

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2025-0040619
(43) 공개일자 2025년03월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16L 59/065 (2006.01) *F16L 59/02* (2024.01)
F16L 59/12 (2006.01) *F25D 23/06* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F16L 59/065 (2013.01)
F16L 59/02 (2024.01)
- (21) 출원번호 10-2025-0033812(분할)
(22) 출원일자 2025년03월17일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2023-0167896
원출원일자 2023년11월28일
심사청구일자 2023년12월26일

- (71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자
류민수
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 10 W8동 6층 LG
전자 특허센터
- 배재현
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 10 W8동 6층 LG
전자 특허센터
- 윤덕현
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 10 W8동 6층 LG
전자 특허센터
- (74) 대리인
허용록

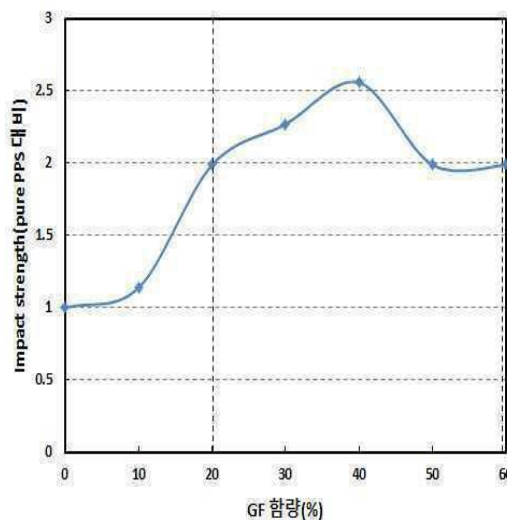
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 진공단열체 및 냉장고

(57) 요약

본 발명에 따른 진공단열체에는, 제 1 공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 제 1 플레이트 부재; 상기 제 1 공간과 온도가 다른 제 2 공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 제 2 플레이트 부재; 상기 제 1 공간의 온도와 상기 제 2 공간의 온도의 사이 온도이며 진공 상태의 공간인 제 3 공간을 제공할 수 있도록 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재를 밀봉하는 밀봉부; 상기 제 3 공간을 유지하는 서포팅유닛이 포함되고, 상기 서포팅유닛에는, 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재를 지지하는 적어도 두 개의 바를 포함하고, 상기 바의 재질은 유리섬유가 함유되는 PPS(poly phenylene sulfide)인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

F16L 59/121 (2019.01)

F25D 23/065 (2013.01)

F25D 2201/14 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1플레이트 부재;

제2플레이트 부재;

상기 제1,2플레이트 부재의 사이에 제공되는 진공공간부; 및

상기 진공공간부의 변형을 줄이기 위하여 제공되는 서포팅유닛 및 상기 진공공간부의 내부에 충전되는 다공성물질 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 서포팅유닛 및 상기 다공성물질 중 적어도 하나는, 유리섬유를 함유한 PPS(poly phenylene sulfide)를 포함하는 진공단열체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 진공공간부는, 가열된 상태에서 배기되는 배기공정에 의해 조성되는 진공단열체.

청구항 3

제1플레이트 부재;

제2플레이트 부재;

상기 제1,2플레이트 부재의 사이에 제공되는 진공공간부; 및

상기 진공공간부의 변형을 줄이기 위하여 제공되는 서포팅유닛 및 상기 진공공간부의 내부에 충전되는 다공성물질 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 진공공간부는, 가열된 상태에서 배기되는 배기공정에 의해 조성되고,

상기 서포팅유닛 및 상기 다공성물질 중 적어도 하나는, 상기 배기공정에서 무너지지 않는,

유리섬유를 함유한 PPS(poly phenylene sulfide)를 포함하는 진공단열체.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 배기공정은, 90도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 유리섬유의 함유량은 60%이하인 진공단열체.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 배기공정은, 100도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 유리섬유의 함유량은 60%이하인 진공단열체.

청구항 8

제3항에 있어서,
상기 배기공정은, 110도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 60%이하인 진공단열체.

청구항 10

제3항에 있어서,
상기 배기공정은, 120도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 60%이하인 진공단열체.

청구항 12

제3항에 있어서,
상기 배기공정은, 130도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 13

제12항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 20%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 14

제3항에 있어서,
상기 배기공정은, 140도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 30%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 16

제3항에 있어서,
상기 배기공정은, 150도씨 이상의 온도에서 수행되는 진공단열체.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 30%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 18

제1항 또는 제3항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 30%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 19

제18항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 10%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 20

제19항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 20%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 21

제20항에 있어서,
상기 유리섬유의 함유량은 30%이상 60%이하인 진공단열체.

청구항 22

제1항 또는 제3항에 있어서,
상기 진공공간부의 공기를 배기하여 진공상태를 조성하기 위한 배기포트를 포함하는 진공단열체.

청구항 23

제1항 또는 제3항에 있어서,
상기 서포팅유닛은 바를 포함하는 진공단열체.

청구항 24

제23항에 있어서,
상기 서포팅유닛은 상기 바의 일단에 제공되는 지지 플레이트를 포함하는 진공단열체.

청구항 25

제1항 또는 제3항에 있어서,
상기 제1플레이트 부재는, 상기 제1플레이트 부재 측에 제공되는 제1공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하고,
상기 제2플레이트 부재는, 상기 제2플레이트 부재 측에 제공되는 제2공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하는 진공단열체.

청구항 26

제1항 또는 제3항의 진공단열체를 포함하는 냉장고.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진공단열체 및 냉장고에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 진공단열체는 몸체의 내부를 진공으로 유지하여 열전달을 억제하는 물품이다. 상기 진공단열체는 대류 및 전도에 의한 열전달을 줄일 수 있기 때문에 온장장치 및 냉장장치에 적용되고 있다. 한편, 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.
- [0004] 먼저, 본 출원인의 등록특허 10-0343719(인용문헌 1)가 있다. 상기 등록특허에 따르면 진공단열패널(Vacuum adiabatic panel)을 제작하고, 상기 진공단열패널을 냉장고의 벽에 내장하고, 상기 진공단열패널의 외부를 스티로폼인 별도 성형물로 마감하는 방식이다. 상기 방식에 따르면 발포가 필요 없고, 단열성능이 향상되는 효과를 얻을 수 있다. 이 방식은 비용이 상승하고 제작방식이 복잡해지는 문제가 있다. 다른 예로서 공개특허 10-2015-0012712(인용문헌 2)에는 진공단열재로 벽을 제공하고 그에 더하여 발포 충전재로 단열벽을 제공하는 것에 대한 기술에 제시되어 있다. 이 방식도 비용이 증가하고 제작방식이 복잡한 문제점이 있다.
- [0005] 또 다른 예로서 냉장고의 벽을 전체로 단일물품인 진공단열체로 제작하는 시도가 있었다. 예를 들어, 미국공개특허공보 US2040226956A1(인용문헌 3)에는 진공상태로 냉장고의 단열구조를 제공하는 것에 대하여 개시되어 있다. 그러나 냉장고의 벽을 충분한 진공상태로 제공하여 실용적인 수준의 단열효과를 얻는 것은 어려운 일이다. 상세하게 설명하면, 온도가 서로 다른 외부케이스와 내부케이스와의 접촉부분의 열전달 현상을 막기가 어렵고, 안정된 진공상태를 유지하는 것이 어렵고, 진공상태의 음압에 따른 케이스의 변형을 방지하는 것이 어려운 등의 문제점이 있다. 이들 문제점으로 인하여 인용문헌 3의 기술도 극저온의 냉장장치에 국한하고, 일반 가정에서 적용할 수 있는 수준의 기술은 제공하지 못한다.
- [0006] 상기되는 문제를 연구하여 본 출원인은 내부가 진공으로 유지되어 단열되도록 하고, 진공공간의 내부 간격은 수지를 재질로 하는 서포팅유닛에 의해서 유지되도록 하는 기술을 대한민국특허출원번호 10-2015-0109727호(인용문헌 4)로 출원한 바가 있다. 상기 인용문헌 4는 서포팅유닛에 적절하게 적용이 가능한 물질을 제안한 바가 있다. 상기 인용문헌 4에서는, 아웃게싱, 압축강도, 열전도도, 열변형율, 및 최고동작온도 등을 참조하여 수지재를 선정하였다. 그러나, 진공단열체 내부에서 수지재인 서포팅유닛의 아웃게싱을 위하여 상대적인 저온에서 수일에 이르는 배기과정이 필요하다. 이와 같이 지나치게 긴 배기시간은 제품의 생산효율을 현저하게 낮추는 문제가 있다. 이 문제를 개선하기 위하여 본 발명자는 연구활동을 추진하였고, 이 문제를 개선한 결과물로서 본 발명에 이르게 되었다.
- [0007] 한편, 상기 인용문헌 4의 내용 중에서 본 발명과 관련되는 내용은 본 발명의 설명에도 기재하여 이해의 편의를 도모한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 등록특허 10-0343719
(특허문헌 0002) 공개특허 10-2015-0012712의 도 7
(특허문헌 0003) 미국공개특허공보 US2040226956A1
(특허문헌 0004) 대한민국특허출원번호 10-2015-0109727호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 진공단열체에 적용되는 서포팅유닛의 아웃게싱을 줄이는 배기공정의 시간을 단축하는 것을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 따른 진공단열체는, 진공단열체의 내부 공간을 지지하는 서포팅유닛이 포함되고, 상기 서포팅유닛에는, 상기 제 1 플레이트 부재와 상기 제 2 플레이트 부재를 지지하는 적어도 두 개의 바를 포함하고, 상기 바의 재질은 유리섬유가 함유되는 PPS(poly phenylene sulfide)인 것을 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명에 따른 냉장고에는, 저장물을 저장할 수 있는 내부공간을 제공되는 본체; 및 외부공간으로부터 상기 본체를 개폐할 수 있도록 제공되는 도어가 포함되고, 상기 도어 및 상기 본체 중의 적어도 하나는 진공단열체를 포함하고, 상기 진공단열체의 내부의 진공공간부를 유지하는 서포팅유닛이 포함되고, 상기 서포팅유닛에 제공되

어, 상기 진공단열체의 간격을 유지하는 바의 재질은 유리섬유가 함유되는 PPS(poly phenylene sulfide)인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면 진공단열체 내부의 배기공정을 단축하여, 제품의 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0013] 본 발명에 따르면 배기공정의 단축과 함께 서포팅유닛의 성형성과 내충격성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 실시예에 따른 냉장고의 사시도.

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

도 3은 진공공간부의 내부구성에 대한 다양한 실시예를 보이는 도면.

도 4는 각 수지에 대하여 검토한 결과를 설명하는 도표.

도 5는 수지의 진공유지능력을 실험한 결과를 설명하는 도면.

도 6은 PPS와 low outgassing PC에서 방출되는 가스의 성분을 분석한 그래프.

도 7은 고온 배기시에 대기압에 의해서 파손되는 최대변형온도를 측정한 그래프.

도 8은 순수한 PPS 대비 유리섬유가 함유되는 재질의 충격강도를 실험한 결과를 나타내는 그래프.

도 9는 순수한 PPS와 대비하여 유리섬유의 함유량에 따른 PPS의 사출흐름성을 나타내는 그래프.

도 10은 전도저항쉬트 및 그 주변부의 다양한 실시예를 보이는 도면.

도 11은 시뮬레이션을 적용하여 진공압에 따른 단열성능의 변화와 가스전도도의 변화를 나타내는 그래프.

도 12는 서포팅유닛이 사용되는 경우에 진공단열체의 내부를 배기하는 공정을 시간과 압력으로 관찰하는 그래프.

도 13은 진공압과 가스전도도를 비교하는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 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.

[0016] 이하에 제시되는 도면은 실제 물품과는 다르거나 과장되거나 간단하거나 세밀한 부품은 삭제하여 표시될 수 있으나, 이는 본 발명 기술사상 이해의 편의를 도모하기 위한 것으로서, 도면에 제시되는 크기와 구조와 형상으로 제한되어 해석되지 않아야 한다.

[0017] 이하의 설명에서 진공압은 대기압보다 낮은 그 어떤 압력상태를 의미한다. 그리고, A가 B보다 진공도가 높다는 표현은 A의 진공압이 B의 진공압보다 낮다는 것을 의미한다.

[0018] 도 1은 실시예에 따른 냉장고의 사시도이다.

[0019] 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.

[0020] 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 압축물을 조정함으로써 냉동부하를 조

절하여, 냉장공간 또는 냉동공간의 제어를 수행할 수 있다.

- [0021] 도 2는 냉장고의 본체 및 도어에 사용되는 진공단열체를 개략적으로 나타내는 도면으로서, 본체 측 진공단열체는 상면과 측면의 벽이 제거된 상태로 도시되고, 도어 측 진공단열체는 전면의 벽 일부가 제거된 상태의 도면이다. 또한, 전도저항쉬트(60)(63)가 제공되는 부분의 단면을 개략적으로 나타내어 이해가 편리하게 되도록 하였다.
- [0022] 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 밀봉부(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.
- [0023] 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 공간의 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.
- [0024] 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.
- [0025] 이하에서는 상기 열전달의 요인과 관련하여 단열손실을 줄이기 위하여 제공되는 열저항유닛에 대하여 설명한다. 한편, 실시예의 진공단열체 및 냉장고는 진공단열체의 적어도 어느 한쪽에 또 다른 단열수단을 더 가지는 것을 배제하지 않는다. 따라서, 다른 쪽 일면에 발포 등을 이용하는 단열수단을 더 가질 수도 있다.
- [0026] 상기 열저항유닛에는 상기 제 3 공간의 벽을 따라 흐르는 열전도에 저항할 수 있는 전도저항쉬트가 포함되고, 상기 전도저항쉬트와 체결되는 사이드 프레임이 더 포함될 수 있다. 상기 전도저항쉬트와 상기 사이드 프레임은 이하의 설명에 의해서 명확해 질 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 열저항유닛에는 상기 제 3 공간 내부에 관상으로 제공되는 적어도 하나의 복사저항쉬트를 포함하거나 상기 제 3 공간 내부에 상기 제 2 플레이트 부재와 상기 제 1 플레이트 부재 간의 복사열전달에 저항하는 다공성물질이 포함될 수 있다. 상기 복사저항쉬트와 상기 다공성물질은 이하의 설명에 의해서 명확히 이해될 수 있다.
- [0028] 도 3은 진공공간부의 내부구성에 대한 다양한 실시예를 보이는 도면이다.
- [0029] 먼저, 도 3a를 참조하면, 상기 진공공간부(50)는 상기 제 1 공간 및 상기 제 2 공간과는 다른 압력, 바람직하게는 진공 상태의 제 3 공간으로 제공되어 단열손실을 줄일 수 있다. 상기 제 3 공간은 상기 제 1 공간의 온도 및 상기 제 2 공간의 온도의 사이에 해당하는 온도로 제공될 수 있다. 상기 제 3 공간은 진공 상태의 공간으로 제공되기 때문에, 상기 제 1 플레이트 부재(10) 및 상기 제 2 플레이트 부재(20)는 각 공간의 압력차만큼의 힘에 의해서 서로 접근하는 방향으로 수축하는 힘을 받기 때문에 상기 진공공간부(50)는 작아지는 방향으로 변형될 수 있다. 이 경우에는 진공공간부의 수축에 따른 복사전달량의 증가, 상기 플레이트 부재(10)(20)의 접촉에 따른 전도전달량의 증가에 따른 단열손실을 야기할 수 있다.
- [0030] 상기 진공공간부(50)의 변형을 줄이기 위하여 서포팅유닛(30)이 제공될 수 있다. 상기 서포팅유닛(30)에는 바(31)가 포함된다. 상기 바(31)는 제 1 플레이트 부재와 제 2 플레이트 부재의 사이 간격을 지지하기 위하여 상기 플레이트 부재에 대하여 실질적으로 수직한 방향으로 연장될 수 있다. 상기 바(31)의 적어도 어느 일단에는 지지 플레이트(35)가 추가로 제공될 수 있다. 상기 지지 플레이트(35)는 적어도 두 개 이상의 바(31)를 연결하고, 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)에 대하여 수평한 방향으로 연장될 수 있다. 상기 지지 플레이트는 판

상으로 제공될 수 있고, 격자형태로 제공되어 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)와 접하는 면적이 작아져서 열전달이 줄어들도록 할 수 있다. 상기 바(31)와 상기 지지 플레이트는 적어도 일 부분에서 고정되어, 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)의 사이에 함께 삽입될 수 있다. 상기 지지 플레이트(35)는 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20) 중 적어도 하나에 접촉하여 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)의 변형을 방지할 수 있다. 또한, 상기 바(31)의 연장방향을 기준으로 할 때, 상기 지지플레이트(35)의 종단면적은 상기 바(31)의 종단면적보다 크게 제공하여, 상기 바(31)를 통하여 전달되는 열이 상기 지지 플레이트(35)를 통하여 확산될 수 있다.

[0031] 상기 서포팅유닛(30)의 재질에 대하여 설명한다.

[0032] 상기 서포팅유닛(30)은, 진공압에 견디기 위하여 압축강도가 높아야 하고, 진공상태를 유지할 수 있도록 아웃게싱(outgassing) 및 물흡수율이 작아야 하고, 플레이트 부재 간의 열전도를 줄이기 위하여 열전도율이 작아야 하고, 고온 배기공정에 견딜 수 있도록 고온에서 압축강도가 확보되어야 하고, 성형을 할 수 있도록 가공성이 좋아야 하고, 비용이 저렴하여야 한다. 여기서 상기 배기공정의 수행시간은 수 일(several days) 정도에 이르기 때문에 그 시간을 줄이는 것은 제조비용 및 생산성에 큰 장점을 줄 수 있다. 따라서 고온에서 압축강도가 확보되어야 하는 것은 배기공정의 수행온도가 높으면 높을수록 배기속도가 증가하기 때문이다. 상기되는 조건 하에서 발명자는 다양한 검토를 수행하였다.

[0033] 먼저, 세라믹 및 유리재질은 아웃게싱율(outgassing rate)과 물흡수율이 작지만 가공성이 현저하게 떨어지므로 사용할 수 없다. 따라서, 수지를 재질로 검토할 수 있다.

[0034] 도 4는 각 수지에 대하여 검토한 결과를 설명하는 도표이다.

[0035] 도 4를 참조하면, 본 발명자는 다양한 수지재료를 검토한 바가 있으나, 대부분의 수지가 아웃게싱율 및 물흡수율이 현저히 높아서 사용할 수 없었다. 이에 대략적으로 아웃게싱율과 물흡수율의 조건을 만족하는 수지를 검토하였다. 그 결과 PE재질은 아웃게싱율이 높고 압축강도가 낮아서 사용하기가 부적절하고, PCTFE재질은 가격이 현저하게 높아서 사용하기에 바람직하지 않고, PEEK재질은 아웃게싱율이 높아서 사용하기가 부적절하였다. 이에, 상기 서포팅유닛은 PC(polycarbonate), glass fiber PC, low outgassing PC, PPS(poly phenylene sulfide), 및 LCP(liquid-crystal polymer) 중에서 선택되는 수지를 그 재질로 사용할 수 있을 것으로 판단하였다. 그러나 PC의 경우에도 아웃게싱율은 0.19로 낮은 수준이기 때문에, 열을 가하면서 배기하는 베이킹 시간을 일정수준 길게 함으로써 사용할 수 있을 것이다.

[0036] 상기 진공공간부의 내부에 사용이 가능할 것으로 예상되는 수지의 재질에 대하여 다양한 연구를 수행하여 최적의 재질을 알아내었다. 이하에서는 수행된 각 연구활동의 결과물을 도면을 참조하여 설명한다.

[0037] 도 5는 수지의 진공유지능력을 실험한 결과이다.

[0038] 도 5를 참조하면, 상기 서포팅유닛을 각각의 수지를 사용하여 제작한 다음에 진공을 유지할 수 있는 성능을 시험한 결과를 나타내는 그래프이다. 먼저, 선택된 재질을 사용하여 제작된 서포팅유닛을 에탄올로 세척하고, 저압에서 48시간을 방치하고, 2.5시간 동안 외기에 노출한 다음에 진공단열체에 넣고 90도씨에서 대략 50시간 동안 배기과정을 진행한 다음에 진공유지성능을 측정하였다.

[0039] 상기 LCP의 경우에는 초기 배기성능은 가장 좋지만 진공유지성능이 나쁜 것을 볼 수 있다. 이는 온도에 민감한 것에 기인한 것으로 예상할 수 있다. 또한, 그래프의 특성을 보건데 5×10^{-3} torr를 최종허용압력이라고 할 때 0.5년 정도의 시간동안 유지할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서, 서포팅유닛의 재질로는 다른 재질에 비하여 불리하다.

[0040] 상기 glass fiber PC(G/F PC)는 배기속도가 빠르지만 진공유지성능이 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 이는 첨가물의 영향이 있을 것으로 판단된다. 또한, 그래프의 특성을 보건데 동일조건에서 8.2년 정도의 시간동안 진공성능을 유지할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서, 서포팅유닛의 재질로는 다른 재질에 비하여 불리하다.

[0041] 상기 low outgassing PC(O/G PC)는 상기 두 재질에 비해서는 진공유지성능이 뛰어나고, 동일조건에서 34년 정도의 시간동안 진공성능을 유지할 수 있을 것으로 예상된다. 그러나, 초기 배기성능이 떨어져서 제작효율이 떨어지는 단점을 볼 수 있다.

[0042] 상기 PPS의 경우에는 진공유지성능이 월등히 뛰어나고 배기성능도 우수한 것을 알 수 있다. 따라서, 진공유지성능을 기준으로 할 때에는 PPS의 재질을 서포팅유닛의 재질로 하는 것이 가장 바람직하게 고려된다.

[0043] 도 6은 PPS와 low outgassing PC에서 방출되는 가스의 성분을 분석한 결과로서, 수평축은 가스의 분자량이고,

수직축은 농도를 나타낸다. 도 6a는 low outgassing PC의 방출가스를 분석한 것으로서, H₂계열(Ⅰ), H₂O계열(Ⅱ), N₂/CO/CO₂/O₂계열(Ⅲ), 및 탄화수소계열(Ⅳ)이 골고루 방출되는 것을 볼 수 있다. 도 6b는 PPS의 방출가스를 분석한 것으로서, H₂계열(Ⅰ), H₂O계열(Ⅱ), 및 N₂/CO/CO₂/O₂계열(Ⅲ)이 약한 정도로 방출되는 것을 볼 수 있다. 도 6c는 스테인레스 스틸의 방출가스를 분석한 것으로서, PPS와 유사한 가스가 방출되는 것을 볼 수 있다. 결국, PPS는 스테인레스 스틸과 비슷한 가스의 방출량을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

[0044] 상기 분석결과, PPS가 상기 서포팅유닛의 재질로서 우수한 것을 다시 한번 확인할 수 있었다.

[0045] 도 7은 고온 배기시에 대기압에 의해서 파손되는 최대변형온도를 측정한 결과이다. 이때 상기 바(31)는 2mm직경으로 30mm간격으로 제공하였다. 도 7을 참조하면 PE의 경우에는 60도씨에서 파단이 발생하고 low outgassing PC의 경우에는 90도씨에서 파단이 발생하고 PPS의 경우에는 125도씨에서 파단이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

[0046] 상기되는 각 분석의 결과 진공공간부의 내부에 사용되는 수지의 재질로는 PPS가 가장 바람직한 것을 알 수 있었다. 그러나, 제조비용의 면에 있어서는 low outgassing PC를 사용할 수도 있을 것이다.

[0047] 상기되는 진공단열체의 제조공정에서 배기공정은 90도씨에서 대략 50시간을 수행하였다. 50시간의 배기공정은 실질적으로 제품의 생산 공정에 있어서 적용되기 어렵다. 본 발명의 발명자에는 이에 대한 개선방안을 알아내기 위하여 연구활동을 계속하였다. 이에, 배기온도를 150도씨 이상으로 높이면 1시간 정도의 배기공정의 시간으로 진공단열체 내부의 아웃게싱을 할 수 있는 것을 알아내었다.

[0048] 발명자는 90도씨가 아닌 그보다 더 높은 온도에서 배기공정을 수행하면, PPS의 아웃게싱 시간이 단축되는 것을 확인하였지만, 높은 온도에서 배기공정이 수행되면 서포팅유닛이 열 변형될 수 있다. 열 변형의 양태로는, 바(35)가 무너지거나, 서포팅유닛의 지지 플레이트(31)가 변형되는 예가 있었다. 상기 서포팅유닛의 변형은 모든 제품의 폐기로 이어지기 때문에 절대로 허용될 수 없는 현상이다. 이에 추가적인 연구개발을 수행하여 높은 온도의 배기공정이 수행되더라도 서포팅유닛이 변형되지 않는 조건을 찾았다. 이하에서 상세하게 설명한다.

[0049] 상기 서포팅유닛의 재질인 PPS에 유리섬유(Glass Fiber)를 일정량 추가하면 배기공정에서 열변형이 발생하지 않는 것을 확인하였다.

[0050] 표 1은, 상기 서포팅유닛의 베이스가 되는 수지재질로 PPS를 선정하고, PPS에 유리섬유의 함유량(%)을 달리하여 서포팅유닛을 제작하고 1×10⁻⁴ torr에서 열변형의 실험결과를 보인다. 상기 함유량은 서포팅유닛의 전체무게에 대한 유리섬유의 무게를 나타낸다.

표 1

[0051]

온도(℃)	0(PPS only)	20%	30%	40%	50%	60%
90	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2
100	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3
110	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2
120	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
130	90.6	0.5	0.45	0.4	0.3	0.3
140	-	90.3	0.5	0.5	0.3	0.3
150	-	-	0.45	0.4	0.4	0.3

[0052] 상기 표 1을 참조하면, PPS를 100% 사용하는 경우에는 130도씨에서 서포팅유닛의 구조가 무너지는 것을 볼 수 있었다. 유리섬유가 20% 함유되는 경우에는 140도씨에서 서포팅유닛의 구조가 무너졌다. 이에 150도씨의 배기공정이 수행되기 위해서는 유리섬유의 함유량은 30%이상이어야 하는 것을 알 수 있었다. 유리섬유의 함유량이 늘어남에 따라서 고온에서의 강도가 좋아지는 것은, 고온에서의 열화로 PPS가 국소적으로 약해지더라도 유리섬유가 약화된 강도를 보강해주기 때문인 것으로 추측된다.

[0053] 한편, 유리섬유의 함유량이 늘어나면 늘어날수록 충격강도가 상승하는 효과가 있다. 도 8은 순수한 PPS 대비 유리섬유가 함유되는 재질의 충격강도를 실험한 결과를 나타낸다.

[0054] 도 8을 참조하면, 유리섬유의 함유량(%)이 증가할 수록 충격강도(Impact Strength)가 증가하는 것을 볼 수 있다. 상세하게는, 유리섬유의 함유량이 10%일 때에 순수한 PPS와 대비하여 1.15배의 상승률을 보이고, 유리섬유의 함유량이 20%일 때에 순수한 PPS와 대비하여 2.01배의 상승률을 보이고, 유리섬유의 함유량이 40%일 때 순

수한 PPS와 대비하여 2.58배의 정점을 보이고, 40%를 넘어서 이후에는 유리섬유의 함유량이 늘어나더라도 충격 강도가 낮아지는 것을 볼 수 있었다.

[0055] 본 실험의 결과를 참조하여, 순수한 PPS와 대비하여 2배 이상의 충격강도를 가지는 유리섬유의 함유량이 20%~60%인 범위를 선정할 수 있다.

[0056] 발명자는 서포팅유닛을 사출로 제작할 때, 유리섬유를 함유시킴에 따라서 서포팅유닛의 모양이 제대로 나오지 않는 것을 관찰할 수 있었다. 물론, 사출시에 인가되는 사출압력을 크게 함으로써 일정한 수준의 개선을 기대할 수 있지만, 사출압력을 크게 하면 누설 및 대형화되는 문제점이 발생할 수 있다. 상기 지지 플레이트(35)가 단열손실을 줄이기 위하여 격자형으로 제작되고, 상기 바(31)와 상기 지지 플레이트가 단일 몸체로 함께 사출되는 경우에는, 사출액의 이송 거리가 멀어지기 때문에, 이와 같은 문제는 더욱 현저하게 발생한다.

[0057] 사출 시에 어느 한 곳의 바(35)의 어느 부분이라도 정해진 직경이나 길이로 제작되지 못하면, 해당하는 개소에 서는 진공압을 견딜 수 없다. 이는 문제가 되는 바뿐만 아니라, 그 주변부에 있는 다른 바에도 영향을 미쳐서 연속적인 파괴로 이어질 수 있으므로 진공단열체에는 치명적이다. 어느 한 곳의 바가 진공압을 견딜 수 없으면, 인접하는 다른 바에 인가되는 힘이 더 강해지기 때문이다.

[0058] 상기되는 문제점을 개선하기 위하여 발명자는 유리섬유의 함유량에 따라서 사출의 흐름성이 나빠지지 않는 범위를 알아내었다. 도 9는 순수한 PPS와 대비하여 유리섬유의 함유량에 따른 PPS의 사출흐름성을 나타내는 도면이다.

[0059] 도 9를 참조하면, PPS에 유리섬유가 함유됨에 따라서 점진적으로 사출흐름성이 나빠지는 것을 볼 수 있었고, 유리섬유의 함유량이 50%를 넘어서면 급격하게 사출흐름성이 나빠지는 것을 확인할 수 있었다. 이에, 복잡한 형상을 가지는 서포팅유닛의 어느 일 부분이라도 설계형상이 제작되도록 하기 위하여 유리섬유의 함유량의 최대치는 50%로 하는 것이 바람직한 것을 확인할 수 있었다.

[0060] 이하에서는, 상기 진공공간부(50)를 통한 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20) 간의 열복사를 줄이는 복사저항쉬트(32)에 대하여 설명한다. 상기 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)는 부식방지와 충분한 강도를 제공할 수 있는 스테인레스 재질로 제공될 수 있다. 상기 스테인레스 재질은 방사율이 0.16으로서 비교적 높기 때문에 많은 복사열 전달이 일어날 수 있다. 또한, 수지를 재질로 하는 상기 서포팅유닛의 방사율은 상기 플레이트 부재에 비하여 낮고 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)의 내면에 전체적으로 마련되지 않기 때문에 복사열에 큰 영향을 미치지 못한다. 따라서 상기 복사저항쉬트는 제 1 플레이트 부재(10)와 제 2 플레이트 부재(20) 간의 복사열 전달의 저감에 중점적으로 작용하기 위하여, 상기 진공공간부(50)의 면적의 대부분을 가로질러서 판상으로 제공될 수 있다. 상기 복사저항쉬트(32)의 재질로는, 방사율(emissivity)이 낮은 물품이 바람직하고, 실시예에서는 방사율 0.02의 알루미늄 박판이 바람직하게 사용될 수 있다. 또한, 한 장의 복사저항쉬트로 충분한 복사열 차단작용을 얻을 수 없기 때문에, 적어도 두 장의 복사저항쉬트(32)가 서로 접촉하지 않도록 일정 간격을 두고 제공될 수 있다. 또한, 적어도 어느 한 장의 복사저항쉬트는 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)의 내면에 접하는 상태로 제공될 수 있다.

[0061] 다시 도 3b를 참조하면, 서포팅유닛(30)에 의해서 플레이트 부재 간의 간격을 유지하고, 진공공간부(50)의 내부에 다공성물질(33)을 충전할 수 있다. 상기 다공성물질(33)은 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)의 재질인 스테인레스보다는 방사율이 높을 수 있지만, 진공공간부를 충전하고 있으므로 복사열전달의 저항효율이 높다.

[0062] 본 실시예의 경우에는, 복사저항쉬트(32)가 없이도 진공단열체를 제작할 수 있는 효과가 있다.

[0063] 도 3c를 참조하면, 진공공간부(50)를 유지하는 서포팅유닛(30)이 제공되지 않는다. 이를 대신하여 다공성물질(33)이 수지재질의 필름(34)에 싸인 상태로 제공될 수 있다 이때 다공성물질(33)은 진공공간부의 간격을 유지할 수 있도록 압축된 상태로 제공될 수 있다. 상기 필름(34)은 예시적으로 PE재질로서 구멍이 뚫려있는 상태로 제공될 수 있다.

[0064] 본 실시예의 경우에는, 상기 서포팅유닛(30)이 없이 진공단열체를 제작할 수 있다. 다시 말하면, 상기 다공성물질(33)은 상기 복사저항쉬트(32)의 기능과 상기 서포팅유닛(30)의 기능을 함께 수행할 수 있다.

[0065] 도 10은 전도저항쉬트 및 그 주변부의 다양한 실시예를 보이는 도면이다. 도 2에는 각 전도저항쉬트가 구조가 간단하게 도시되어 있으나, 본 도면을 통하여 더 상세하게 이해될 수 있을 것이다.

[0066] 먼저, 도 10a에 제시되는 전도저항쉬트는 본체 측 진공단열체에 바람직하게 적용될 수 있다. 상세하게, 상기 진공단열체의 내부를 진공으로 유지하기 위하여 상기 제 2 플레이트 부재(20)와 상기 제 1 플레이트 부재(10)는

밀봉되어야 한다. 이때 두 플레이트 부재는 각각이 온도가 서로 다르므로 양자 간에 열전달이 발생할 수 있다. 종류가 다른 두 플레이트 부재 간의 열전도를 방지하기 위하여 전도저항쉬트(60)가 마련된다.

[0067] 상기 전도저항쉬트(60)는 상기 제 3 공간을 위한 벽의 적어도 일부를 정의하고 진공상태를 유지하도록 그 양단이 밀봉되는 밀봉부(61)로 제공될 수 있다. 상기 전도저항쉬트(60)는 상기 제 3 공간의 벽을 따라서 흐르는 열전도량을 줄이기 위하여 마이크로미터 단위의 얇은 박판으로 제공된다. 상기 밀봉부(61)는 용접부로 제공될 수 있다. 즉, 전도저항쉬트(60)와 플레이트 부재(10)(20)가 서로 융착되도록 할 수 있다. 서로 간의 융착 작용을 이끌어내기 위하여 상기 전도저항쉬트(60)와 플레이트 부재(10)(20)는 서로 같은 재질을 사용할 수 있고, 스테인레스를 그 재료로 할 수 있다. 상기 밀봉부(61)는 용접부로 제한되지 않고 코킹 등의 방법을 통하여 제공될 수도 있다. 상기 전도저항쉬트(60)는 곡선 형상으로 제공될 수 있다. 따라서, 상기 전도저항쉬트(60)의 열전도의 거리는 각 플레이트 부재의 직선거리보다 길게 제공되어, 열전도량은 더욱 줄어들 수 있다.

[0068] 상기 전도저항쉬트(60)를 따라서 온도변화가 일어난다. 따라서, 그 외부와의 열전달을 차단하기 위하여, 상기 전도저항쉬트(60)의 외부에는 차폐부(62)가 제공되어 단열작용이 일어나도록 하는 것이 바람직하다. 다시 말하면, 냉장고의 경우에 제 2 플레이트 부재(20)는 고온이고 제 1 플레이트 부재(10)는 저온이다. 그리고, 상기 전도저항쉬트(60)는 고온에서 저온으로 열전도가 일어나고 열흐름을 따라서 쉬트의 온도가 급격하게 변한다. 그러므로, 상기 전도저항쉬트(60)가 외부에 대하여 개방되는 경우에는 개방된 곳을 통한 열전달이 심하게 발생할 수 있다. 이러한 열손실을 줄이기 위하여 상기 전도저항쉬트(60)의 외부에는 차폐부(62)가 제공되도록 한다. 예를 들어, 상기 전도저항쉬트(60)가 저온공간 또는 고온공간의 어느 쪽에 노출되는 경우에도, 상기 전도저항쉬트(60)는 노출되는 양만큼 전도저항의 역할을 수행하지 못하기 때문에 바람직하지 않게 된다.

[0069] 상기 차폐부(62)는 상기 전도저항쉬트(60)의 외면에 접하는 다공성물질로 제공될 수도 있고, 상기 전도저항쉬트(60)의 외부에 놓이는 별도의 가스켓으로 예시가능한 단열구조물로 제공될 수도 있고, 본체 측 진공단열체가 도어 측 진공단열체에 대하여 단열 때 대응하는 전도저항쉬트(60)와 마주보는 위치에 제공되는 진공단열체의 일부분으로 제공될 수도 있다. 상기 본체와 상기 도어가 개방되었을 때에도 열손실을 줄이기 위하여, 상기 차폐부(62)는 다공성물질 또는 별도의 단열구조물로 제공되는 것이 바람직할 것이다.

[0070] 도 10b에 제시되는 전도저항쉬트는 도어 측 진공단열체에 바람직하게 적용될 수 있고, 도 10a에 대하여 달라지는 부분을 상세하게 설명하고, 동일한 부분은 동일한 설명이 적용되는 것으로 한다. 상기 전도저항쉬트(60)의 바깥쪽으로는 사이드 프레임(70)이 더 제공된다. 상기 사이드 프레임(70)은 도어와 본체와의 실링을 위한 부품과 배기공정에 필요한 배기포트와 진공유지를 위한 게터포트 등이 놓일 수 있다. 이는 본체 측 진공단열체의 경우에는 부품의 장착이 편리할 수 있지만, 도어측은 위치가 제한되기 때문이다.

[0071] 도어 측 진공단열체의 경우에는 상기 전도저항쉬트(60)는 진공공간부의 선단부, 즉 모서리 측면부에 놓이기 어렵다. 이는 도어(3)의 모서리 예지부는 본체와 달리 외부로 드러나기 때문이다. 더 상세하게 상기 전도저항쉬트(60)가 진공공간부의 선단부에 놓이면, 상기 도어(3)의 모서리 예지부는 외부로 드러나기 때문에, 상기 전도저항쉬트(60)의 단열을 위하여 별도의 단열부를 구성해야 하는 불리함이 있기 때문이다.

[0072] 도 10c에 제시되는 전도저항쉬트는 진공공간부를 관통하는 관로에 바람직하게 설치될 수 있고, 도 10a 및 도 10b에 대하여 달라지는 부분을 상세하게 설명하고, 동일한 부분은 동일한 설명이 적용되는 것으로 한다. 관로(64)가 제공되는 주변부에는 도 10a와 동일한 형상으로 제공될 수 있고, 더 바람직하게는 주름형 전도저항쉬트(63)가 제공될 수 있다. 이에 따르면 열전달경로를 길게 할 수 있고, 압력차에 의한 변형을 방지할 수 있다. 또한 전도저항쉬트의 단열을 위한 별도의 차폐부도 제공될 수 있다.

[0073] 다시 도 10a를 참조하여 제 1 플레이트 부재(10)와 제 2 플레이트 부재(20) 간의 열전달경로를 설명한다. 진공단열체를 통과하는 열에는, 상기 진공단열체의 표면, 더 상세하게 상기 전도저항쉬트(60)를 따라서 전달되는 표면전도열(①)과, 상기 진공단열체의 내부에 제공되는 서포팅유닛(30)을 따라서 전도되는 서포터전도열(②)과, 진공공간부의 내부 가스를 통한 가스전도열(③)과, 진공공간부를 통하여 전달되는 복사전달열(④)로 구분할 수 있다.

[0074] 상기 전달열은 다양한 설계 수치에 따라서 변형될 수 있다. 예를 들어 제 1, 2 플레이트 부재(10)(20)가 변형되지 않고 진공압에 견딜 수 있도록 서포팅유닛을 변경할 수도 있고, 진공압을 변경할 수 있고, 플레이트 부재의 간격길이를 달리할 수 있고, 전도저항유닛의 길이를 변경할 수 있고, 플레이트 부재가 제공하는 각 공간(제 1 공간 및 제 2 공간)의 온도차를 어느 정도를 하는지에 따라서 달라질 수 있다. 실시예의 경우에는 총열전달량이 종래 폴리우레탄을 발포하여 제공되는 단열구조물에 비하여 열전달량이 작아지도록 하는 것을 고려할 때 바람직

한 구성을 알아내었다. 여기서, 종래 폴리우레탄을 발포하는 냉장고에서의 실질열전달계수는 19.6mW/mK으로 제시될 수 있다.

[0075] 이에 따른 실시예의 진공단열체의 열전달량을 상대적으로 분석하면, 가스전도열(③)에 의한 열전달이 가장 작아지게 할 수 있다. 예를 들어 전체 열전달의 4%이하로 이를 제어할 수 있다. 상기 표면전도열(①) 및 상기 서포터전도열(②)의 합으로 정의되는 고체전도열에 의한 열전달이 가장 많다. 예를 들어 75%에 달할 수 있다. 상기 복사전달열(③)은 상기 고체전도열에 비해서는 작지만 가스전도열에 의한 열전달보다는 크게 된다. 예를 들어, 상기 복사전달열(③)은 전체 열전달량의 대략 20%를 차지할 수 있다.

[0076] 이러한 열전달분포에 따르면, 실질열전달계수(eK : effective K)(W/mK)는 상기 전달열(①②③④)을 비교할 때 수학적 1의 순서를 가질 수 있다.

수학적 1

$$eK_{\text{고체전도열}} > eK_{\text{복사전도열}} > eK_{\text{가스전도열}}$$

[0077]

[0078] 여기서 상기 실질열전달계수(eK)는 대상 물품의 형상과 온도차를 이용하여 측정할 수 있는 값으로서, 전체 열전달량과 열전달되는 적어도 하나의 부분의 온도를 측정하여 얻어낼 수 있는 값이다. 예를 들어 냉장고 내에 정량적으로 측정이 가능한 가열원을 두고서 발열량을 알고(W), 냉장고의 도어 본체와 도어의 테두리를 통하여 각각 전달되는 열을 도어의 온도분포를 측정하고(K), 열이 전달되는 경로를 환산값으로 확인함으로써(m), 실질열전달계수를 구할 수 있는 것이다.

[0079] 전체 진공단열체의 상기 실질열전달계수(eK)는 $k=QL/A\Delta T$ 로 주어지는 값으로서, Q는 열전달량(W)으로서 히터의 발열량을 이용하여 획득할 수 있고, A는 진공단열체의 단면적(m^2)이고, L은 진공단열체의 두께(m)이고, ΔT 는 온도차로서 정의할 수 있다.

[0080] 상기 표면전도열은, 전도저항쉬트(60)(63)의 입출구의 온도차(ΔT), 전도저항쉬트의 단면적(A), 전도저항쉬트의 길이(L), 전도저항쉬트의 열전도율(k)(전도저항쉬트의 열전도율은 재료의 물성치로서 미리 알아낼 수 있다)를 통하여 전도열량을 알아낼 수 있다. 상기 서포터전도열은, 서포팅유닛(30)의 입출구의 온도차(ΔT), 서포팅유닛의 단면적(A), 서포팅유닛의 길이(L), 서포팅유닛의 열전도율(k)을 통하여 전도열량을 알아낼 수 있다. 여기서, 상기 서포팅유닛의 열전도율은 재료의 물성치로서 미리 알아낼 수 있다. 상기 가스전도열(③)과 상기 복사전달열(④)의 합은 상기 전체 진공단열체의 열전달량에서 상기 표면전도열과 상기 서포터전도열을 빼는 것에 의해서 알아낼 수 있다. 상기 가스 전도열과 상기 복사전달열의 비율은 진공공간부의 진공도를 현저히 낮추어 가스 전도열이 없도록 하였을 때의 복사전달열을 구하는 것으로서 알아낼 수 있다.

[0081] 상기 진공공간부(50)의 내부에 다공성물질이 제공되는 경우에, 다공성물질전도열은 상기 서포터전도열(②)과 복사열(④)을 합한 양으로 고려할 수 있다. 상기 다공성물질전도열은 다공성물질의 종류와 양 등의 다양한 변수에 의해서 변경될 수 있다.

[0082] 실시예에 따르면, 서로 인접하는 바(31)가 이루는 기하학적 중심과 바가 위치하는 곳과의 온도차(ΔT_1)는 0.5도씨 미만으로 제공되는 것이 바람직하다. 또한, 인접하는 바가 이루는 기하학적 중심과 진공단열체의 예지부와 온도차(ΔT_2)는 5도씨 미만으로 제공되는 것을 바람직하게 제안할 수 있다. 또한, 상기 제 2 플레이트 부재에 있어서, 상기 전도저항쉬트(60)(63)를 통과하는 열전달 경로가 제 2 플레이트 부재와 만나는 지점에서, 제 2 플레이트 부재의 평균온도와의 온도차이가 가장 클 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 공간이 상기 제 1 공간에 비하여 뜨거운 영역인 경우에는, 상기 전도저항쉬트를 통과하는 열전달 경로가 제 2 플레이트 부재와 만나는 제 2 플레이트 부재의 지점에서 온도가 최저가 된다. 마찬가지로, 상기 제 2 공간이 상기 제 1 공간에 비하여 차가운 영역인 경우에는, 상기 전도저항쉬트를 통과하는 열전달 경로가 제 2 플레이트 부재와 만나는 제 2 플레이트 부재의 지점에서 온도가 최고가 된다.

[0083] 이는 전도저항쉬트를 통과하는 표면전도열을 제외하는 다른 곳을 통한 열전달량은 충분히 제어되어야 하고, 표면전도열이 가장 큰 열전달량을 차지하는 경우에 비로소 전체적으로 진공단열체가 만족하는 전체 열전달량을 달성할 수 있는 이점을 얻는 것을 의미한다. 이를 위하여 상기 전도저항쉬트의 온도변화량은 상기 플레이트 부재

의 온도변화량보다 크게 제어될 수 있다.

- [0084] 상기 진공단열체를 제공하는 각 부품의 물리적 특징에 대하여 설명한다. 상기 진공단열체는 진공압에 의한 힘이 모든 부품에 가하여진다. 따라서, 일정한 수준이 강도(strength)(N/m²)를 가지는 재료가 사용되는 것이 바람직하다.
- [0085] 이러한 배경하에서, 상기 플레이트 부재(10)(20)와 상기 사이드 프레임(70)은 진공압에도 불구하고 파손되지 않는 충분한 강도(strength)가 있는 재질로 제공되는 것이 바람직하다. 예를 들어 서포터전도열을 제한하기 위하여 바(31)의 개수를 작게 하는 경우에는 진공압에 의한 플레이트 부재의 변형이 발생하여 외관이 좋지 않은 영향을 줄 수 있다. 상기 복사저항쉬트(32)는 방사율이 낮으면서 용이하게 박막가공이 가능한 물질이 바람직하고, 외부충격에 변형되지 않은 정도의 강도가 확보되어야 한다. 상기 서포팅유닛(30)은 진공압에 의한 힘을 지지하고 외부충격에 견딜 수 있는 강도로 제공되고 가공성이 있어야 한다. 상기 전도저항쉬트(60)는 얇은 판상이면서도 진공압을 견딜 수 있는 재질이 사용되는 것이 바람직하다.
- [0086] 실시예에서는 상기 플레이트 부재, 사이드 프레임, 및 전도저항쉬트는 동일한 강도인 스테인레스 재질을 사용할 수 있다. 상기 복사저항쉬트는 스테인레스보다는 약한 강도인 알루미늄을 사용할 수 있다. 상기 서포팅유닛은 알루미늄보다 약한 강도인 수지를 그 재질로 사용할 수 있다.
- [0087] 상기되는 바와 같은 재질의 측면에서 바라본 강도와 달리, 강성 측면에서의 분석이 요청된다. 상기 강성(stiffness)(N/m)은 쉽게 변형되지 않는 성질로서 동일한 재질을 사용하더라도 그 형상에 따라서 강성이 달라질 수 있다. 상기 전도저항쉬트(60)(63)는 강도가 있는 재질을 사용할 수 있으나, 열저항을 높이고 진공압이 가하여질 때 거친면이 없이 고르게 펼쳐져 방사열을 최소화하기 위하여 강성이 낮은 것이 바람직하다. 상기 복사저항쉬트(32)는 변형으로 다른 부품에 닿지 않도록 하기 위하여 일정 수준의 강성이 요청된다. 특히, 상기 복사저항쉬트의 테두리 부분은 자중에 따른 처짐이 발생하여 전도열을 발생시킬 수 있다. 그러므로, 일정 수준의 강성이 요청된다. 상기 서포팅유닛(30)은 플레이트 부재로부터의 압축응력 및 외부충격에 견딜 수 있는 정도의 강성이 요청된다.
- [0088] 실시예에서는 상기 플레이트 부재, 및 사이드 프레임은 진공압에 의한 변형을 방지하도록 가장 강성이 높은 것이 바람직하다. 상기 서포팅유닛, 특히 바는 두번째로 큰 강성을 가지는 것이 바람직하다. 상기 복사저항쉬트는 서포팅유닛보다는 약하지만 전도저항쉬트보다는 강성을 가지는 것이 바람직하다. 마지막으로 상기 전도저항쉬트는 진공압에 의한 변형이 용이하게 일어나는 것이 바람직하여 가장 강성이 낮은 재질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0089] 상기 진공공간부(50) 내부를 다공성물질(33)로 채우는 경우에도 전도저항쉬트가 가장 강성이 낮도록 하는 것이 바람직하고, 플레이트 부재 및 사이드 프레임이 가장 큰 강성을 가지는 것이 바람직하다.
- [0090] 이하에서는 진공단열체의 내부 상태에 따라서 바람직하게 제시되는 진공압을 설명한다. 이미 설명된 바와 같이 상기 진공단열체의 내부는 열전달을 줄일 수 있도록 진공압을 유지해야 한다. 이때에는 가급적 낮은 진공압을 유지하는 것이 열전달의 저감을 위해서 바람직한 것은 용이하게 예상할 수 있을 것이다.
- [0091] 상기 진공공간부는, 서포팅유닛(30)에 의해서만 열전달에 저항할 수도 있고, 진공공간부(50)의 내부에 서포팅유닛과 함께 다공성물질(33)이 충전되어 열전달에 저항할 수도 있고, 서포팅유닛은 적용하지 않고 다공성물질로 열전달에 저항할 수도 있다.
- [0092] 서포팅유닛만이 제공되는 경우에 대하여 설명한다.
- [0093] 도 11은 시뮬레이션을 적용하여 진공압에 따른 단열성능의 변화와 가스전도도의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0094] 도 11을 참조하면, 진공압이 낮아질수록 즉, 진공도가 높아질수록 본체만의 경우(그래프 1) 또는 본체와 도어를 합한 경우(그래프 2)의 열부하는, 종래의 폴리우레탄을 발포한 물질과 비교하여 열부하(heat load)가 줄어들어서 단열성능이 향상되는 것을 볼 수 있다. 그러나, 단열성능이 향상되는 정도는 점진적으로 낮아지는 것을 볼 수 있다. 또한, 진공압이 낮아질수록 가스전도도(그래프 3)가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 그러나, 진공압이 낮아지더라도 단열성능 및 가스전도도가 개선되는 비율은 점진적으로 낮아지는 것을 알 수 있다. 따라서, 가급적 진공압을 낮추는 것이 바람직하지만, 과도한 진공압을 얻기 위해서는 시간이 많이 들고, 과도한 게터(getter)사용으로 비용이 많이 드는 문제점이 있다. 실시예에서는 상기 관점에서 최적의 진공압을 제안한다.
- [0095] 도 12는 서포팅유닛이 사용되는 경우에 진공단열체의 내부를 배기하는 공정을 시간과 압력으로 관찰하는 그래프

이다.

- [0096] 도 12를 참조하면, 상기 진공공간부(50)를 진공상태로 조성하기 위하여, 가열하면서(baking) 진공공간부의 부품에 남아있는 잠재적인 기체를 기화시키면서 진공펌프로 진공공간부의 기체를 배기한다. 그러나, 일정 수준 이상의 진공압에 이르면 더 이상 진공압의 수준이 높아지지 않는 지점에 이르게 된다(Δt_1). 이후에는 진공펌프의 진공공간부의 연결을 끊고 열을 가하여 게터를 활성화시킨다(Δt_2). 게터가 활성화되면 일정 시간 동안은 진공공간부의 압력이 떨어지지만 정상화되어 일정 수준의 진공압을 유지한다. 게터 활성화 이후에 일정수준의 진공압을 유지할 때의 진공압은 대략 1.8×10^{-6} Torr이다.
- [0097] 실시예에서는 진공펌프를 동작시켜 기체를 배기하더라도 더이상 실질적으로 진공압이 낮아지지 않는 지점을 상기 진공단열체에서 사용하는 진공압의 하한으로 설정하여 진공공간부의 최저 내부 압력을 1.8×10^{-6} Torr로 설정한다.
- [0098] 도 13은 진공압과 가스전도도(gas conductivity)를 비교하는 그래프이다.
- [0099] 도 13을 참조하면, 상기 진공공간부(50) 내부의 사이 갭의 크기에 따라서 진공압에 따른 가스전도열(gas conductivity)을 실질열전달계수(eK)의 그래프로 나타내었다. 상기 진공공간부의 갭은 2.76mm, 6.5mm, 및 12.5mm의 세 가지 경우로 측정하였다. 상기 진공공간부의 갭은 다음과 같이 정의된다. 상기 진공공간부의 내부에 상기 복사저항쉬트(32)가 있는 경우는 상기 복사저항쉬트와 인접한 플레이트 사이의 거리이고, 상기 진공공간부의 내부에 복사저항쉬트가 없는 경우는 상기 제 1 플레이트 부재 및 상기 제 2 플레이트 부재 사이의 거리이다.
- [0100] 폴리우레탄을 발포하여 단열재를 제공하는 종래의 실질열전달계수 0.0196 W/mk과 대응되는 지점은 갭의 크기가 작아서 2.76mm인 경우에도 2.65×10^{-1} Torr인 것을 볼 수 있었다. 한편, 진공압이 낮아지더라도 가스전도열에 의한 단열효과의 저감효과가 포화되는 지점은 대략 4.5×10^{-3} Torr인 지점인 것을 확인할 수 있었다. 상기 4.5×10^{-3} Torr의 압력은 가스전도열의 저감효과가 포화되는 지점으로 확정할 수 있다. 또한, 실질열전달계수가 0.1 W/mk 일때에는 1.2×10^{-2} Torr이다.
- [0101] 상기 진공공간부에 상기 서포팅유닛이 제공되지 않고 상기 다공성물질이 제공되는 경우에는, 갭의 크기가 수 마이크로미터에서 수백 마이크로미터이다. 이 경우에는, 다공성물질로 인하여 비교적 진공압이 높은 경우에도, 즉 진공도가 낮은 경우에도 복사열전달은 작다. 따라서 그 진공압에 맞는 적절한 진공펌프를 사용한다. 해당하는 진공펌프에 적절한 진공압은 대략 2.0×10^{-4} Torr이다. 또한, 가스 전도열의 저감효과가 포화되는 지점의 진공압은 대략 4.7×10^{-2} Torr이다. 또한, 가스전도열의 저감효과가 종래의 실질열전달계수 0.0196 W/mk에 이르는 압력은 730Torr이다.
- [0102] 상기 진공공간부에 상기 서포팅유닛과 상기 다공성물질이 함께 제공되는 경우에는 상기 서포팅유닛만을 사용하는 경우와 상기 다공성물질만을 사용하는 경우의 중간 정도의 진공압을 조성하여 사용할 수 있다.
- [0103] 상기되는 본 발명의 설명에 있어서, 진공단열체의 각 실시예에서 동일한 작용을 하는 부품은, 다른 실시예에 적절한 형상의 변경이나 차원의 변경을 가하는 것에 의해서 상기 다른 실시예에 적용될 수 있다. 이로써 더 나은 또 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이다. 예를 들어, 상세한 설명에 있어서, 도어 측에 적합한 진공단열체의 경우라고 하더라도 형상 및 구성의 적절한 변형을 가함으로써, 본체 측에 적용되는 것을 배제하지는 않는다.
- [0104] 본 발명에 제시되는 진공단열체는 냉장고에 적용되는 것이 바람직하다. 그러나 진공단열체의 적용은 냉장고로 제한되지 아니하고, 초저온냉장장치, 온장장치, 및 송풍장치와 같은 다양한 개소에 적용될 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

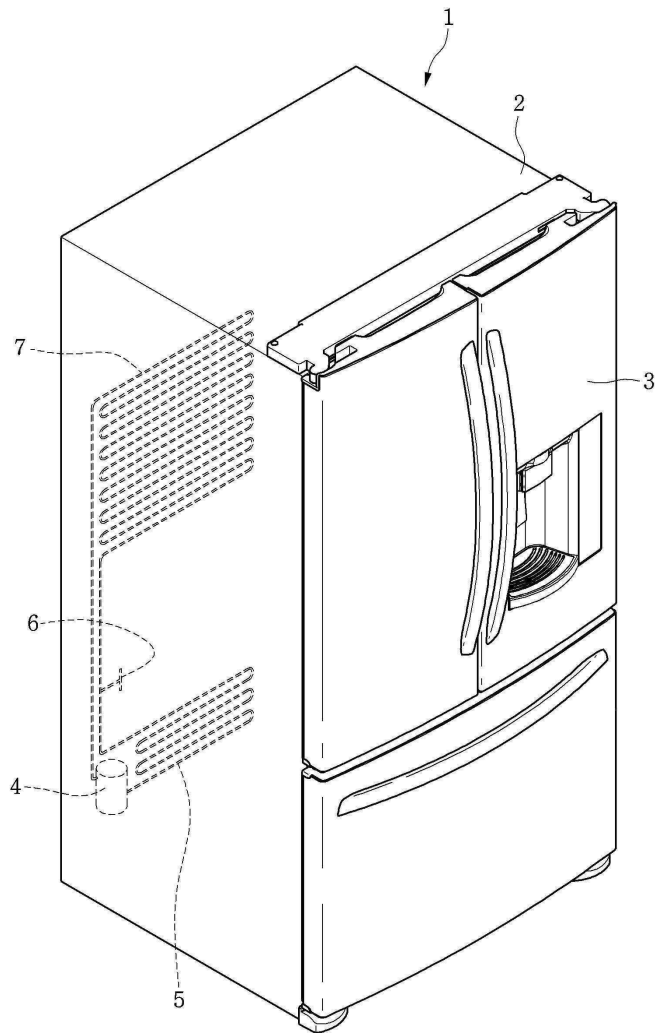
- [0105] 본 발명은 진공단열체가 다양한 단열설비에 산업적으로 적용될 수 있도록 하였다. 단열효과를 높여서 에너지 사용효율을 높이고, 설비의 유효용적을 높일 수 있어서, 시급한 산업상의 적용이 적극적으로 기대된다.

부호의 설명

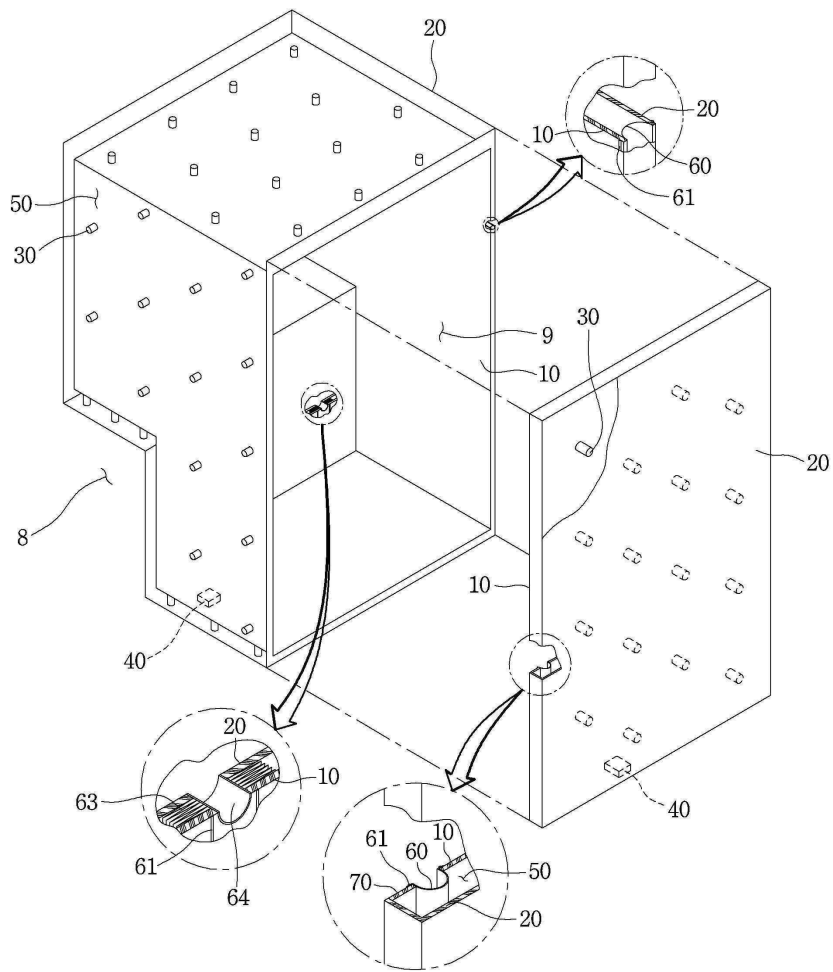
[0106] 30: 서포팅유닛

도면

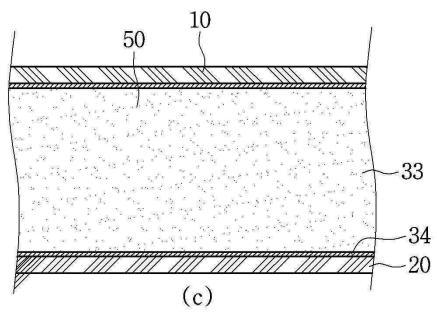
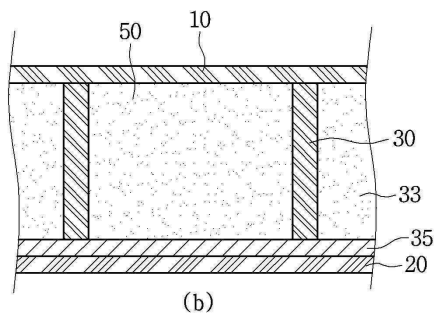
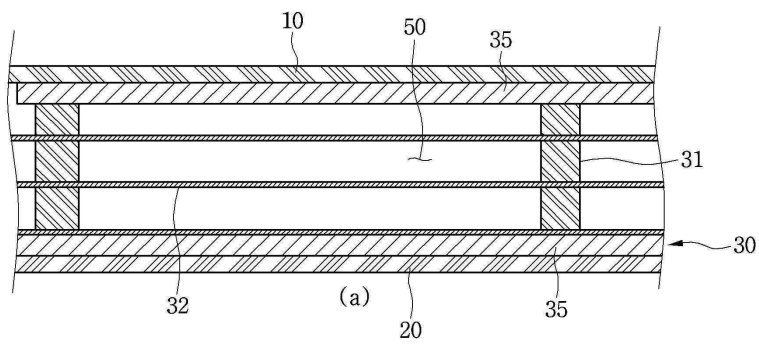
도면1



도면2



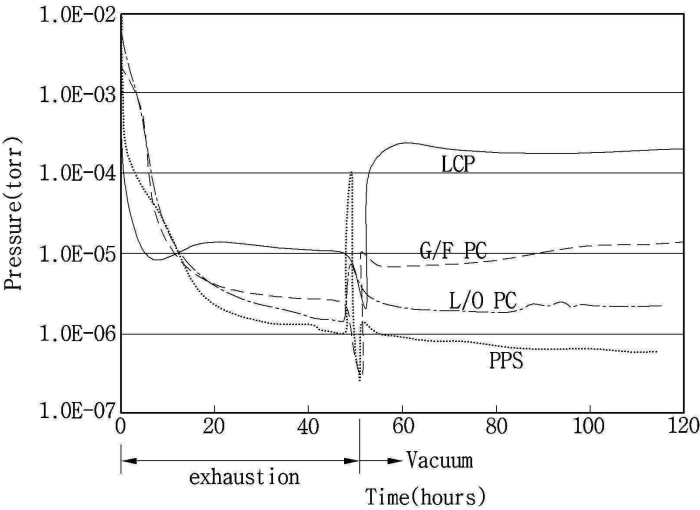
도면3



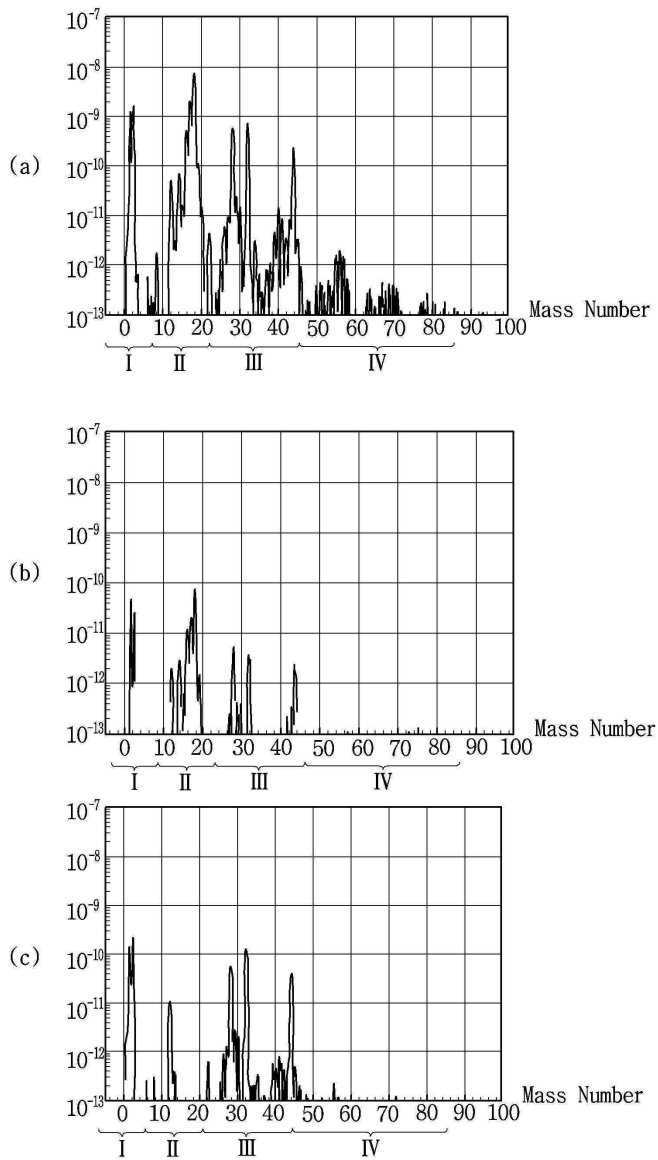
도면4

Group		General plastic				Engineering plastic			
Material	Out-gassing rate	(HD)PE *G-Plastic Reference	PC	Glass fiber PC (30% Glass-F)	*Low outgassing PC	PCTFE	PPS	LCP	PEEK
	TML(%)	0.58	0.19	0.14	No Data	0.01	0.06	0.06	0.26
Compressive Strength	MPa	31.7	82.8	124.1	*80.6	37.9	107.0	* 151.1	137.9
Thermal Conductivity	W/m-k	<0.40	0.18	0.18	0.18	0.20	0.3	0.36 (G/F 50%)	0.25
Strength /Cond.	MPa-in/W	79	460	689	448	189	357	420	552
Heat Deflection Temp at 264 psi	℃	80	132	146	125	126	121	105 ~ 260	160
Max Operating Temperature	℃	82	121	132	No Data	132	218	No Data	249
*Cost(per 1kg)		Low	\$3.1	\$6.2(G/P20%)	\$6.7	High	\$30	\$40	\$150

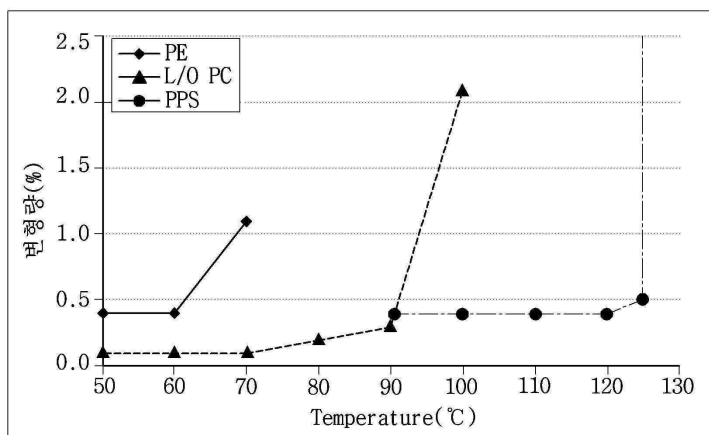
도면5



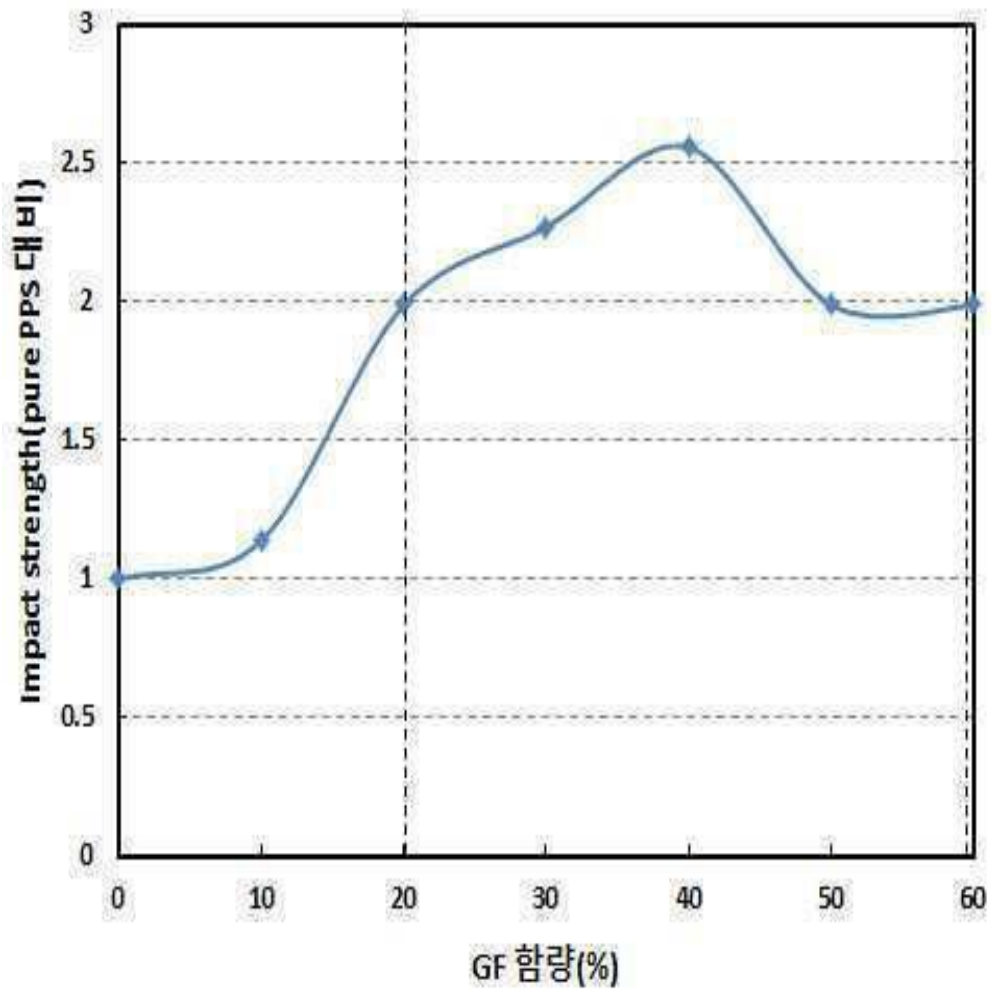
도면6



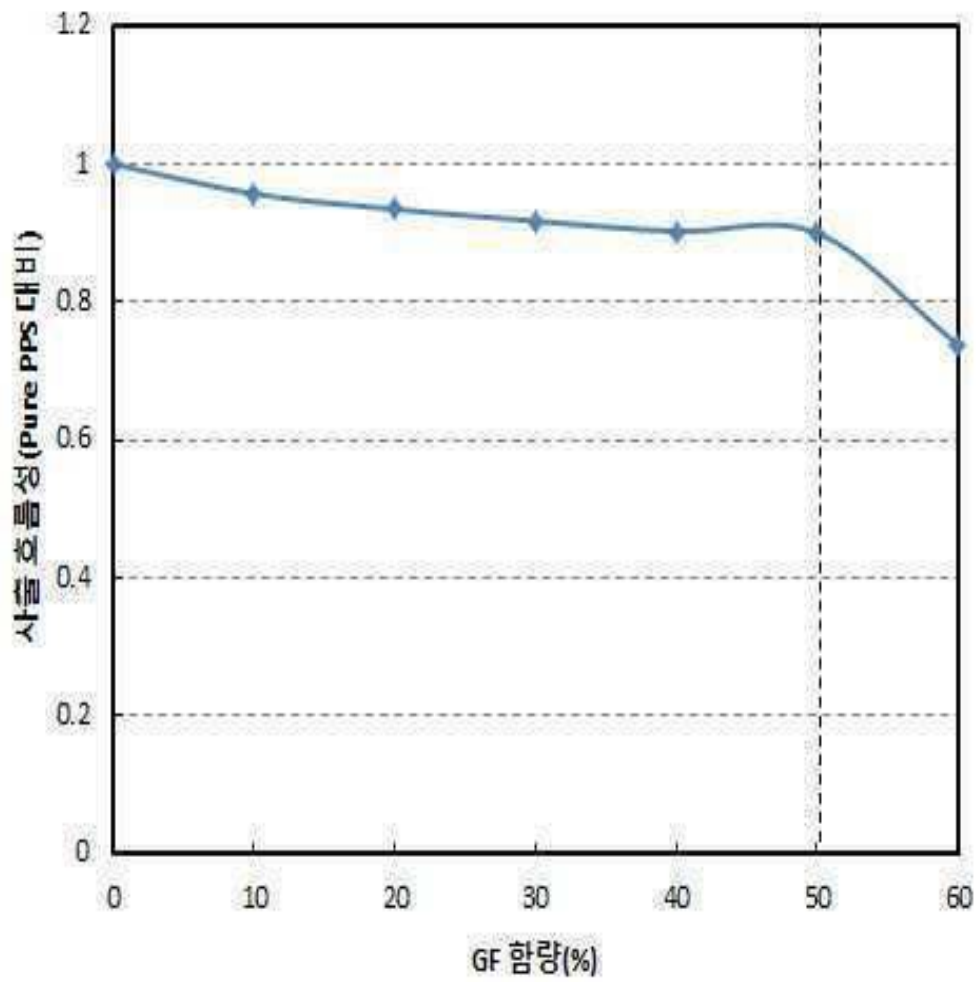
도면7



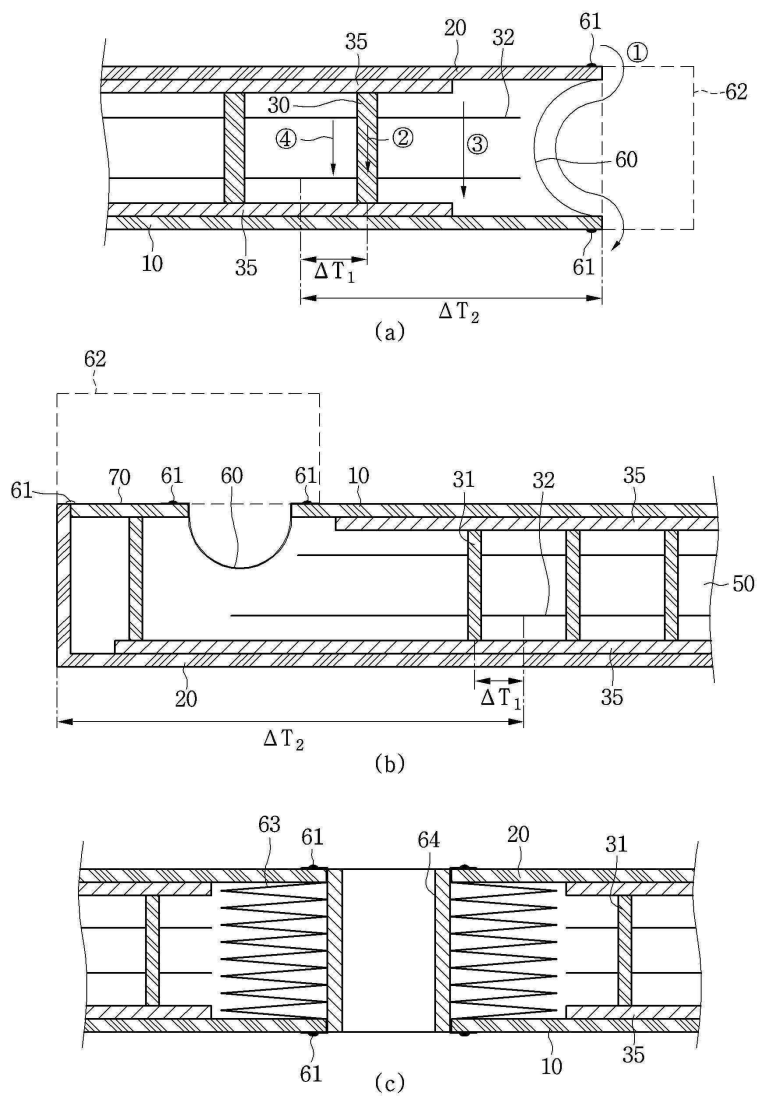
도면8



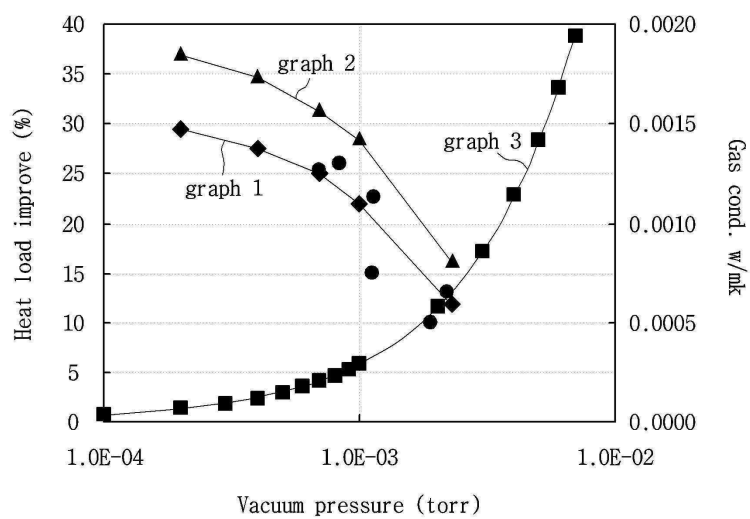
도면9



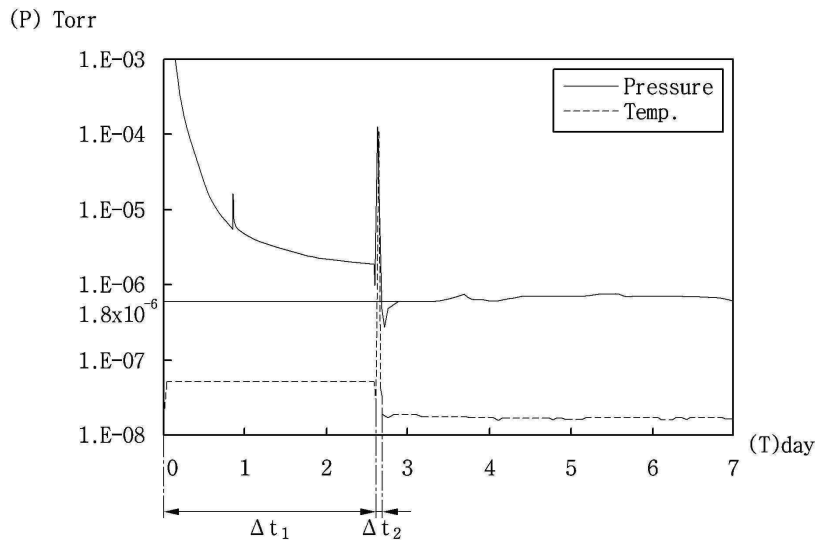
도면 10



도면11



도면12



도면13

