



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0008265
(43) 공개일자 2023년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25D 23/06 (2006.01) B23K 26/21 (2014.01)
F16L 59/065 (2006.01) F25D 23/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25D 23/065 (2013.01)
B23K 26/21 (2015.10)
(21) 출원번호 10-2023-0001879(분할)
(22) 출원일자 2023년01월05일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2015-0151256
원출원일자 2015년10월29일
심사청구일자 2020년10월15일

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
정원영
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51
기형선
울산광역시 울주군 범서읍 대리2길 46, 206동
1403호 (구영지구푸르지오2단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

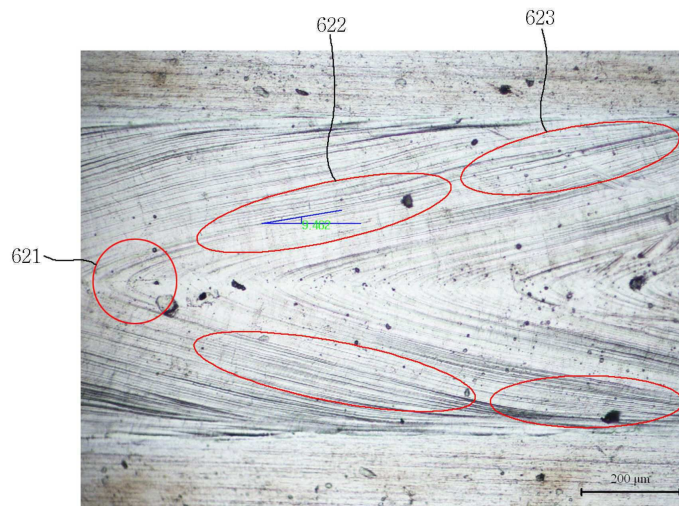
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **냉장고**

(57) 요약

본 발명에 따른 냉장고에는, 내부공간의 온도와 외부공간의 온도의 차이 온도이며 진공 상태의 공간인 진공공간 부를 제공하고, 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항 쉬트가 포함되고, 상기 전도저항쉬트와 상기 플레이트 부재 중의 적어도 하나는 서로 용접되어 용접부를 제공하고, 상기 용접부의 표면에는 복수개의 규칙적인 비드가 제공되고, 상기 비드에는, 중앙부에 제공되는 포물선 형상의 변곡영역; 상기 변곡영역의 양측 바깥쪽에 제공되는 직선영역; 및 상기 직선영역의 바깥쪽에 제공되는 예지 영역이 포함된다. 본 발명에 따르면, 진공단열체가 적용되면서 신뢰성 있는 동작이 가능한 냉장고 및 그 냉장고의 제조방법을 제안할 수 있다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

F16L 59/065 (2013.01)

F25D 23/028 (2013.01)

F25D 2201/14 (2013.01)

Y02B 40/00 (2020.08)

(72) 발명자

윤덕현

서울특별시 금천구 가산디지털1로 51

이장석

서울특별시 금천구 가산디지털1로 51

명세서

청구범위

청구항 1

제1 플레이트 부재;

제2 플레이트 부재;

진공공간부를 구비하도록 상기 제1 플레이트 부재 및 제2 플레이트 부재를 밀봉하는 밀봉부; 및
상기 밀봉부에 구비되는 용접부를 포함하는 진공단열체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항하도록 상기 제1 플레이트 부재에 연결되는 전도저항쉬트를 더 포함하고,

상기 용접부는, 상기 전도저항쉬트와 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 중의 적어도 하나가 서로 용접되어 제공되며,

상기 용접부로부터 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 중의 적어도 하나의 단부까지의 거리(d)와 상기 진공공간부에 노출되는 상기 전도저항쉬트의 거리(L)의 비(d/L)은 0.6이상인 진공단열체.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 용접부로부터 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 중의 적어도 하나의 선단부까지의 거리(d)와 상기 진공공간부에 노출되는 상기 전도저항쉬트의 거리(L)의 비(d/L)은 1이하인 진공단열체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 용접부는, 상기 제1플레이트 부재 및 상기 제2플레이트 부재 중 적어도 하나를 포함하는 모재와, 상기 제1 및 제2플레이트 부재에 밀봉되게 결합되는 박판에 의해 형성되고,

상기 박판은 상기 진공공간부에 노출되는 곡면부를 구비하고,

상기 용접부와 상기 모재의 선단부까지의 거리(d)와, 상기 곡면부의 길이(L)의 비(d/L)는 0.6이상인 진공단열체.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 박판은 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트로 정의되는 진공단열체.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 용접부로부터 상기 모재의 선단부까지의 거리(d)와 상기 곡면부의 길이(L)의 비(d/L)은 1이하인 진공단열체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 용접부는 레이저 용접되어 나란한 두 줄로 제공되거나, 열전도모드 인 레이저 용접에 의해 수행되는 진공 단열체.

청구항 8

제1 플레이트 부재;

제2 플레이트 부재;

진공공간부를 구비하도록 상기 제1 플레이트 부재 및 제2 플레이트 부재를 밀봉하는 밀봉부; 및

상기 제1플레이트 부재 및 상기 제2플레이트 부재 중 적어도 하나를 포함하는 모재와 상기 제1 및 제2플레이트 부재에 밀봉되게 결합되는 박판에 의해 형성되도록 상기 밀봉부에 구비되는 용접부를 포함하고,

상기 용접부는, 박판과 모재가 녹아 용융액을 형성하는 용융부가 고화되어 제공되는 고화부로 정의되고, 상기 고화부는 복수개의 규칙적인 비드가 제공되는 진공단열체.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 박판은 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬 트로 정의되는 진공단열체.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 비드의 개수는 용접방향을 기준으로 할 때 20~100개/1mm인 진공단열체.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 용접부에 제공되도록 용융되는 상기 제1 플레이트 부재 및 제2플레이트 부재의 두께는 박판의 0.1~3배인 진공단열체.

청구항 12

제1 플레이트 부재;

제2 플레이트 부재;

진공공간부를 구비하도록 상기 제1 플레이트 부재 및 제2 플레이트 부재를 밀봉하는 밀봉부; 및
 상기 밀봉부에 구비되는 용접부를 포함하고,
 상기 용접부는, 상기 제1플레이트 부재 및 상기 제2플레이트 부재 중 적어도 하나를 포함하는 모재와, 상기 제1 및 제2플레이트 부재에 밀봉되게 결합되는 박판에 의해 형성되고,
 상기 용접은 레이저 용접에 의해서 수행되고,
 상기 레이저 용접의 제어 조건은,
 빔사이즈는 200~375 μ m이고, 레이저 이동속도는 7~15m/min이고, 출력은 200~800W인 조건 중에서 적어도 하나를 만족하는 진공단열체.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
 상기 레이저 용접은 열전도 모드에 의해서 수행되는 진공단열체.

청구항 14

제 12 항에 있어서,
 상기 박판은 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트로 정의되는 진공단열체.

청구항 15

제 1 플레이트 부재;
 제 2 플레이트 부재; 및
 상기 제 1 플레이트 부재 및 상기 제 2 플레이트 부재 사이에 제공되는 진공공간부; 및
 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트를 포함하고,
 상기 전도저항쉬트와, 상기 제 1플레이트 부재 또는 상기 제 2플레이트 부재는 서로 용접되어 용접부를 제공하고,
 상기 용접부는, 상기 전도저항쉬트와, 상기 제 1플레이트 부재 또는 상기 제 2플레이트 부재가 녹아 용융액을 형성하는 용융부가 고화되어 제공되는 고화부로 정의되고, 고화부에는 복수개의 규칙적인 비드가 제공되는 진공단열체.

청구항 16

제 1 플레이트 부재;
 제 2 플레이트 부재; 및
 상기 제 1 플레이트 부재 및 상기 제 2 플레이트 부재 사이에 제공되는 진공공간부; 및
 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트를 포함하고,
 상기 전도저항쉬트와 상기 제 1 플레이트 부재 또는, 상기 제 2 플레이트 부재 중의 적어도 하나는 서로 용접되

어 용접부를 제공하고,

상기 용접부의 표면에는 복수개의 규칙적인 비드가 제공되고,

상기 비드는,

비드의 중앙부에 제공되는 포물선형 변곡영역;

상기 포물선형 변곡영역의 제1측으로부터 연장되는 제1직선영역과 상기 변곡영역의 제2측으로부터 연장되는 제2직선영역; 및

상기 포물선형 변곡영역 반대편의 제1직선영역의 단부에 제공되는 제1에지영역 및 상기 포물선형 변곡영역 반대편의 제2직선영역의 단부에 제공되는 제2에지영역을 포함하는 진공단열체.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제1 직선영역 또는 제2 직선영역이 용접방향과 이루는 각도는 9 ~ 43도인 진공단열체.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 용접부에서 용융되는 상기 제 1 플레이트 부재 또는, 상기 제 2 플레이트 부재의 두께는 상기 전도저항쉬트의 0.1~3배인 진공단열체.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 전도저항쉬트의 두께는 10~200마이크로미터이고, 상기 제 1 플레이트 부재 또는, 제 2 플레이트 부재의 두께는 500~2000마이크로미터인 진공단열체.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 플레이트 부재 또는, 제 2 플레이트 부재는 상기 전도저항쉬트에 비하여 10~100배의 두께로 제공되는 진공단열체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 냉장고에 관한 것이다. 더 상세하게는, 진공단열체가 사용되는 냉장고에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래 냉장고에 적용되는 단열방식은, 냉장과 냉동에 따라서 차이는 있지만 대략 30센티미터가 넘는 두께의 발포 폴리우레탄 단열벽을 제공하는 것이 일반적인 방식이었다. 그러나, 이로써 냉장고의 내부 용적이 줄어드는 문제점이 있다.

[0003] 냉장고의 내부 용적을 늘리기 위하여 상기 냉장고에 진공단열체를 적용하고자 하는 시도가 있다. 상기 진공단열체는 내부가 진공인 진공공간부로 제공되어 열전달량이 줄어들도록 한 구조체이다. 예를 들어, 본 발명의 출원인이 출원한 대한민국특허출원번호 10-2015-0109624호에는 진공단열체가 적용되는 냉장고가 개시되어 있다. 상

기 인용문헌에는 진공단열체를 제공하기 위하여, 냉장고의 내외 공간에 접하는 제 1 플레이트 부재 및 제 2 플레이트의 사이 간격부에 전도저항쉬트가 개입되는 구조가 개시되어 있다. 상기 전도저항쉬트는 두께가 얇아서, 상기 제 1 플레이트와 상기 제 2 플레이트 간의 열전도에 저항할 수 있도록 한다.

[0004] 상기 전도저항쉬트는 열전도에 저항하기 위하여 상기 플레이트에 비하여 수십 배 얇게 제공된다. 상기 진공공간부를 진공상태로 제공하기 위하여 상기 전도저항쉬트와 상기 플레이트 부재의 체결부는 밀봉상태가 되어야 한다. 다시 말하면, 상기 플레이트 부재와, 상기 플레이트 부재에 비하여 두께가 상당히 작은 전도저항쉬트가, 서로 밀봉상태가 되도록 체결되어야 한다. 이 조건을 만족시키는 방법으로서, 상기 전도저항쉬트와 상기 플레이트의 체결부를 서로 용접하는 것이 바람직하게 고려될 수 있다.

[0005] 상기 플레이트와 상기 전도저항쉬트 간의 용접은 상호 간의 두께차이로 인하여 상당히 어렵다. 예를 들어, 두 부재 사이의 간격이 아주 조금 떨어져 있는 경우라도, 얇은 전도저항쉬트가 용융되더라도, 플레이트 부재(이하, 플레이트라고 이르는 경우도 있다)가 용융하지 않거나 용융액이 두 부재 사이를 채우지 못하여 상기 전도저항쉬트와 상기 플레이트가 서로 접촉되지 않는 등의 문제가 발생한다. 이러한 문제는 상기 플레이트와 상기 전도저항쉬트가 접하는 모든 지점에서 발생할 수 있고, 용접부의 어느 특정 지점에서 밀봉불량이 발생하더라도 전체로서 진공단열체는 불량으로서 사용할 수 없는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국특허출원번호 10-2015-0109624호의 용접부에 대한 설명

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기되는 배경하에서 제안되는 것으로서, 발명자는 전도저항쉬트와 플레이트 간의 용접밀봉이 수행되도록 하기 위하여, 다양한 시도와 노력을 하여 본 발명에 이르게 되었다. 더 상세하게는, 플레이트와 전도저항쉬트의 모든 융착지점에 대하여 상호 완벽한 융착성능을 확보할 수 있고, 어느 특정 지점에서도 누설이 없도록 밀봉을 안정적으로 유지하여 제조수율을 향상시킬 수 있는, 냉장고를 제안한다.

과제의 해결 수단

[0008] 제 1 발명에 따른 냉장고에는, 저장물을 저장할 수 있는 내부공간이 제공되는 본체; 및 외부공간으로부터 상기 내부공간 개폐할 수 있도록 제공되는 도어가 포함되고, 상기 본체 및 상기 도어 중의 적어도 하나는 진공단열체를 포함하고, 상기 진공단열체에는, 상기 내부공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 제 1 플레이트 부재; 상기 외부공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 제 2 플레이트 부재; 및 상기 내부공간의 온도와 상기 외부공간의 온도의 사이 온도이며 진공 상태의 공간인 진공공간부를 제공하고, 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트가 포함되고, 상기 전도저항쉬트와 상기 플레이트 부재 중의 적어도 하나는 서로 용접되어 용접부를 제공하고, 상기 용접부의 표면에는 복수개의 규칙적인 비드가 제공되고, 상기 비드에는, 중앙부에 제공되는 포물선 형상의 변곡영역; 상기 변곡영역의 양측 바깥쪽에 제공되는 직선영역; 및 상기 직선영역의 바깥쪽에 제공되는 에지영역이 포함된다.

[0009] 바람직하게, 상기 직선영역이 용접방향과 이루는 각도는 9 ~ 43도인 것을 특징으로 한다.

[0010] 바람직하게, 상기 비드의 개수는 용접방향을 기준으로 할 때 20~100개/1mm이고, 상기 비드는 규칙적으로 제공될 수 있다.

[0011] 바람직하게, 상기 용접부에 제공되도록 용융되는 상기 플레이트 부재의 두께는 박판의 0.1~3배이다.

[0012] 바람직하게, 상기 용접은 레이저 용접에 의해서 수행되고, 여기서, 상기 레이저 용접의 제어 조건은, 빔사이즈는 200~375 μ m이고, 레이저 이동속도는 7~15m/min이고, 출력은 200~800W이다.

[0013] 제 2 발명에 따른 냉장고에는, 저장물을 저장할 수 있는 내부공간이 제공되는 본체; 및 외부공간으로부터 상기 내부공간 개폐할 수 있도록 제공되는 도어가 포함되고, 상기 본체 및 상기 도어 중의 적어도 하나는 진공단열체

를 포함하고, 상기 진공단열체에는, 상기 내부공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 제 1 플레이트 부재; 상기 외부공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 제 2 플레이트 부재; 및 상기 내부공간의 온도와 상기 외부공간의 온도의 사이 온도이며 진공 상태의 공간인 진공공간부를 제공하고, 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트가 포함되고, 상기 전도저항쉬트와 상기 플레이트 부재 중의 적어도 하나는 서로 용접되어 용접부를 제공하고, 상기 용접부는 열전도 모드의 레이저 용접으로 수행되고, 상기 용접부에서 용융되는 상기 플레이트 부재의 두께는 상기 전도저항쉬트의 0.1~3배인 것을 특징으로 한다.

[0014] 바람직하게, 상기 용접부를 제공하기 위하여, 레이저 이동속도는 7~15m/min이고, 출력은 200~800W이다.

[0015] 바람직하게, 상기 용접부의 표면에 제공되는 비드에는 적어도 직선영역이 포함될 수 있다.

[0016] 바람직하게, 상기 전도저항쉬트는 10~200마이크로미터이고, 상기 플레이트 부재는 500~2000마이크로미터이고, 여기서, 상기 플레이트 부재는 상기 전도저항쉬트에 비하여 10~100배의 두께로 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 진공단열체가 적용되면서 신뢰성 있는 동작이 가능한 냉장고를 제안할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 실시예에 따른 냉장고의 사시도.

도 2는 냉장고의 본체 및 도어에 사용되는 진공단열체를 개략적으로 나타내는 도면.

도 3은 냉장고의 제조에 사용되는 냉장고 제조장치의 구성도.

도 4는 지그의 분해사시도.

도 5는 홈의 주변부를 확대하여 표시하는 단면도.

도 6은 용접공정이 수행되는 중에 용접부를 관찰하는 평면도.

도 7은 도 6의 I-I'의 단면도.

도 8은 용접을 수행한 후에 얻어진 시편에 대한 누설실험과 파단실험을 수행한 결과를 테이블로 나타내는 도면.

도 9는 용융부의 폭과 두께가 큰 경우에 고화부의 형상을 관찰한 도면.

도 10은 용융부의 폭과 두께가 작은 경우에 고화부의 형상을 관찰한 도면.

도 11은 200 μ m의 레이저 빔사이즈로 레이저 출력과 레이저의 이동속도를 변경하면서 실험한 결과 고화부의 형상을 표시한 도면.

도 12는 상기 단위면적당에너지와 용접부의 깊이를 그래프로 나타낸 도면.

도 13은 용접부의 깊이와 인장강도를 시험한 결과를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 제안한다. 그러나, 본 발명의 사상이 이하에 제시되는 실시예에 제한되지는 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 및 추가 등에 의해서 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

[0020] 이하에 제시되는 도면은 실제 물품과는 다르거나 과장되거나 간단하거나 세밀한 부품은 삭제하여 표시될 수 있으나, 이는 본 발명 기술사상 이해의 편리를 도모하기 위한 것으로서, 도면에 제시되는 크기와 구조와 형상으로 제한되어 해석되지 않아야 한다.

[0021] 도 1은 실시예에 따른 냉장고의 사시도이다.

[0022] 도 1을 참조하면, 냉장고(1)에는 저장물을 저장할 수 있는 캐비티(9)가 제공되는 본체(2)와, 상기 본체(2)를 개폐하도록 마련되는 도어(3)가 포함된다. 상기 도어(3)는 회동할 수 있게 배치되거나 슬라이드 이동이 가능하게 배치되어 캐비티(9)를 개폐할 수 있다. 상기 캐비티(9)는 냉장실 및 냉동실 중의 적어도 하나를 제공할 수

있다.

- [0023] 상기 냉장고에는, 상기 캐비티에 냉기를 공급하는 냉동사이클을 이루는 부품이 마련된다. 상세하게는, 냉매를 압축하는 압축기(4)와, 압축된 냉매를 응축하는 응축기(5)와, 응축된 냉매를 팽창시키는 팽창기(6)와, 팽창된 냉매를 증발시켜 열을 빼앗는 증발기(7)가 포함된다. 전형적인 구조로서, 상기 증발기(7)가 인접하는 위치에 팬을 설치하고, 팬으로부터 송풍된 유체가 상기 증발기(7)를 통과한 다음에 캐비티(9)로 송풍되도록 할 수 있다. 상기 팬에 의한 송풍량 및 송풍방향을 조정하거나 순환 냉매의 양을 조절하거나 압축기의 압축률을 조정함으로써 냉동부하를 조절하여, 냉장공간 또는 냉동공간의 제어를 수행할 수 있다.
- [0024] 도 2는 냉장고의 본체 및 도어에 사용되는 진공단열체를 개략적으로 나타내는 도면으로서, 본체 측 진공단열체는 상면과 측면의 벽이 제거된 상태로 도시되고, 도어 측 진공단열체는 벽 일부가 제거된 상태의 도면이다. 또한, 전도저항쉬트(60)(63)가 제공되는 부분의 단면을 개략적으로 나타내어 이해가 편리하게 되도록 하였다.
- [0025] 도 2를 참조하면, 진공단열체에는, 저온공간의 벽을 제공하는 제 1 플레이트 부재(10)와, 고온공간의 벽을 제공하는 제 2 플레이트 부재(20)와, 상기 제 1 플레이트 부재(10)와 상기 제 2 플레이트 부재(20)의 사이 간격부로 정의되는 진공공간부(50)가 포함된다. 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20) 간의 열전도를 막는 전도저항쉬트(60)(63)가 포함된다. 상기 진공공간부(50)를 밀폐상태로 하기 위하여 상기 제 1 플레이트 부재(10)와 상기 제 2 플레이트 부재(20)를 밀봉하는 용접부(61)가 제공된다. 냉장고 또는 온장고에 상기 진공단열체가 적용되는 경우에는, 상기 제 1 플레이트 부재(10)는 이너케이스라고 할 수 있고, 상기 제 2 플레이트 부재(20)는 아웃케이스라고 할 수 있다. 본체 측 진공단열체의 하측 후방에는 냉동사이클을 제공하는 부품이 수납되는 기계실(8)이 놓이고, 상기 진공단열체의 어느 일측에는 진공공간부(50)의 공기를 배기하여 진공상태를 조성하기 위한 배기포트(40)가 제공된다. 또한, 제상수 및 전기선로의 설치를 위하여 진공공간부(50)를 관통하는 관로(64)가 더 설치될 수 있다.
- [0026] 상기 제 1 플레이트 부재(10)는, 제 1 플레이트 부재 측에 제공되는 제 1 공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의할 수 있다. 상기 제 2 플레이트 부재(20)는, 제 2 플레이트 부재 측에 제공되는 제 2 공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의할 수 있다. 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간은 온도가 서로 다른 공간으로 정의할 수 있다. 여기서, 각 공간을 위한 벽은, 공간에 직접 접하는 벽으로서의 기능을 수행하는 경우뿐만 아니라, 공간에 접하지 않는 벽으로서의 기능을 수행할 수도 있다. 예를 들어 각 공간에 접하는 별도의 벽을 더 가지는 물품의 경우에도 실시예의 진공단열체가 적용될 수 있는 것이다.
- [0027] 상기 진공단열체가 단열효과의 손실을 일으키는 요인은, 제 1 플레이트 부재(10)와 제 2 플레이트 부재(20) 간의 열전도와, 제 1 플레이트 부재(10)와 제 2 플레이트 부재(20) 간의 열복사, 및 진공공간부(50)의 가스전도(gas conduction)가 있다. 이 중에서 제 1 플레이트 부재(10)와 제 2 플레이트 부재(20) 간의 열전도는 전도저항쉬트(60)(63)에 의해서 막을 수 있다. 또한, 상기 전도저항쉬트(60)(63)는 용접부(61)에 의해서 플레이트 부재(10)(20) 또는 사이드 프레임(70)에 체결되고, 상기 용접부(61)는 완벽하게 밀봉되도록 함으로서 진공공간부(50)의 진공상태를 유지할 수 있다. 상기 플레이트 부재(10)(20) 및 사이드 프레임(70)은, 얇은 금속판으로 제공되는 전도저항쉬트(60)(63)가 용접되는 베이스 부재로 작용하는 것이기 때문에 이하에서는 모재라고 이름하는 경우도 있다. 마찬가지로 상기 전도저항쉬트(60)(63)는 박판이라고 이름하는 경우도 있다. 예를 들어, 상기 박판은 10~200 μ m로 예시할 수 있고, 상기 모재는 500~2000 μ m를 사용할 수 있다. 바람직하게, 상기 모재는 상기 박판에 비하여 배에서 10배에서 100배의 두께를 가질 수 있다. 이는 열전도저항에 대한 효과를 얻기 위해서이다.
- [0028] 실시예에서는 상기 용접부(61)에 의해서 진공공간부(50)의 내부가 안정적이고 완벽한 밀봉상태를 유지할 수 있도록 하는 것을 일 특징으로 한다. 이를 위하여, 상기 용접부(61)는 밀봉상태를 유지하여 누설(leakage)이 있어서는 안되고, 상기 진공공간부(50)의 진공압에 의한 스트레스에 저항할 수 있는 강도를 가져야 한다.
- [0029] 이러한 용접부(61)의 특성은 용접부를 제공하는 장치를 구성하는 것에 의해서 달성할 수 있다. 상기 용접부를 견고하고 안정하게 제공하기 위하여 문제로 되는 것은 이하의 세 가지를 들 수 있다. 첫째, 박판과 모재가 밀착되도록 하는 지그가 그 기능을 다 하지 못하는 것이다. 예를 들어 지그의 편평도가 고르지 못하여 박판과 모재의 간격부를 전체적으로 눌러서 완벽하게 밀착시키지 못하는 경우에는, 밀착되지 못하는 부분은 레이저에 의해서 박판만이 용융되고 모재는 용융되지 못하거나 용융액이 사이 간격부를 채우지 못하여 리크의 원인이 될 수 있다. 둘째, 박판과 모재의 표면이 거칠거나 스크래치가 있는 경우에 레이저의 조사가 불량하여 국소적으로 용융되지 못하거나 용융액이 사이 간격부를 채우지 못하여 용접 불량 발생할 수 있다. 셋째, 박판과 모재의 용착면에 먼지 등의 이물질이 있는 경우에는 레이저에 의해서 이물질이 연소하고 그 연소가스에 의해서 용융액이 끊거나 불완전 연소된 재 등이 용융액에 섞여서 용접 불량이 발생할 수 있다.

- [0030] 상기 용접부와 함께 상기 헤드(104)로부터 조사되는 레이저의 특성에 의해서 상기 용접부(61)의 성능은 달라질 수 있다. 예를 들어, 레이저의 조사량이 크면 박판 및 모재가 다량으로 녹아서 용착부의 강도가 약해질 수 있고, 레이저의 이동 속도가 크면 용융되지 않는 영역이 발생할 수 있고, 레이저의 출력이 낮으면 용착되지 않고 레이저의 출력이 높으면 용착부의 부피가 커지기 때문에 바람직하지 않다.
- [0031] 이하에서는 상기되는 문제점을 해결하기 위하여 제공되는 냉장고 제조장치를 설명한다.
- [0032] 도 3은 냉장고의 제조에 사용되는 냉장고 제조장치의 구성도로서, 더 상세하게는 상기 용접부를 제공하는 장치의 구성도이다.
- [0033] 도 3을 참조하면, 냉장고 제조장치에는, 전도저항쉬트(60)(63), 플레이트부재(10)(20) 및 사이드 프레임(70)이 지지되는 지그(100)와, 상기 지그(100) 측으로 가하여지는 레이저를 제공하는 레이저 소스(101), 상기 지그(100)에 진공압을 가하는 진공펌프(102), 및 상기 지그(100) 측으로 불활성가스를 가하는 불활성 가스원(103)이 포함된다. 상기 레이저 소스(101)로는 2kW급의 멀티모드 화이버 레이저를 사용할 수 있고 헤드(104)를 통하여 박판 및 모재 측으로 레이저를 가할 수 있다. 상기 불활성 가스원(103)은 소정의 관로를 이용하여 노즐(105)를 통하여 레이저가 조사되는 부분에 불활성 가스를 유입시킬 수 있다.
- [0034] 실시예에서는 상기 불활성가스로는 아르곤을 사용하였다. 또한 상기 노즐(105)의 분사각도는 45도, 노즐(105)과 레이저 조사 지점 사이의 높이는 6mm, 노즐(105)의 직경은 8mm를 사용하였다. 상기 불활성가스는 이물질의 연소를 막고 산화현상을 억제하여 용접불량을 방지하도록 한다.
- [0035] 상기 레이저 소스(101)과 상기 헤드(104)는 박판 및 모재를 용착시킬 수 있는 정도의 레이저를 조사할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이 목적을 달성할 수 있는 레이저 제어 수단으로서 레이저의 출력, 레이저의 조사면적, 레이저의 이동속도 즉 헤드의 이동속도가 열원으로서 레이저의 조정인자로 작용할 수 있을 것이다.
- [0036] 도 4는 상기 지그의 분해사시도이다.
- [0037] 도 4를 참조하면, 상기 지그(100)에는 베이스(110)와 커버(113)(114)가 포함되고, 상기 베이스(11)와 커버(113)(114)의 사이에는 모재(111)와 박판(112)이 놓일 수 있다. 다시 말하면, 상기 베이스(11)에 상기 모재(111) 및 상기 박판(112)이 서로 용접되어야 하는 적정위치에서 서로 자리 잡고, 그 위를 커버(113)(114)가 덮을 수 있다.
- [0038] 상기 베이스(11)에는 홈(115)이 제공되고, 상기 홈(115)을 통하여 상기 진공펌프(102)로부터의 진공압이 인가될 수 있다. 상기 홈(115)에는 박판(112)이 놓여서 박판(112)을 도면을 기준으로 할 때 하측으로 당기는 힘을 제공한다. 상기 박판(112)의 하측에 모재(111)가 제공되는데, 상기 모재(111)는 상기 박판(112)의 안쪽과 바깥쪽에 각각 용접되는 내측모재(111b)와 외측모재(111a)가 제공될 수 있다. 상기 내측모재(111b)와 상기 외측모재(111a)는 서로 이격되어 있고, 그 사이 간격을 덮는 구조로 상기 박판(112)이 놓일 수 있다. 따라서, 상기 박판(112)에는 홈(115)을 통하여 인가되는 음압이 가하여질 수 있다. 상기 내측모재(111b)로는 제 1 플레이트 부재(10)가 예시되고, 상기 외측모재(111b)로는 제 2 플레이트 부재(10)가 예시될 수 있다. 상기 내측모재(111b)와 상기 박판(112)이 겹치는 부분을 눌러주는 커버로는, 내측 탄성체 커버(113b)와 내측 강체 커버(114b)가 제공된다. 상기 외측모재(111a)와 상기 박판(112)이 겹치는 부분을 눌러주는 커버로는, 외측 탄성체 커버(113a)와 외측 강체 커버(114a)가 제공된다. 상기되는 구성을 참조하면 외측과 내측에 각각 용접이 수행되는 것을 확인할 수 있고, 두 개의 헤드(104)를 이용하여 한번에 용접할 수 있고, 이 경우에는 작업효율이 향상될 수 있다.
- [0039] 상기 홈(115)을 통하여 상기 박판(112)에 진공압이 인가됨으로써, 상기 박판(112)은 상기 모재(111)에 완벽하게 붙을 수 있다. 다시 말하면, 홈(115)을 통하여 인가되는 음압이 박판(112)을 당겨서 박판을 모재(111)에 밀착시킬 수 있다. 따라서, 박판(112) 또는 모재(111)의 국소적인 변형이나 수치의 문제로 의해서 박판(112)과 모재(111)의 사이에 발생할 수 있는 간격이 방지될 수 있다. 상기 음압에 의해서 발생하는 강한 유동에 의해서, 상기 박판(112)과 상기 모재(111) 사이에 먼지와 같은 이물질이 제거됨으로써, 상기 이물질이 용접에 방해가 되지 않을 수 있다.
- [0040] 또한, 박판(112)과 모재(111)는 상기 탄성체 커버(113)가 고르게 눌러주는 힘에 의해서 더 밀착될 수 있다. 이하에서 더 상세하게 설명한다.
- [0041] 상기 커버(113)(114)에는, 전체적으로 누르는 힘을 인가하는 강체커버(114)와, 상기 강체커버(114)의 하측에 놓여서 상기 강체커버(114)의 힘을 전체적으로 고르게 모재(111) 및 박판(112)으로 가하는 탄성체커버(113)가 제공된다. 상기 탄성체커버(113)는 PDMS 또는 고무를 재질로 할 수 있고, 도면에 제시되는 사각형의 형상이 아니

라 오링으로 제공될 수도 있다. 상기 탄성체커버(113)는 모재(111) 및 박판의 전체 형상을 따라서 적절히 변형되며 상기 박판(112)을 고르게 누를 수 있다. 여기서 상기 전체 형상이라는 것은 도면을 기준으로 할 때 상하방향 즉 눌러지는 방향으로의 높이 차이를 전체적으로 관찰하는 것을 중점적으로 살펴보는 것이다. 따라서, 박판(112)과 모재(111)의 밀착도가 한층 더 향상될 수 있다. 다시 한번 언급하지만, 상기 탄성체커버(113)는 일정 수준 이상의 힘이 없이는 변형되지 않는 상기 모재(111)의 전체 형상을 따라서 변형됨으로써, 상기 박판(112)을 상기 모재(111) 측으로 완벽하게 밀착시킬 수 있다.

[0042] 상기 탄성체커버(113)에 의해서 강체커버(114)를 교체하지 않아도 되는 이점을 얻을 수도 있다. 상세하게는, 상기 강체커버(114)의 작은 스크래치도 박판과 모재의 밀착에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 상기 강체커버(114)는 반복적인 사용에 의해서 표면에 스크래치가 발생할 수 있고 따라서 교체해야 할 필요가 있다. 그러나, 탄성체커버(113)는 부드러워서 스크래치가 발생하지 않고, 스크래치가 있더라도 자체적으로 변형되기 때문에, 모재와 박판 상호 간에 접촉에 문제를 끼치지 않는다.

[0043] 상기 탄성체커버(113)는 용접부를 전체적으로 에워싸는 구조로 제공되는 것이 더욱 바람직하다. 다시 말하면, 박판(112)의 외부를 전체로 에워싸는 폐곡선의 구성으로 지지하여 용접부(61)의 작은 개소에 대한 용접불량도 발생하지 않도록 할 수 있다. 밀폐의 성능을 향상시킬 수 있도록 상기 폐곡선은 선이 두꺼운 폐곡면의 형상으로 제공될 수 있을 것이다. 예를 들어, 용접부의 어느 일 방향에서 단부를 향하여 박판(112)의 전체 영역이 탄성체커버(113)에 의해서 눌러지도록 할 수 있다.

[0044] 상기 탄성체커버(113)에 의해서 상기 박판(112)과 상기 모재(111)가 기계적으로 밀착되는 것과 함께, 박판(112)이 홈(115)을 통하여 인가되는 진공압에 의해서 더 완벽하게 밀착될 수 있다. 이때에는 상기 박판(112)과 상기 모재(111)의 사이에 약간의 간격이 있더라도, 그 간격을 통하여 유입되는 외부 공기의 강한 유속의 정압에 의해서 박판(112)은 더욱 모재(111)측으로 접근하게 되고, 실질적으로 박판(112)과 모재(111) 사이의 간격은 용접에 방해가 될 수 있을 정도에 이르지 않는다.

[0045] 도 5는 상기 홈의 주변부를 확대하여 표시하는 단면도로서, 실시예에 따른 냉장고 제조장치의 작용을 더 상세하게 설명한다.

[0046] 도 5를 참조하면, 전도저항쉬트(60)(63)로 작용하는 상기 박판(112)은 열전도 경로를 길게 하기 위하여 제공되는 곡면부가 홈(115)에 놓인 상태로, 모재(111)의 간격에 놓여서 용접이 수행될 수 있다. 상기 용접부(61)는 박판(112)의 양측부에 각각 제공될 수 있다. 상기 용접부(61)는 지면의 상하 방향으로 길게 제공될 수 있는 것임은 용이하게 짐작할 수 있을 것이다.

[0047] 상기 홈(115)에는 상기 진공펌프(102)로부터의 진공압이 가하여지므로, 상기 박판(112)의 표면에는 도면을 기준으로 할 때 하측으로 이동하는 힘이 발생한다. 화살표는 박판(112)이 받는 힘을 표시하고 있다. 상기 박판(112)에 가하여지는 힘은, 박판(112)의 양 끝단을 가운데 방향으로 당기는 힘을 발생시킨다. 화살표 방향은 박판의 양단부에 가하여지는 힘을 표시한다. 이 힘은 용접이 수행되는 중에 용접불량을 일으키는 요인으로서 작용한다. 도면을 바꾸어서 더 상세하게 설명한다.

[0048] 도 6은 용접공정이 수행되는 중에 용접부를 관찰하는 평면도이다.

[0049] 도 6을 참조하면, 레이저 등의 열원이 박판 및 모재에 대하여 상대 이동하며 용접이 수행되는 중에는, 열원에 의해서 박판(112) 및 모재(111)가 녹아 용융액이 되는 구간과, 용융액이 고화하여 박판(112)과 모재(111)의 접촉부가 서로 고착되는 부분이 있다. 도면에서 열원의 진행방향을 기준으로 할 때, 융착되는 용융액이 있는 용융부(611)와, 상기 용융부(611)가 고화하여 제공되는 고화부(612)가 표시된다. 상기 용융부(611)는 용융액이 액체 상태로 제공되는 부분으로서 소정의 길이(1)로 제공될 수 있다. 그런데, 상기 용융부(611)는 용융부(611)의 좌우측에서 당기는 힘을 지탱하지 못하고, 다른 부분, 즉 아직 용융되지 않은 부분과 고화부(612)가 이를 지탱하여야 한다.

[0050] 다시 말하면, 상기 용융부(611)의 간격(1)에서는 용융부(611)를 벌어지게 하는 힘이 홈(115)의 진공압에 의해서 발생하는 것이다. 이 힘에 의해서 용융부(611)가 도면을 기준으로 할 때 좌우방향으로 서로 벌어지면 용융액의 불균일 유동을 만들게 됨으로써 국소적으로 융착되지 못한 부분 또는 비어 있는 간격이 발생하게 되고, 결국은 누설을 만드는 요인으로 작용할 수 있다. 물론, 상기 고화부(612) 및 융착되지 않은 부분에 의해서 간접적으로 상기 용융부(611)가 벌어지지 않고 지지될 수도 있으나, 이는 용융부(611)의 전체 길이에 의존하는 것이다. 예를 들어, 상기 용융부(611)의 길이(1)가 미소하게 작은 경우에는 미소하게 벌어져서 용접성능에 영향이 없을 수 있지만, 상기 용융부(611)의 길이(1)가 상당히 긴 경우에는 그 벌어지는 길이를 무시할 수 없게 되는 것이다.

[0051] 도 7은 도 6의 I-I'의 단면도이다.

[0052] 도 7을 참조하면, 상기 고화부(612)는 박판(112) 및 모재(111)의 재질과는 다른 별도의 재질로서 다른 물성을 가지게 되고, 박판 및 모재의 강도에 비하여는 낮은 강도를 가지게 된다. 따라서, 박판(112)의 두께(t1)과 고화부의 두께(t2)의 관계가 있어서, 고화부(612)의 두께는 가급적 얇은 것이 바람직할 것이다. 그러나, 고화부(612)의 두께를 얇게 제공하기 위하여 약한 출력의 레이저를 사용하는 경우에는, 국소적으로 용착이 되지 않는 부분이 발생할 수 있기 때문에 바람직하지 않다. 상기되는 목적을 달성할 수 있는 레이저의 제어는 추후에 다시 설명하도록 한다. 상기 고화부(612)는 용접부(61)와 실질적으로 같은 용어로서, 상기 고화부(612)는 상기 용융부(611)가 고화된 다음의 용접부를 말한다고 할 수 있다.

[0053] 다시 도 5를 참조하여 상기 용융부(61)에서 용접부(61)가 좌우방향으로 벌어지도록 하는 힘과 그 힘에 저항하도록 제공되는 구성에 대하여 상세하게 설명한다. 상기 박판(112)에는 진공압에 의해서 상기 용접부(61)에서 중심방향으로 당기는 힘이 발생한다. 상기 당기는 힘은 진공압을 받는 박판(112)의 곡면부의 길이(L)에 비례하는 것을 알 수 있다. 이 힘에 대응하는 힘으로서 용접부(61)에서 상기 모재(111)의 선단부에 이르는 간격에서 발생하는 정지 마찰력이 발생한다. 상기 정지 마찰력이 진공압에 의한 당기는 힘에 비하여 크다면, 용융부(611)에 의한 용접불량은 발생하지 않는다.

[0054] 상기 마찰력은 상기 박판(112)이 모재(111)를 누르는 압력과 용접부(61)와 모재(111)의 선단부까지의 거리(D)에 비례할 수 있다. 상기 박판과 상기 모재 사이의 압력은 두 부재 사이의 압력과 대기압의 차이에 해당할 수 있다. 따라서, 그 간격 사이를 유동하는 유체의 정압에 비례할 수 있거나, 상기 탄성체커버(113)에 의해서 박판(112)의 양단부가 완전히 밀폐되는 경우에는, 유체의 유동이 없이 홈(115)의 진공압이 상기 박판과 상기 모재의 사이 간격부에 가하여질 수 있다. 따라서 상기 용접부(61)와 상기 모재(111)의 선단부까지의 거리(D)는 길게 할수록 상기 마찰력을 크게 할 수는 있다. 그러나, 진공단열체가 냉장고가 제공되었을 때, 모재(111)와 박판(112) 간의 열전달량을 증가시키는 요인으로 작용하게 되므로 바람직하지 않다.

[0055] 상기되는 배경하에서 발명자는 다양한 경우의 실험을 수행하였다. 상기 실험에 있어서, 누설이 발생하는 지를 판단하는 기밀도 테스트는 10^{-11} torr대의 진공에 대하여 누설여부를 판단하고, 동일한 실험을 두 차례 시행하여 두 번 모두 누설이 없는 경우에만 누설이 없는 것으로 판단하였다.

[0056] 표 1은 그 실험결과를 나타낸다.

표 1

L(mm)	D(mm)	L/D	품질
2	8	0.25	누설
2	6	0.33	누설
3	8	0.38	누설
3	6	0.5	누설
4	8	0.5	누설
4.5	8	0.56	누설
5	8	0.63	양품
4	6	0.67	양품
4.5	6	0.75	양품
5	6	0.83	양품
5.5	6	0.92	양품

[0058] 상기 표 1을 참조하면, 마찰력이 작용하는 부분의 길이(D)/진공압이 가하여지는 부분의 길이(L)이 일정한 수준 이상, 즉, 0.6 이상이 되면 용융액에 의한 용융불량이 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 여기서 상기 마찰력이 작용하는 부분의 길이는 상기 용접부(61)로부터 상기 모재(111)의 단부까지의 거리로 정의할 수 있고, 상기 진공압이 가하여지는 부분이 길이는 진공공간부에 노출되어 진공압을 받는 박판의 길이로 정의할 수 있다. 한편, 이미 설명한 바와 같이, 마찰력이 작용하는 부분의 길이(D)를 길게 하면, 진공단열체를 적용하는 냉장고가 제작된 다음에 열전도량이 증가하여 열손실이 커지는 문제점이 있기 때문에, 마찰력이 작용하는 부분의 길이(D)/진공압이 가하여지는 부분의 길이(L)는 최대 1로 제한하는 것이 바람직하다. 실험에 따르면 더 바람직하게, D/L은 0.63이상 0.92이하로 제공될 수 있다. 한편, 상기 용접부(61)를 제공할 때, 용접모드는 열전도모드로 제공되는 것이 바람직하다. 상세하게 설명하면, 레이저 용접시의 용접 모드에는 열전도모드와 키홀모드가 있다.

먼저, 상기 열전도모드(conduction mode welding)는 용융되는 재료의 깊이가 비교적 얇고 깊이보다는 용융되는 부분의 폭이 넓고, 이 경우에는 파워밀도가 비교적 낮다. 상기 키홀모드(keyhole mode welding or beam hole)는 레이저의 파워 밀도가 어느 한계치 이상으로서 재료의 증발이 격렬해지고 그때 금속 증기압에 의한 반동력으로 용융재료에 함몰(키홀)이 생기며 용접이 이루어지는 모드로서 함몰을 통하여 재료 내부가 직접 가열되므로 깊은 용융을 얻을 수 있다.

- [0059] 상기되는 경우에 있어서, 가급적 용융부(611)의 길이를 짧게 하여 용융부(611)의 벌어짐을 줄일 수 있도록 하기 위하여, 상기 용접부(61)는 열전도모드로 제공되는 것이 바람직하다.
- [0060] 상기 열전도모드를 달성하면서, 안정적이고 견도한 용접부(61)를 구성할 수 있는 이 목적을 달성할 수 있는 레이저 제어 조건으로서 레이저의 출력, 레이저의 조사면적, 레이저의 이동속도, 즉 상기 헤드의 이동속도가 열원으로서 레이저의 조정인자로 작용할 수 있을 것이다.
- [0061] 상기 헤드로부터 조사되는 레이저를 변화시키며 다양한 경우에 실험을 행하였다. 이하에서는 실험을 수행한 결과를 설명한다.
- [0062] 도 8은 용접을 수행한 후에 얻어진 시편에 대한 누설실험과 파단실험을 수행한 결과를 테이블로 나타내는 것으로서, 도 8(a)는 파단실험을 수행한 결과를 나타내고, 도 8(b)는 누설실험을 수행한 결과를 나타낸다.
- [0063] 도 8을 참조하면, 먼저, ×는 누설 또는 파단이 발생한 것으로서, 여기서 상기 누설은 진공상태에서 용접부를 통하여 기체가 새는 것을 말하고, 상기 파단은 인장강도의 시험 중에 용접부(61)가 포함되는 시편에서 용접부가 파단된 것을 지시하는 것이다. 상기 인장강도는 대략 1000MPa에서 용접부가 파단되는 것을 확인할 수 있었다. ○는 누설 또는 파단이 발생하지 않아서 용접이 올바르게 된 것을 지시한다.
- [0064] 실험은 다음과 같은 경우로 수행을 하였다. 먼저, 빔 사이즈는 200 μ m, 375 μ m, 625 μ m, 및 1125 μ m로 수행을 하였다. 출력은 100W에서 2000W까지의 범위에서 다양한 경우를 실험하였다. 레이저의 이동속도는 3m/min에서 17m/min까지의 범위에서 다양한 경우를 실험하였다.
- [0065] 도 8(a) 및 도 8(b)를 참조하면, 파단실험을 통과하더라도 누설이 발생할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 상기 용접부(61)가 충분한 강도는 가질 수 있지만, 용접부의 불안정성으로 인하여 특정 부분에는 누설이 생길 수 있는 것을 의미한다.
- [0066] 상기되는 실험에 의하면, 빔 사이즈는 200~375 μ m가 바람직하고, 레이저 이동속도는 7~15mm/min이 바람직하고, 출력은 200~800W가 바람직하다. 가장 바람직한 용접 제어 조건은 상기 세 가지 조건이 함께 수행되는 경우이다. 상기 수치를 통하여, 올바른 박판용접을 수행하기 위해서는, 용접이 열전도 모드로 수행이 되는 것과 상기 레이저 제어 조건이 수행되는 경우인 것을 알아내었다.
- [0067] 바람직하게 예시되는 상기 레이저 제어 조건은 더 다양한 인자가 있을 수 있지만, 발명자가 추정하는 원인에 대하여 더 상세하게 설명한다.
- [0068] 상기 레이저의 출력과 레이저의 이동속도는 레이저가 조사되는 부분의 단위면적당에너지에 영향을 미치고, 상기 레이저의 조사면적은 빔 사이즈(beam Size)로서 용접부의 크기에 영향을 미친다.
- [0069] 상기 단위면적당에너지가 동일하다고 할 때, 상기 레이저의 출력과 상기 레이저의 이동속도의 상호관계에 대하여 더 설명한다. 먼저, 상기 레이저의 이동속도를 높이면 동일한 단위면적당에너지를 얻기 위하여 레이저의 출력을 높여야 한다. 그러나, 이 경우에는 레이저의 이동속도를 빨리 하는 것에 의해서 작업속도를 향상시킬 수는 있지만, 레이저의 출력이 지나치게 높아서 키홀모드로 동작될 가능성이 높고, 박판이 산화할 우려가 높고, 모재까지는 녹지 않을 우려가 크다. 따라서 용접불량 및 파단의 가능성이 높다. 반대로 상기 레이저의 이동속도를 낮추면 동일한 단위면적당에너지를 얻기 위하여 레이저의 출력을 낮추어야 한다. 이 경우에는 그와 반대의 효과가 발생할 수 있어서, 예를 들어 이동속도가 낮아서 생산성이 떨어질 우려가 크고, 용융부의 장기적인 유동에 의해서 고화부가 적절한 형태로 제공되지 않을 수 있다. 상기 레이저의 빔 사이즈를 크게 하면 지나치게 많은 전달 에너지가 주어지기 때문에 키홀모드로 동작할 우려가 크고 용접부의 폭이 지나치게 넓어져서 상기 용융부(611)의 길이(1)가 길어지고 이에 따라서 용접부(611)의 폭이 길어져서 용접부에 불량이 발생할 가능성이 크다. 또한, 레이저의 빔 사이즈가 너무 작으면 전달 에너지가 작아서 박판 및 모재가 충분히 용융하지 않는 문제점이 있다.
- [0070] 발명자는 배경하에서 상기되는 다양한 실험을 행하면서, 레이저에 의해서 박판 또는 모재가 용융된 다음에, 유동이 가능한 상기 용융부가 액체상태에서 어떠한 유동을 보인 다음에 고화하는지가 용접부의 성능에 영향을 미

치는 것을 알았다. 여기서 용접부의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 것은 용접부에 누설이 발생하지 않는 것이고, 소정 이상의 강도를 가지는 것을 그 두번째로 고려된다.

[0071] 먼저, 발명자가 파악한 상기 용융부(611)의 성질에 대하여 설명한다. 상기 박판(112) 상기 박판(112)의 하측에 놓이는 모재(111)의 일부 두께가 녹은 용융액은 유동이 가능한 상태를 보이고, 고상에서 액상으로 변화함에 따라서 약간량 부피팽창이 발생한다. 팽창된 용융액은 레이저의 진행방향을 기준으로 후방과 양측방향으로 유동을 보이면서 고화된다. 이때 상기 용융부(611)의 폭과 깊이가 길면 길수록 내부가 천천히 고화됨으로써 전체적으로 늦게 고화되고 전체적으로 용융액의 유동량이 커서 필요없는 곳을 용융액이 흘러서 국소적으로 용융부(611)가 모재와 박판을 연결하지 않는 부분이 제공되어 리크가 발생할 우려가 있다. 이 경우에는 비드의 형상이 규칙적이지 되지 않는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 고화부(612)의 폭과 두께가 커서 강도가 저하될 우려가 있고, 용융부(611)의 길이가 길어져서 공압에 의한 누설의 발생도 우려된다. 이와 반대되는 경우로 용융부(611)의 폭과 깊이가 짧으면 짧을수록 신속히 고화됨으로써 전체적으로 유동량이 작아서 용융액이 박판과 모재를 채울 수 있는 정도로 용융되지 않을 우려가 있다. 예상할 수 있는 바와 같이, 상기 용융부(611)의 폭과 깊이는, 상기 레이저의 단위면적당에너지가 클수록 상기 레이저의 빔 사이즈가 클수록 크게 될 수 있다.

[0072] 상기되는 배경하에서 적절한 용융액의 유동량을 가지는 것으로 보이는 용융부(611)에 의해서 형성되는 고화부(612)의 형상이 다음과 같이 제공되는 것을 확인할 수 있었다.

[0073] 도 9는 용융부의 폭과 두께가 큰 경우에 고화부의 형상을 관찰한 것이고 도 10은 용융부의 폭과 두께가 작은 경우에 고화부의 형상을 관찰한 것이다. 두 고화부의 형상을 누설이 없고 적절한 인장강도를 가지는 것을 판단된 고화부의 형상을 관찰한 것이다. 예를 들어 도 8을 참조할 때 도 9의 고화부는 레이저 출력은 960W이고 레이저의 이동속도는 15m/min이고 레이저의 빔 사이즈는 375 μ m인 상태에서 용융부가 제공되는 경우이고, 도 10의 고화부는 레이저 출력은 240W이고 레이저 이동속도는 7m/min이고 레이저의 빔 사이즈는 200 μ m인 경우이다.

[0074] 도 9 및 도 10을 참조할 때, 상기 고화부(612)에 나타나는 비드(620)(320)의 형상은, 용융부(612)의 중심에 포물선 형상으로 제공되는 변곡영역(621)(631)을 포함하고, 상기 변곡영역(621)(631)을 중심으로 하여 양측으로 대응되는 형상으로 제공되는 직선영역(622)(632)과 끝단에 제공되는 에지영역(623)(633)을 포함할 수 있다. 상기 비드는 고화순간에 나타나는 요철을 말한다. 상기 비드의 개수는 상기 용융부(611)의 폭과 깊이가 작을수록 증가하는 것을 알 수 있었다.

[0075] 상기 용융부(611)의 폭과 깊이가 짧으면 짧을수록, 상기 변곡영역(621)(631)의 폭이 커지고, 상기 직선영역(622)(632)의 길이는 짧아지고, 상기 직선영역이 진행방향과 이루는 각도(θ)는 커지는 것을 알 수 있었다. 상기 에지영역(623)(633)은 용융되지 않는 부분과의 노슬립조건(no-sleep condition)에 의해서 그 각도를 정의하기가 어렵고, 상기 변곡영역(621)(631)의 폭과 상기 직선영역(622)(632)의 길이는 레이저의 빔 사이즈에 의해서 모든 시편에서 크게 변화되어 그 특성을 파악하기가 어려웠다.

[0076] 발명자는 상기 직선영역(622)(632)이 이루는 각도 및 고화부의 단위 길이에 포함되는 비드의 개수를 정의할 수 있음을 확인하였다.

[0077] 도 9에서 상기 직선영역(622)(632)이 용접방향과 이루는 각도는 9.462도이고, 비드의 개수는 1mm당 20개가 관찰되었다. 도 10에서 상기 직선영역(623)(633)이 용접방향과 이루는 각도는 42.184도이고 비스의 개수는 1mm당 100여개가 관찰되었다. 상기 용접부(61)에서 누설이 없고 안정적인 용접을 수행할 수 있는 고화부의 형상은 직선영역이 용접방향과 이루는 각도와 비드의 개수로 정의할 수 있었다. 구체적인 수치로는, 상기 직선영역의 각도는 9도에서 43도로 정의할 수 있고, 상기 비드의 개수는 20개에서 100개로 제한할 수 있다. 바람직하게 제안되는 용접부의 고화부의 형상은 모두 상기 수치의 범위 내로 제공되는 것을 볼 수 있었다.

[0078] 이해의 편의를 위하여 다시 한번 상기 수치에 대하여 설명하면, 상기 직선영역의 각도와 비드의 개수에 대한 하한치는, 용융액의 유동량이 커서 국소적으로 용융부가 모재와 박판을 연결하지 않는 부분이 제공되는 것을 나타내는 것으로서, 수십미터 길이의 용접부를 용접하면서 국소적으로 리크가 발생하는 것을 의미할 수 있다. 상기 직선영역의 각도와 비드의 개수에 대한 하한치는, 용융액의 유동량이 작아서 용융액이 박판과 모재를 채울 수 있는 정도로 용융되지 않은 것으로서, 수십미터 길이의 용접부를 용접하면서 용융액이 박판과 모재를 채우지 못하거나, 모재가 국소적으로 용융되지 않은 부분이 발생하여 전체적으로 누설이 발생할 우려가 있는 것을 의미할 수 있다.

[0079] 도 11은 200 μ m의 레이저 빔사이즈로 레이저 출력과 레이저의 이동속도를 변경하면서 실험한 결과 고화부의 형상을 표시한 도면이다. 도 11을 참조하면, 규칙적으로 비드가 제공됨과 함께 위에 설명한 양상의 패턴의 비드들

가지는 고화부가 누설이 없는 것을 확인할 수 있다.

- [0080] 도 11을 참조할 때 고화부의 비드가 규칙적으로 제공되지 못하는 것은 용융부의 유동이 지나치게 크거나 작아서 적절한 유동성을 확보하지 못하기 때문으로 추측할 수 있다. 다만, 고화부가 규칙적으로 제공되면서도 소정의 길이에서 국소적으로 누설이 발생하는 것을 확인할 수 있었는데, 예를 들어, 10m/min에서 240W의 레이저 출력을 인가하였을 때가 그 경우이다. 이때에는 짧은 시편으로 실험을 수행하였을 때에는 누설이 발생하지 않았지만, 비교적 긴 시편으로 실험을 하였을 때에는 국소적으로 누설이 발생하는 것을 볼 수 있었다. 이 경우에는 국소적으로 모재가 용융되지 않은 경우로서 고화부의 두께도 용접부(61)의 안정성에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다. 이를 위하여 모재가 반드시 용융할 수 있는 고화부의 최소두께를 고려하여야 하는 것을 알 수 있다.
- [0081] 도 12는 상기 단위면적당에너지와 용접부의 깊이를 그래프로 나타낸 도면이다. 도 12에서 수평축은 단위면적당 에너지의 강도(W/m^2)이고 수직축은 무차원수로서 박판의 두께에 대비되는 용접부의 용접깊이를 나타낸다.
- [0082] 도 12를 참조하면 이미 설명한 바와 같이 상기 단위면적당에너지는, 레이저 출력과 레이저의 이동속에 비례하는 값으로서, 상기 두 수치를 통하여 얻어질 수 있다. 상기 레이저의 단위면적당에너지 값이 커지면 용접에 있어서 킥홀모드에 접근하여 용접불량이 발생할 수 있으므로 바람직하지 않다. 따라서, 용접에 가하여지는 에너지는 킥홀모드에 이르지 않는 것이 바람직할 것이다.
- [0083] 도 13은 용접부의 깊이와 인장강도를 시험한 결과를 나타낸다.
- [0084] 도 13을 참조하면, 다양한 실험에서 용접부의 깊이가 $200\mu m$ 를 넘어서는 경우에는 급격하게 인장강도가 저하하는 것을 볼 수 있다.
- [0085] 상기 도 12와 도 13을 참조하면, 박판이 $50\mu m$ 이라고 할 때 용접부의 깊이는 $200\mu m$ 를 넘어서면서 용접부의 인장강도가 급격히 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 따라서, 용해하는 모재의 깊이는 박판의 세 배를 넘어서지 않는 것이 바람직하고, 최소한으로는 박판의 0.1배는 용융하도록 하는 것이 바람직하다. 모재의 최소한의 용융깊이는 국소적으로 용융하지 않는 부분이 발생하지 않도록 하는 것임을 확인할 수 있다. 상기되는 수치를 만족하는 것은 위에서 제안한 상기 레이저 제어 조건으로서 달성할 수 있는 것임을 확인하였다.
- [0086] 상기 실시예는 냉장고의 도어측 진공단열체에 대하여 바람직하게 적용될 수 있다. 그러나, 냉장고의 본체, 또는 진공단열체를 관통하는 관로에 있어서도 진공압에 의한 힘 및 마찰력에 의한 그 힘에 대한 저항은 마찬가지로 동일한 내용으로 적용이 가능할 것이다.

산업상 이용가능성

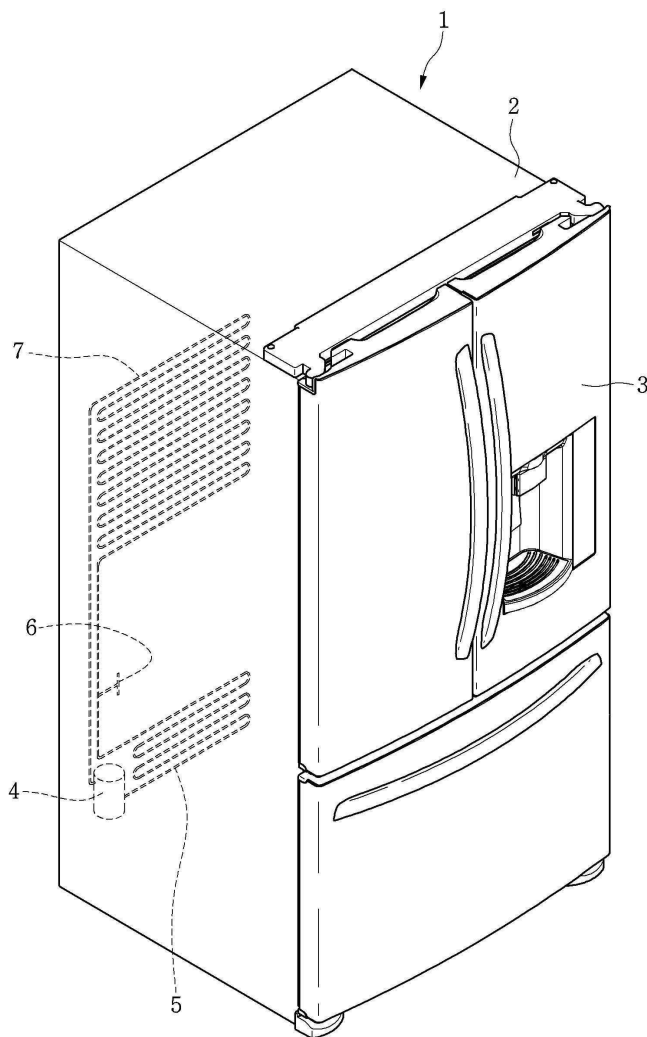
- [0087] 본 발명에 따르면 진공단열체가 적용되는 냉장고를 제작하기 위하여 필수적으로 제공되는 용접부를 안정적이고 균일하게 제공할 수 있다. 따라서, 진공단열체를 이용하는 냉장고를 제공하는 기술에 한 차원 더 접근하는 효과를 얻을 수 있다.

부호의 설명

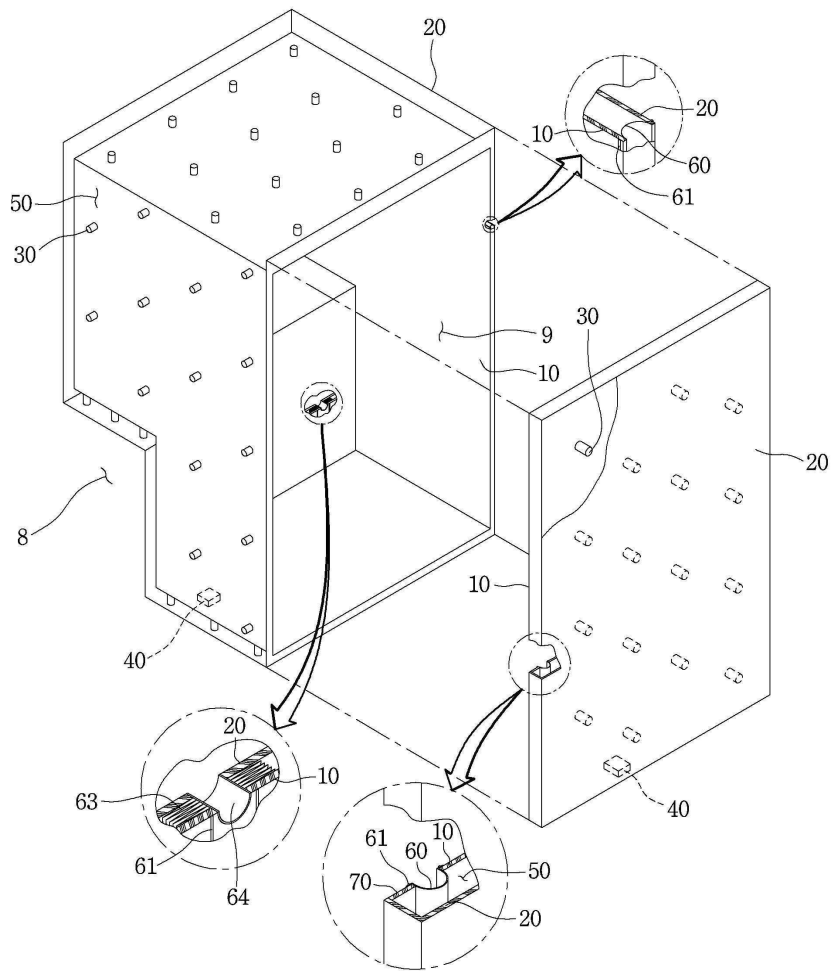
- [0088] 61: 용접부
611: 용융부
612: 고화부

도면

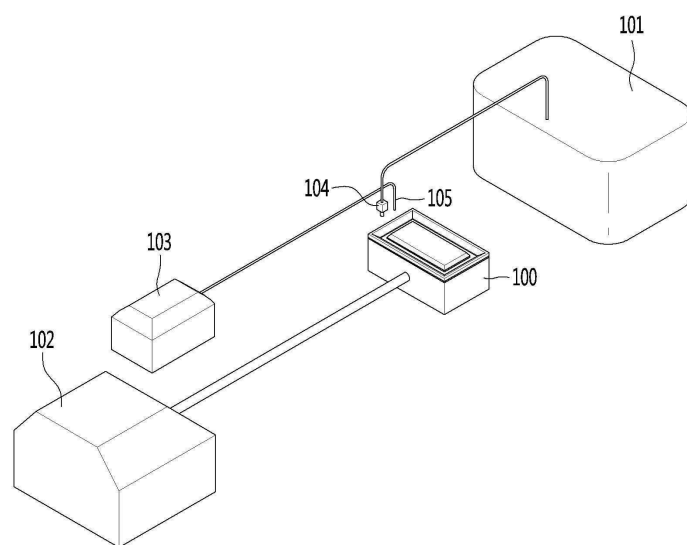
도면1



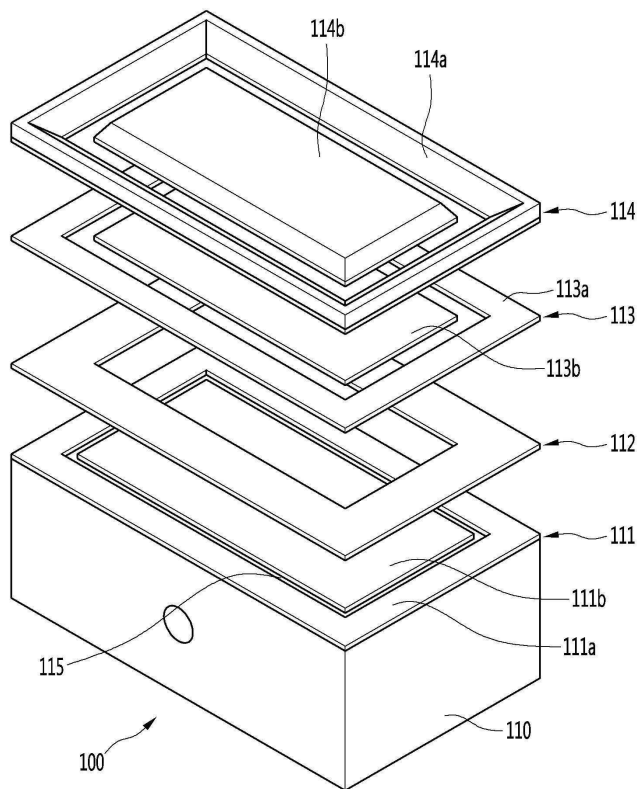
도면2



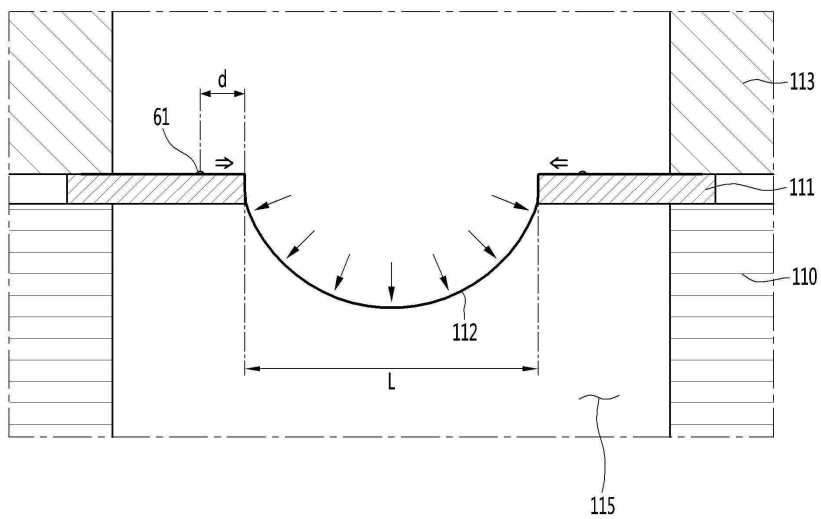
도면3



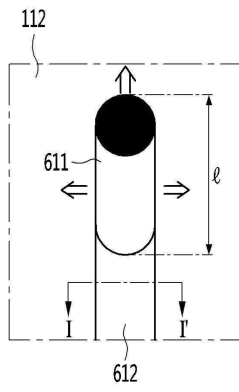
도면4



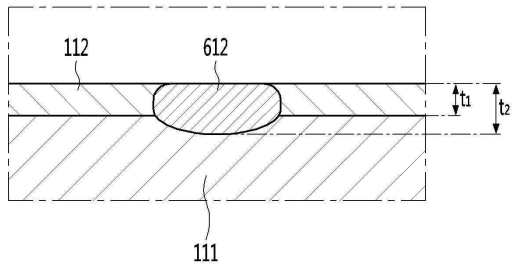
도면5



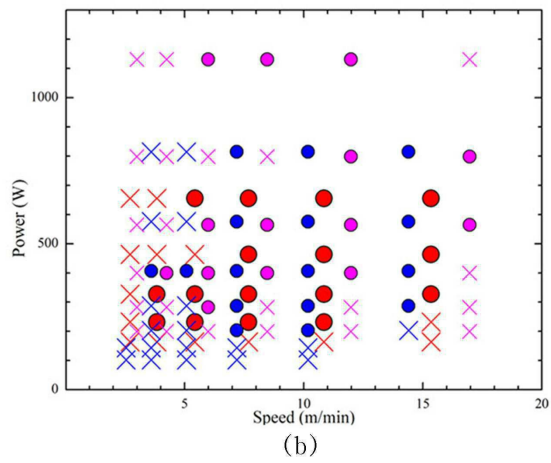
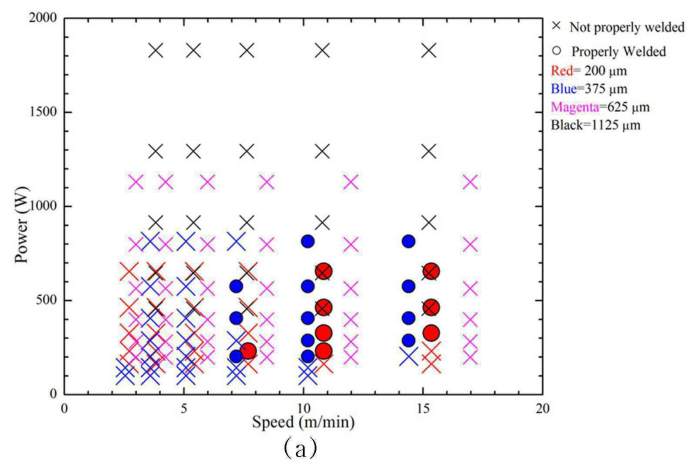
도면6



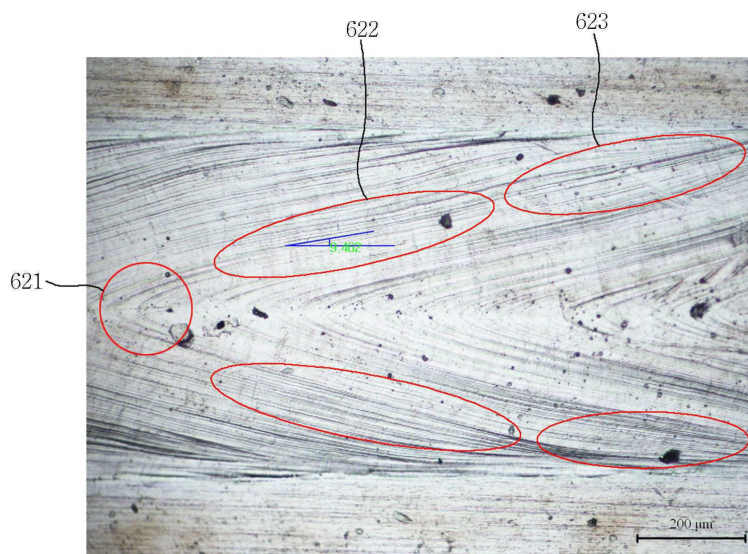
도면7



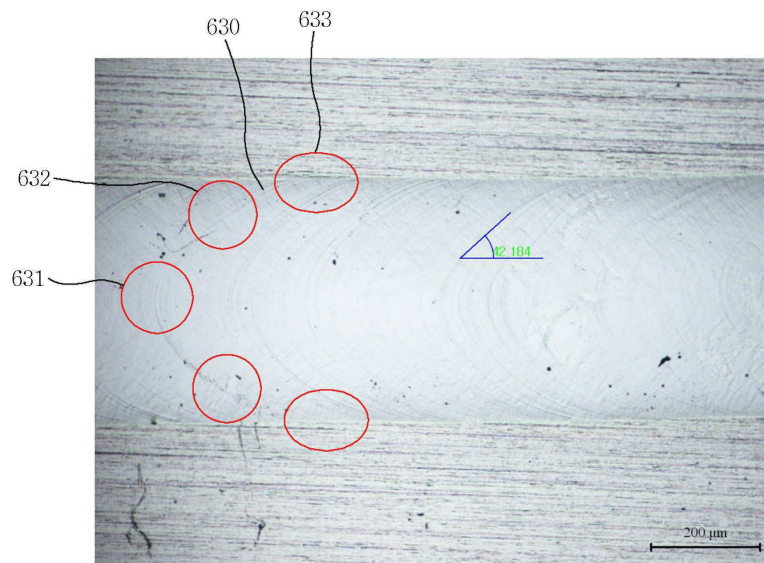
도면8



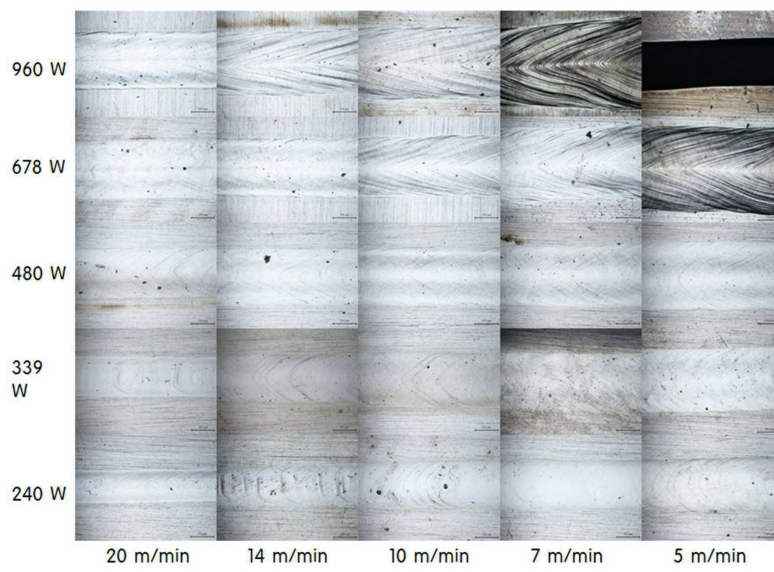
도면9



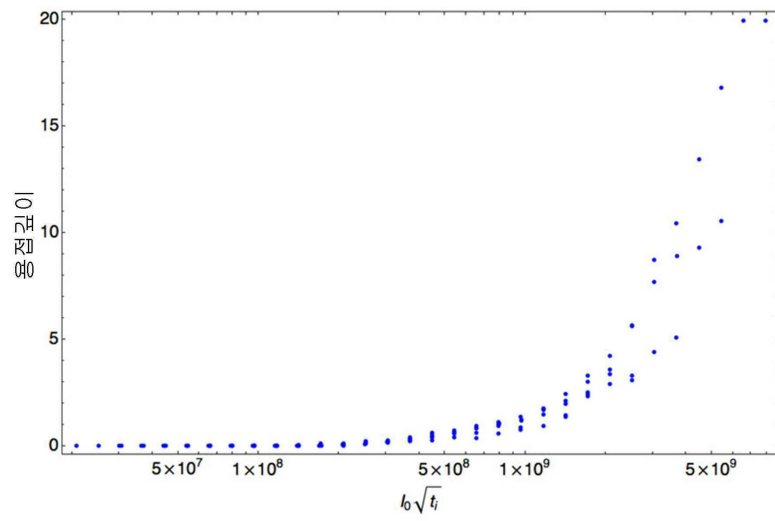
도면10



도면11



도면12



도면13

