(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0105550
(43) 공개일자 2025년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21D 22/02 (2006.01) *C21D 1/10* (2006.01)
C21D 1/42 (2006.01) *C21D 9/46* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21D 22/022 (2013.01)
C21D 1/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0198126
(22) 출원일자 2023년12월31일
심사청구일자 2023년12월31일

(71) 출원인
주식회사 엠에스 오토텍
경상북도 경주시 내남면 포석로 16-9
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
유혜준
서울특별시 송파구 중대로 24, 218동 603호
이세원
서울특별시 중구 청파로 454, 1421호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
조영환

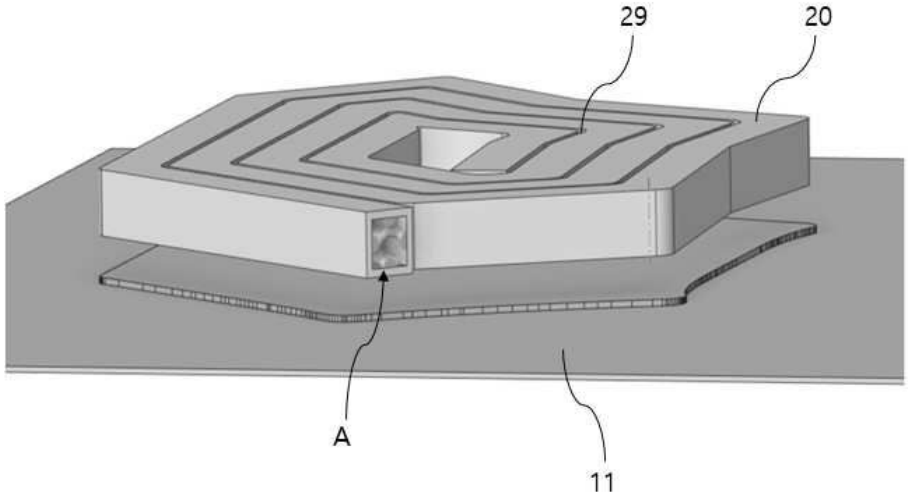
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **핫스탬핑용 고주파 유도 가열장치**

(57) 요 약

핫스탬핑을 위한 블랭크의 예비가열에 사용되는 고주파 유도 가열장치가 소개된다. 가열장치는 포개어져 블랭크를 가압할 수 있도록 구성된 상부 다이 및 하부 다이; 상부 다이 및 하부 다이에 각각 마련된 유도 코일, 유도 코일을 따라서 내부에 유로가 연장됨; 및 유로를 흐르는 냉각수에 터뷸런스가 발생하도록 유로 내에 형성된 다공성 구조물을 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
C21D 1/42 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
(72) 발명자
백창현
서울특별시 성북구 성북로4길 52, 215동 903호
김용찬
서울특별시 강북구 솔샘로 174, 111동 802호
진홍교
경기도 화성시 동탄대로12길 17, 1805동 1604호

명 세 서

청구범위

청구항 1

포개어져 블랭크를 가압할 수 있도록 구성된 상부 다이 및 하부 다이;

상기 상부 다이 및 하부 다이에 각각 마련된 유도 코일, 유도 코일을 따라서 내부에 유로가 연장됨; 및

상기 유로를 흐르는 냉각수에 터뷸런스가 발생하도록 유로 내에 형성된 다공성 구조물을 포함하는 핫스탬핑용 고주파 유도 가열장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 다공성 구조물은 냉각수의 흐름 방향 및 흐름 방향에 수직한 방향으로 각각 벽을 형성하지 않도록, 서로 연결 및 지지하는 복수의 브랜치들로 구성된 핫스탬핑용 고주파 유도 가열장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 유로는,

상기 유도 코일이 블랭크에 접촉되는 높이 방향, 냉각수의 흐름 방향 중 적어도 어느 하나에서 공극의 크기에 변화가 있도록 구성된 핫스탬핑용 고주파 유도 가열장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 유로는,

상기 유도 코일이 블랭크에 접촉디는 높이 방향으로 공극이 작아지며, 냉각수의 흐름 방향으로 공극이 작아지도록 구성된 핫스탬핑용 고주파 유도 가열장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고주파 유도 가열장치, 특히 핫스탬핑을 위한 블랭크의 예비가열에 사용되는 고주파 유도 가열장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전세계적인 환경규제 및 안전법규의 강화 추세에 따라 차량 산업 분야에서 경량화 및 고강도화 요구가 높다. 전통적인 내연기관 차량은 물론 전기차, 수소차 등 소위 친환경 차량에 있어서도 경량화는 필수이며, 경량화와 더불어 안전성 보장을 위해 부품들의 고강도화가 필요하다.

[0003] 고강도 차량 부품의 제조를 위해 초고장력강이 사용되고 있으나, 초고장력 강판은 성형성이 열악하여 그 적용범위에 한계가 있다. 고강도와 고성형성의 동시 구현을 위해 핫스탬핑 기술이 개발되어 그 적용이 널리 확대되고 있다.

[0004] 핫스탬핑은 강판을 오스테나이트화 온도(A_{C3}) 이상, 예로서 900℃ 이상의 고온으로 가열한 후 프레스 금형 내에서 성형과 동시에 급냉시켜 1400Mpa급 이상의 고강도 부품을 얻고자 하는 기술이다. 핫스탬핑 소재로는 0.2중량% 내외의 탄소와 열처리 성능 향상 위해 망간(Mn), 보론(B)이 소량 함유된 이른바 보론강이 사용된다.

[0005] 핫스탬핑은 성형 및 열처리가 동시에 수행되므로 생산성이 우수할 뿐만 아니라 고온에서 강판이 성형되므로 성형성 및 치수 정밀도가 우수하다. 또한 핫스탬핑은 초고장력 강판의 냉간 성형 시 특히 문제되는 스프링백이나 지연파괴를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0006] 차량 측면충돌은 정면충돌에 비해 충돌에너지를 흡수할 수 있는 구조물이 많지 않고, 운전자와 차량 사이에 제한된 공간으로 인하여 운전자에게 치명적인 상해를 줄 수 있다. 따라서 차량의 측면 충돌 내구성을 높이기 위해서는 센터필러와 같은 측면 부재의 최적 변형형상을 유도하여야 한다.

[0007] 차량의 충돌 구조재로 작용하는 부품의 경우 강도향상을 위하여 핫스탬핑을 이용한 고강도 소재를 사용할 뿐만 아니라 추가적인 보강재를 접합하여 충돌부위의 강성을 확보하는 것이 보편적이다. 이를 위해 각 부품들은 판재를 성형하여 만들어 진 후 성형된 이후에 용접이나 리벳 등 접합공법을 통하여 조립된다.

[0008] 여러 부품들을 제작하기 위해서 각 부품에 맞는 금형들이 필요하다. 이 경우 조립 공정이 추가되어 투자비 및 생산시간이 늘어나는 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 구조재에 보강재를 블랭크 단위에서 용접하여 한번에 성형하는 패치워크(patch-work) 공법이 이용된다.

[0009] 패치워크 부위와 다른 부위 간의 두께편차로 인하여 가열이 원활하게 이뤄지지 않아 핫스탬핑을 통한 강도향상이 불균일 또는 하락하는 현상이 발생한다. 이를 방지하기 위해서는 패치워크 부위가 다른 부위와 균일 온도로 가열될 수 있도록 블랭크 가열시간을 길게 해야 하는데, 이는 생산성을 하락시키는 요인이 된다.

[0010] 최근 차체 부품 제조에 있어 기술 트랜드 중 하나는 도어 링의 일체 성형이다. 핫스탬핑에 의한 도어 링 일체 성형을 위해 더 큰 블랭크가 사용된다. 대면적의 블랭크에 패치워크까지 적용될 경우, 불균일 가열의 해소를 위해 블랭크는 전기로 내에 더 오래 머물러야 한다. 가열 시간의 단축 및 비용 절감을 위해 고주파 유도 가열이 고려될 수 있으나, 블랭크의 변형이 문제된다. 대면적 블랭크가 변형이 더 심할 수밖에 없다.

[0011] 핫스탬핑 및 고주파 유도 가열에 관하여 한국특허공개 제2008-0096912호가 참조될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 위 종래기술들과 관련된 한계들 및 단점들을 해소하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 본 발명은 고주파 유도 가열 시 블랭크의 변형 억제가 가능한 방안을 제공하고자 한다.

[0014] 또한 본 발명은 가열 과정에 유도 코일의 온도 제어가 가능한 방안을 제공하고자 한다.

[0015] 유도가열 코일은 전류가 잘 흐르는 구리 소재로 제작된다. 구리는 온도가 상승함에 따라 전기 전도도가 감소하여 가열효율이 감소한다. 고주파 유도 가열 과정에 코일의 냉각을 통해 코일 온도를 일정하게 유지하는 것이 필요하다.

[0016] 유도 코일의 냉각을 위해 코일 내부에 코일을 따라서 유로를 형성하는 방안이 고려될 수 있다. 단순 형태의 유로는 전열 면적이 제한적이며, 따라서 냉각성능의 최적화를 위한 유로 설계가 필요하다.

[0017] 내부 유로를 갖는 유도 코일에서, 냉각수는 유로의 입구로부터 출구까지 흐르며 코일의 열을 흡수한다. 냉각수는 유로를 따라 흐르는 과정에 지속적으로 코일의 열을 흡수하기 때문에 유동 방향을 따라 냉각수의 온도가 상승하며, 이에 따라 유로 출구 측에서는 냉각수의 흡열량은 감소하며 코일의 온도는 상승한다. 전체적으로 유도 코일의 온도가 불균일하게 된다.

[0018] 핫스탬핑을 위해 패치워크를 갖는 블랭크를 고주파 유도 가열장치를 이용하여 예비 가열하는 경우, 유도 코일은 가열하고자 하는 대상체의 형상에 상응하는 형태로 형성된다. 대상체의 형상이 복잡할수록 전체적인 코일 냉각의 불균일은 더 심해질 수 있다. 코일 냉각의 불균일은 코일에 의한 가열 효율의 저하 및 불균일을 야기하며, 그 정도가 심할 경우 안전 문제로 인해 장비의 가동 정지가 필요할 수 있다.

[0019] 본 발명은 블랭크의 변형 억제가 가능한 고주파 유도 가열장치, 나아가 가열 중 유도 코일의 온도가 전체적으로 보다 균일하게 제어될 수 있는 고주파 유도 가열장치를 제공하고자 한다.

[0020] 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 반드시 위에 언급된 사항에 국한되지 않으며, 미처 언급되지 않은 또 다른 과제들은 이하 기재되는 사항들에 의해서도 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0021] 위 목적들은 청구범위에 기재된 발명들, 구성들에 의해 달성된다.

[0022] 본 발명에 따른 고주파 유도 가열장치는 특징적으로, 포개어져 블랭크를 가압할 수 있도록 구성된 상부 다이 및

하부 다이; 상부 다이 및 하부 다이에 각각 마련된 유도 코일, 유도 코일을 따라서 내부에 유로가 연장됨; 및 유로를 흐르는 냉각수에 터뷸런스가 발생하도록 유로 내에 형성된 다공성 구조물을 포함한다.

[0023] 일실시예에 의하면, 상기 다공성 구조물은 냉각수의 흐름 방향 및 흐름 방향에 수직한 방향으로 각각 벽을 형성하지 않도록, 서로 연결 및 지지하는 복수의 브랜치들로 구성된다.

[0024] 일실시예에 의하면, 상기 유로는 상기 유도 코일이 블랭크에 접촉되는 높이 방향, 냉각수의 흐름 방향 중 적어도 어느 하나에서 공극의 크기에 변화가 있도록, 바람직하게는 해당 방향으로 공극의 크기가 작아지도록 구성된다.

발명의 효과

[0025] 상술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 가열 중 블랭크의 변형 억제가 가능하다.

[0026] 또한 본 발명에 의하면, 가열 중 유도 코일의 온도가 전체적으로 보다 균일하게 제어될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 고주파 유도 가열장치를 보여준다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 유도 코일을 보여준다.

도 4는 도 3에서 A로 지시된 부위의 확대도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 다공성 구조물을 보여준다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 유도 코일을 보여준다.

도 7은 도 6에 도시된 유도 코일의 단면을 보여준다.

도 8은 본 발명의 또 하나의 실시예에 따른 유도 코일의 단면을 보여준다.

도 9는 본 발명의 또 하나의 실시예에 따른 유도 코일의 단면을 보여준다.

도 10은 도 7에 도시된 유도 코일의 냉각성능을 보여준다.

도 11은 도 9에 도시된 유도 코일의 냉각성능을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서 및 청구범위에서 사용되는 용어들에 대해 정의한다.

[0029] 별도 한정이 없거나 본질적으로 허용될 수 없는 것이 아닌 한, 두 요소들 간의 관계를 설명하기 위한 표현들, 예로서 '상', '연결'과 같은 표현들은 두 요소가 서로 직접 접촉하는 것은 물론 제1 및 제2 요소의 요소 사이에 제3의 요소가 개재되는 것을 허용한다. 전후, 좌우 또는 상하 등의 방향 표시는 설명의 편의를 위한 것일 뿐이다.

[0030] 'A 및/또는 B'의 표현은 'A', 'B' 또는 'A 및 B'를 포함하는 의미로 해석된다. '또는'은 비배타적으로 사용된다.

[0031] 단수 형태로 기재 또는 지시된 대상은 문맥상 명확하게 달리 표시되지 않는다면 복수의 대상을 포함한다. 단수 형태로 지시되는 하나의 예는 영어에서 관사 'a'이다. 예를 들어 단순히 'A를 갖는 B'라고 기재된 경우, A는 2개 이상을 포함한다.

[0032] 이하 본 발명의 여러 특징적인 측면들을 이해할 수 있도록 실시예들을 들어 보다 구체적으로 살펴본다. 도면들에서 동일 또는 동등한 구성요소들은 동일한 부호로 표시될 수 있고, 도면들은 본 발명의 특징들에 대한 직관적인 이해를 위해 과장되거나 개략적으로 도시될 수 있다.

[0033] 도 1은 일실시예에 따른 고주파 유도 가열장치를 보여준다.

[0034] 도 1을 참조하면, 가열장치는 블랭크를 가압하고 가열할 수 있도록 구성된 다이(10)를 구비한다. 다이(10)는 포개어져 블랭크를 상부 다이(11) 및 하부 다이(12)를 구비한다. 블랭크는 상부 다이(11)와 하부 다이(12) 사이에서 클램프(13)에 의해 가압된다.

[0035] 다이(10)는 코일 설치부(14,15)를 구비한다. 코일 설치부(14,15)에 유도 코일 및 냉각장치가 마련된다. 상부 다이(11)와 하부 다이(12)가 서로 마주보는 면에 유도 코일이 대향 배치된다. 코일 설치부(14,15)는 다이(10)에 복수 개 마련될 수 있다.

[0036] 도 1에 도시된 가열장치는 테스트를 위해 제작된 것으로 다양한 방식으로 변경, 보완 및 최적화될 것이다.

[0037] 도 2는 도 1에 도시된 고주파 유도 가열장치의 상부 다이(11)에 마련된 유도 코일(20)을 보여준다. 유도 코일(20)은 가열하고자 하는 블랭크의 형상에 상응하는 형태로 형성된다. 하부 다이(12)에 상부 다이(11)의 유도 코일(20)에 대응하는 형태로 유도 코일(미도시)이 마련된다.

[0038] 도 3 및 도 4는 일실시예에 따른 유도 코일(20)을 보여준다.

[0039] 도 3 및 도 4를 참조하면, 유도 코일(20)은 유도 코일(20)을 따라서 연장된 내부의 유로(23)를 갖는다. 유로(23) 내에는 유로(23)를 흐르는 냉각수에 터뷸런스가 발생하도록 하기 위한 다공성 구조물(22)이 마련된다. 다공성 구조물(22)의 공극이 유로(23)를 이룬다.

[0040] 유도 코일(20)은 서로 인접하게 배치된 유도 코일(20)과 갭(29)을 두고 배치된다.

[0041] 유도 코일(20)은 3D 프린팅으로 제작될 수 있다.

[0042] 도 5는 일실시예에 따른 다공성 구조물을 보여준다.

[0043] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 다공성 구조물(22)은 냉각수의 흐름 방향 및 흐름 방향에 수직한 방향으로 각각 벽을 형성하지 않도록, 서로 연결 및 지지하는 복수의 브랜치들(26)로 구성된다. 다공성 구조물(22)의 브랜치들(26)은 연결지점(25)에서 만나 연속적으로 이어지며, 코일의 벽면(21)까지 연장된다.

[0044] 도 6 및 도 7에 일실시예에 따른 유도 코일(20)을 보여준다.

[0045] 도 6 및 도 7에서 보듯이, 유도 코일(20) 내 유로(23)는 냉각수가 흐르는 방향으로 연속된 공극을 갖도록 형성된다. 공극은 x,y,z 방향으로 동일한 크기로 형성된다. x는 유로의 길이방향, y는 폭방향, z는 높이 혹은 두께 방향이다. +x방향이 냉각수 흐름 방향이며, +z방향에 가열 대상의 블랭크가 위치한다.

[0046] 도 7에서 보듯이, 다공성 구조물(22)은 복수의 방향으로 브랜치들(26)이 뻗어져 나가는 형상을 갖지만(도 5에서 참조), 유로의 길이방향에서 볼 때, 일정한 크기의 공극이 냉각수 흐름 방향(+x)으로 이어져 있는 것으로 관찰된다. 유로(23)에 공급된 냉각수는 이 연속된 공극을 따라 흐르며 다공성 구조물(22)의 브랜치(26) 사이의 공극으로도 흘러 터뷸런스를 발생시킨다. 브랜치(26) 사이의 공극 또한 냉각수 흐름 방향(+x)의 공극 크기와 대략 같다.

[0047] 도 8은 또 하나의 실시예에 따른 유도 코일(20)의 유로(23)를 보여준다.

[0048] 도 8을 참조하면, 유로(23)는 유도 코일(20)에 블랭크가 접촉되는 방향(+z)으로 공극이 작아지게 형성된다. 위의 공극(23b)이 아래의 공극(23a)보다 작다.

[0049] 도 9는 또 하나의 실시예에 따른 유도 코일(20)의 유로(23)를 보여준다.

[0050] 도 9를 참조하면, 유로(23)는 유도 코일(20)에 블랭크가 접촉되는 방향(+z)으로 공극이 작아질 뿐만 아니라 냉각수가 흐르는 방향(+x)으로도 공극이 작아지게 형성된다.

[0051] 도 10은 도 7에 도시된 유도 코일의 냉각 성능을 보여준다. 도 10에서 (a)는 다공성 구조물(22)이 없는 일반 유로, (b)는 도 7의 유로에 대한 냉각 성능 시뮬레이션 결과이다.

[0052] 도 10의 (a)에서 보듯이, 일반 유로를 갖는 유도 코일은 냉각수 흐름 방향(x)으로는 물론 블랭크가 접촉되는 방향(+z)의 탑면에서의 온도가 높게 나타난다. 냉각수 유입 측 외에는 유도 코일의 충분한 냉각을 기대하기 어렵다. 유도 코일의 탑면 온도가 평균 48.76℃ 정도로 나타난다.

[0053] 도 10의 (b)에서 보듯이, 도 7의 유로 내 다공성 구조물(22)을 갖는 유도 코일은 냉각수 흐름 방향(x)으로 거의 일정하다. 블랭크가 접촉되는 탑면에서의 온도가 저면보다 높게 나타나지만, 탑면을 따라 온도가 거의 일정하며 평균 31.17℃ 정도로 나타난다.

[0054] 도 11은 도 9에 도시된 유도 코일의 냉각성능을 보여주는 시뮬레이션 결과이다. 도 11에서 (a)는 도 7의 유로, (b)는 도 9의 유로에 대한 냉각 성능 시뮬레이션 결과이다.

[0055] 도 11에서 보듯이, 유로의 냉각수 흐름 방향이나, 높이 방향으로 공극의 크기에 변화가 있는 도 9의 유로가, 균일 크기의 공극을 갖는 도 7의 유로보다 냉각성능이 더 우수하다. 도 9의 유로를 갖는 유도 코일이 냉각수 흐름 방향으로의 온도 균일도 및 냉각 성능이 우수하게 나타난다.

[0056] 이상 본 발명의 실시예들이 설명되었고, 이들 실시예는 본 발명의 다양한 측면들과 특징들을 이해하는데 도움이 될 것이다. 이 실시예들에서 소개된 특징들 또는 요소들은 다양하게 그리고 선택적으로 서로 조합될 수 있고, 이러한 조합들에 의해 이 명세서에서는 미처 설명되지 못한 또 다른 실시예들이 제시될 수 있다. 발명의 구현 가능한 예들을 모두 낱낱이 나열하거나 설명하는 것은 현실적으로 어렵다는 점, 이해가 필요하다.

[0057] 보호하고자 하는 발명의 범위가 청구항들에 기재된다. 청구항에 기재된 요소들은, 발명의 본질 또는 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서, 다양하게 변경 및 수정되고 등가물로 대체될 수 있다. 청구항에 기재된 도면부호들은, 만일 기재되어 있다면, 청구된 발명들이나 그 요소들에 대한 쉽고 그리고 직관적인 이해를 돕기 위한 것일 뿐 청구된 발명들의 권리범위를 한정하지 않는다.

부호의 설명

[0058] 10: 다이 11: 상부 다이

12: 하부 다이 13: 클램프

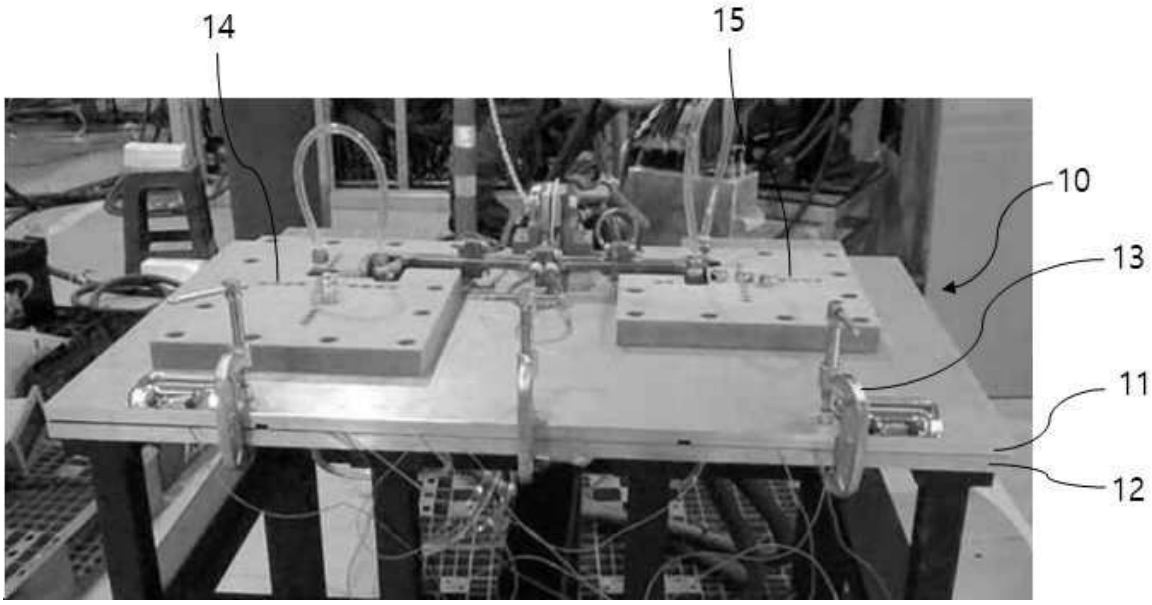
14,15: 유도 코일 설치부위 20: 유도 코일

21: 코일 22: 다공성 구조물

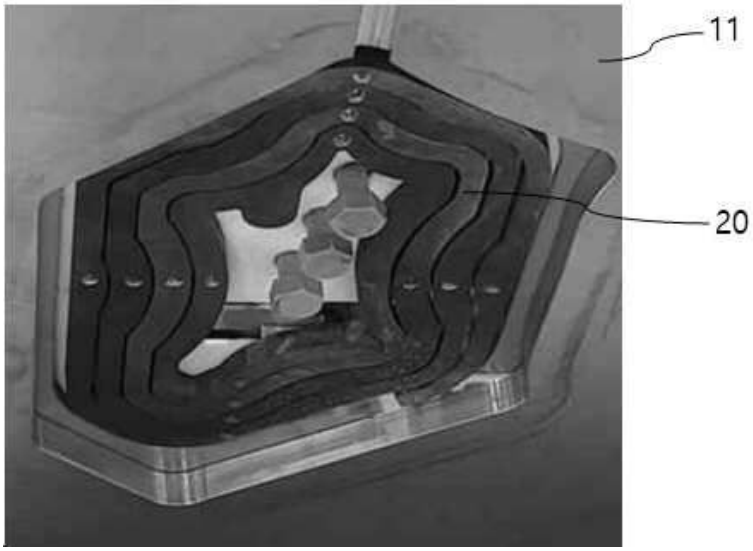
23: 공극 26: 브랜치

도면

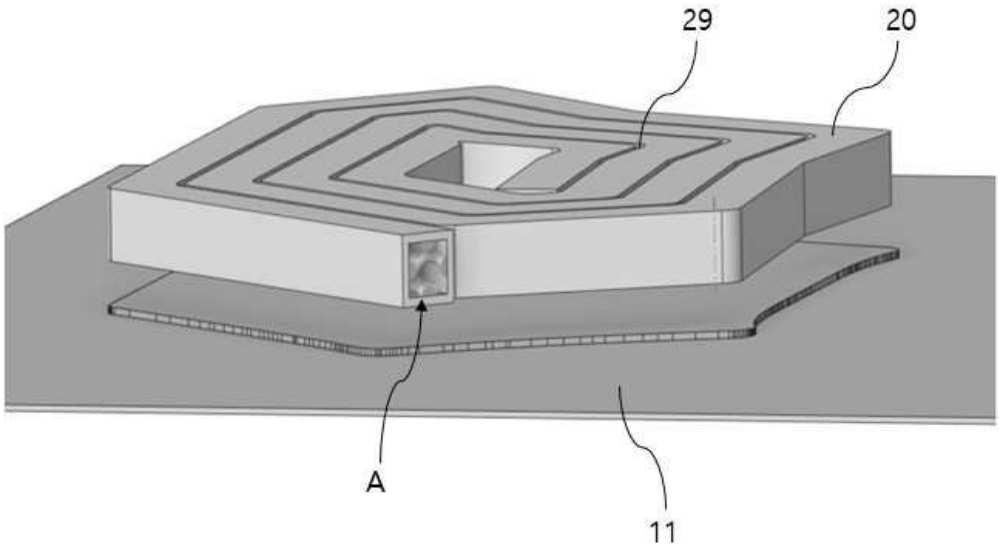
도면1



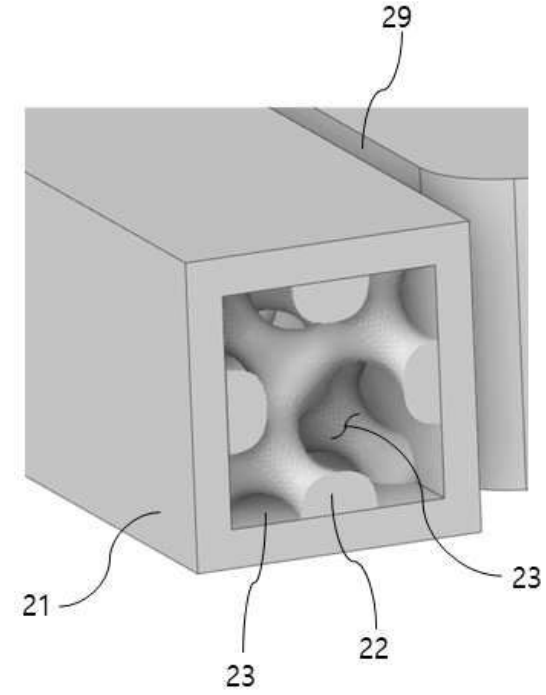
도면2



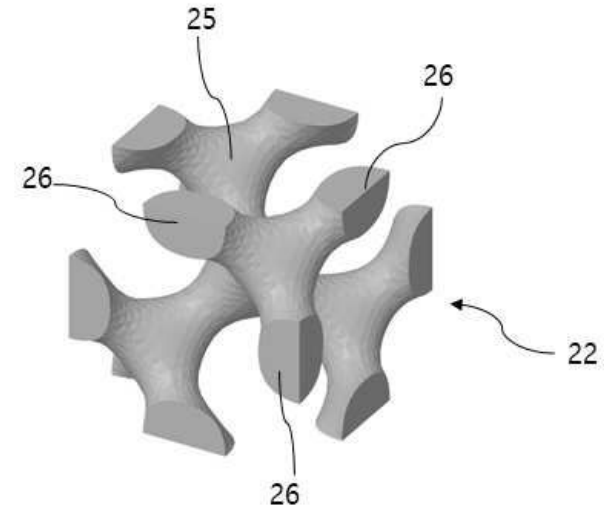
도면3



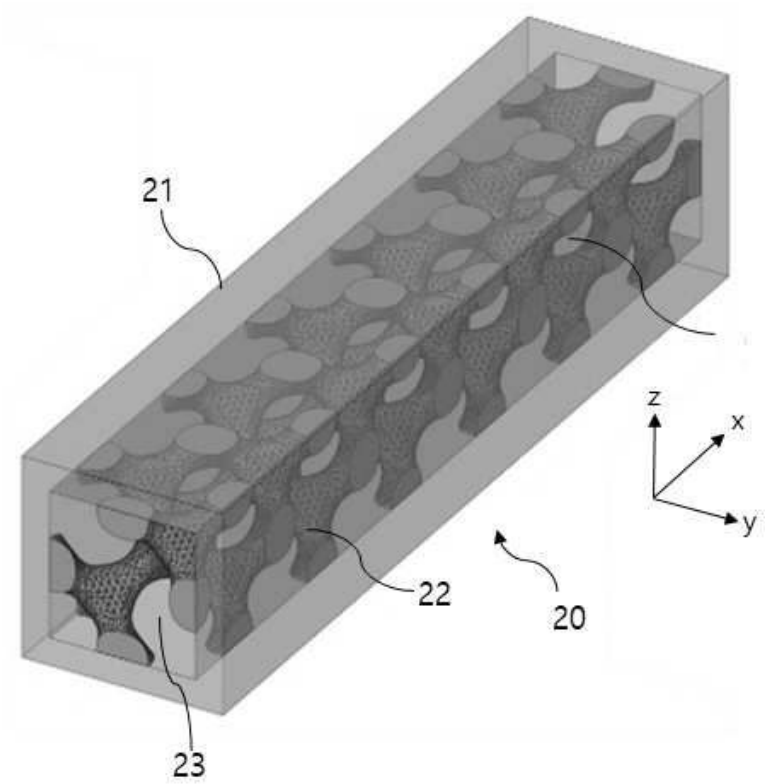
도면4



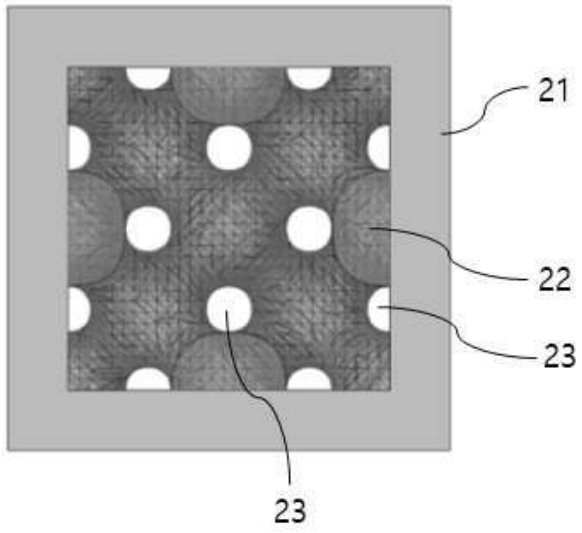
도면5



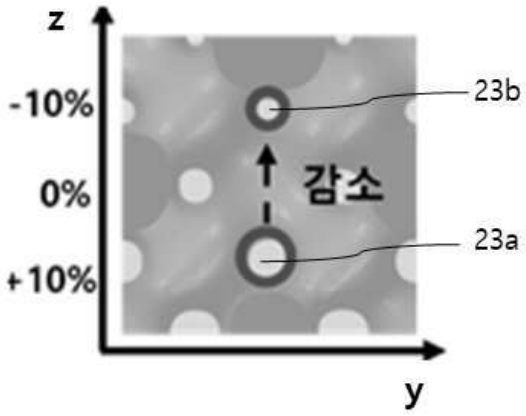
도면6



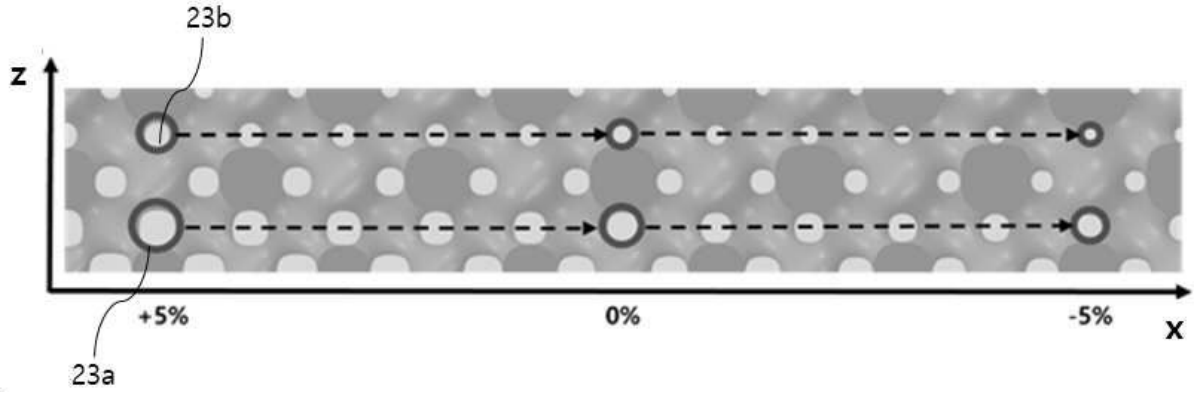
도면7



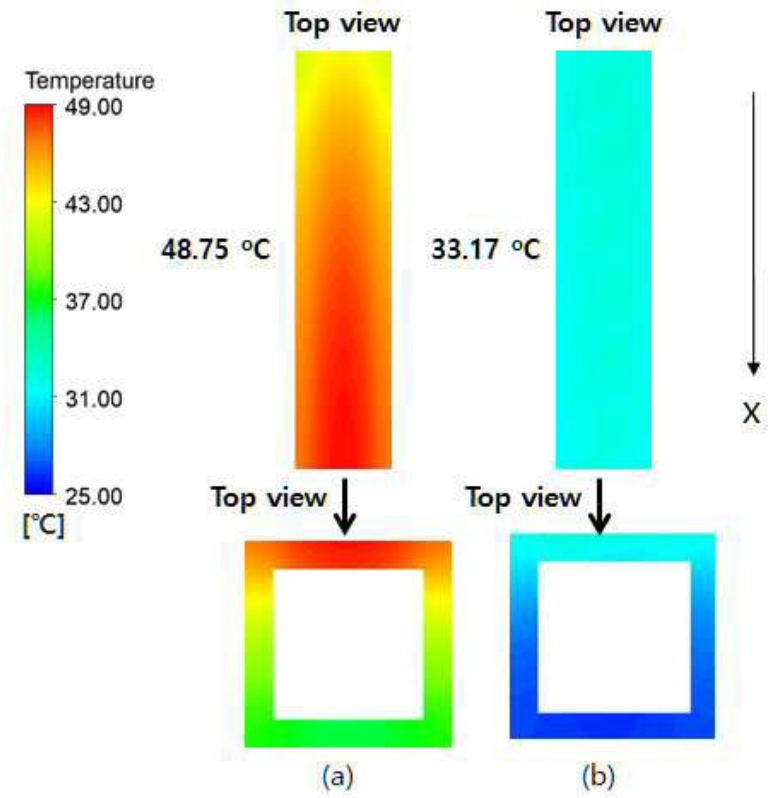
도면8



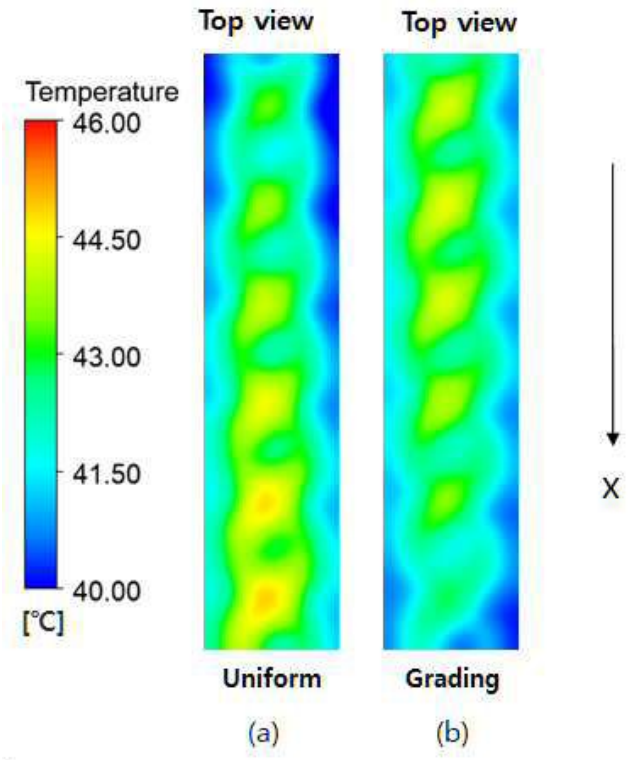
도면9



도면10


Top view
Top view
Temperature
49.00
43.00
37.00
31.00
25.00
[℃]
48.75 °C
33.17 °C
X
Top view
Top view
(a)
(b)

도면11


Top view
Top view
Temperature
46.00
44.50
43.00
41.50
40.00
[℃]
X
Uniform
Grading
(a)
(b)