

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F16L 59/06

(11) 공개번호 특2001-0024854

(43) 공개일자 2001년03월26일

(21) 출원번호	10-2000-7007749		
(22) 출원일자	2000년07월14일		
번역문제출일자	2000년07월14일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/00160	(87) 국제공개번호	WO 1999/36726
(86) 국제출원출원일자	1999년01월13일	(87) 국제공개일자	1999년07월22일
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 가나 감비아 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 짐바브웨  EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄  EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴  OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디브와르 카메룬 가봉 기네 기네비쓰 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고  국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그레나다 그루지야 가나 감비아 크로아티아 헝가리 인도네시아 이스라엘 인도 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 포르투칼 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 슬로베니아 슬로바키아 시에라리온 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 유고슬라비아 짐바브웨		

(30) 우선권주장 09/007,716 1998년01월15일 미국(US)

(71) 출원인 캐보트 코포레이션 마싸 앤 피네간

(72) 발명자 미합중국 매사추세츠 02210-2019 보스턴 씨포트 레인 투스미스더글라스엠.

미국87106뉴멕시코주알부퀘르크리치몬드에스.이.215

넥스에르.울리히

독일디-63263노이이젠부르크괴테스트라쎄51

로데릭캐빈

미국87107뉴멕시코주알부퀘르크라파예테엔.이.3808

(74) 대리인 주성민, 안국찬

**심사청구 : 없음****(54) 자체-진공식 진공 단열 패널****요약**

본 발명은 공기-불투과성 용기를 포함하고, 그 내부에 기체와 적어도 약 200 m<sup>3</sup>/g의 표면적을 갖고 22°C에서 보다는 약 0°C 아래의 온도에서 더 많은 기체를 흡착하는 흡착재를 배치하고, -34°C에서의 용기 내의 압력이 22°C에서의 용기 내의 압력의 약 80% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널을 제공한다. 또한, 본 발명은 단열될 표면 위에 본 발명의 단열 패널을 배치하는 단계를 포함하는, 환경적인 열적 영향으로부터 표면을 단열하는 방법을 제공한다.

**대표도****도1****색인어**

공기-불투과성 용기, 흡착재, 단열 패널, 실리카 에어로겔, 활성 탄소, 실리카, 저장 용기, 가요성

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 자체-진공식 진공 단열 패널과 그 준비 및 사용 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

진공이 우수한 단열재라는 사실은 오래전부터 알려져 있었다. 그러므로, 여러 가지 단열 환경에 있어서 진공 단열 패널은 유용하다. 진공 단열 패널이 매우 바람직할 수 있지만, 이를 준비하는 데는 많은 비용이 든다. 특히, 진공의 생성 및 용기의 물리적 형상의 형성과 관련한 어려움과 상대적 고비용의 문제점이 있다. 예를 들어, 미국 특허 제5,107,649호는 2개의 구부릴 수 있는 금속 벽 시트들과 그들 사이에 있는 스페이서를 포함하고, 금속 시트들이 서로 융접되어 그들 내부에 진공이 형성되는 것을 특징으로 하는 단열 패널을 개시하고 있다.

상술한 형태의 진공 단열 패널의 준비와 관련된 어려움을 회피하기 위해서, 자체-진공식, 즉 단열 패널의 제조시에는 진공을 생성할 필요성을 갖지 않지만 단열 패널이 냉원(cold source)과 접촉함으로써 냉각되는 경우에는 원 위치(in situ)에 진공의 형성을 수반하는 진공 패널을 준비하려는 시도가 있어 왔다. 예를 들어, 미국 특허 제3,812,886호는 이산화탄소와 같은 응축 가능한 기체로 충전된 외피(envelope) 안에 밀봉된 펄라이트 코어(perlite core)를 구비한 단열 슬리브를 개시하고 있다. 단열 슬리브가 냉원에 인접하게 위치설정됨으로써 냉각될 경우에는, 이산화탄소가 응축해서 이에 의해 단열 진공을 달성하게 된다. 유사하게, 미국 특허 제5,160,769호는 이산화탄소로 충전된 셀을 함유한 발포재를 포함하는 단열 밀폐부(enclosure)를 개시하고 있다. 단열 밀폐부가 냉원과 충분히 접촉함으로써 냉각될 경우, 이산화탄소는 응고되어 이에 의해 단열 진공을 달성한다.

자체-진공식 진공 단열 패널이 상술되었지만, 개량된 자체-진공식 진공 단열 패널 및 그 준비 방법에 대한 필요성은 남아 있다. 본 발명은 이러한 자체-진공식 진공 단열 패널 및 그 준비 방법을 제공한다. 특히, 본 발명의 단열 패널은 유사한 준비 및 사용 조건하에서 종래의 자체-진공식 진공 단열 패널보다 큰 진공을 제공할 수 있다. 본 발명의 이들 및 다른 장점들이 추가적인 본 발명의 특징들과 함께 본 명세서에서 제공되는 발명의 설명으로부터 명백해질 것이다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 공기-불투과성 용기를 포함하고, 그 내부에 기체와 적어도 약 200 m<sup>3</sup>/g의 표면적을 갖고 22°C에서 보다는 약 0°C 아래의 온도에서 더 많은 기체를 흡착하는 흡착재를 배치하고, -34°C에서의 용기 내의 압력이 22°C에서의 용기 내의 압력의 약 80% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널을 제공한다. 또한, 본 발명은 단열될 표면 위에 본 발명의 단열 패널을 배치하는 단계를 포함하는, 환경적인 열적 영향으로부터 표면을 단열하는 방법을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

도1은 질소, 아르곤, 크립톤, 크세논 및 이산화탄소의 여러 기체에 대한 압력 대 예측되는 열전도성 k(W/mK)를 도시하는 그래프이다.

### 실시예

본 발명은 적어도 부분적으로는 상이한 온도에서의 기체 및 기체용 흡착재의 행동에 기초를 두고 있다. 특히, 불투과성 용기 내의 일정량의 기체는 통상 저온에서 보다 작은 부피를 차지하게 된다. 즉, 낮은 압력 상태 또는 부분 진공이 용기 내에 생성될 것이다. 기체용 흡착재가 존재하게 되면, 이러한 영향은 보다 더 확실해져, 이에 의해 대기압 또는 종래의 진공 압력보다 높지만 대기압 보다 낮은 압력에서 단열 패널의 준비가 허용되고, 그럼에도 불구하고 사용하는 동안, 즉 냉원과 접촉 상태에 있을 때 낮은 압력 또는 종래의 진공 압력을 제공하는 것이 발견되었다.

특히, 본 발명은 공기-불투과성 용기를 포함하고, 그 내부에 기체와 적어도 약 200 m<sup>3</sup>/g의 표면적을 갖고 22°C에서 보다는 약 0°C 아래의 온도에서 더 많은 기체를 흡착하는 흡착재를 배치하고, -34°C에서의 용기 내의 압력이 22°C에서의 용기 내의 압력의 약 80% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널을 제공한다.

본 발명은 단열 패널의 준비시에 단열 패널의 용기 내에서의 상당한 진공, 또는 심지어 미소한 진공의 생성에 대한 필요성을 없앰으로써, 이에 의해 패널 비용을 감소시키고 보다 신속한 단열 패널의 생산을 초래한다. 게다가, 단열 패널을 준비하는 동안의 용기 내의 적절한 진공 수준은 단열 사용 중에 훨씬 더 큰 진공 수준을 갖춘 단열 패널의 열적 성능과 등가인 궁극의 열적 성능을 산출해 낼 수 있다. 유사하게는, 그 준비 동안의 용기 내의 보다 상당한 진공 수준은 이와 등가인 진공 수준을 갖춘 단열 패널의 열적 성능과 비교해서 단열 사용 중에 우수한 열적 성능을 산출해 낼 수 있다. 즉, 본 발명의 단열 패널은 자체-진공식이고 기체가 응축해서 흡착재의 표면에 흡착되기 때문에, 본 발명은 유사한 조건(예를 들어, 대기 온도에서의 유사한 용기 압력)하에서 종래의 알려진 자체-진공식 단열 패널 보다 더 큰 진공을 생성할 수 있다. 이는 본 발명의 단열 패널이 그 준비 동안 그리고 단열 필요시에 냉원에 적용하는 동안 가요성이 있어서, 이에 의해 단열될 표면에 대해 적용하는 동안에 성형 및 형상 가공되는 것을 허용하면서도 달성될 수 있다.

본 발명의 단열 패널의 용기는 임의의 적절한 재료로 될 수도 있다. 양호하게는, 재료는 용기가 단열될 여러 가지 표면으로 형상화(예를 들어, 형상 또는 성형 가공)될 수 있도록 가용성이 있다. (특히, 얇은 플라스틱 시트 형태의) 플라스틱은 용기를 위한 양호한 재료이다.

본 발명의 단열 패널의 용기 내부의 압력은 22°C에서 임의의 적절한 압력을 수 있다. 예를 들어, 22°C에서 용기의 압력은 양호하게는 대기압, 예를 들어 약 80 내지 110kPa(약 600 내지 800torr)이다. 물론, 대기압은 고도 및 날씨와 같은 인자들에 따라 변할 것이다. 일반적으로, 대기압은 해수면에서 약 100kPa(약 760torr)이지만, 2000미터 상공에서는 약 80kPa(약 600torr)에 이를 수 있다.

본 발명의 단열 패널은 용기 내의 압력이 감소함에 따라 가요성을 상실할 것이다. 따라서, 22°C에서 가요성이 있는 패널이 필요하다면, 22°C에서는 보다 높은 압력, 예를 들어 대기압이 용기 내에서 바람직할 것이다. 통상, 얇은 플라스틱 시트로 구성된 용기에 있어서, 패널은 용기 내의 압력이 약 40 내지 55kPa(약 300 내지 400torr)이하일 때 상당히 가요성을 상실하고, 용기 내의 압력이 약 25kPa(약 200torr)이하일 때 가요성이 실질상 상실될 것이다.

패널의 가요성이 중요하지 않거나 또는 필요하지 않다면, 22°C에서의 용기 내의 압력은 상당히 대기압 이하일 수 있다. 이러한 실시예에서, 22°C에서의 용기 내의 압력은 양호하게는 약 15kPa(약 100torr) 또는 그 이하[예를 들어, 약 0.1 내지 15kPa(약 1 내지 100torr)]이고, 보다 양호하게는 약 1kPa(약 10torr) 또는 그 이하[예를 들어, 약 0.001 내지 1kPa(약 0.01 내지 10torr)]이며, 가장 양호하게는 약 0.1kPa(약 1torr) 또는 그 이하[예를 들어, 약 0.001 내지 0.1kPa(약 0.01 내지 1torr)]이다.

-34°C에서의 용기 내의 압력은 22°C에서의 용기 내의 압력의 80% 보다 크지 않다. 바람직하게는, -34°C에서의 용기 내의 압력은 22°C에서의 용기 내의 압력의 65% 보다 크지 않고, 양호하게는 60% 보다 크지 않으며, 보다 양호하게는 50% 보다 크지 않고, 더욱 양호하게는 30% 보다 크지 않다. 가장 양호하게는, -34°C에서의 용기 내의 압력은 22°C에서의 용기 내의 압력의 20% 미만, 예를 들어 10% 보다 크지 않다.

임의의 적절한 기체는 기체가 흡착재와 조합하여 -34°C에서의 용기 내에서 22°C에서의 용기 내의 압력의 약 80% 보다 크지 않은 압력을 갖는 한 단열 패널의 용기 내에 사용될 수 있다. 기체의 혼합물이 용기 내에 사용될 수 있지만, 통상 기체는 단일 기체이거나 또는 실질상 전체가 단일 기체일 것이다. 적절한 기체들은 질소/공기와 비교해서 바람직하게는 아르곤, 이산화탄소, 크립톤 및 크세논과 같이 낮은 열전도성을 갖는다. 양호하게는, 단열 패널 내의 기체는 실질상 전체가 이산화탄소이다. 이산화탄소는 상대적으로 값이 싸고, 낮은 기체 전도성을 갖고, 대기 온도(예를 들어, 22°C) 이하의 적절한 온도에서 여러 가지 재료에 흡착되기 때문에 바람직하다. 더욱이, 이산화탄소는 대기압[예를 들어, 약 80 내지 110kPa(약 600 내지 800torr)]에서 질소/공기 충전 패널과 비교해서 개량된 열적 성능을 허용한다. 다른 양호한 기체들로는 크립톤 및 크세논이 있다.

흡착재는 기체와 조합하여 본 발명의 단열 패널의 용기 내의 상술한 압력 감소를 초래하고, 또한 양호하게는 우수한 열적 단열재인 임의의 적절한 재료일 수 있다. 양호한 흡착재로는 특히 (소수성 보다는 오히려) 친수성 상태인 실리카를 들 수가 있다. 보다 양호하게는, 흡착재는 실리카 젤 또는 실리카 에어로겔이다. 또 다른 양호한 흡착재는 탄소, 보다 양호하게는 활성 탄소이다. 흡착재는 20이상의 상이한 재료의 조합물일 수 있다. 이러한 측면에서 특히 양호한 실시예는 실리카와 탄소, 특히 실리카 에어로겔과 활성 탄소의 조합물이다. 실리카와 탄소는 양자 모두 우수한 흡착재이지만, 실리카는 또한 그 자체가 우수한 단열 재료이고 탄소는 단열 패널을 불투명, 양호하게는 검게(black) 함으로써 단열 기능에 도움을 줄 수 있다. 따라서, 활성 탄소는 적외선 복사 전달을 감소시킬 뿐 아니라 이산화탄소와 같은 많은 기체들에 있어 우수한 흡착재라는 장점을 갖고 있다. 임의의 적정량의 탄소가 실리카의 양에 대응해서 존재할 수 있다. 활성 탄소는 실리카의 입자의 질량을 기초로하여 양호하게는 약 1중량%부터 약 30중량%까지의 양으로 존재한다.

흡착재는 임의의 적절한 형태, 양호하게는 입자(particle)의 형태일 수 있다. 흡착재 입자는 임의의 적절한 입자 치수를 가질 수 있다. 일반적으로, 흡착재가 실리카인 경우, 실리카 입자는 양호하게는 직경이 약 500μm 이하이다. 흡착재가 탄소, 특히 활성 탄소인 경우, 탄소 입자는 양호하게는 직경이 약 100μm 이하이다.

흡착재는 적어도 약 200m<sup>3</sup>/g의 표면적을 갖는다. 통상, 표면적이 증가하면 단열 효과와 흡착 능력이 증가하므로, 표면적이 크면 클수록 보다 바람직하다. 따라서, 흡착재가 특히 실리카인 경우 그 표면적은 양호하게는 적어도 약 400m<sup>3</sup>/g이고, 보다 양호하게는 적어도 약 600m<sup>3</sup>/g이고, 가장 양호하게는 적어도 약 800m<sup>3</sup>/g이다.

본 발명은 또한 단열될 표면 위에 본 발명의 단열 패널을 배치시키는 단계를 포함하는, 환경적인 열적 영향으로부터 표면을 단열하는 방법을 제공한다. 본 발명의 발명의 패널은 예를 들어 저장 용기, 탱크, 배관 등의 임의의 적절한 표면을 단열시키도록 사용될 수 있다.

가요성 용기와 예를 들어 입자 형태인 가요성 흡착재의 조합은 대기 온도에서 단열 패널이 가요성인 것을 보장해준다. 따라서, 단열 패널은 준비 동안 및/또는 단열될 냉각 표면에 적용하는 동안 물리적으로 성형되어서, 이 후 냉각될 때 용기 내에 진공이 형성되어, 이에 의해 단열 패널이 단단해지게 된다.

다음의 예들은 본 발명을 보다 더 설명하고 있지만, 어떤 식으로든 그 범주를 제한하는 것으로 간주되어서는 물론 않된다.

#### (예1)

이 예는 충전제 기체 및 압력의 함수로서 대기 온도에서 0.1g/cm<sup>3</sup> 에어로겔 과립의 조밀체(compact)에 대해 계산되는 바와 같은 상이한 압력에서의 기체의 증대된 열적 성능을 보여 주고 있다.

에어로겔에서의 열 운반 모델링의 골격이 잘 달성되어 있다. 프리케(Fricke) 등의 Int. J. Heat Mass Transfer, 35, 2305 (1992), 흐르베쉬(Hrubesh)와 페카라(Pekara)의 J. Mater. Res., 9, 731 (1994),

정(Zeng) 등의 J. Non-Cryst. Solid, 186, 264 (1995)를 참조하라. 에어로겔과 같은 저밀도의 다공성 고체에서의 열전달은 (1)고상 전도, (2)기공(pore) 내의 기상 전도, 및 (3)열복사의 3가지 유형으로 이루어 진다. 이러한 예에 대한 데이터를 계산하는 데 사용되는 모델링 접근책은 3가지 변화를 갖는 상기 흐루베쉬와 페카라의 문헌에서 기술된 것을 직접적으로 따른다. 추가의 기상 전도 항목은 입간(intergranular) 열전달에 사용된다. 입간 영역에 사용되는 기공의 크기는 과립 직경 및 충전율( $\Phi$ : packing fraction)을 사용하여 유압식 직경(hydraulic diameter)으로서 계산되어진다.  $\Phi$ 는 조밀체의 과립의 체적율로서 정의된다. 입간 기공 크기에 있어서, 밀도 및 표면적은 합성하는 동안 제어될 수 있는 특징들이기 때문에 고정되어 있다. 소정의 밀도에 대해 유압식 직경으로서 취해진 평균 기공 크기는 100 내지 1,000 $\text{m}^3/\text{g}$ 의 실제 표면적 범위에 의해 한정된다. 열 복사용 불투명화제(opacifier)의 첨가는 (a)비투과 계수(specific extinction coefficient)의 변화, 및 (b)불투명화제 고상 열전도성의 직렬 또는 병렬 모델 첨가에 의해서 설명된다. 각 요소의 합이 전체 열전도성으로 취해진다.

$$k_{\text{전체}} = k_{\text{복사}} + k_{\text{고체, 과립}} + k_{\text{기체, 과립}} + k_{\text{기체, 입간}}$$

최초 2개의 요소인  $k_{\text{복사}}$  와  $k_{\text{고체, 과립}}$  은 기체 압력과 형태에 있어 무관하다. 과립의 기상 전도성은 대기 압력에 따라(기공 크기에 따라) 변한다. 입간 영역 내의 기상 전도를 낮추기 위해서는 훨씬 더 낮은 압력이 필요하다. 이들은 0.7의 충전율을 갖는 비-불투명화된 과립 에어로겔에 대해 계산된  $k$ 값 들이다. 이 예의 열 순환에서는, 800 $\text{m}^3/\text{g}$ 의 표면적과 100 $\mu\text{m}$ 의 입자 크기 및 0.9의 충전율을 갖는 에어로겔 과립이 사용되었다. 조밀체는 15중량%의 탄소를 함유하고 99.3kg/m<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 것으로 예측되었다.

예를 들어 에어로겔과 같은 실리카의 표면적은 그레그, 에스.제이. 및 싱 케이. 에스. 더블유.의 "흡착, 표면적 및 다공성" 제285쪽, 아카데미 출판부, 뉴욕(1991년)[Gregg, S.J. and Sing, K.S.W, "Adsorption, Surface Area and Property,") p.285, Academic Press, New York (1991)]에서 참조된 Brunauer-Emmett-Teller(BET) 모델에 따라 0.05 내지 0.25의 범위에 걸친 5가지 상이한 상대 압력에서 흡착되는 질소의 양을 기초로 하고 있다.

최종 데이터가 그래프 형태로 그려져서 도1로서 보여지고 있다. 이 도면으로부터 명백히 알 수 있는 바와 같이, 아르곤, 이산화탄소, 크립톤 및 크세논은 (낮은 열전도성  $k$ 값에 의해 입증되는 바와 같이) 특히 높은 압력에서 질소 보다 상당히 큰 단열 능력을 갖는다. 더욱이, 이산화탄소가 매우 낮은 압력에 도달함에 따라, 그 열적 성능은 대기압에서의 열적 성능과 비교할 때 2배가 될 수 있다.

#### (예2)

이 예는 본 발명의 자체-진공식 진공 단열 패널의 기능을 설명한다.

유사한 용기들이 이하의 표1에 표시된 바와 같이 이산화탄소에다가, 추가재 없음(샘플 B), 훈제된(fumed) 실리카(샘플 C와 D), 친수성 실리카 에어로겔(샘플 E, F 및 H), 소수성 실리카 에어로겔(샘플 G), 또는 활성 탄소와 조합한 친수성 실리카 에어로겔(샘플 I, J 및 K)로 충전되어 있다. 보다 더 비교할 목적으로, 한 용기는 추가재 없이 공기로 충전되어 있다(샘플 A). 친수성 및 소수성 실리카 에어로겔은 습윤성[수성(aqueous)] 겔로 형성되어 있고, 선구 물질인 습윤성 겔 내의 실리카의 중량%도 또한 표1에 표시되어 있다. 활성 탄소가 존재하는 경우, 전체 고체(즉, 실리카와 활성 탄소)의 양에 대한 활성 탄소의 중량%가 표1에 표시되어 있다. 샘플 C 내지 E 및 G 내지 K의 흡착재는 그라운드(ground) 형태인 반면, 샘플 F의 흡착재는 과립의 형태이다.

특히, 샘플의 각각에 대해서, 어떠한 흡착재 또는 공지된 질량의 흡착재도 유리 ASAP 튜브(하부에 구형 벌브를 갖는 유리 튜브) 내에 배치되지 않았다. 다음에, 유리 로드는 추가의 헤드공간(headspace)을 점유하도록 목부 속에 배치되어 있다. 흡착재의 질량은 재생성을 보장하기 위해서 실험의 전후 양자 모두에서 측정되었다. 이어서, 샘플은 2-3분 동안 0.3 내지 2kPa(2 내지 15torr)로 진공 처리되고, 약 90kPa(675torr)까지 CO<sub>2</sub>로 재충전되며, 이러한 과정이 대기 오염물질의 대부분의 제거를 보장하기 위해 4회 반복되었다. 이 샘플들이 흡착된 물을 제거하기 위해 예열되지는 않았지만, 임의의 이러한 오염물질의 상당 부분은 반복되는 진공 처리에 의해 제거되었다. 흡착재의 표면적과 밀도는 등온 기체(질소)의 사용에 의해 실험적으로 결정되었다. 각 샘플에 대한 흡착재의 질량, 밀도, 표면적 및 부피 뿐아니라 셀 부피도 상술한 CO<sub>2</sub>의 재충전 후에 측정되어 아래의 표1에 기술되어 있다.

[표 1]

샘플	기체	흡착재	질량 (g)	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	표면적 (m <sup>2</sup> /g)	부피 (cm <sup>3</sup> )	셀 부피 (cm <sup>3</sup> )
A	공기	없음	--	--	--	--	28
B	CO <sub>2</sub>	없음	--	--	--	--	28
C	CO <sub>2</sub>	훈제된 실리카	0.4201	0.050	421	8.40	27.81
D	CO <sub>2</sub>	훈제된 실리카	0.5138	0.050	421	10.28	23.27
E	CO <sub>2</sub>	5중량% 친수성 실리카 에어로겔	1.0630	0.105	834	10.12	23.02
F	CO <sub>2</sub>	5중량% 친수성 실리카 에어로겔 (과립)	0.6132	0.080	714	7.67	23.22
G	CO <sub>2</sub>	5중량% 소수성 실리카 에어로겔	1.3623	0.140	834	9.73	22.88
H	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔	1.4217	0.143	647	9.94	22.85
I	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔 + 15중량% 활성 탄소	1.1886	0.161	716	7.38	22.96
J	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔 + 15중량% 활성 탄소	1.0029	0.161	716	6.23	23.04
K	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔 + 15중량% 활성 탄소	1.0475	0.161	716	6.51	23.02

이 샘플들은 대기 온도(약 22°C)에서 아래의 표2에 표시된 압력에서 공기 또는 이산화탄소로 충전되었고, 이어서 온도를 -32°C 내지 -38°C 사이에서 유지하도록 드라이아이스에 의해 냉각된 에틸렌 글리콜과 물의 반죽(slurry; 약 -40°C의 빙점을 가짐) 안에 잠겨졌다. 압력은 샘플이 반죽 안에 잠겨있는 동안의 시간의 함수로서 측정되었고, 아래의 표2에 표시된 최종 압력은 오랜 노출 시간(통상, 15 내지 20분) 후에 온도가 -32°C ± 1°C 일때 평형 압력이다. 압력은 ±0.25kPa의 정확도로 절대 압력 kPa를 측정하는 싸이트로닉스(Psitronix) 디지털 압력 게이지를 사용하여 측정되었고, 온도는 ±0.2°C의 정확도를 갖는 휴대용(hand-held) 오메가 온도계에 의해 측정되었다. 압력 측정의 결과가 아래의 표2에 설명되어 있다.

[표 2]

샘플	기체	흡착재	초기 압력 (kPa) [torr]	최종 압력 (kPa) [torr]	최종 압력/ 초기 압력 (%)
A	공기	없음	96.6 [725]	84.6 [635]	88
B	CO <sub>2</sub>	없음	82.2 [617]	71.5 [536]	87
C	CO <sub>2</sub>	훈제된 실리카	93.5 [701]	56.8 [426]	61
D	CO <sub>2</sub>	훈제된 실리카	90.5 [679]	50.7 [380]	56
E	CO <sub>2</sub>	5중량% 친수성 실리카 에어로겔	90.0 [675]	23.3 [175]	26
F	CO <sub>2</sub>	5중량% 친수성 실리카 에어로겔 (과립)	91.4 [686]	29.6 [222]	32
F	CO <sub>2</sub>	5중량% 소수성 실리카 에어로겔	91.1 [683]	39.1 [293]	43
G	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔	91.0 [683]	14.1 [106]	15
H	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔 + 15중량% 활성 탄소	91.0 [683]	15.4 [116]	17
I	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔 + 15중량% 활성 탄소	91.0 [683]	11.3 [85]	12
J	CO <sub>2</sub>	11중량% 친수성 실리카 에어로겔 + 15중량% 활성 탄소	91.0 [683]	11.9 [89]	13

샘플 A와 B에 대한 상술한 데이터로부터 명백한 바와 같이, 흡착재 없이 공기 및 이산화 탄소 만의 사용은 -34°C에서의 압력이 22°C에서의 압력의 단지 87 내지 88%가 되는 결과를 초래한다. 흡착재로서 훈제된 실리카의 사용은, 샘플 C 및 D에서 행한 것처럼, 상당히 큰 압력 강하를 초래했는데, 특히 -34°C에서의 압력이 22°C에서의 압력의 56 내지 61%였다. 또 다른 개량은 실리카 에어로겔, 특히 친수성 실리카 에어로겔의 사용을 수반했다. 특히, 샘플 G에서의 소수성 실리카 에어로겔의 사용과 샘플 E, F 및 H에서의 친수성 실리카 에어로겔의 사용은 -34°C에서의 압력이 22°C에서의 압력의 43% 및 15 내지 32%가 되는 결과를 각각 초래했다. 샘플 I, J 및 K에서의 소수성 실리카 에어로겔을 구비한 활성 탄소의 존재는 -34°C에서의 압력이 22°C에서의 압력의 12 내지 17%가 되는 결과를 초래했다. 이들 데이터는, 본 발명의 자체-진공식 진공 패널은 패널 내의 초기 기체 압력이 예를 들어 대기압 또는 그에 가깝게 상대적으로 높은 경우에도 상당한 단열 진공을 생성할 수 있다는 것을 확인해 준다.

(예3)

이 예는 본 발명의 자체-진공식 진공 단열 패널의 기능을 추가로 설명한다.

유사한 용기가 상이한 초기 압력에서의 이산화탄소와 소수성 실리카 에어로겔로 채워졌다는 것을 제외하고는, 예2에서 인용된 실험적 규약이 반복되었다. 샘플의 각각에 대한 흡착재의 질량, 밀도, 표면적 및 부피 뿐 아니라 셀 부피도 예2에서 인용된 것과 동일한 방식으로 측정되어 아래의 표3에 기술되어 있다.

[표 3]

샘플	기체	흡착재	질량 (g)	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	표면적 (m <sup>2</sup> /g)	부피 (cm <sup>3</sup> )	셀 부피 (cm <sup>3</sup> )
L	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	1.3691	0.143	647	9.57	22.88
M	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	1.3165	0.143	647	9.21	22.90
N	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	1.3627	0.143	647	9.53	22.88
O	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	1.3487	0.143	647	9.43	22.89

이 샘플들은 예2에서와 동일한 방식으로 처리되었고, 압력 측정의 결과가 아래의 표4에 기술되어 있다.

[표 4]

샘플	기체	흡착재	초기 압력 (kPa) [torr]	최종 압력 (kPa) [torr]	최종 압력/ 초기 압력 (%)
L	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	70.5 [529]	17.1 [128]	24
M	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	72.0 [540]	14.6 [110]	20
N	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	50.0 [375]	8.3 [62]	17
O	CO <sub>2</sub>	11중량% 소수성 실리카 에어로겔	32.5 [244]	5.3 [40]	16

샘플들 L, M, N 및 O에 대한 상술한 데이터의 비교에서 명백히 알 수 있는 바와 같이, 흡착재의 사용은 초기 기체 압력과는 상관 없이 본 발명의 자체-진공식 진공 패널 내의 압력을 상당히 감소시킨다. 샘플 L과 M에서와 같이 초기 압력이 해수면에서의 대기압의 약 70%일 때, -34°C에서의 압력은 -22°C에서의 압력의 20 내지 24%였다. 유사하게, 샘플 N과 O에서와 같이 초기 압력이 각각 해수면에서의 대기압의 약 50%와 30%일 때, -34°C에서의 압력은 -22°C에서의 압력의 각각 17%와 16%였다.

특히, 특히 출원 및 공보를 포함한 본 명세서에 인용된 모든 참조 문헌들은, 여기서는 그들 전체가 참고로 합체된다.

본 발명은 양호한 실시예들에 대해서만 집중적으로 설명하였지만, 양호한 실시예에 대한 변형예가 사용될 수도 있고 본 명세서에서 특정되어 설명된 것과는 달리 실시될 수도 있다는 사실이 본 기술 분야의 숙련된 자에게는 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 후속의 청구범위에 기재된 바와 같이 본 발명의 정신과 범주에 포함되는 모든 수정예들을 포함한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

공기-불투과성 용기를 포함하고, 그 내부에 기체와 적어도 약 200 m<sup>2</sup>/g의 표면적을 갖고 22°C에서 보다 약 0°C 아래의 온도에서 더 많은 기체를 흡착하는 흡착재를 배치하고, -34°C에서의 용기 내의 압력이

22°C에서의 용기 내의 압력의 약 80% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 2**

제1항에 있어서, 22°C에서의 상기 용기 내의 압력은 약 80 내지 110kPa인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 3**

제2항에 있어서, -34°C에서의 상기 용기 내의 압력은 22°C에서의 상기 용기 내의 압력의 65% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 4**

제2항에 있어서, -34°C에서의 상기 용기 내의 압력은 22°C에서의 상기 용기 내의 압력의 60% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 5**

제2항에 있어서, -34°C에서의 상기 용기 내의 압력은 22°C에서의 상기 용기 내의 압력의 50% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 6**

제2항에 있어서, -34°C에서의 상기 용기 내의 압력은 22°C에서의 상기 용기 내의 압력의 30% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 7**

제2항에 있어서, -34°C에서의 상기 용기 내의 압력은 22°C에서의 상기 용기 내의 압력의 20% 보다 크지 않은 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 8**

제2항에 있어서, -34°C에서의 상기 흡착재는 실리카 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 10**

제2항에 있어서, 상기 흡착재는 훈제된 실리카를 포함하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 11**

제2항에 있어서, 상기 흡착재는 실리카 겔을 포함하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 12**

제2항에 있어서, 상기 흡착재는 실리카 에어로겔을 포함하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 13**

제9항에 있어서, 상기 흡착재는 탄소를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 14**

제9항에 있어서, 상기 흡착재는 활성 탄소를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 활성 탄소는 실리카 입자의 중량을 기초로 약 1중량 %에서 약 30중량% 까지의 양으로 존재하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 기체는 대체로 모두 이산화탄소인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 17**

제1항에 있어서, 상기 기체는 대체로 모두 크립톤인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 18**

제1항에 있어서, 상기 기체는 대체로 모두 크세논인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

#### **청구항 19**

제1항에 있어서, 상기 흡착재는 적어도 약 400m<sup>2</sup>/g의 표면적을 구비하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 흡착재는 적어도 약  $600\text{m}^2/\text{g}$ 의 표면적을 구비하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

**청구항 21**

제20항에 있어서, 상기 흡착재는 적어도 약  $800\text{m}^2/\text{g}$ 의 표면적을 구비하는 것을 특징으로 하는 단열 패널.

**청구항 22**

제1항에 있어서,  $22^\circ\text{C}$ 에서의 상기 용기 내의 압력은 약  $15\text{kPa}$  이하인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

**청구항 23**

제1항에 있어서,  $22^\circ\text{C}$ 에서의 상기 용기 내의 압력은 약  $1\text{kPa}$  이하인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

**청구항 24**

제23항에 있어서,  $22^\circ\text{C}$ 에서의 상기 용기 내의 압력은 약  $0.1\text{kPa}$  이하인 것을 특징으로 하는 단열 패널.

**청구항 25**

환경적인 열적 영향으로부터 표면을 단열하는 방법으로써, 제1항의 단열 패널을 상기 표면 위에 배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 26**

환경적인 열적 영향으로부터 표면을 단열하는 방법으로써, 제9항의 단열 패널을 상기 표면 위에 배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 27**

환경적인 열적 영향으로부터 표면을 단열하는 방법으로써, 제14항의 단열 패널을 상기 표면 위에 배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**도면****도면1**