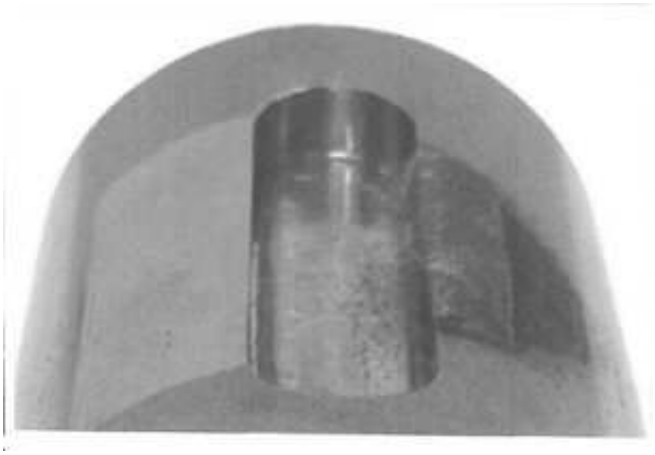
도면3



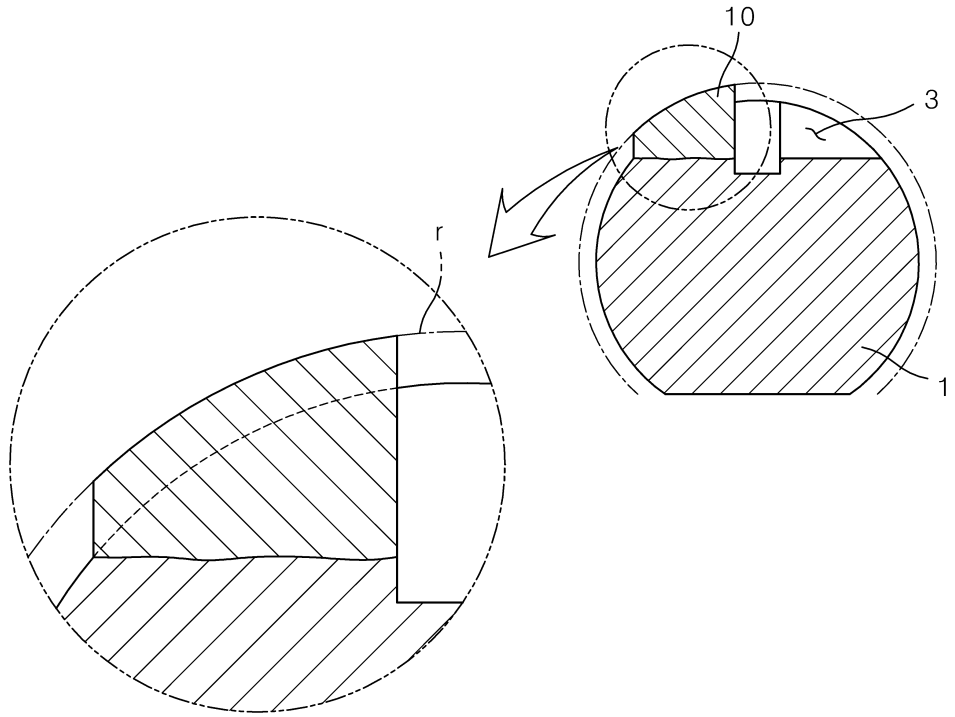
도면4



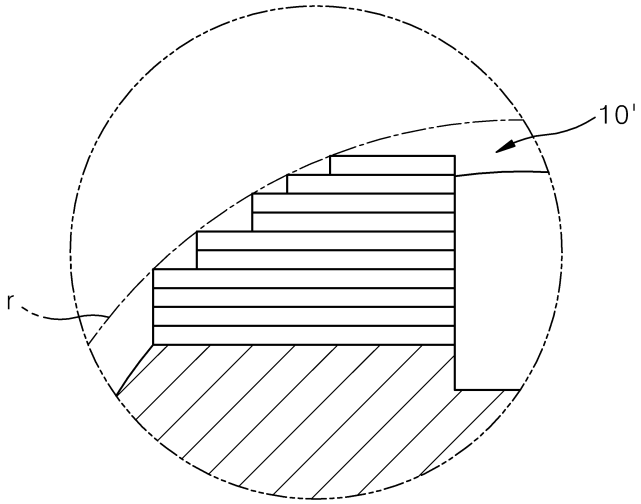
도면5



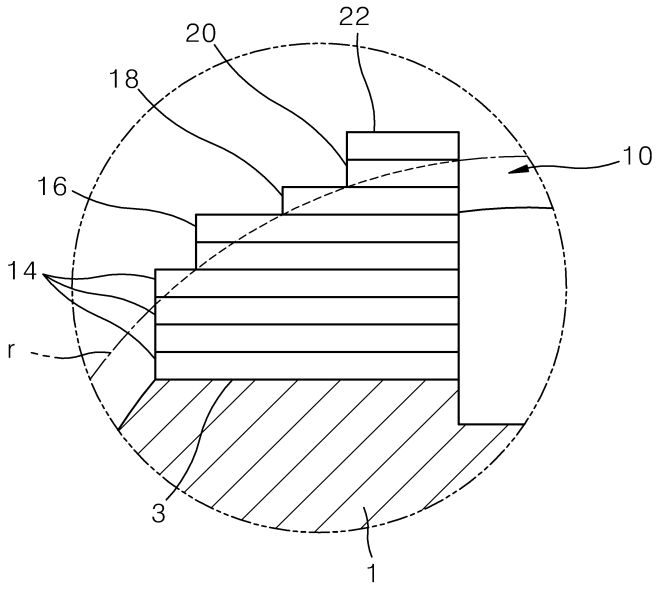
도면6



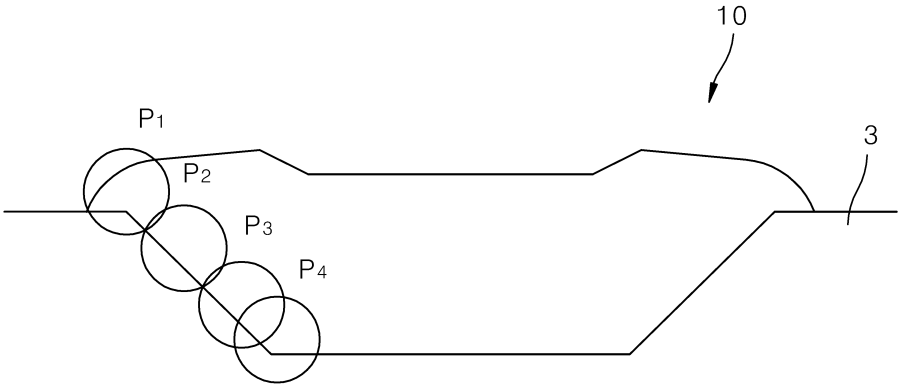
도면7



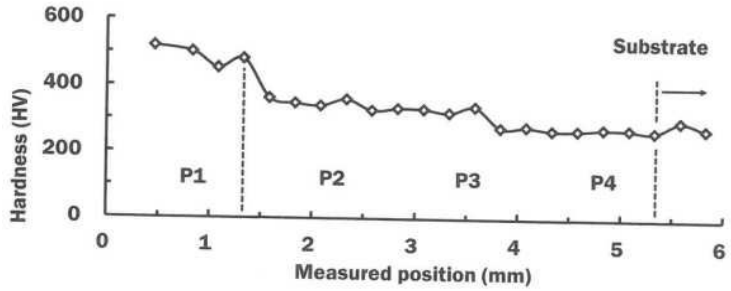
도면8


22
20
18
10
16
14
r
3
1

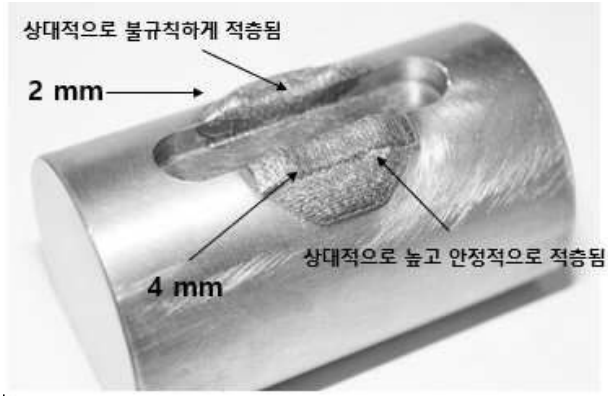
도면9


10
P1
3
P2
P3
P4

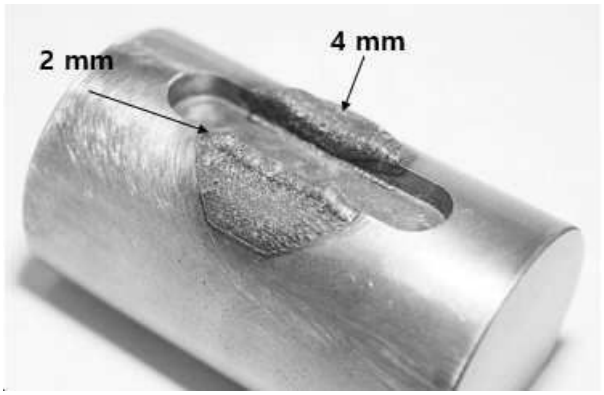
도면10


600
400
200
0
Hardness (HV)
Substrate
P1
P2
P3
P4
0
1
2
3
4
5
6
Measured position (mm)

도면11



도면12



도면13

