



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0151370  
(43) 공개일자 2023년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C08J 9/12 (2006.01) C08G 18/30 (2006.01)  
C08G 18/32 (2006.01) C08J 9/14 (2006.01)  
C08K 9/04 (2006.01) F25D 23/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C08J 9/122 (2013.01)  
C08G 18/302 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0050990  
(22) 출원일자 2022년04월25일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자  
임정수  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)  
고영덕  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 20 항

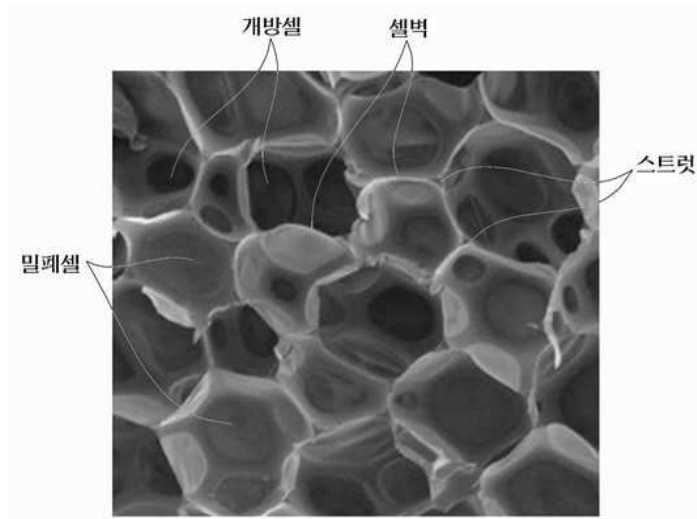
(54) 발명의 명칭 단열 성능이 향상된 우레탄 및 이를 적용한 냉장고

(57) 요약

본 명세서에서는 우레탄의 열전도도를 낮춤으로써 단열 성능을 향상시킨 우레탄 및 이를 적용한 냉장고에 관한 것을 개시한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀; 외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함하고, 상기 내부가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고, 상기 CO<sub>2</sub>함량은 몰 분율로 0 초과 0.1 이하일 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C08G 18/3203* (2013.01)

*C08G 18/3225* (2013.01)

*C08J 9/141* (2013.01)

*C08K 9/04* (2013.01)

*F25D 23/065* (2013.01)

*F25D 2201/126* (2013.01)

(72) 발명자

**강지웅**

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

**김성준**

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

**김정철**

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

**박종성**

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

**정민규**

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀;

외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및

상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함하고,

상기 내부가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고,

상기 CO<sub>2</sub>함량은, 몰 분율로 0 초과 0.1 이하인, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

열전도도( $\lambda_{urethane}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K인, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

부피분율로, 상기 복수개의 밀폐 셀은 92 내지 93%이고, 상기 복수개의 개방 셀은 7 내지 8%를 포함하는, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 4

청구항1에 있어서,

상기 내부 가스는, CP(Cyclopentane) 및 대기(Air)를 더 포함하는, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 우레탄의 밀도는 33 내지 37 kg/m<sup>3</sup>인, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 밀폐 셀의 평균 직경이 220 내지 270  $\mu$ m인, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

셀 벽의 평균 두께가 0.35 내지 0.5  $\mu$ m인, 단열 성능이 향상된 우레탄.

#### 청구항 8

이소시아네이트(Isocyanate)와 폴리올(Polyol) 액을 반응시키는, 우레탄 고분자 형성 단계;

내부 공극을 만들기 위해 발포제를 첨가하여 발포시키는, 밀폐 셀 형성 단계;를 포함하고,

상기 폴리올 액은, 폴리올 액 100 중량부 기준으로, H<sub>2</sub>O 2 중량부 이하 및 나머지 폴리올을 포함하고,

상기 발포제는 CP(Cyclopentane)인, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 9**

청구항 8에 있어서,

상기 폴리올 액은, 별도의 아민류를 더 포함하는, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 10**

청구항 9에 있어서,

상기 별도의 아민류는, 알릴기 (Allyl group), 아릴기 (Aryl group) 및 알킬기 (Alkyl group)가 결합된 아민류 중 적어도 하나인, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 11**

청구항 8에 있어서,

상기 밀폐 셀 형성 단계 이전에 나노 필러를 혼합하는, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 12**

청구항 11에 있어서,

상기 나노 필러는, 나노 파이버, 나노 튜브, 나노 다공체, 메탈 유기 프레임워크(MOF) 및 에어로겔 중 적어도 하나인, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 13**

청구항 11에 있어서,

상기 나노 필러의 표면은, 에폭사이드(Epoxyde)기로 개질되고,

에폭사이드기와 CO<sub>2</sub>의 반응을 촉진할 수 있도록, 상기 폴리올 액에 촉매를 추가하는, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,

상기 촉매는,

주촉매로써, 테트라부틸암모늄 브로마이드 (Bu<sub>4</sub>NBr) 및 테트라부틸암모늄 요오다이드 (Bu<sub>4</sub>NI) 중 적어도 하나를 포함하고,

보조촉매로써, 세륨옥사이드 (CeO<sub>2</sub>), 염화아연 (ZnCl<sub>2</sub>), 니켈 아연 시아나이드 (Ni-Zn cyanide) 복합체 및 과불소화 트리올 (Perfluorinated triol) 중 적어도 하나를 포함하는, 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법.

**청구항 15**

냉장고의 최외곽에 마련되는 외상(cabinet);

냉장고의 안쪽 벽을 형성하는 내상(cavity); 및

상기 외상과 상기 내상 사이에 마련되는 우레탄을 포함하고,

상기 우레탄은,

내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀;

외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및

상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방

셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함하고,  
 상기 내부가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고,  
 상기 CO<sub>2</sub>함량은 몰 분율로 0 초과 0.1 이하인, 단열 성능이 향상된 냉장고.

**청구항 16**

청구항 15에 있어서,  
 상기 우레탄의 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K인, 단열 성능이 향상된 냉장고.

**청구항 17**

청구항 15에 있어서,  
 상기 내부 가스는, CP(Cyclopentane) 및 대기(Air)를 더 포함하는, 단열 성능이 향상된 냉장고.

**청구항 18**

청구항 15에 있어서,  
 상기 우레탄의 밀도는 33 내지 37 kg/m<sup>3</sup>인, 단열 성능이 향상된 냉장고.

**청구항 19**

청구항 15에 있어서,  
 상기 밀폐 셀의 평균 직경이 220 내지 270  $\mu$ m인, 단열 성능이 향상된 냉장고.

**청구항 20**

청구항 15에 있어서,  
 셀 벽의 평균 두께가 0.35 내지 0.5  $\mu$ m인, 단열 성능이 향상된 냉장고.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 단열 성능이 향상된 우레탄 및 이를 적용한 냉장고에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 우레탄의 열전도도를 낮춤으로써 단열 성능을 향상시킨 우레탄 및 이를 적용한 냉장고에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 단열재로 사용되는 우레탄은, 냉장고의 외상(cabinet)과 내상(cavity) 사이에 액상으로 주입되고, 굳은 상태로 벽체를 구성한다. 종래의 우레탄으로 구성되는 단열재의 가장 낮은 열전도도의 한계는 20 mW/m·K로써, 강화되는 환경규제를 충족시키기 어렵다.

[0003] 단열재의 단열효과를 높이기 위해서는 우레탄의 두께를 두껍게 하는 방법이 있다. 그러나, 우레탄의 두께를 두껍게 하는 경우에는, 냉장고의 크기가 커지거나, 보관용량이 작아지는 문제점이 발생한다.

[0004] 우레탄 자체의 열전도도는 내부 가스 열전도도의 기여도가 높다. 특히, 내부 가스 중 CO<sub>2</sub> 분율이 높아질수록 우레탄의 열전도도가 올라가게 된다. 따라서, 우레탄의 열전도도를 낮추기 위해서는, CO<sub>2</sub> 분율을 최소화하는 것이 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 우레탄 발포 반응에서 생성되는 CO<sub>2</sub>의 양을 최소화하여 우레탄의 열전도도를 낮춤으로써, 단열 성능이 향상된 우레탄 및 이를 적용한 냉장고를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀; 외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함하고, 상기 내부 가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고, 상기 CO<sub>2</sub>함량은 몰 분율로 0 초과 0.1 이하일 수 있다.

[0007] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K 일 수 있다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 부피분율로, 상기 복수개의 밀폐 셀은 92 내지 93%이고, 상기 복수개의 개방 셀은 7 내지 8%를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄에서, 상기 내부 가스는, CP(Cyclopentane) 및 대기(Air)를 더 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄에서, 상기 우레탄의 밀도는 33 내지 37 kg/m<sup>3</sup>일 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄에서, 상기 밀폐 셀의 평균 직경이 220 내지 270  $\mu$ m일 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄에서, 셀 벽의 평균 두께가 0.35 내지 0.5  $\mu$ m 이하일 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법은, 이소시아네이트(Isocyanate)와 폴리올(Polyol) 액을 반응시키는, 우레탄 고분자 형성 단계; 내부 공극을 만들기 위해 발포제를 첨가하여 발포시키는, 밀폐 셀 형성 단계;를 포함하고, 상기 폴리올 액은, 폴리올 액 100 중량부 기준으로, H<sub>2</sub>O 2 중량부 이하 및 나머지 폴리올을 포함하고, 상기 발포제는 CP(Cyclopentane)일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에서, 상기 폴리올 액은, 별도의 아민류를 더 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에서, 상기 별도의 아민류는, 알릴기(Allyl group), 아릴기(Aryl group) 및 알킬기(Alkyl group)가 결합된 아민류 중 적어도 하나일 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법은, 상기 밀폐 셀 형성 단계 이전에 나노 필러를 혼합할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에서, 상기 나노 필러는, 나노 파이버, 나노 튜브, 나노 다공체, 메탈 오가닉 프레임워크(MOF) 및 에어로겔 중 적어도 하나일 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에서, 상기 나노 필러의 표면은, 에폭사이드(Epoxyde)기로 개질되고, 에폭사이드기와 CO<sub>2</sub>의 반응을 촉진할 수 있도록, 상기 폴리올 액에 촉매를 추가할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에서, 상기 촉매는, 주촉매로써, 테트라부틸암모늄 브로마이드(Bu<sub>4</sub>NBr) 및 테트라부틸암모늄 요오다이드(Bu<sub>4</sub>NI) 중 적어도 하나를 포함하고, 보조촉매로써, 세륨옥사이드(CeO<sub>2</sub>), 염화아연(ZnCl<sub>2</sub>), 니켈 아연 시아나이드(Ni-Zn cyanide) 복합체 및 과불소화 트리올(Perfluorinated triol) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 냉장고는, 냉장고의 최외곽에 마련되는 외상(cabinet); 냉장고의 안쪽 벽을 형성하는 내상(cavity); 및 상기 외상과 상기 내상 사이에 마련되는 우레탄을 포함하고, 상기 우레탄은, 내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀; 외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상

기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함하고, 상기 내부가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고, 상기 CO<sub>2</sub>함량은 몰 분율로 0 초과 0.1 이하일 수 있다.

- [0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 냉장고에서, 상기 우레탄의 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K일 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 냉장고에서, 상기 내부 가스는, CP(Cyclopentane) 및 대기(Air)를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 냉장고에서, 상기 우레탄의 밀도는 33 내지 37 kg/m<sup>3</sup>일 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 냉장고에서, 상기 밀폐 셀의 평균 직경이 220 내지 270  $\mu$ m일 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 냉장고에서, 셀 벽의 평균 두께가 0.35 내지 0.5  $\mu$ m일 수 있다.

### 발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 예에 의하면, 우레탄 발포 반응에서 생성되는 CO<sub>2</sub>의 양을 최소화하여 우레탄의 열전도도를 낮춤으로써, 단열 성능이 향상된 우레탄 및 이를 적용한 냉장고를 제공할 수 있다.
- [0027] 다만, 본 발명의 실시예 들에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 및 이를 적용한 냉장고가 달성할 수 있는 효과는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은, 본 발명의 일 예에 따른 우레탄을 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope)으로 촬영한 단면 사진이다.
- 도 2는, 본 발명의 일 예에 따른 냉장고의 단면을 나타낸 모식도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서는 본 발명의 실시 예를 첨부 도면을 참고하여 상세히 설명한다. 이하의 실시 예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상을 충분히 전달하기 위해 제시하는 것이다. 본 발명은 여기서 제시한 실시 예만으로 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 도면은 본 발명을 명확히 하기 위해 설명과 관계 없는 부분의 도시를 생략하고, 이해를 돕기 위해 구성요소의 크기를 다소 과장하여 표현할 수 있다.
- [0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0031] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀; 외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함할 수 있다.
- [0033] 도 1은, 본 발명의 일 예에 따른 우레탄을 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope)으로 촬영한 단면 사진이다.
- [0034] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 예에 따른 우레탄은, 복수개의 개방 셀, 복수개의 밀폐 셀 및 셀 벽을 포함하고 있다.
- [0035] 상기 밀폐 셀은, 우레탄 발포 시 발생하는 내부 가스를 담고 있는 밀폐된 동공을 의미한다. 상기 개방 셀은, 밀폐 셀을 구성하지 못하고, 외부의 대기와 연결된 개방된 동공을 의미한다.

[0036] 셀 벽은 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 구조체를 의미한다. 또한, 스트럿(strut)은, 밀폐 셀 또는 개방 셀이 3개 이상 만나는 지점을 의미한다.

[0037] 상기 내부가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고, 상기 CO<sub>2</sub>함량은 물 분율로 0 초과 0.1 이하일 수 있다.

[0038] CO<sub>2</sub>는 열전도도가 높은 기체로써, 내부 가스에서 CO<sub>2</sub>의 분율이 높아질수록 내부 가스에 의한 열전도도가 높아진다. 특히, 내부 가스의 열전도도가 우레탄 자체 열전도도에 기여도가 높으므로, CO<sub>2</sub> 분율을 낮추는 것이 우레탄 자체 열전도도를 낮추는데 매우 효과적이다.

[0039] 종래 우레탄의 경우에는 CO<sub>2</sub> 물 분율이 0.52 내지 0.56 정도이다. 그러나 본 발명에서는 후술하는 우레탄 제조 방법에 의해 CO<sub>2</sub> 물 분율을 0 초과 0.1 이하로 낮춤으로써 우레탄 열전도도를 종래 대비 10% 이상 낮추고자 한다.

[0040] 본 발명의 일 예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K일 수 있다.

[0041] 또한, 본 발명의 일 예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄은, 부피분율로, 상기 복수개의 밀폐 셀은 92 내지 93%이고, 상기 복수개의 개방 셀은 7 내지 8%를 포함할 수 있다.

[0042] 한편, 상기 내부 가스는, CP(Cyclopentane) 및 대기(Air)를 더 포함할 수 있다.

[0043] 우레탄의 단열성능을 결정하는 우레탄 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )는 아래 식 (1)로 계산할 수 있다.

[0044] 식 (1):  $\lambda_{urethane} = \lambda_{gas} + \lambda_{solid} + \lambda_{radiation} + \lambda_{convection}$

[0045] 우레탄 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )는 상기 밀폐 셀에 담겨있는 내부 가스 열전도도( $\lambda_{gas}$ ), 셀 벽 열전도도( $\lambda_{solid}$ ), 셀 벽과 내부 가스 전체에 걸쳐 발생하는 복사 에너지에 의한 열전도도( $\lambda_{radiation}$ ) 및 내부 가스의 순환에 의해 발생하는 대류 열전도도( $\lambda_{convection}$ )의 합으로 계산할 수 있다. 다만, 일반적으로 대류 열전도도는 우레탄 내부에서 영향이 거의 없는 것으로 알려져 있으므로, 본 발명에서는 우레탄 열전도도( $\lambda_{urethane}$ ) 계산 시 고려하지 않는다.

[0046] 우레탄 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )를 낮추기 위해서는, 상기 내부 가스 열전도도( $\lambda_{gas}$ ), 상기 셀 벽 열전도도( $\lambda_{solid}$ ) 및 상기 복사 에너지에 의한 열전도도( $\lambda_{radiation}$ )를 낮추어야 한다.

[0047] 본 발명에서는, 내부 가스 열전도도( $\lambda_{gas}$ )를 낮추고자 하고, 셀 벽 열전도도( $\lambda_{solid}$ ) 및 복사 에너지에 의한 열전도도( $\lambda_{radiation}$ )는 종래와 유사한 값을 가진다. 즉,  $\lambda_{solid}$  는 2.5 내지 3.5 mW/m·K이고,  $\lambda_{radiation}$  는 2.0 내지 3.0 mW/m·K 정도 값을 갖는다.

[0048] 상기 내부 가스 열전도도( $\lambda_{gas}$ )는 아래의 식 (2)로 표시될 수 있다.

$$\lambda_g = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \lambda_i}{\sum_{j=1}^n n_j A_{ij}}$$

[0049] 식 (2):

[0050] 상기 식 (2)에서, A<sub>ij</sub>는 아래 식 (3)으로 표시될 수 있다.

$$A_{ij} = \frac{[1 + \alpha_{ij}^{0.5} (M_i/M_j)^{0.25}]^2}{[8 \cdot (1 + M_i/M_j)]^{0.5}}$$

[0051] 식 (3):

[0052] 상기 식 (3)에서, a<sub>ij</sub>는 아래 식 (4)로 표시될 수 있다.

$$\alpha_{ij} = \frac{\mu_i M_j}{\mu_j M_i}$$

[0053] 식 (4):



[0054] 상기 식 (2), 식 (3) 및 식 (4)에서,  $\lambda_g$ 는  $\lambda_{gas}$ 를 의미하고,  $n_i$  또는  $n_j$ 는 임의의 가스 i 또는 j의 몰 분율을 의미하고,  $\lambda_i$ 는 임의의 가스 i의 열전도도를 의미하고,  $M_i$  및  $M_j$ 는 임의의 가스 i 또는 j의 몰분자량을 의미하고,  $\mu_i$  또는  $\mu_j$ 는 임의의 가스 i 또는 j의 점성계수를 의미한다.

[0055] 상기 몰 분율은, 내부 가스의 체적비를 100으로 나눈 값을 의미한다.

[0056] 내부 가스 중, CO<sub>2</sub>의 몰분자량은 44이고, CO<sub>2</sub>의 열전도도는 15.7 mW/m·K이고, CO<sub>2</sub>의 점성계수는  $1.44 \times 10^{-5}$ 이다.

[0057] 또한, 내부 가스 중, CP(Cyclopentane)의 몰분자량은 70이고, CP의 열전도도는 12.7 mW/m·K이고, CP의 점성계수는  $4.37 \times 10^{-4}$ 이다.

[0058] 또한, 내부 가스 중, 대기(Air)의 몰분자량은 30이고, 대기의 열전도도는 25 mW/m·K이고, 대기의 점성계수는  $1.79 \times 10^{-5}$ 이다.

[0059] 내부 가스 열전도도( $\lambda_{gas}$ )를 낮추기 위해서는, 대기(Air)와 CO<sub>2</sub>의 몰 분율이 작고, CP(Cyclopentane)의 몰 분율이 높아야 한다. 한편, 대기(Air)의 몰 분율은, 우레탄 발포 시 발생할 수밖에 없는 개방 셀 구조로 인해, 몰 분율 조절이 힘들다. 따라서, 본 발명에서는, CO<sub>2</sub>의 몰 분율을 낮게 제어함으로써, 내부 가스의 열전도도( $\lambda_{gas}$ )를 낮추고자 한다.

[0060] 상기 우레탄의 밀도는 33 내지 37 kg/m<sup>3</sup>이고, 상기 밀폐 셀의 평균 직경이 220 내지 270 μm일 수 있다. 또한, 상기 우레탄의 셀 벽의 평균 두께가 0.35 내지 0.5 μm 이하일 수 있다.

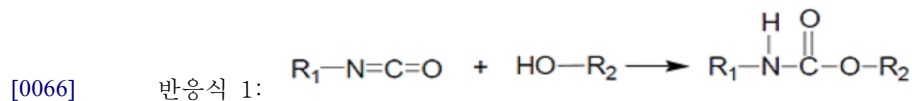
[0061] 한편, 본 발명에서 평균은, 임의의 5개 지점에서 측정된 값의 평균값을 의미한다.

[0062] 상기 식 (1)을 참고하여 계산하면, 종래 우레탄의 열전도도는 20 내지 22 mW/m·K인 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 우레탄은, 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K일 수 있다. 따라서, 종래 우레탄에 비해 열전도도를 10% 이상 낮춰 단열 성능을 향상시킴으로써, 5% 이상의 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다.

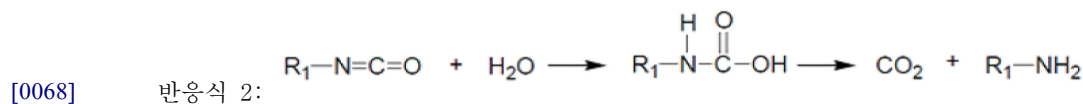
[0063] 다음으로, 본 발명의 다른 일 측면에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에 대하여 설명한다.

[0064] 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법은, 이소시아네이트(Isocyanate)와 폴리올(Polyol) 액을 반응시키는, 우레탄 고분자 형성 단계; 내부 공극을 만들기 위해 발포제를 첨가하여 발포시키는, 밀폐 셀 형성 단계;를 포함하고, 상기 폴리올 액은, 폴리올 액 100 중량부 기준으로, H<sub>2</sub>O 2 중량부 이하 및 나머지 폴리올을 포함하고, 상기 발포제는 CP(Cyclopentane)일 수 있다.

[0065] 먼저 아래 반응식 1과 같이, 우레탄 고분자는 이소시아네이트와 폴리올을 반응시켜 형성한다.



[0067] 종래에는, 내부 공극을 만들기 위해 발포제(blowing agent)를 첨가하면서, 발포를 돕기 위한 보조제(co-blowing agent)로 H<sub>2</sub>O를 사용했다. 따라서, 아래 반응식 2와 같이, CO<sub>2</sub>와 아민이 형성되었다.



[0069] H<sub>2</sub>O를 사용하면서 발생하는 CO<sub>2</sub>는 내부 가스의 열전도도를 높게 되므로, 본 발명에서는 발생하는 CO<sub>2</sub>를 최소화하기 위해 H<sub>2</sub>O 함량을, 폴리올 액 100 중량부 기준으로, 2 중량부 이하로 제어한다.

[0070] 한편, 상기 반응식 2에서 발생하는 아민은, 다음 반응인 유레아(urea) 및 뷰렛(biuret) 반응에 필요하다. 상기 유레아 및 뷰렛 반응에서 유레아, 뷰렛 등이 중간 반응기로 작용하여, 우레탄의 물리적 결합력을 강화시켜 준다.

[0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 단열 성능이 향상된 우레탄 제조방법에서, 상기 폴리올 액은, 별도의 아민류를 더

포함할 수 있다.

- [0072] 상기 반응식 2를 참고하면, 본 발명에서는 CO<sub>2</sub> 발생을 최소화하기 위해 H<sub>2</sub>O를 적게 첨가하므로, 유레아 및 뷰렛 반응에서 필요한 아민이 적게 생성된다. 따라서, 상기 폴리올 액에 별도의 아민류를 더 포함하도록 함으로써, 부족한 아민을 보충하도록 한다.
- [0073] 상기 별도의 아민류는, 알릴기 (Allyl group), 아릴기 (Aryl group) 및 알킬기 (Alkyl group)가 결합된 아민류 중 적어도 하나일 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않는다.
- [0074] 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 성능이 향상된 우레탄 제조방법은, 상기 밀폐 셀 형성 단계 이전에 나노 필터를 혼합할 수 있다.
- [0075] H<sub>2</sub>O를 적게 첨가하더라도, 상기 반응식 2에 의해 소량의 CO<sub>2</sub>가 발생할 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 발생한 소량의 CO<sub>2</sub>를 추가적으로 제거하기 위해, CO<sub>2</sub>를 지속적으로 제거할 수 있는 나노 필터를 혼합하여 발포를 진행할 수 있다. 여기서, 나노 필터는, CO<sub>2</sub>와 반응할 수 있는 흡착기 또는 반응기가 포함되어, CO<sub>2</sub>를 제거하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0076] 상기 나노 필터는, 나노 파이버, 나노 튜브, 나노 다공체, 메탈 오가닉 프레임워크(MOF) 및 에어로겔 중 적어도 하나일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0077] 상기 나노 필터의 표면은, 에폭사이드(Epoxyde)기로 개질되고, 에폭사이드기와 CO<sub>2</sub>의 반응을 촉진할 수 있도록, 상기 폴리올 액에 촉매를 추가할 수 있다.
- [0078] CO<sub>2</sub>와 반응할 수 있도록 나노 필터의 표면을 에폭사이드기로 개질시킴으로써, 지속적으로 CO<sub>2</sub>를 제거할 수 있다. 이때, 촉매를 사용하여 에폭사이드기와 CO<sub>2</sub>의 반응을 촉진시킬 수 있다.
- [0079] 상기 촉매는, 주촉매로써, 테트라부틸암모늄 브로마이드 (Bu<sub>4</sub>NBr) 및 테트라부틸암모늄 요오다이드 (Bu<sub>4</sub>NI) 중 적어도 하나를 포함하고, 보조촉매로써, 세륨옥사이드 (CeO<sub>2</sub>), 염화아연 (ZnCl<sub>2</sub>), 니켈 아연 시아나이드 (Ni-Zn cyanide) 복합체 및 과불소화 트리올 (Perfluorinated triol) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 나노 필터와 CO<sub>2</sub>의 반응을 촉진시킬 수 있는 모든 종류의 촉매가 사용될 수 있다.
- [0080] 다음으로, 본 발명의 다른 일 측면에 따른 단일 성능이 향상된 냉장고에 대하여 설명한다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 성능이 향상된 냉장고는, 냉장고의 최외곽에 마련되는 외상(cabinet); 냉장고의 안쪽 벽을 형성하는 내상(cavity); 및 상기 외상과 상기 내상 사이에 마련되는 우레탄을 포함하고, 상기 우레탄은, 내부 가스를 담고 있는 복수개의 밀폐 셀; 외부 대기와 연결된 복수개의 개방 셀; 및 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀 사이, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀 사이에 마련되어, 상기 밀폐 셀과 상기 개방 셀, 또는 상기 복수개의 밀폐 셀을 연결시켜주는 셀 벽을 포함하고, 상기 내부가스는 CO<sub>2</sub>를 포함하고, 상기 CO<sub>2</sub>함량은 몰 분율로 0 초과 0.1 이하일 수 있다.
- [0082] 도 2는, 본 발명의 일 예에 따른 냉장고의 단면을 나타낸 모식도이다.
- [0083] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 예에 따른 단일 성능이 향상된 냉장고는, 최외곽에 외상이 마련되고, 냉장고의 안쪽 벽을 내상이 형성하며, 상기 외상 및 상기 내상 사이에 단열재로서 우레탄을 포함할 수 있다.
- [0084] 상기 외상은 스틸(steel)로 구성될 수 있고, 상기 내상은 플라스틱으로 구성될 수 있다.
- [0085] 상기 우레탄의 열전도도( $\lambda_{urethane}$ )는 17.6 내지 18.7 mW/m·K이고, 상기 내부 가스는, CP(Cyclopentane) 및 대기(Air)를 더 포함할 수 있다.
- [0086] 또한, 상기 우레탄의 밀도는 33 내지 37 kg/m<sup>3</sup>이고, 상기 밀폐 셀의 평균 직경이 220 내지 270  $\mu$ m이고, 셀 벽의 평균 두께가 0.35 내지 0.5  $\mu$ m일 수 있다.
- [0087] 이하에서, 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 실시예 및 비교예를 기재한다. 다만, 하기 기재는 본 발명의 내용 및 효과에 관한 일 예에 해당할 뿐, 본 발명의 권리범위 및 효과가 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0088] {실시예}

[0089] 아래 표 1에는, 내부 가스의 물 분율에 따른  $\lambda_{\text{gas}}$  계산값 및  $\lambda_{\text{urethane}}$  계산값을 나타냈다.  $\lambda_{\text{gas}}$  계산값은, 상기 식 (2), 식 (3) 및 식 (4)를 통해 계산했고,  $\lambda_{\text{urethane}}$  계산값은, 상기 식 (1)을 통해 계산했다. 이때,  $\lambda_{\text{solid}}$ 는 2.5mW/mK로 대입했고,  $\lambda_{\text{radiation}}$ 은 2.0mW/mK로 대입했다.

**표 1**

[0090]

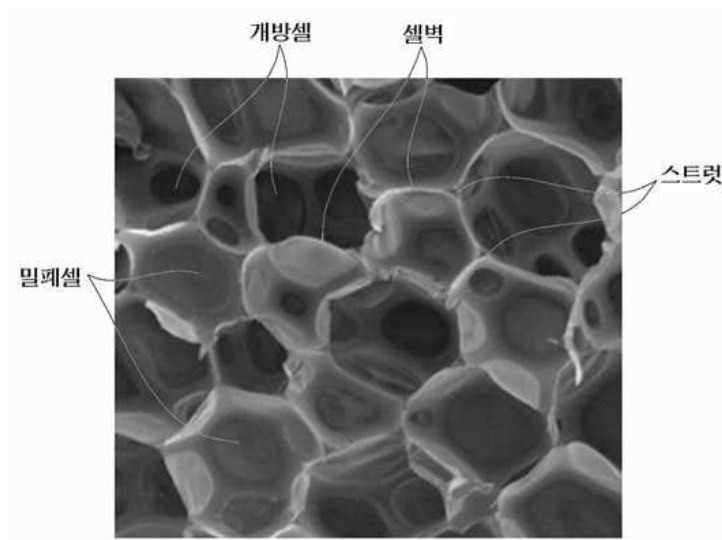
	물 분율			$\lambda_{\text{gas}}$ 계산값 (mW/mK)	$\lambda_{\text{urethane}}$ 계산값 (mW/mK)
	Air	CO <sub>2</sub>	CP		
실시예1	0.1	0.01	0.89	13.1	<b>17.6</b>
실시예2	0.2	0.05	0.75	13.5	<b>18.0</b>
실시예3	0.1	0.1	0.8	14.2	<b>18.7</b>
비교예1	0.3	0.2	0.5	15.7	20.2
비교예2	0.1	0.3	0.5	16.8	21.3
비교예3	0.2	0.5	0.3	18	22.5

[0091] 상기 표 1을 참고하면, 실시예 1 내지 3은 CO<sub>2</sub>함량이 물 분율로 0 초과 0.1 이하를 만족했다. 따라서, 실시예 1 내지 3은, 우레탄 열전도도( $\lambda_{\text{urethane}}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K를 만족할 수 있었다.

[0092] 그러나, 비교예 1 내지 3은 CO<sub>2</sub>함량이 물 분율로 0 초과 0.1 이하를 만족하지 못했다. 따라서, 비교예 1 내지 3은, 우레탄 열전도도( $\lambda_{\text{urethane}}$ )가 17.6 내지 18.7 mW/m·K를 만족하지 못했다. 즉, 우레탄 열전도도가 높으므로, 단열 성능이 열위하다고 평가할 수 있었다.

**도면**

**도면1**



도면2

