(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0124636
(43) 공개일자 2024년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/352 (2014.01) *B23K 26/03* (2014.01)
B23K 26/21 (2014.01) *B23K 26/70* (2014.01)
(52) CPC특허분류
B23K 26/352 (2018.08)
B23K 26/034 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0017378
(22) 출원일자 2023년02월09일
심사청구일자 2023년02월09일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
최해운
대구광역시 수성구 청수로 261 캐슬골드파크 4단지
전인호
대구광역시 달성군 다사읍 죽곡1길 42 대실역e-편한세상
(74) 대리인
김일환

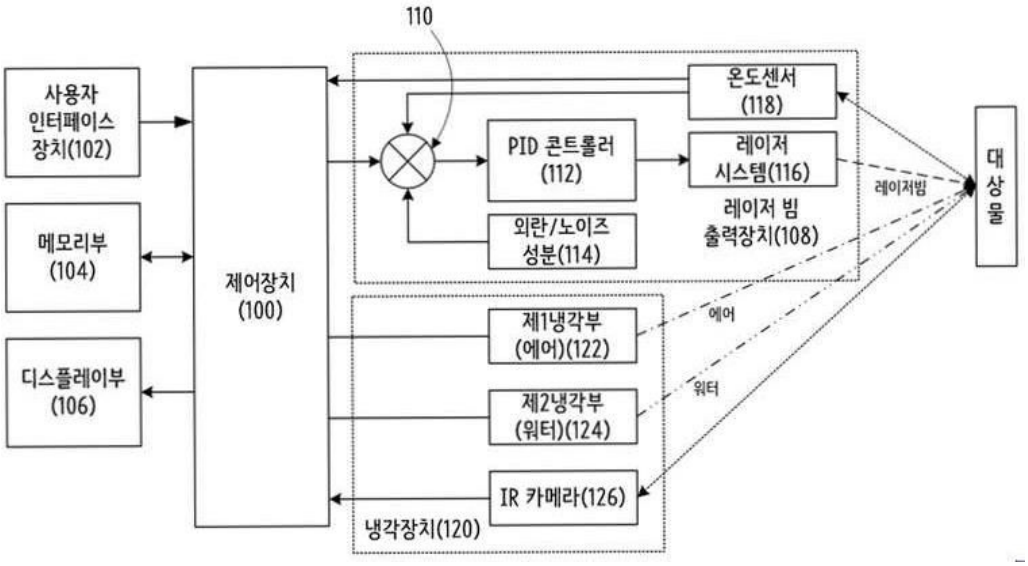
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치는, 레이저 빔을 생성하여 대상물의 표면에 조사하여 상기 대상물의 표면에 대한 열처리 또는 용접을 이행하는 레이저 시스템; 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면에 대한 온도를 센싱하는 온도센서; 상기 온도센서에 의해 센싱된 온도와 미리 설정된 온도를 비교하여 오차를 검출하고 그 오차에 따라 미리 설정된 온도를 조정하고, 조정된 온도에 대응되는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템을 제어하는 PID 콘트롤러; 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 냉각장치; 및 상기 레이저 시스템을 구동하여 상기 대상물의 표면에 대해 열을 가하여 열처리 또는 용접을 이행함과 동시에, 상기 냉각장치를 구동하여 상기 열처리 또는 용접이 이행되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 제어장치;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B23K 26/21 (2015.10)
B23K 26/703 (2015.10)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356176
과제번호	LINC3.0-2022-49
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학연협력고도화지원
연구과제명	3단계산학연협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치에 있어서,

레이저 빔을 생성하여 대상물의 표면에 조사하여 상기 대상물의 표면에 대한 열처리 또는 용접을 이행하는 레이저 시스템;

상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면에 대한 온도를 센싱하는 온도센서;

상기 온도센서에 의해 센싱된 온도와 미리 설정된 온도를 비교하여 오차를 검출하고 그 오차에 따라 미리 설정된 온도를 조정하고, 조정된 온도에 대응되는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템을 제어하는 PID 콘트롤러;

상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 냉각장치; 및

상기 레이저 시스템을 구동하여 상기 대상물의 표면에 대해 열을 가하여 열처리 또는 용접을 이행함과 동시에, 상기 냉각장치를 구동하여 상기 열처리 또는 용접이 이행되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 제어장치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 냉각장치는 상기 주변영역에 에어를 공급하여 냉각을 이행하는 제1냉각부 및 상기 주변영역에 워터를 공급하여 냉각을 이행하는 제2냉각부 중 하나 이상을 포함하여 구성되며,

상기 제어장치는 상기 제1냉각부 및 제2냉각부 중 하나 이상을 구동하여 주변영역을 냉각함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 냉각장치에 의해 냉각되는 주변영역을 촬상하는 IR 카메라;를 더 포함하며,

상기 제어장치는 상기 IR 카메라에 의해 촬상된 촬상정보를 토대로 상기 주변영역의 온도를 검출하고, 그 온도에 따라 상기 제1냉각부의 에어공급량 또는 제2냉각부의 워터공급량을 조절하여 상기 냉각장치의 냉각강도를 조절함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 미리 설정된 온도는 대상물의 종류와 열처리 또는 용접방식에 따라 상이하게 설정되며, 상기 제어장치는 대상물의 종류와 열처리 또는 용접방식에 따라 상이하게 설정된 온도에 대한 정보를 상기 PID 콘트롤러에 제공하여,

상기 PID 콘트롤러가 대상물의 종류에 따라 각기 다른 온도로 열처리 또는 용접되게 하는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템을 제어함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 PID 콘트롤러가 외란 또는 노이즈성분을 상기 오차에 부가함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 냉각장치에 의해 냉각되는 주변영역에 대한 온도를 센싱하기 위해 싱하는 제2온도센서;를 더 포함하며,

상기 제어장치는 상기 제2온도센서에 의해 센싱된 온도에 따라 상기 제1냉각부의 에어공급량 또는 제2냉각부의 워터공급량을 조절하여 상기 냉각장치의 냉각강도를 조절함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치.

청구항 7

레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법에 있어서,

레이저 시스템과 냉장장치와 제어장치를 포함하는 열처리 장치에서, 상기 제어장치가, 레이저 빔을 통해 레이저 빔을 생성하여 대상물의 표면에 조사하여 상기 대상물의 표면에 대한 열처리 또는 용접을 이행함과 아울러,

냉각장치를 통해 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 단계; 및

온도센서를 통해 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면에 대한 온도를 센싱하고, 그 센싱된 온도와 미리 설정된 온도를 비교하여 오차를 검출하고 그 오차에 따라 미리 설정된 온도를 조정하고, 조정된 온도에 대응되는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템을 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 냉각장치는 상기 주변영역에 에어를 공급하여 냉각을 이행하는 제1냉각부 및 상기 주변영역에 워터를 공급하여 냉각을 이행하는 제2냉각부 중 하나 이상을 포함하여 구성되며,

상기 제어장치가, 상기 제1냉각부 및 제2냉각부 중 하나 이상을 구동하여 주변영역을 냉각함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 냉각장치에 의해 냉각되는 주변영역을 촬상하는 IR 카메라;를 더 포함하며,

상기 제어장치가, 상기 IR 카메라에 의해 촬상된 촬상정보를 토대로 상기 주변영역의 온도를 검출하고, 그 온도에 따라 상기 제1냉각부의 에어공급량 또는 제2냉각부의 워터공급량을 조절하여 상기 냉각장치의 냉각강도를 조절함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 미리 설정된 온도는 대상물의 종류와 열처리 또는 용접방식에 따라 상이하게 설정되며, 상기 제어장치는 대상물의 종류와 열처리 또는 용접방식에 따라 상이하게 설정된 온도에 대한 정보를 PID 콘트롤러에 제공하여,

상기 PID 콘트롤러가 대상물의 종류에 따라 각기 다른 온도로 열처리 또는 용접되게 하는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템을 제어함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 PID 콘트롤러가 외란 또는 노이즈성분을 상기 오차에 부가함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 냉각장치에 의해 냉각되는 주변영역에 대한 온도를 센싱하기 위해 싱하는 제2온도센서;를 더 포함하며,

상기 제어장치는 상기 제2온도센서에 의해 센싱된 온도에 따라 상기 제1냉각부의 에어공급량 또는 제2냉각부의 워터공급량을 조절하여 상기 냉각장치의 냉각강도를 조절함을 특징으로 하는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금형에 대한 열처리 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 레이저를 이용하여 대상물을 열처리 또는 용접하면서 냉각을 동시에 이행하여 경도를 높이고 침투깊이를 더 깊게 형성되게 하며 비드폭을 감소시켜 열처리 성능을 향상시킬 수 있는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고출력 레이저를 이용하여 재료를 가공하는 레이저 재료공정(laser material processing), 특히 레이저 표면개질(표면 열처리, 용융, 합금화 등) 및 레이저 클레딩 기술(laser cladding)을 기반으로 CAD 데이터로부터 바로 기능성 소재(금속, 합금, 세라믹 등)를 사용하여 3차원 형태의 제품을 만드는 레이저 직접금속조형기술을 수행할 때, 일반적으로 일정한 레이저 출력 하에서 재료를 가공한다.

[0003] 그러나 일정한 레이저 출력 하에서 가공을 하더라도(다른 가공조건이 모두 동일한 경우에도), 가공 대상물의 물리적 특성, 표면상태, 크기, 두께, 형상 등에 의해 가공층의 두께가 큰 영향을 받는다. 특히, 레이저 표면개질(laser surface modification)과 직접 금속조형기술과 같이, 비교적 넓은 면적을 레이저 처리하는 경우에, 레이저 가공 과정에서 열이 축적(accumulation)되어 모재(substrate)의 표면 온도가 점점 상승하고 이로 인해 모재 표면에 대한 레이저 에너지의 흡수율이 점차 증가되어 가공층의 두께가 두터워지고, 가공층의 금속학적 미세조직도 불균일해 진다.

[0004] 이러한 기술로는 대한민국 특허청에 가공재료의 표면온도 측정에 의한 레이저 출력의 실시간제어 방법과 장치 및 그 용도를 명칭으로 하여 특허공개된 제10-2001-0081868호가 있다. 이는 레이저 발진부에서 발생한 레이저 빔을 빔 전송부 및 집광렌즈부를 통해 모재의 표면에 조사하는 단계와, 상기 모재의 표면에 조사된 레이저 빔과 반응하고 있는 모재의 표면에서 발생하는 적외선(IR)의 온도를 비접촉식 온도센서에 의해 측정하는 단계와, 상기 측정된 온도값에 해당하는 아날로그(analog) 신호를 비례적분미분(PID) 보드부에 입력하는 단계와, 상기 PID 보드부에 입력된 아날로그 신호를 디지탈 신호로 변환한 후 미리 입력되어 있는 목표(설정)온도에 해당하는 전기신호와 비교하여 오차를 확인하는 단계와, 상기 오차에 되먹임(feedback) 값을 결정하여 결과와 온도값을 제어부로 입력하는 단계와, 상기 제어부에 입력된 값에 따라 레이저 빔의 출력을 제어하는 단계를 포함하여 이루어져, PID 보드 제어에 의한 되먹임(feedback)이 반영된 출력을 실시간내에 시편에 조사함과 동시에, 이에 따르는 용융풀 또는 열처리 부의 온도가 설정된 값으로 일정하게 안정적으로 유지되도록 하는 레이저 출력의 실시간 제어 방법을 개시하고 있다.

[0005] 그리고 대한민국 특허청에 레이저가공장치를 명칭으로 하여 특허공개된 제10-2019-0126770호가 있다. 이는 레이저광이 조사된 가공대상물의 열복사의 강도를 측정하는 열복사측정부와, 가공에 사용하는 물체를 대상물로 하여 상기 대상물의 상태를 상기 열복사측정부에 의하여 측정된 열복사의 강도에 근거하여 판정하는 판정부를 구비하는 레이저가공장치를 개시하고 있다.

[0006] 이와 같이 종래에는 레이저를 이용한 열처리 또는 용접 기술에 대해 다양한 기술이 제안되었으나, 여전히 레이저를 이용한 열처리 또는 용접 기술의 성능향상에 대해 절실하게 요구되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공개번호 제1020010081868호

(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개번호 제1020190126770호

(특허문헌 0003)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 레이저를 이용하여 대상물을 열처리 또는 용접하면서 냉각을 동시에 이행하여 경도를 높이고 침투깊이를 더 깊게 형성되게 하며 비드폭을 감소시켜 열처리 성능을 향상시킬 수 있는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치 및 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치는, 레이저 빔을 생성하여 대상물의 표면에 조사하여 상기 대상물의 표면에 대한 열처리 또는 용접을 이행하는 레이저 시스템; 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면에 대한 온도를 센싱하는 온도센서; 상기 온도센서에 의해 센싱된 온도와 미리 설정된 온도를 비교하여 오차를 검출하고 그 오차에 따라 미리 설정된 온도를 조정하고, 조정된 온도에 대응되는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템을 제어하는 PID 콘트롤러; 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 냉각장치; 및 상기 레이저 시스템을 구동하여 상기 대상물의 표면에 대해 열을 가하여 열처리 또는 용접을 이행함과 동시에, 상기 냉각장치를 구동하여 상기 열처리 또는 용접이 이행되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각하는 제어장치;를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명은 레이저를 이용하여 대상물을 열처리 또는 용접하면서 냉각을 동시에 이행하여 경도를 높이고 침투깊이를 더 깊게 형성되게 하며 비드폭을 감소시켜 열처리 성능을 향상시킬 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 레이저와 냉각장치를 구비한 열처리 장치의 블럭구성도,

도 2는 도 1의 레이저 열원과 냉각장치의 실제 구성예를 도시한 도면,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 레이저와 냉각장치를 통한 열처리 방법의 절차도,

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 레이저 제어과정의 절차도,

도 5는 본 발명의 실험을 위해 사용된 대상물의 특성 및 레이저 사양을 예시한 도면,

도 6은 실시간 가열 및 냉각 조건을 나타낸 도면,

도 7은 경계조건을 나타낸 도면,

도 8은 케이스별 실험결과의 탑뷰를 도시한 도면,

도 9는 케이스별 실험결과의 단면뷰를 도시한 도면,

도 10은 케이스별 비드폭을 도시한 도면,

도 11은 케이스별 침투깊이를 도시한 도면,

도 12 내지 도 16은 케이스별 경도를 나타낸 도면,

도 17은 IR 카메라를 이용하여 냉각온도를 검출하는 과정을 예시한 도면,

도 18 및 도 19는 가열 및 냉각에 대한 시뮬레이션 결과를 도시한 도면,

도 20은 도 18 및 도 19의 시뮬레이션에 따른 온도 분석표를 도시한 도면,

도 21은 본 발명에 따라 가열 및 냉각에 따른 대상물 내부의 열흐름을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명은 레이저를 이용하여 대상물을 열처리 또는 용접하면서 냉각을 동시에 이행하여 경도를 높이고 침투깊이를 더 깊게 형성되게 하며 비드폭을 감소시켜 열처리 성능을 향상시킬 수 있게 한다.

[0013] 이러한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치의 구성 및 동작을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0014] <레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치의 구성>

[0015] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치의 구성도를 도시한 것이다. 그리고 도 2는 상기의 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치를 실제 구현한 예를 도시한 것이다. 상기 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치는 제어장치(100), 사용자 인터페이스장치(102), 메모리부(104), 디스플레이부(106), 레이저 빔 출력장치(108), 냉각장치(120)로 구성된다. 또한 상기 레이저 빔 출력장치(108) 및 냉각장치(120)를 이송하기 위한 로봇장치가 더 포함될 수 있다.

[0016] 상기 제어장치(100)는 상기 열처리 장치의 각부를 전반적으로 제어하여 본 발명에 따른 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 기능을 수행한다.

[0017] 상기 사용자 인터페이스장치(102)는 사용자로부터의 각종 명령 및 정보를 입력받아 상기 제어장치(100)에 제공한다.

[0018] 상기 메모리부(104)는 상기 제어장치(100)의 처리 프로그램 및 그 처리 프로그램의 수행을 위한 각종 정보를 저장한다.

[0019] 상기 디스플레이부(106)는 상기 제어장치(100)의 제어에 따른 정보를 표시하여 사용자에게 안내한다.

[0020] 상기 레이저 빔 출력장치(108)는 연산부(110)와 PID 콘트롤러(112)와 레이저 시스템(116)과 온도센서(118)로 구성된다. 상기 연산부(110)는 제어장치(100)가 제공한 열처리 또는 용접을 위해 미리 설정된 온도정보, 온도센서(118)가 센싱한 대상물의 표면온도정보, 외란/노이즈 성분(114)을 연산하여 상기 PID 콘트롤러(112)로 제공한다. 상기 PID 콘트롤러(112)는 열처리 또는 용접을 위해 미리 설정된 온도, 상기 온도센서(118)에 의해 센싱된 온도를 비교하여 오차를 검출하고, 상기 오차에 따라 상기 미리 설정된 온도를 조정하고, 그 조정된 온도에 대응되는 레이저 빔을 생성하도록 상기 레이저 시스템(116)을 제어한다. 여기서, 상기 레이저 시스템(116)은 상기 PID 콘트롤러(112)로부터의 제어에 따라 레이저 빔의 강도를 조절한다. 또한 상기 PID 콘트롤러(112)는 상기 오차에 외란 또는 노이즈 성분을 부가함으로써, 외란 또는 노이즈에 의한 영향을 제한할 수 있게 한다.

[0021] 상기 레이저 시스템(116)은 상기 PID 콘트롤러(112)의 제어에 따르는 강도를 가지는 레이저 빔을 생성하여 대상물의 표면에 조사하여 열처리 또는 용접이 이행되도록 한다.

[0022] 상기 온도센서(118)는 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면에 대한 온도를 센싱하여 그에 따른 표면온도정보를 연산부(110)를 통해 PID 콘트롤러(112)로 제공한다.

[0023] 상기 냉각장치(120)는 제1 및 제2냉각부(122,124)와 IR 카메라(126)로 구성되며, 상기 제1냉각부(122)는 상기 제어장치(100)의 제어에 따라 냉각을 위한 에어를 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역에 주입하여 냉각을 이행하고, 상기 제2냉각부(124)는 상기 제어장치(100)의 제어에 따라 냉각을 위한 워터를 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역에 주입하여 냉각을 이행한다. 상기 IR 카메라(126)는 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역을 촬상하고 그에 따른 촬상정보를 상기 제어장치(100)에 제공한다.

[0024] 상기의 제어장치(100)의 동작을 좀더 설명한다. 상기 제어장치(100)는 상기 PID 콘트롤러(112)를 통해 상기 레이저 시스템(116)을 구동하여 상기 대상물의 표면에 대해 열을 가하여 열처리 또는 용접을 이행함과 동시에, 상기 냉각장치(120)를 구동하여 상기 열처리 또는 용접이 이행되는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각한다.

[0025] 또한 상기 제어장치(100)는 상기 냉각장치(120)의 제1냉각부(122) 및 제2냉각부(124) 중 하나를 선택적으로 구동하거나, 동시에 구동하여 상기 레이저 빔이 조사되는 대상물의 표면의 주변영역에 대한 온도를 냉각할 수 있다. 즉, 제어장치(100)는 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식의 특성에 따라 적합한 냉각방식을 선택적으로 취하여 냉각을 이행할 수 있다. 여기서, 적합한 냉각방식은 실험을 통해 결정될 수 있다.

[0026] 또한 상기 제어장치(100)는 상기 IR 카메라(126)에 의해 촬상된 촬상정보를 토대로 상기 주변영역의 온도를 검출하고, 그 온도에 따라 상기 제1냉각부(122)의 에어공급량 또는 제2냉각부(124)의 워터공급량을 조절하여 상기

냉각장치(120)의 냉각강도를 조절한다.

[0027] 또한 상기 제어장치(100)는 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식의 특성에 따라 상이하게 설정된 온도에 대한 정보를 상기 연산부(110)를 통해 PID 콘트롤러(112)에 제공한다. 이로서 본 발명은 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식의 특성에 따라 각기 다른 온도를 위한 레이저 빔이 대상물에 조사될 수 있게 한다.

[0028] 상기 메모리부(102)에는 상기의 제어장치(100)의 프로그램 수행을 위한 정보를 저장하며, 이러한 정보로는 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식의 특성에 따라 상이하게 설정된 가열온도에 대한 정보를 저장하며, 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식의 특성에 따라 상이하게 설정된 냉각방식 및 냉각온도에 대한 정보도 저장한다.

[0029] <레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법의 절차>

[0030] 이제 상기한 바와 같이 구성되는 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 장치에 적용가능한 열처리 방법의 절차를 설명한다.

[0031] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 레이저와 냉각장치를 이용한 열처리 방법의 절차도이다. 상기 도 3을 참조하면, 상기 제어장치(100)는 사용자 인터페이스 장치(104)를 통해 열처리가 요청되면, 열처리 대상이 되는 대상물, 열처리 또는 용접방식을 지시하는 열처리정보를 사용자 인터페이스 장치(104)를 통해 입력받는다(200,202단계).

[0032] 상기 제어장치(100)는 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식에 대응되게 미리 설정된 온도정보를 메모리부(102)에서 독출하고, 그 독출된 온도정보에 따르는 레이저 빔을 생성하여 대상물의 표면에 조사하도록 레이저 빔 출력장치(108)를 구동한다(204단계).

[0033] 이와 동시에 상기 제어장치(100)는 대상물의 종류 및 열처리 또는 용접방식에 대응되게 미리 설정된 냉각방식에 대응되게 제1 및 제2냉각부(122,124) 중 하나 이상을 선택적으로 구동하여 상기 레이저 빔을 조사하는 대상물의 표면의 주변영역을 냉각시킨다(206단계).

[0034] 이후 상기 제어장치(100)는 상기 레이저 빔을 조사하는 대상물의 표면의 주변영역, 즉 냉각영역의 온도를 IR 카메라(126)를 통해 촬상된 촬상정보로부터 검출하고, 그 검출된 온도가 미리 정해진 냉각온도범위를 벗어나면 상기 냉각영역의 온도가 냉각온도범위를 벗어난 정도에 따라 냉각방식 및 냉각강도를 변경한다(210단계). 이러한 레이저 빔 조사 및 냉각은 열처리 또는 용접이 완료될 때까지 동시에 지속된다(212단계).

[0035] 그리고 도 4는 PID 콘트롤러(112)에 의해 이행되는 레이저 빔 제어과정을 도시한 것이다. 상기 도 4를 참조하면, 상기 PID 콘트롤러(112)는 레이저 시스템(116)의 구동이 요청되면, 열처리 또는 용접을 위해 설정된 온도를, 온도센서(118)로부터 피드백된 대상물의 표면온도 그리고 외란/노이즈 성분에 대한 정보에 의해 검출한 오차를 반영하여 조정한다(302단계). 이후 상기 PID 콘트롤러(112)는 조정된 실제 열처리 또는 용접을 위한 온도에 대응되는 레이저 빔을 생성하도록 레이저 시스템(116)을 제어한다(304단계).

[0036] <실험>

[0037] 상기한 본 발명은 레이저를 이용하여 대상물을 열처리 또는 용접하면서 냉각을 동시에 이행하여 경도를 높이고 침투깊이가 더 깊게 형성되게 하며 비드폭을 감소시켜 열처리 또는 용접 성능을 향상시킬 수 있게 하며, 이를 실험을 통해 확인하였다. 이하 상기 실험과정 및 결과를 설명한다.

[0038] 도 5는 본 발명의 실험을 위해 사용된 대상물의 특성 및 레이저 사양을 예시한 것으로, 대상물은 프레스 금형에 사용되는 SKD11을 채용하였고 상기 SKD11 재료의 화학적 성분과 기계적 성질을 확인할 수 있다. 또한, 레이저 빔은 RFL-C8000(파이버 레이저, 1065㎚의 파장을 가지며 최대 6㎾의 파워를 가지고 빔 크기는 8㎜×8㎜이다.

[0039] 도 6은 실시간 가열 및 냉각 조건을 나타낸 것이고 도 7은 경계조건을 나타낸 것으로, 제1케이스(case #1)는 냉각이 없는 경우이고, 제2케이스(case #2)는 에어로 냉각하는 경우이고, 제3케이스(case #3)는 워터로 냉각하는 경우이며, 레이저 빔에 의한 가열온도는 950 ~ 1,100℃이다.

[0040] 도 8은 각 케이스별 실험결과의 탑뷰를 도시한 것이고, 도 9는 각 케이스별 실험결과의 단면뷰를 도시한 것이고, 도 10은 각 케이스별 비드폭을 도시한 것이고, 도 11은 각 케이스별 침투깊이를 도시한 것이고, 도 12 내지 도 16은 각 케이스별 경도를 나타낸 것이다.

[0041] 그리고 도 17은 IR 카메라를 이용하여 냉각온도를 측정하는 과정을 예시한 것이고, 도 18 및 도 19는 가열 및

냉각에 대한 시뮬레이션 결과를 도시한 것이고 도 20는 그에 따른 온도 분석표를 도시한 것이다. 그리고 도 21은 본 발명에 따라 가열 및 냉각에 따른 대상물 내부의 열흐름을 도시한 도면이다.

[0042] 상기의 실험결과를 살펴보면, 열처리(또는 용접)와 동시에 냉각하는 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 경도가 높고 침투깊이가 더 깊게 형성되며 비드폭도 좁아져 열처리(또는 용접) 성능이 향상되었다.

[0043] 상기의 본 발명의 바람직한 실시예에서는 냉각온도를 IR 카메라를 통해 검지하는 것만을 예시하였으나 온도센서를 채용할 수도 있으며, 이는 본 발명에 의해 당업자에게 자명하다.

[0044] 위에서 설명된 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경 및 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 본 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

부호의 설명

[0045] 100 : 제어장치

102 : 사용자 인터페이스 장치

104 : 메모리부

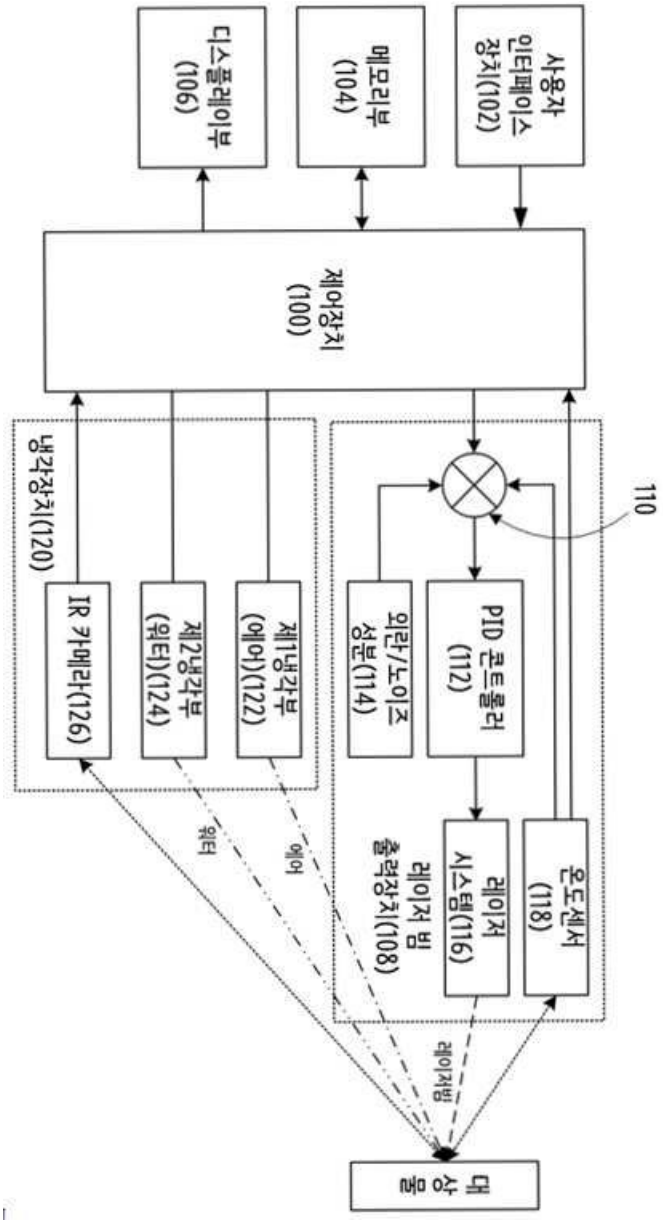
106 : 디스플레이부

108 : 레이저 빔 출력장치

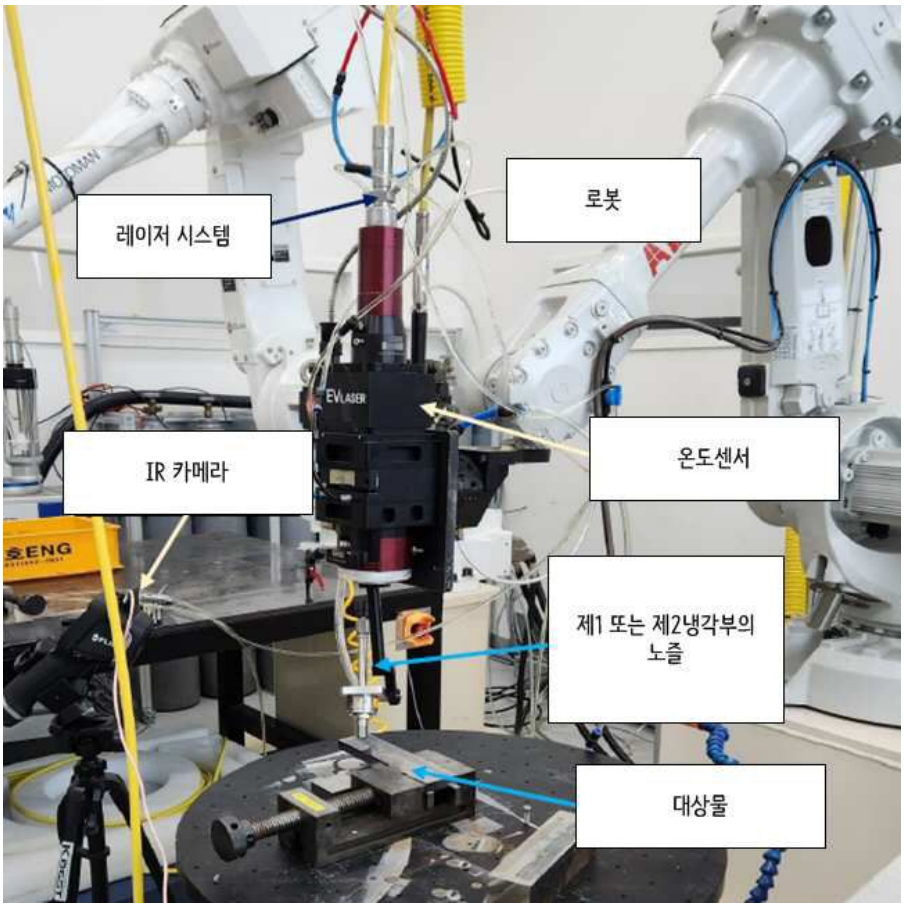
120 : 냉각장치

도면

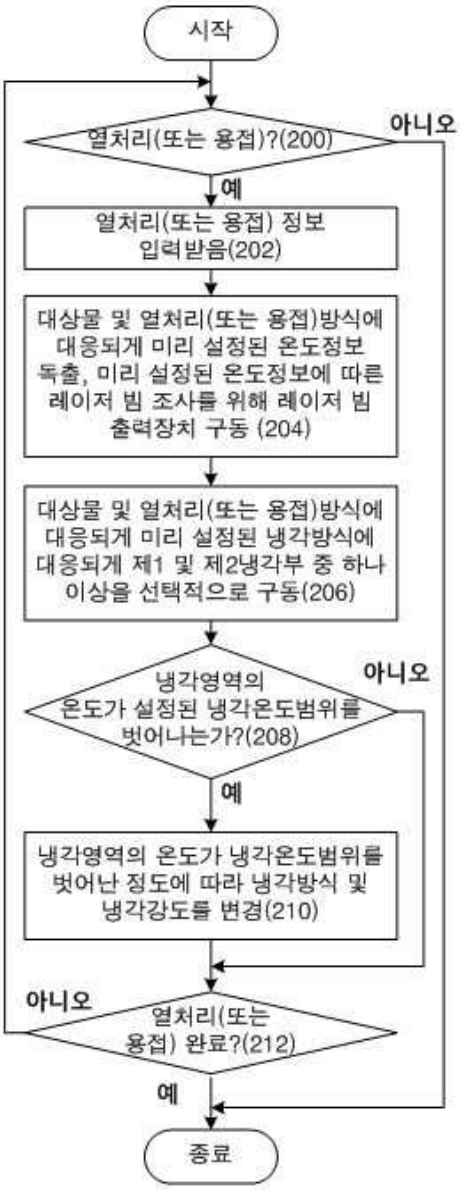
도면1


디스플레이부 (106)
메모리부 (104)
사용자 인터페이스 장치(102)
제어장치 (100)
냉각장치(120)
IR 카메라(126)
제2냉각부 (워터)(124)
제1냉각부 (에어)(122)
110
외란/노이즈 성분(114)
PID 콘트롤러 (112)
레이저 빔 출력장치(108)
레이저 시스템(116)
온도센서 (118)
워터
에어
레이저빔
대상물

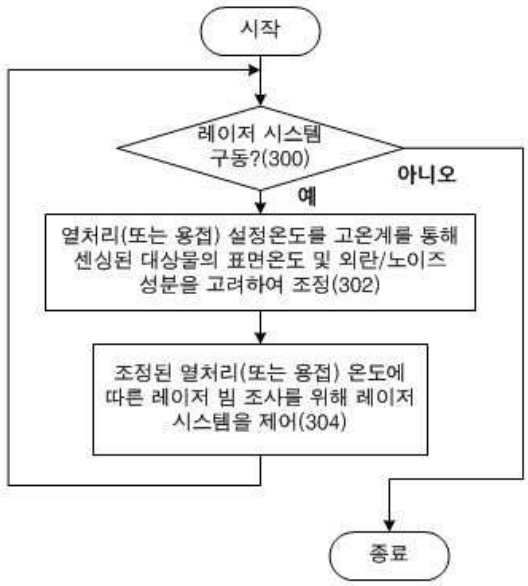
도면2



도면3


시작
열처리(또는 용접)?(200)
아니오
예
열처리(또는 용접) 정보 입력받음(202)
대상물 및 열처리(또는 용접)방식에 대응되게 미리 설정된 온도정보 독출, 미리 설정된 온도정보에 따른 레이저 빔 조사를 위해 레이저 빔 출력장치 구동 (204)
대상물 및 열처리(또는 용접)방식에 대응되게 미리 설정된 냉각방식에 대응되게 제1 및 제2냉각부 중 하나 이상을 선택적으로 구동(206)
냉각영역의 온도가 설정된 냉각온도범위를 벗어나는가?(208)
아니오
예
냉각영역의 온도가 냉각온도범위를 벗어난 정도에 따라 냉각방식 및 냉각강도를 변경(210)
열처리(또는 용접) 완료?(212)
아니오
예
종료

도면4

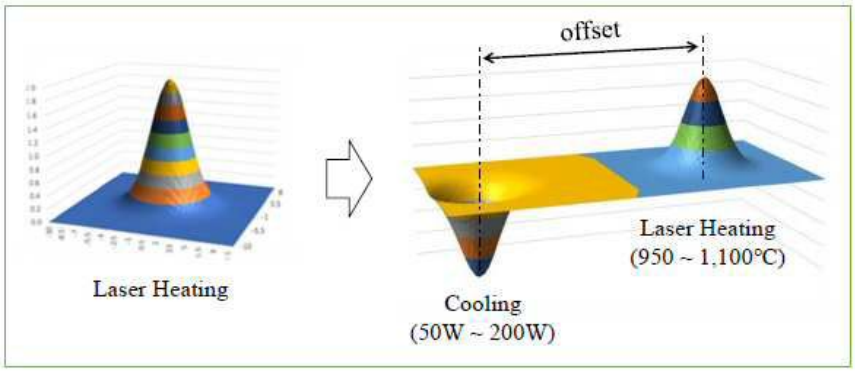


도면5

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
SKD11	1.4~1.6	<0.4	<0.6	<0.03	<0.03	11~13	0.8~1.2	0.2~0.5
	Annealing Hardness		Quenching Hardness		Tensile Strength		Yield Strength	
	≦255 HB		60~63 HRC		1,810 N/mm^2		1,570 N/mm^2	

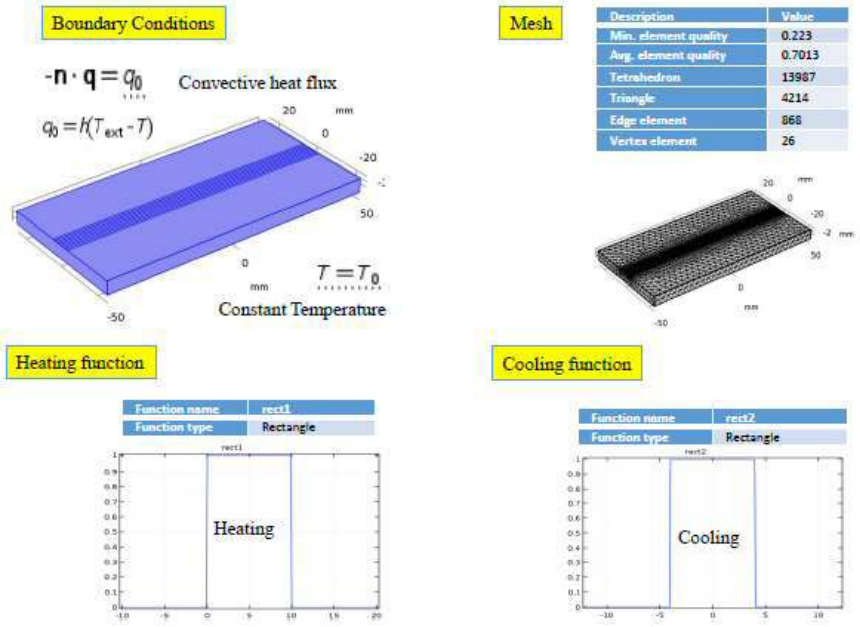
Laser type	RFL-C8000 (Fiber laser)
Wavelength	1065nm
Max. Laser Power	6kW
Beam size	8mm x 8mm

도면6

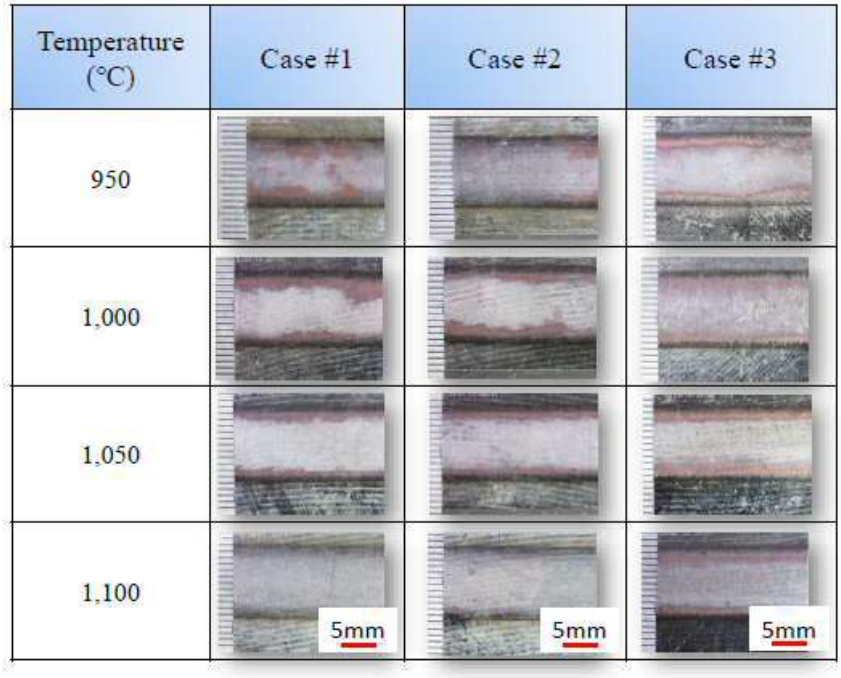


Heating/Cooling	Case #1	Case #2	Case #3
Heating(Setting Temp.)	950 ~ 1,100°C		
Cooling	None	Air	Water

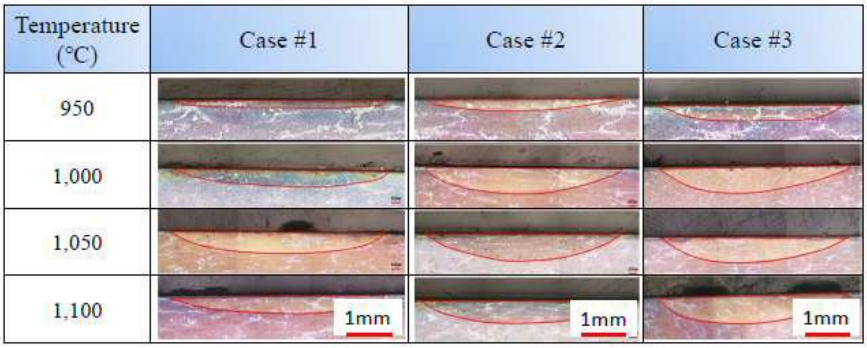
도면7



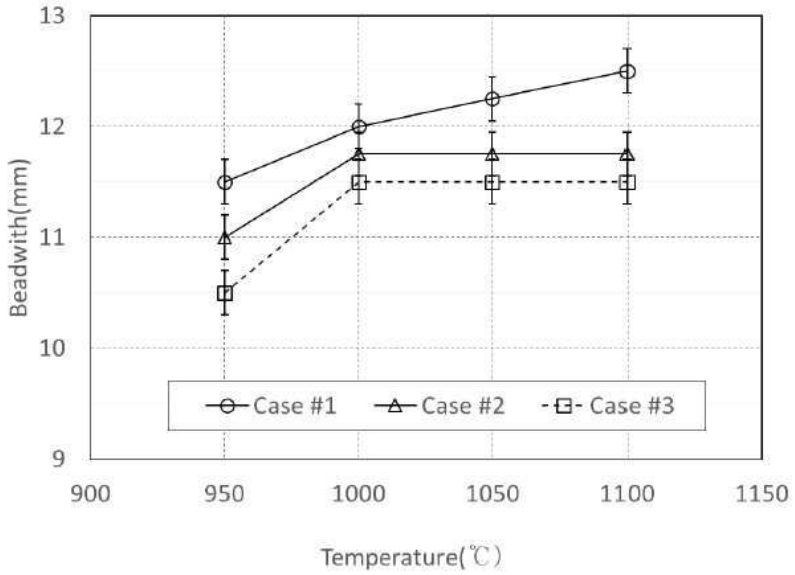
도면8


Temperature (°C)
Case #1
Case #2
Case #3
950
1,000
1,050
1,100
5mm
5mm
5mm

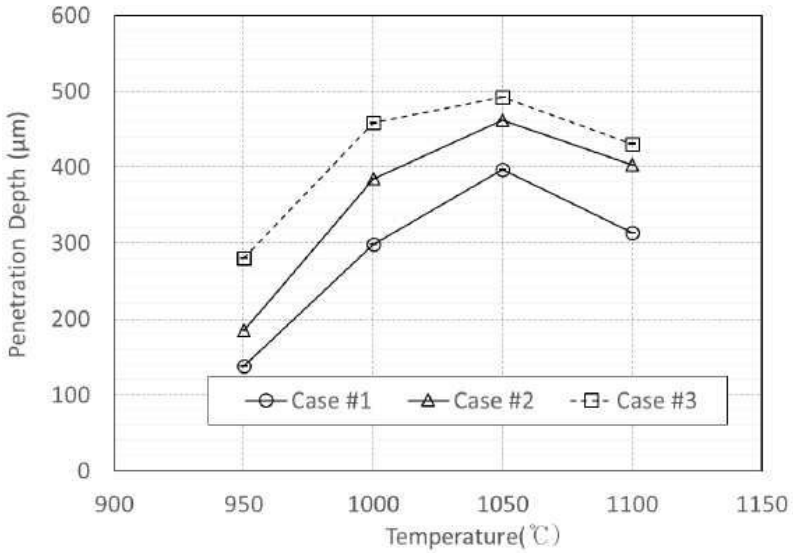
도면9


Temperature (°C)
Case #1
Case #2
Case #3
950
1,000
1,050
1,100
1mm
1mm
1mm

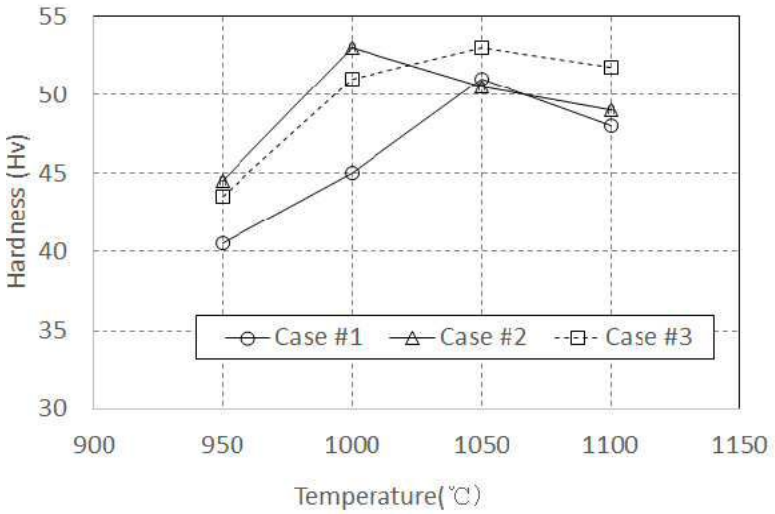
도면10


13
12
11
10
9
Beadwith(mm)
900
950
1000
1050
1100
1150
Temperature(℃)
Case #1
Case #2
Case #3

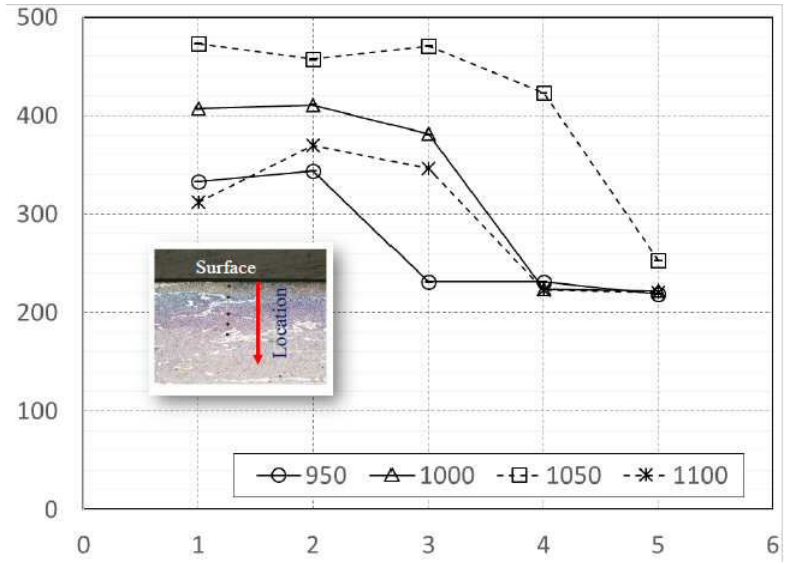
도면11


600
500
400
300
200
100
0
Penetration Depth (μm)
900
950
1000
1050
1100
1150
Temperature(℃)
Case #1
Case #2
Case #3

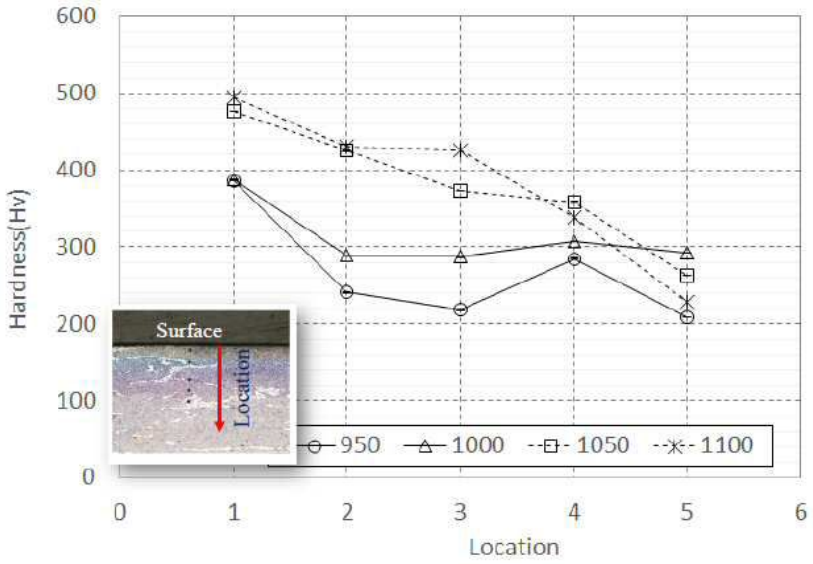
도면12


55
50
45
40
35
30
Hardness (Hv)
900
950
1000
1050
1100
1150
Temperature(℃)
Case #1
Case #2
Case #3

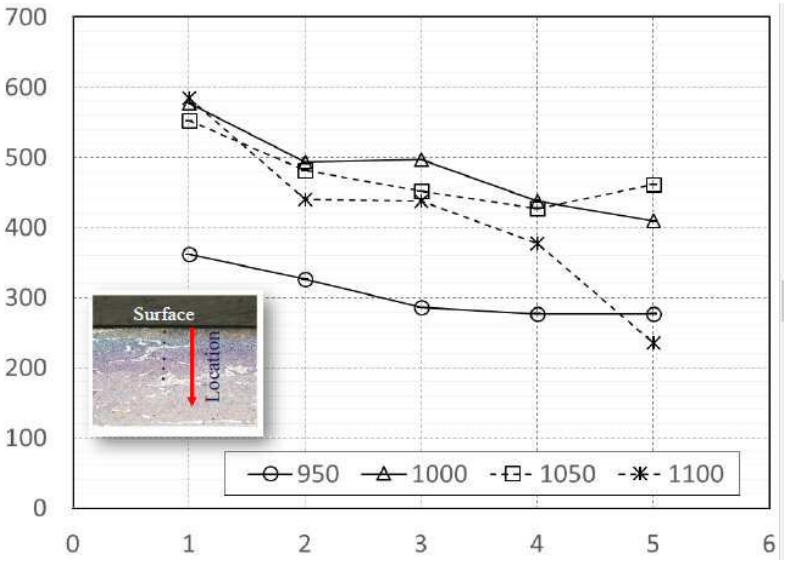
도면13


500
400
300
200
100
0
0
1
2
3
4
5
6
Surface
Location
950
1000
1050
1100

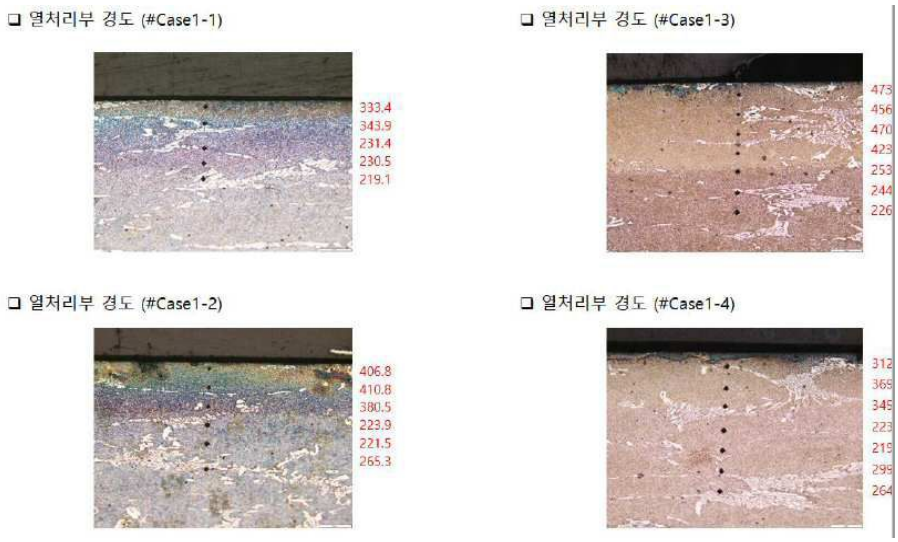
도면14


600
500
400
300
200
100
0
Hardness(Hv)
0
1
2
3
4
5
6
Location
Surface
Location
950
1000
1050
1100

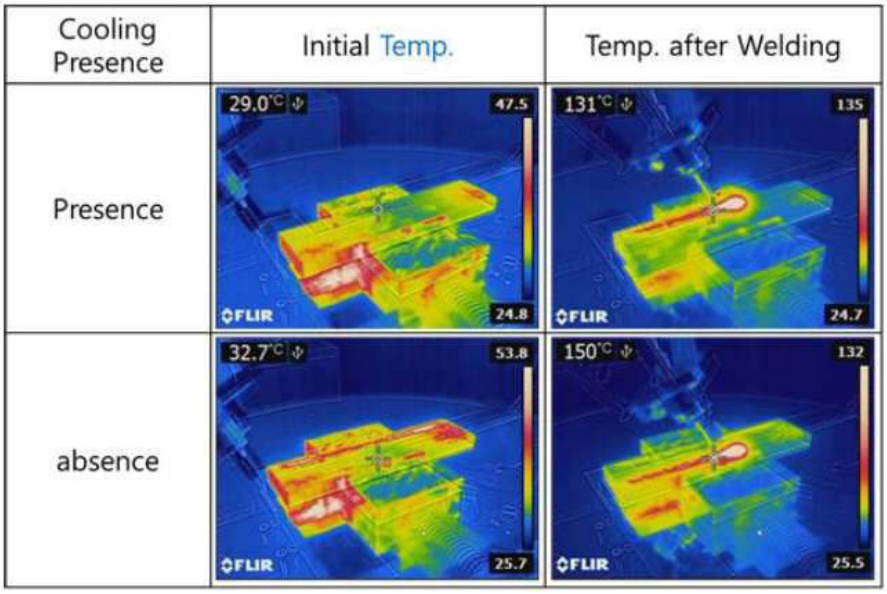
도면15


700
600
500
400
300
200
100
0
0
1
2
3
4
5
6
Surface
Location
950
1000
1050
1100

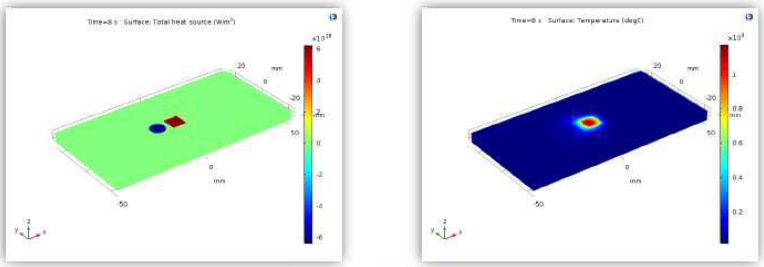
도면16


❑ 열처리부 경도 (#Case1-1)
333.4
343.9
231.4
230.5
219.1
❑ 열처리부 경도 (#Case1-3)
473
456
470
423
253
244
226
❑ 열처리부 경도 (#Case1-2)
406.8
410.8
380.5
223.9
221.5
265.3
❑ 열처리부 경도 (#Case1-4)
312
365
345
223
219
295
264

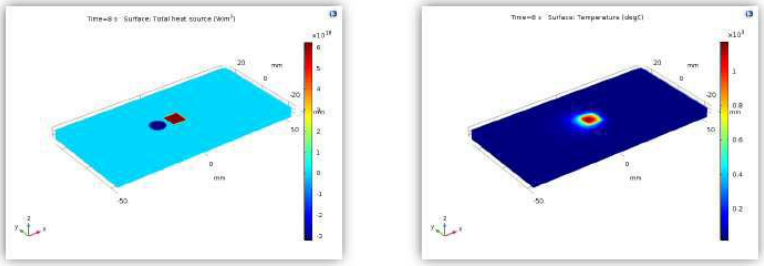
도면17


Cooling Presence
Initial Temp.
Temp. after Welding
Presence
29.0°C
47.5
24.8
FLIR
131°C
135
24.7
FLIR
absence
32.7°C
53.8
25.7
FLIR
150°C
132
25.5
FLIR

도면18

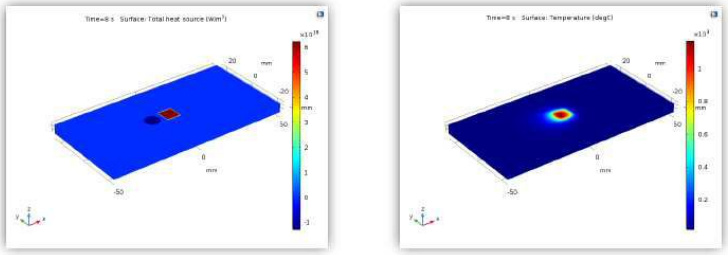


(a) 1500W heat / 1000W cool / 5mm/s

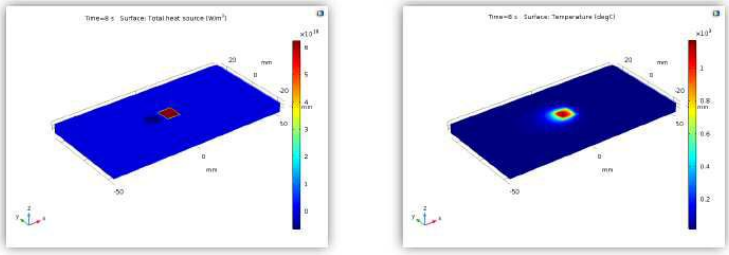


(b) 1500W heat / 500W cool / 5mm/s

도면19

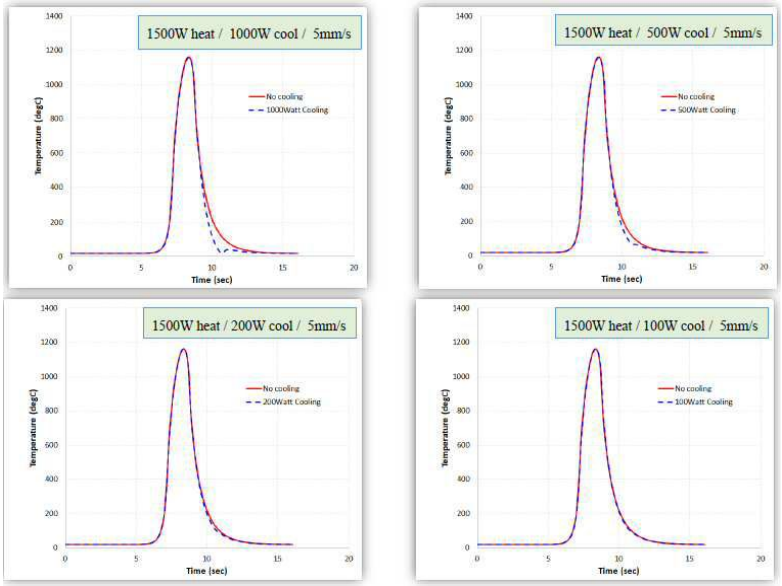


(c) 1500W heat / 200W cool / 5mm/s

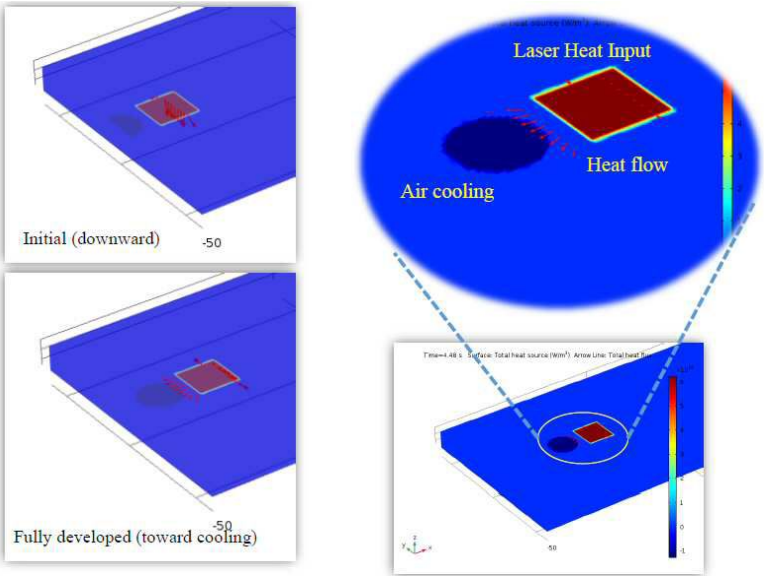


(d) 1500W heat / 100W cool / 5mm/s

도면20


1500W heat / 1000W cool / 5mm/s
No cooling
1000Watt Cooling
1500W heat / 500W cool / 5mm/s
No cooling
500Watt Cooling
1500W heat / 200W cool / 5mm/s
No cooling
200Watt Cooling
1500W heat / 100W cool / 5mm/s
No cooling
100Watt Cooling
Temperature (degC)
Time (sec)

도면21


Initial (downward)
-50
Fully developed (toward cooling)
-50
Laser Heat Input
Heat flow
Air cooling