



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0079376
(43) 공개일자 2024년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B28B 1/00 (2006.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 40/00 (2020.01) B33Y 70/00 (2020.01)
B33Y 80/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B28B 1/001 (2013.01)
B33Y 10/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0162223
(22) 출원일자 2022년11월29일
심사청구일자 2022년11월29일

(71) 출원인
부산대학교 산학협력단
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동,
부산대학교)
(72) 발명자
박상후
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동)
김홍석
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동)
(74) 대리인
양성보

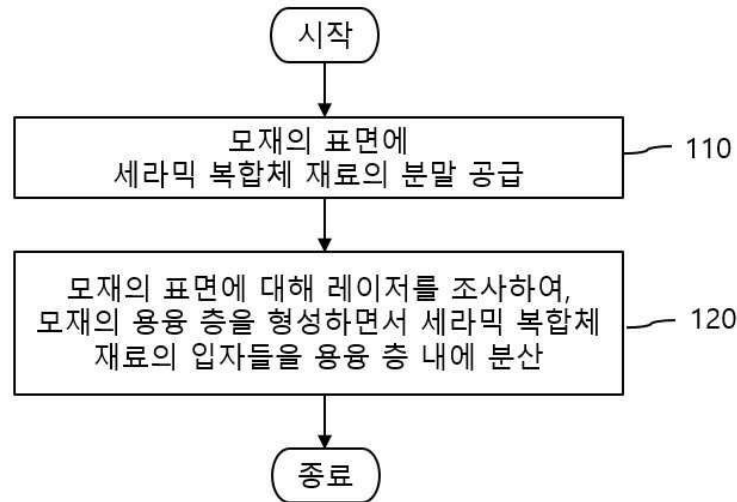
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법과 장치 및 그로부터 생성되는 제품

(57) 요약

본 개시는 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법과 장치 및 그로부터 생성되는 제품에 관한 것으로, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급하고, 표면에 대해 레이저를 조사하여, 모재의 용융 층을 형성하면서 세라믹 복합체 재료의 입자들을 용융 층 내에 분산시키도록 구성되어, 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 표면 층을 갖는 제품을 생성한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B33Y 40/00 (2023.05)

B33Y 70/00 (2023.05)

B33Y 80/00 (2013.01)

Z05P 10/50 (2019.06)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345358500
과제번호	2021R1A6C101A449
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국기초과학지원연구원
연구사업명	기초과학연구역량강화사업
연구과제명	[1단계]하이브리드 제조혁신 엔지니어링 센터
기 여 율	34/100
과제수행기관명	부산대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711156840
과제번호	2019R1A5A8083201
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원
연구과제명	극한환경 스마트 기계 부품 설계/제조 혁신 센터
기 여 율	33/100
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711165631
과제번호	2020R1F1A1069374
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	하이브리드 금속적층 및 표면처리를 통한 수소산업 기계부품 적용 기반공정기술
기 여 율	33/100
과제수행기관명	부산대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법에 있어서,
모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급하는 단계; 및
상기 표면에 대해 레이저를 조사하여, 상기 모재의 용융 층을 형성하면서 상기 세라믹 복합체 재료의 입자들을 상기 용융 층 내에 분산시키는 단계
를 포함하는,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 세라믹 복합체 재료는 실리카 또는 세라믹 계열 분말인,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 입자들은 반응용된 상태로 상기 용융 층에 결합되며,
상기 입자들의 각각에 대해 중앙 영역에서 외측으로 갈수록 원소 성분 구배가 변하는 코어-셸 구조가 구현되어 세라믹 분말과 모재의 결합력이 강화된
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 세라믹 복합체 재료의 원소들에 대한 성분의 비율은 상기 중앙 영역에서 가장 높고 상기 중앙 영역에서 멀수록 감소되며,
상기 입자들의 각각에 대해 상기 중앙 영역을 둘러싸는 외측 영역에서는 상기 세라믹 복합체 재료의 상기 원소들과 상기 모재의 원소들이 혼합되어 있는,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 세라믹 복합체 재료의 상기 분말을 공급하는 단계는,
상기 분말 또는 상기 분말로부터 생성되는 페이스트를 상기 표면에 도포하는 단계,

를 포함하는,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 세라믹 복합체 재료의 상기 분말을 공급하는 단계는,
노즐을 통해 상기 분말을 상기 표면에 분사하는 단계
를 포함하는,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 모재의 상기 용융 층을 형성하면서 상기 세라믹 복합체 재료의 상기 입자들을 상기 용융 층 내에 분산시키는 단계는,
상기 분말을 상기 표면에 분사하는 단계와 동시에 수행되는,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 용융 층의 깊이와 폭 및 상기 입자들의 크기는,
상기 레이저의 강도 또는 조사 시간 중 적어도 하나에 따라, 다른,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법.

청구항 9

고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치에 있어서,
모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급하는 재료 공급부; 및
상기 표면에 대해 레이저를 조사하는 레이저 조사부
를 포함하고,
상기 레이저가 조사됨에 따라, 상기 모재의 용융 층이 형성되면서 상기 세라믹 복합체 재료의 입자들이 상기 용융 층 내에 분산되는,
고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치.

청구항 10

고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법으로부터 생성되는 제품에 있어서,
상기 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법은,

모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급하는 단계; 및

상기 표면에 대해 레이저를 조사하여, 상기 모재의 용융 층을 형성하면서 상기 세라믹 복합체 재료의 입자들을 상기 용융 층 내에 분산시키는 단계

를 포함하는,

상기 제품은,

상기 세라믹 복합체 재료의 상기 입자들이 분산되어 있는 표면 층을 갖는,

제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법과 장치 및 그로부터 생성되는 제품에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 기계부품은 접촉에 의해 마모가 발생하고 이로 인한 경제적 손실은 수 조원에 달한다. 따라서, 내마모 표면 처리를 위한 침탄법, 열처리, 샷피닝(shot peening) 등의 다양한 공정들이 개발 및 적용되고 있다. 침탄법이나 열처리에 의한 높은 경도를 가진 표면 제작 기술은 다양한 부품에 적용되고 있으나 원하는 형태의 경도값을 정확하게 얻을 수 없고, 표면 처리 과정이 고열을 이용하여 복잡하고, 가열로에 들어가야 하는 제품의 크기 제한 등의 여러 가지 어려움이 있다. 샷피닝, UNSM(ultrasonic nanocrystal surface modification)과 같은 공정은 기계적으로 미세한 망치와 같은 것을 수백 내지 수천 번 표면에 때려서 표면의 결정구조가 리파인먼트(refinement)가 되고, 잔류 응력이 발생하여 경도가 증가되는 방법이다. 혹은 레이저 샷피닝(laser shot peening)의 경우 레이저의 열을 표면에 가하고 급냉을 시켜서 표면에 압축 잔류 응력을 가지도록 하여 경도를 올리는 방법이다. 이러한 방법도 시간이 많이 걸리고 공정을 통해서 얻어지는 고강도 표면의 두께가 200 μm 이 내로 어느 정도 두께를 가진 경도한 내마모 표면을 얻기는 어렵다.

[0003] 따라서, 내화학적, 내열성, 고경도성이 뛰어나고 가격이 저렴한 세라믹을 이용한 표면 코팅 방법이 사용되고 있으나, 모재 부분과 코팅된 세라믹 재료의 차이에 의해서 접합된 계면에서 균열이 발생하는 경우가 종종 일어난다. 또한, 세라믹 재료를 코팅하는 방식이 소결을 이용한 공정이 대부분이기에 코팅을 해야 할 제품 전체가 가열로를 통과해야 하며, 이로 인해 제품의 물성변화가 야기되고, 고온 가열공정 비용이 증가한다. 더욱이, 고온에 의한 열변형 등이 생기는 어려움이 동반된다.

[0004] 최근에는 적층 제조 공정의 발달로 이종 재질을 표면에 클래딩(cladding)하여 경도를 올리는 방법도 개발되었다. 이러한 방법은 이종 재질과 표면 층 사이의 계면에서 일어나는 다양한 문제(균열, 기공발생)를 해결해야 하는 어려움이 있다. 특히, 금속분말이 용융과 응고되는 과정에서 표면부에 발생하는 미세 기공들은 클래딩된 부품의 기계적 특성향상에 장애가 되기도 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 개시는 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법과 장치 및 그로부터 생성되는 제품을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시의 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법은, 모재(substrate)의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급하는 단계, 및 상기 표면에 대해 레이저를 조사하여, 상기 모재의 용융 층을 형성하면서 상기 세라믹 복합체 재료의 입자들을 상기 용융 층 내에 분산시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 본 개시의 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치는, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급하는 재료 공급부, 및 상기 표면에 대해 레이저를 조사하는 레이저 조사부를 포함하고, 상기 레이저가 조사됨에 따라, 상기 모재의 용융 층이 형성되면서 상기 세라믹 복합체 재료의 입자들이 상기 용융 층 내에 분산될 수 있다.

[0008] 본 개시의 상기 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법으로부터 생성되는 제품은 상기 세라믹 복합체 재료의 상기 입자들이 분산되어 있는 표면 층을 가질 수 있다.

발명의 효과

[0009] 본 개시에 따르면, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 강화된 표면 층이 형성될 수 있다. 세라믹 복합체 재료의 분말이 도포된 모재의 표면에 대해 레이저가 조사됨으로써, 세라믹 복합체 재료의 입자들이 반응용된 상태로 형태를 유지하면서 모재의 용융 층에 분산되면서 결합되어 반응용-합금화(semi-alloying)되며, 따라서, 강화된 표면 층이 형성될 수 있다. 이러한 강화된 표면 층은 높은 경도와 우수한 내마모성을 가질 뿐만 아니라, 모재로부터 박리되지 않도록 높은 결합성을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 개시에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법을 개략적으로 도시하는 도면이다.
 도 2는 다양한 실시예들에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치(200)를 개략적으로 도시하는 도면이다.
 도 3은 제 1 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법을 예시적으로 설명하기 위한 도면이다.
 도 4 내지 도 13은 제 1 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법에 따른 결과들을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
 도 14는 제 2 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법을 예시적으로 설명하기 위한 도면이다.
 도 15 및 도 16은 제 2 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법에 따른 결과들을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 설명된다.

[0013] 도 1은 본 개시에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법을 개략적으로 도시하는 도면이다.

[0014] 도 1을 참조하면, 110 단계에서, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말이 공급될 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 세라믹 복합체 재료는 우수한 화학적 안정성, 매우 낮은 열팽창 계수와 열 전도도, 고온 내화학적, 및 우수한 산화에 대한 저항성을 갖고 저렴한 실리카 또는 세라믹 계열 분말일 수 있다. 제 1 실시예에 따르면, 세라믹 복합체 재료의 분말이 모재의 표면에 직접 도포되거나, 세라믹 복합체 재료의 분말이 접착제와 혼합되어 생성되는 페이스트가 모재의 표면에 도포될 수 있다. 제 2 실시예에 따르면, 세라믹 복합체 재료의 분말이 노즐을 통해 모재의 표면에 분사될 수 있다.

[0015] 다음으로, 120 단계에서, 모재의 표면에 대해 레이저를 조사하여, 모재의 용융 층을 형성하면서 세라믹 복합체 재료의 입자들을 용융 층 내에 분산시킬 수 있다. 여기서, 레이저는 모재의 형상, 크기, 및 재료에 관계없이, 폭넓게 적용 가능하다. 제 2 실시예에 따르면, 세라믹 복합체 재료의 분말이 모재의 표면에 공급되는 동시에, 모재의 표면에 대해 레이저가 조사될 수 있다. 이 때, 입자들은 레이저에 의해 반응용된 상태로 형태를 유지하면서 용융 층에 결합될 수 있다. 여기서, 입자들은 용융 층 내에서 다양한 크기들로 분산될 수 있다. 모재에서의 용융 층의 깊이와 폭 및 입자들의 크기는 레이저의 강도 또는 조사 시간 중 적어도 하나에 따라, 다를 수 있다.

[0016] 따라서, 입자들의 각각에 대해 중앙 영역에서 외측으로 갈수록 원소 성분 구배가 점진적으로 변하는 코어-셸 구조(compositionally gradient core-shell structure)가 구현될 수 있으며, 이러한 구조는 이중 재질 계면에서 발생하는 기공, 균열 문제 등을 효과적으로 차단할 수 있다. 구체적으로, 세라믹 복합체 재료의 원소들에 대한 성분의 비율은 중앙 영역에서 가장 높고 중앙 영역에서 멀수록 감소될 수 있다. 그리고, 입자들의 각각에 대해 중앙 영역을 둘러싸는 외측 영역에서는 세라믹 복합체 재료의 원소들과 모재의 원소들이 혼합되어 있을 수 있다. 결과적으로, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 강화된 표면 층이 있는 제품이 생성될 수 있다.

[0017] 도 2는 다양한 실시예들에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치(200)를 개략적으로 도시하는 도면이다.

- [0018] 도 2를 참조하면, 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치(200)는 모재 지지부(210), 재료 공급부(220) 및 레이저 조사부(230)를 포함할 수 있다. 모재 지지부(210)는 모재를 지지할 수 있다. 재료 공급부(220)는 전술된 110 단계에서, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 분말을 공급할 수 있다. 제 1 실시예에 따르면, 재료 공급부(220)는 세라믹 복합체 재료의 분말을 모재의 표면에 직접 도포하거나, 세라믹 복합체 재료의 분말이 접착제와 혼합되어 생성되는 페이스트를 모재의 표면에 도포할 수 있다. 제 2 실시예에 따르면, 재료 공급부(220)는 세라믹 복합체 재료의 분말을 노즐을 통해 모재의 표면에 분사할 수 있다. 레이저 조사부(230)는 전술된 120 단계에서, 모재의 표면에 대해 레이저를 조사할 수 있다. 여기서, 레이저는 모재의 형상, 크기, 및 재료에 관계없이, 폭넓게 적용 가능하다. 제 2 실시예에 따르면, 재료 공급부(220)가 세라믹 복합체 재료의 분말이 공급되는 모재의 표면에 동시에, 레이저 조사부(230)가 모재의 표면에 대해 레이저를 조사할 수 있다. 이를 통해, 모재의 용융층이 형성되면서 세라믹 복합체 재료의 입자들이 용융 층 내에 분산될 수 있다. 이 때, 입자들은 레이저에 의해 반응용된 상태로 형태를 유지하면서 용융 층에 결합될 수 있다. 결과적으로, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 강화된 표면 층이 있는 제품이 생성될 수 있다.
- [0019] 도 3은 제 1 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법을 예시적으로 설명하기 위한 도면이다. 여기서, 도 3은 제 1 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치(100)의 모재 지지부(210) 및 레이저 조사부(230)를 예시적으로 도시하고 있다. 도 4 내지 도 13은 제 1 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법에 따른 결과들을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 도 3을 참조하면, 세라믹 복합체 재료의 분말로부터 생성되는 페이스트로 형성된 분말 베드(powder bed)가 미리 정해진 두께(t)로 모재로서의 구조물(work piece)의 표면에 도포된 다음, 모재의 표면에 대해 레이저가 조사될 수 있다. 이 때, 세라믹 복합체 재료는 실리카이고, 모재의 재료는 금속일 수 있다. 이를 통해, 모재의 용융층, 즉, 용융 풀(melt pool)이 형성되면서 모재의 성분과 세라믹 복합체 재료의 입자들의 밀도 차이에 따라 입자들이 용융 층 내에 분산되며, 따라서, 도 4에 도시된 바와 같이, 모재의 표면에 강화된 표면 층이 형성될 수 있다. 여기서, 도 5의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 입자들은 용융 층 내에서 다양한 크기들로 분산될 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 모재에서의 용융 층의 깊이(D)와 폭(W)은 레이저의 강도(P)에 따라, 다를 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 입자들의 크기는 레이저의 강도(P) 또는 조사 시간 중 적어도 하나에 따라, 다를 수 있다.
- [0021] 따라서, 도 8에 도시된 바와 같이, 입자들의 각각에 대해 중앙 영역(core zone)에서 외측으로 갈수록 원소 성분 구배가 점진적으로 변하는 코어-셸 구조가 구현될 수 있다. 구체적으로, 도 9에 도시된 바와 같이, 세라믹 복합체 재료의 원소들에 대한 성분의 비율은 중앙 영역에서 가장 높고 중앙 영역에서 멀수록 감소되고, 입자들의 각각에 대해 중앙 영역을 둘러싸는 외측 영역(gradient zone)에서는 세라믹 복합체 재료의 원소들과 모재의 원소들이 혼합되어 있을 수 있다. 여기서, 외측 영역의 두께는 레이저에 따라, 다를 수 있다. 예를 들면, 외측 영역은 레이저의 강도(P) 또는 조사 시간 중 적어도 하나에 따라, 더 두껍거나 더 얇게 형성될 수 있다. 이 때, 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 세라믹 복합체 재료의 분말이 도포되지 않은 모재의 표면에 레이저를 조사하는 경우, 모재의 표면 층이 용융되고 응고되면서, 수직상 결정 조직이 성장되지만, 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 세라믹 복합체 재료의 분말이 도포된 모재의 표면에 레이저를 조사하는 경우, 모재의 표면 층이 용융되고 응고되면서, 세라믹 복합체 재료의 입자들을 포함하여 수직상 결정 조직이 성장될 수 있다. 아울러, 도 11에 도시된 바와 같이, 세라믹 복합체 재료의 입자들은 레이저에 의해 반응용된 상태로 형태를 유지하면서 용융 층에 결합될 수 있다. 구체적으로, 도 11의 (a)에 도시된 바와 같이, 금속의 입자는 일반적으로 마름모꼴의 형상을 갖고, 실리카의 입자는 원형의 형상을 가지며, 도 11의 (b)에 도시된 바와 같이, 금속의 입자와 실리카의 입자가 결합될 때, 실리카의 형태는 유지되나 금속의 입자는 실리카의 입자에 의해 변형될 수 있다.
- [0022] 결과적으로, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 강화된 표면 층이 있는 제품이 생성될 수 있다. 이 때, 제품의 단면에서의 경도 분포를 나타내는 도 12에 따르면, 제품의 강화된 표면 층에 상대적으로 높은 경도가 분포될 수 있다. 여기서, 도 13에 도시된 바와 같이, 모재에서의 평균 경도에 비해, 강화된 표면 층에서의 평균 경도가 평균 20 % 이상 높을 수 있다.
- [0023] 도 14는 제 2 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법을 예시적으로 설명하기 위한 도면이다. 여기서, 도 14는 제 2 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 장치(100)의 모재 지지부(210), 재료 공급부(220) 및 레이저 조사부(230)를 예시적으로 도시하고 있다. 도 15 및 도 16은 제 2 실시예에 따른 고품질 세라믹 복합체 표면 처리 방법에 따른 결과들을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0024] 도 14를 참조하면, 노즐(nozzle)을 통해 세라믹 복합체 재료의 분말이 모재로서의 구조물의 표면에 공급되는 동

시에, 모재의 표면에 대해 레이저가 조사될 수 있다. 이 때, 세라믹 복합체 재료는 실리카이고, 모재의 재료는 금속일 수 있다. 이를 통해, 모재의 용융 층, 즉, 용융 풀(melt pool)이 형성되면서 모재의 성분과 세라믹 복합체 재료의 입자들의 밀도 차이에 따라 입자들이 용융 층 내에 분산되며, 따라서, 모재의 표면에 강화된 표면 층이 형성될 수 있다. 여기서, 도 15에 도시된 바와 같이, 입자들은 용융 층 내에서 다양한 크기들로 분산될 수 있다. 구체적으로, 입자들의 크기는 노즐을 통한 세라믹 복합체 재료의 분말의 공급 속도(powder feeding rate; FR)(g/min) 또는 레이저의 조사 횟수(모재에 대한 레이저에 의한 재용융(remelting) 횟수(L0/L1/L2))에 따라, 다를 수 있다.

[0025] 따라서, 도 16에 도시된 바와 같이, 세라믹 복합체 재료의 입자들은 레이저에 의해 반응용된 상태로 형태를 유지하면서 용융 층에 결합되어 반응용-합금화되면서, 입자들의 각각에 대해 중앙 영역에서 외측으로 갈수록 원소 성분 구배가 점진적으로 변하는 코어-셸 구조가 구현될 수 있다. 구체적으로, 세라믹 복합체 재료의 원소들에 대한 성분의 비율은 중앙 영역에서 가장 높고 중앙 영역에서 멀수록 감소되고, 입자들의 각각에 대해 중앙 영역을 둘러싸는 외측 영역에서는 세라믹 복합체 재료의 원소들과 모재의 원소들이 혼합되어 있을 수 있다.

[0026] 결과적으로, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 강화된 표면 층이 있는 제품이 생성될 수 있다. 이 때, 제품의 강화된 표면 층에 상대적으로 높은 경도가 분포될 수 있다. 여기서, 도 17에 도시된 바와 같이, 모재에서의 평균 경도에 비해, 강화된 표면 층에서의 평균 경도가 높을 수 있다. 아울러, 세라믹 복합체 재료의 분말을 모재의 표면에 분사하면서 레이저를 조사하는 과정이 반복됨에 따라 강화된 표면 층은 복수의 레이어들로 구성될 수 있으며, 레이어들의 수가 많을수록 강화된 표면 층의 평균 경도가 높을 수 있다.

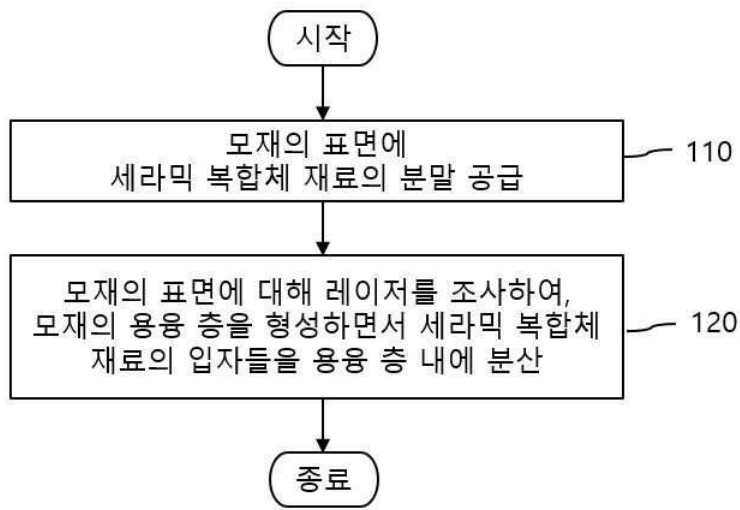
[0027] 본 개시에 따르면, 모재의 표면에 세라믹 복합체 재료의 입자들이 분산되어 있는 강화된 표면 층이 형성될 수 있다. 세라믹 복합체 재료의 분말이 도포된 모재의 표면에 대해 레이저가 조사됨으로써, 세라믹 복합체 재료의 입자들이 반응용된 상태로 형태를 유지하면서 모재의 용융 층에 분산되면서 결합되어 반응용-합금화되며, 따라서, 강화된 표면 층이 형성될 수 있다. 이러한 강화된 표면 층은 높은 경도와 우수한 내마모성을 가질 뿐만 아니라, 모재로부터 박리되지 않도록 높은 결합성을 가질 수 있다.

[0029] 본 문서의 다양한 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성 요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및/또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C" 또는 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", "첫째" 또는 "둘째" 등의 표현들은 해당 구성 요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성 요소를 다른 구성 요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성 요소들을 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성 요소가 다른(예: 제 2) 구성 요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성 요소가 상기 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성 요소(예: 제 3 구성 요소)를 통하여 연결될 수 있다.

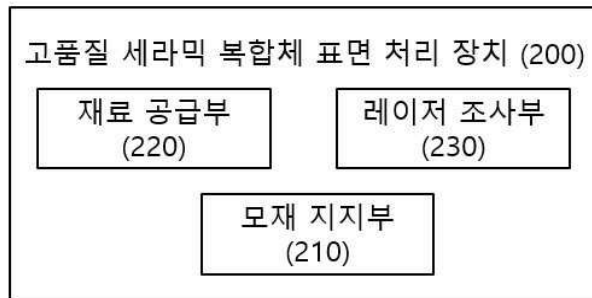
[0030] 다양한 실시예들에 따르면, 기술한 구성 요소들의 각각의 구성 요소는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 기술한 해당 구성 요소들 중 하나 이상의 구성 요소들 또는 단계들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성 요소들 또는 단계들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성 요소들은 하나의 구성 요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성 요소는 복수의 구성 요소들 각각의 구성 요소의 하나 이상의 기능들을 통합 이전에 복수의 구성 요소들 중 해당 구성 요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다.

도면

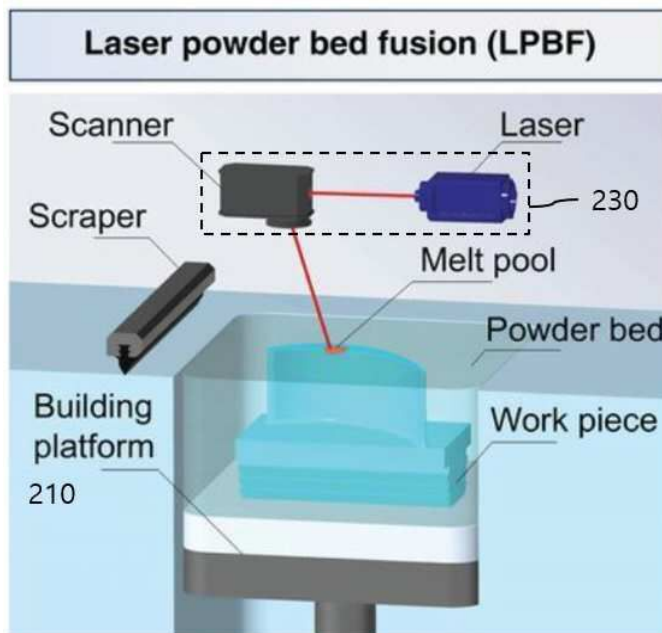
도면1



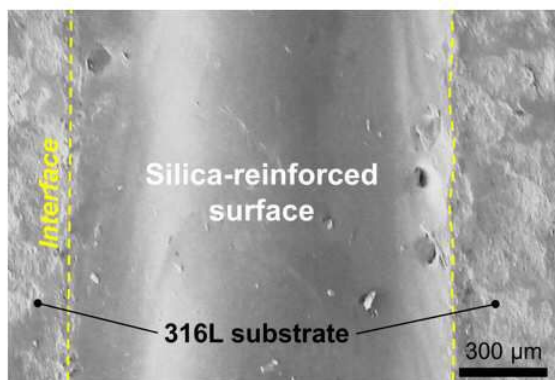
도면2



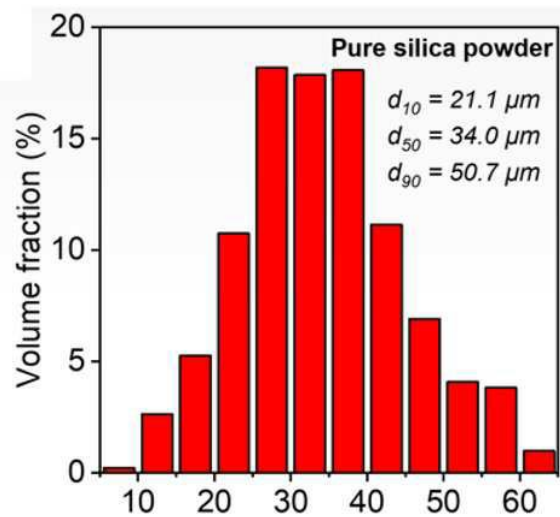
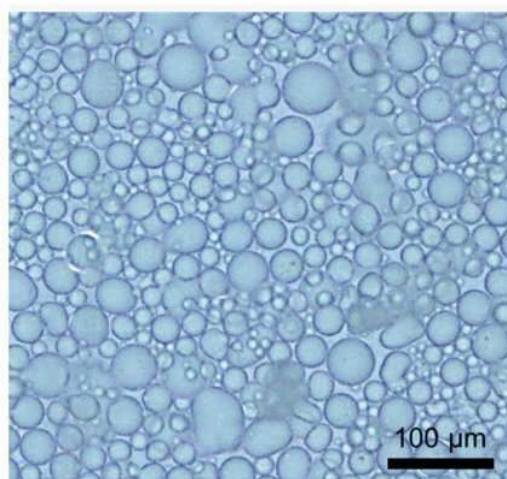
도면3



도면4



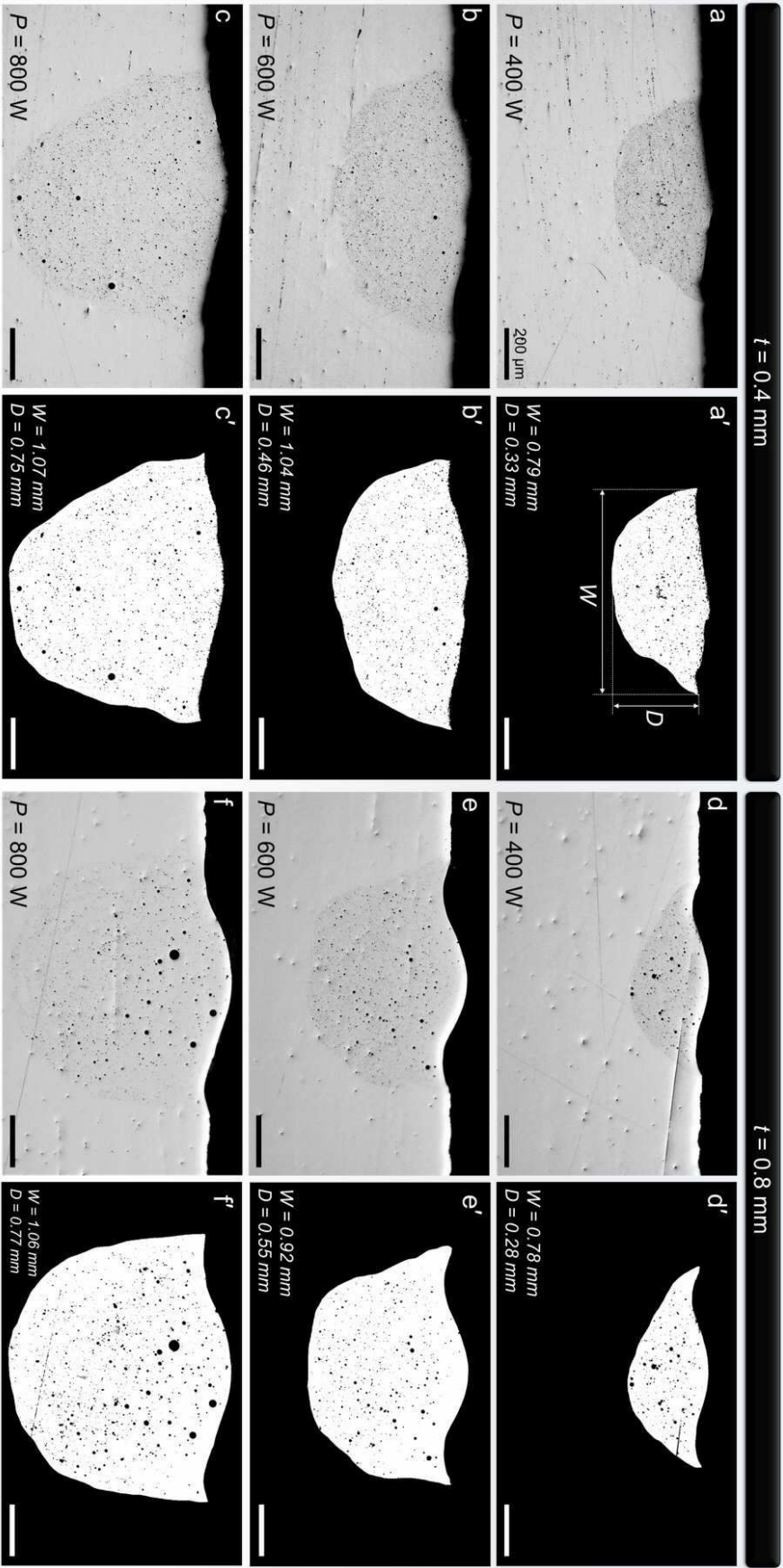
도면5



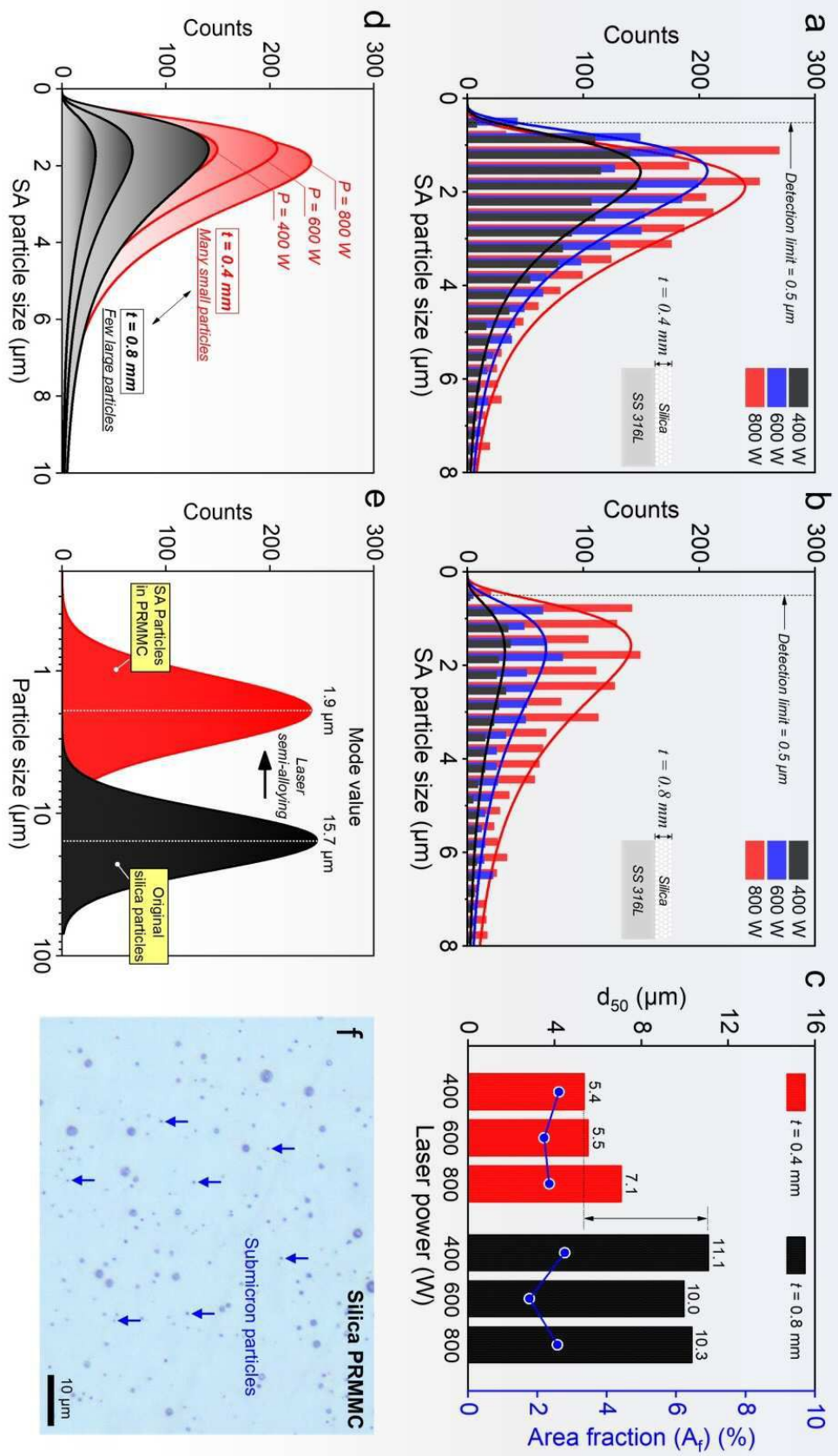
(a)

(b)

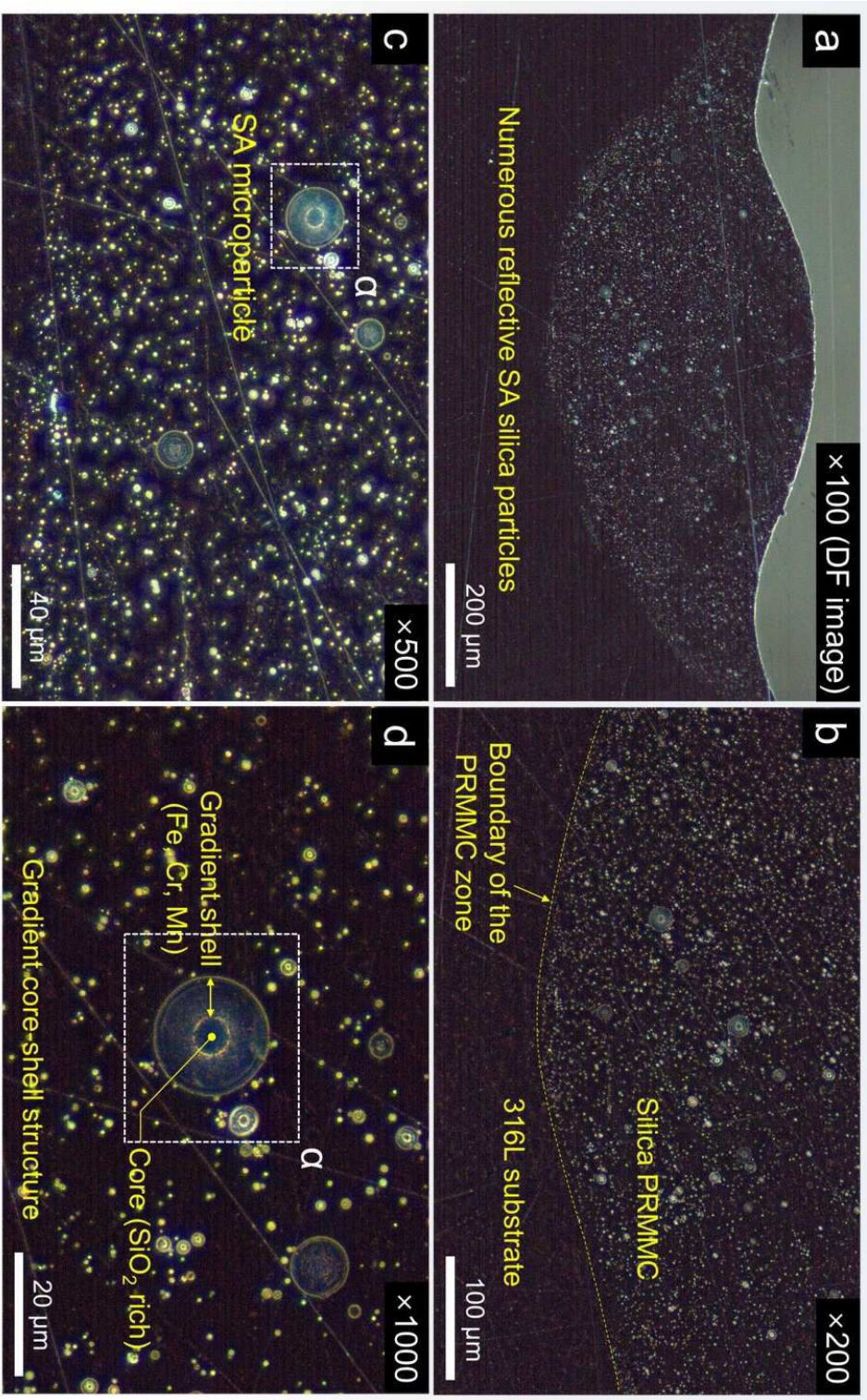
도면6



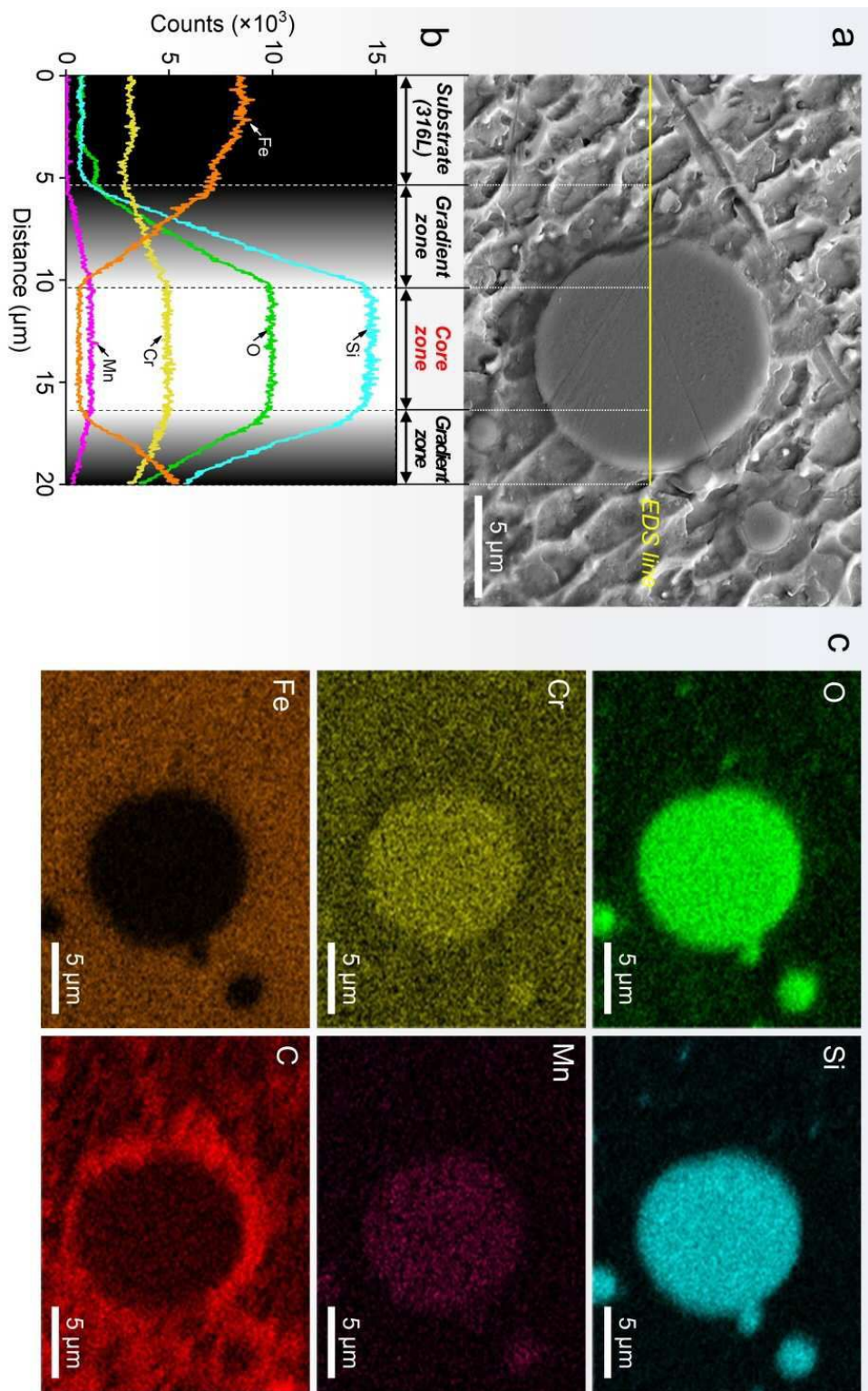
도면7



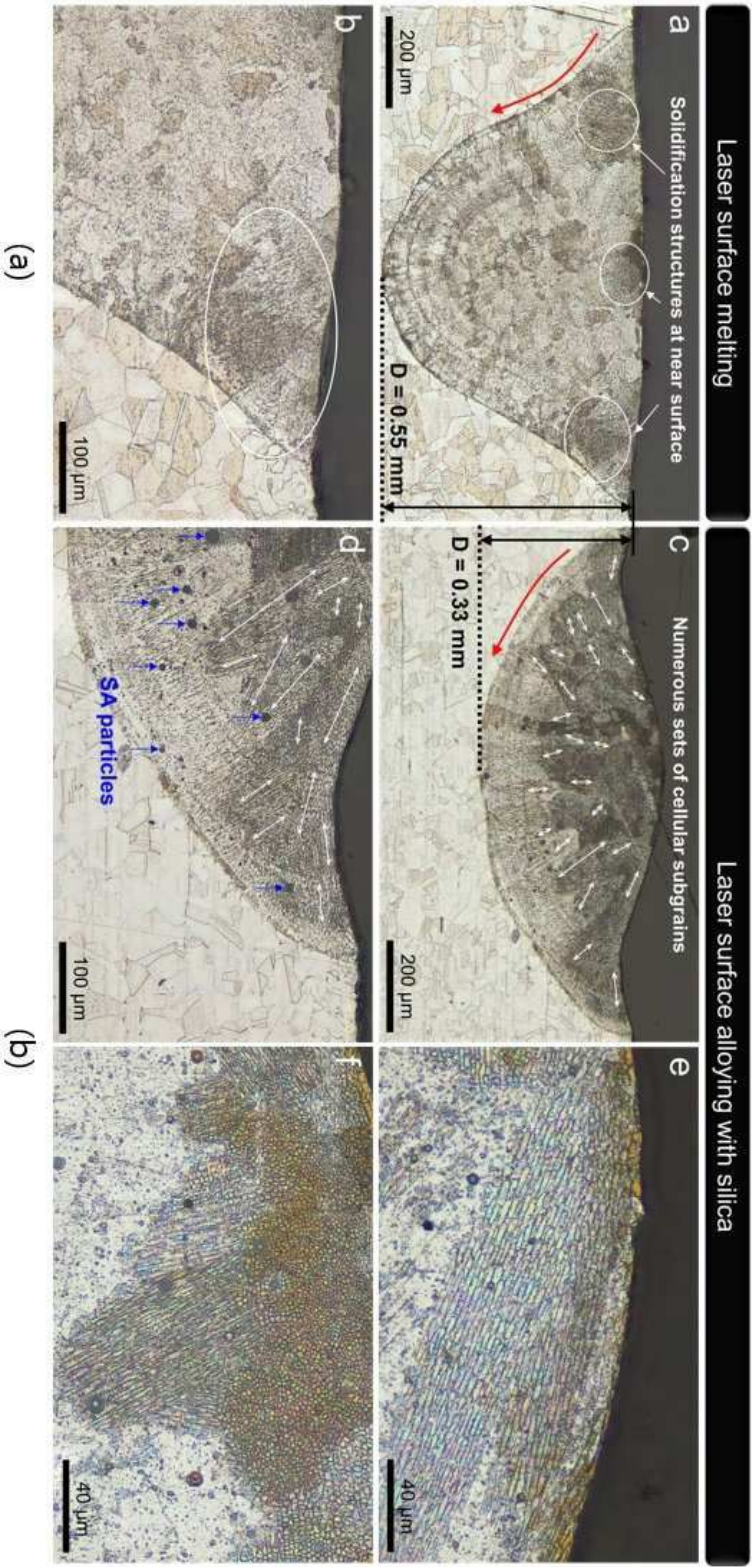
도면8



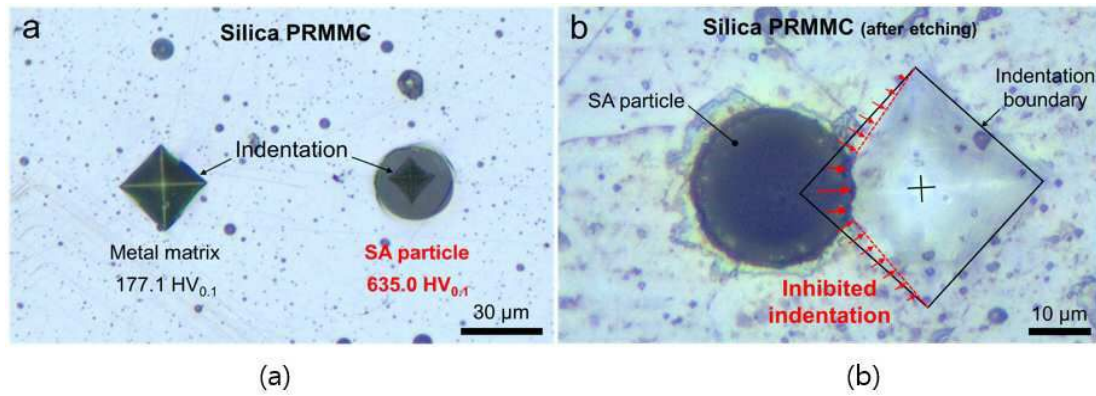
도면9



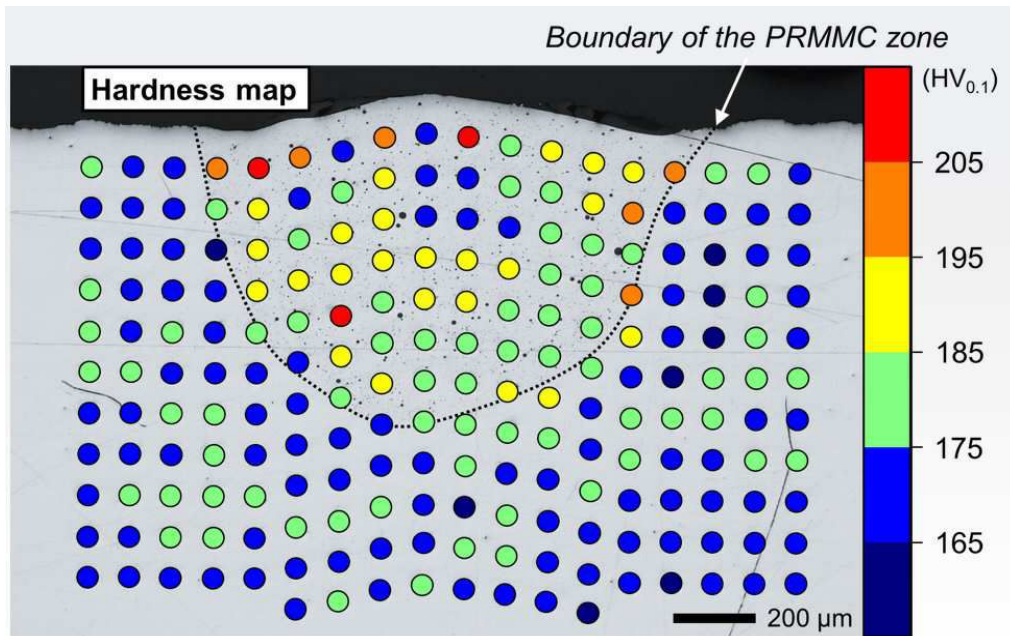
도면10



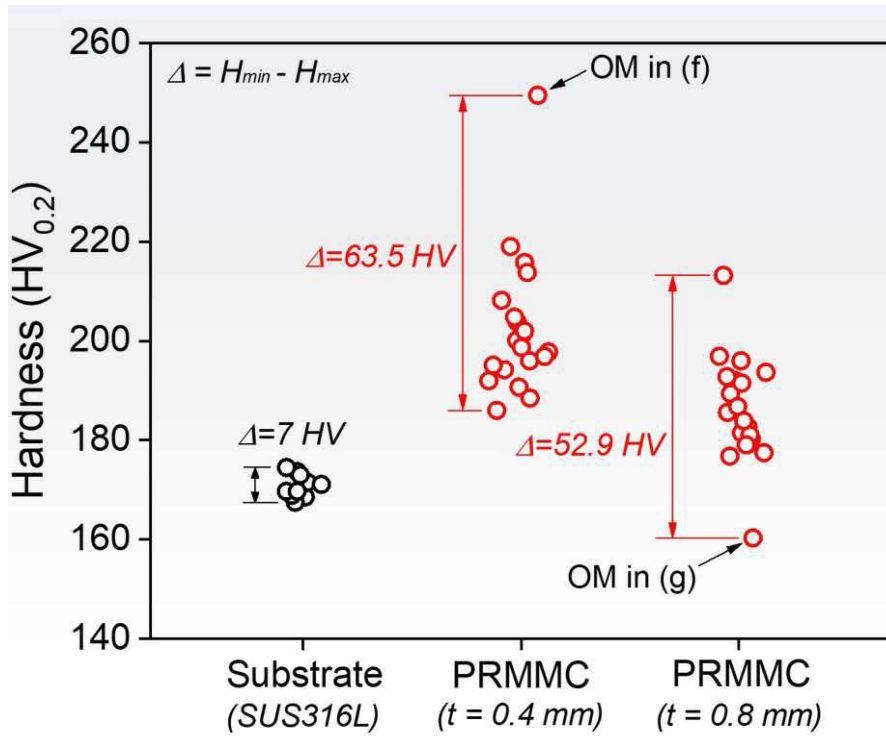
도면11



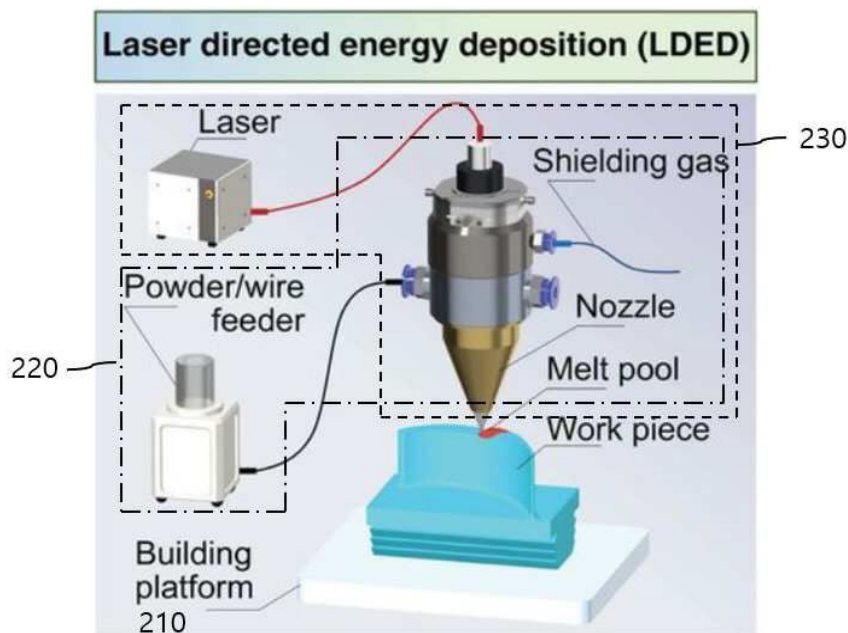
도면12



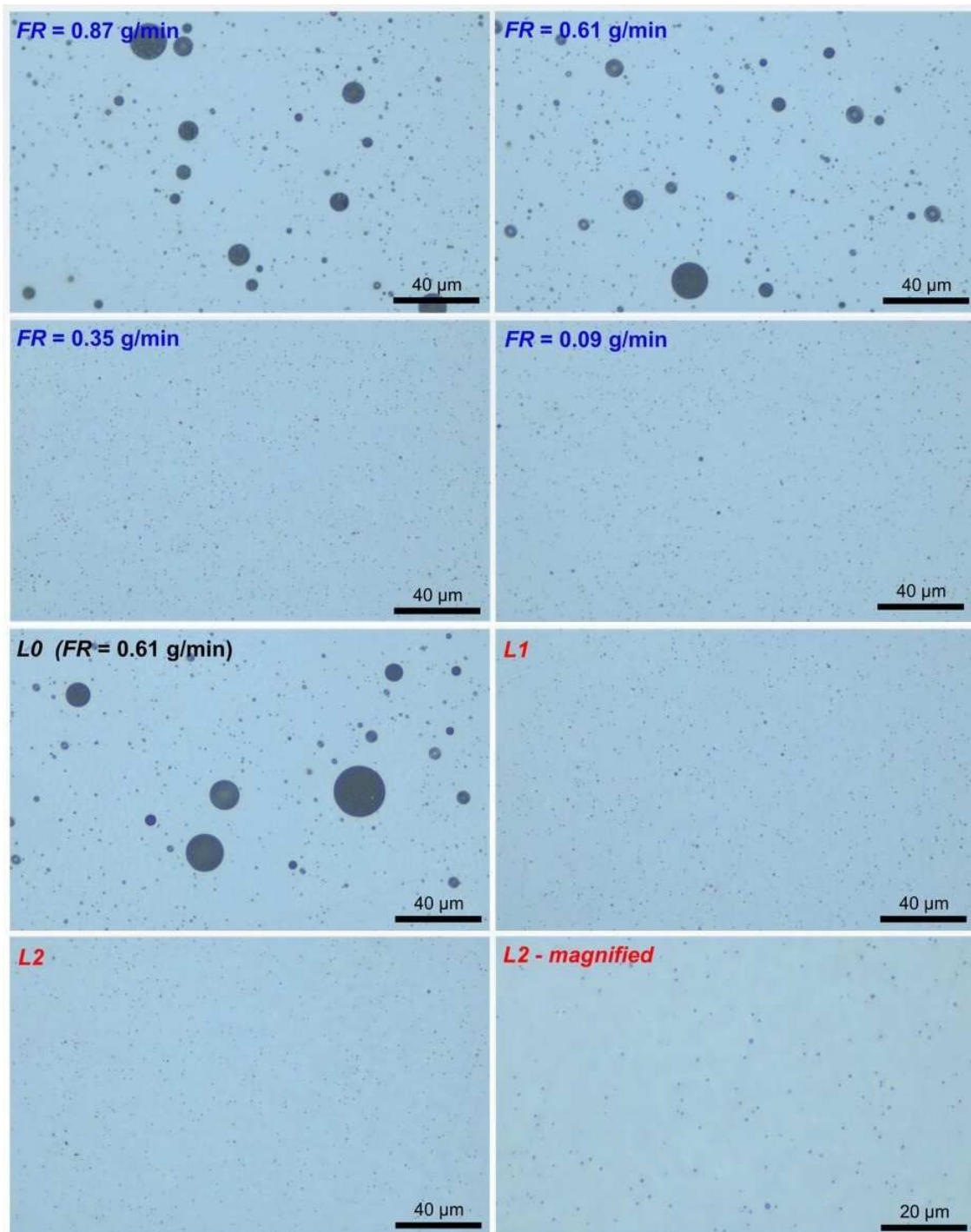
도면13



도면14



도면15



도면16

