(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년09월15일
(11) 등록번호 10-0917143
(24) 등록일자 2009년09월07일

(51) Int. Cl.
C08J 9/00 (2006.01) *C08J 9/22* (2006.01)
C08J 7/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0028032
(22) 출원일자 2008년03월26일
심사청구일자 2008년03월26일
(56) 선행기술조사문헌
US19985783610 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 가좌동 900
(72) 발명자
김진국
서울특별시 강남구 청담동 42 삼성청담아파트 102-1504
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 김은정

(54) 발포체 및 그 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 발포체 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 비발포층 및 상기 비발포층의 양면에 형성된 발포층을 포함하고, 상기 비발포층과 발포층은 아래의 수학식을 만족하는 발포체 및 그 제조방법을 제공한다.

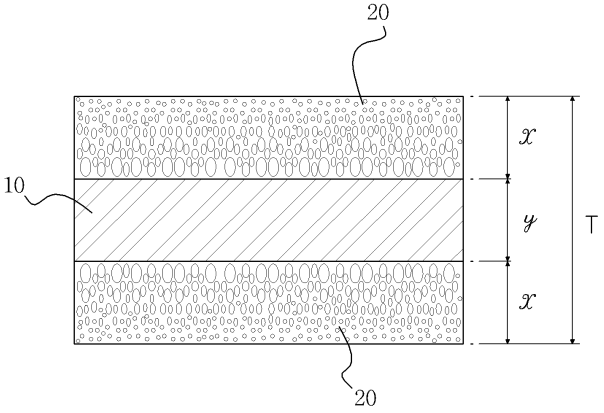
[수학식]

$T = 2x + y$이고, $0.2 \leq x/y \leq 5.0$

위 식에서, T는 발포체의 총두께이고, x는 발포층의 두께이며, y는 비발포층의 두께이다.

본 발명에 따르면, 경량성과 함께 우수한 기계적 강도를 가지며, 별도의 백색안료의 사용 없이 백색의 색상이 구현된다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG)을 포함하되, 백색안료를 포함하지 않은 수지 성형체를 밀폐용기에 투입하고, 상기 밀폐용기에 이산화탄소(CO_2), 질소(N_2) 및 물(H_2O)로부터 선택된 하나 이상의 초임계 유체를 주입한 후, 상기 밀폐용기에 식물성 오일 또는 실리콘 오일로부터 선택된 열전달유체를 투입하여 상기 수지 성형체를 열전달유체에 함침되도록 한 다음, 40 ~ 80℃에서 5 ~ 80초(sec) 동안 가열, 발포하여 제조된 것이며;

중앙에 형성된 비발포층 및 상기 비발포층의 양면에 형성된 발포층을 포함하고;

상기 비발포층과 발포층은 아래의 수학식을 만족하며;

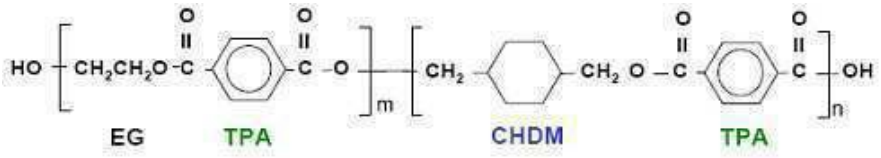
상기 발포층의 밀도 비율은 발포체 전체 밀도의 0.3 ~ 0.6이고;

상기 발포층의 평균 셀 크기는 10㎛ ~ 100㎛이며;

상기 발포층은 백색으로서 시감반사율이 60.0 ~ 95.0%인 것;

을 특징으로 하는 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG) 발포체.

[화학식 1]



(위 화학식에서, m과 n은 0보다 큰 소수 또는 정수이다.)

[수학식]

$T = 2x + y$이고, $0.2 \leq x/y \leq 5.0$

(위 수학식에서, T는 발포체의 총두께이고, x는 발포층의 두께이며, y는 비발포층의 두께이다.)

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

발포층의 셀 밀도(단위 부피당 셀 개수)는 1.0×10^7 ~ 5×10^9 cells/㎤ 것을 특징으로 하는 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG) 발포체.

청구항 5

제1항에 있어서,

발포층의 두께는 300㎛ ~ 1,200㎛인 것을 특징으로 하는 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG) 발포체.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 발포체 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초임계 유체를 이용한 발포 공정을 통해 비발포층과 발포층이 동시에 형성되고, 상기 비발포층과 발포층의 두께 비가 최적화되어, 경량성과 함께 기계적 강도를 가지며, 백색안료의 사용 없이 우수한 백색도를 가지는 발포체 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 발포 공정을 통해 성형된 발포체는 경량성을 가짐에 따라 제품 취급에 유리하여 다양한 용도로 사용되고 있다. 예를 들어, 폴리염화비닐(PVC), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티렌(PS) 및 폴리우레탄(PU) 등의 발포체는 표면성이 우수하고 가벼워 광고용 간판, 실내 장식재, 각종 건축 자재 등의 용도로 많이 사용되고 있다. 발포체는 일반적으로 베이스 수지(PVC, PP 등)에 화학적 발포제가 첨가되어 제조되고 있다.

<3> 발포체는 발포 구조로 인해 경량성은 가지나, 기계적 강도가 떨어진다. 이에 따라, 발포성 원료(베이스 수지, 발포제 등이 혼합된 조성물)에 기계적 강도를 보강하기 위한 보강재로서 무기물을 첨가하거나, 베이스 수지 이외의 다른 공합체를 혼합하고 있다.

<4> 그러나, 위와 같은 종래의 기술은 보강재의 혼합 과정에 의해 공정이 복잡해지고, 보강재 구입에 따른 비용이 더 소요되어 제품의 원가가 상승되는 문제점이 있다.

<5> 또한, 발포체(발포 제품)는 사용 목적에 따라 백색의 색상이 구현될 필요성이 있다. 예를 들어, 장식용의 건축 자재가 그러하다. 일반적으로, 발포체에 백색의 색상을 구현함에 있어서는 발포성 원료에 백색 안료를 첨가하거나, 별도의 공정을 통하여 백색안료층을 코팅하는 방법을 통해 구현하고 있다. 그러나 이러한 방법은 백색안료의 첨가 공정(또는 별도의 코팅 공정)에 의해 제조방법이 복잡해지고, 또한 백색안료 구입에 따른 비용이 더 소요되어 제품의 원가가 상승되는 문제점이 지적된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 한번의 발포 공정을 통해 비발포층과 발포층이 동시에 형성되고, 상기 비발포층과 발포층의 두께 비가 최적화되어, 경량성과 함께 기계적 강도를 가지며, 별도의 백색안료의 사용 없이 우수한 백색도를 가지면서 제조방법이 간단한 발포체 및 그 제조방법을 제공하는 데에 목적이 있다.

과제 해결수단

<7> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 비발포층 및 상기 비발포층의 양면에 형성된 발포층을 포함하고, 상기 비발포층과 발포층은 아래의 수학식을 만족하는 발포체를 제공한다.

<8> [수학식]

<9> $T = 2x + y$이고, $0.2 \leq x/y \leq 5.0$

<10> 위 식에서, T는 발포체의 총두께이고, x는 발포층의 두께이며, y는 비발포층의 두께이다.

<11> 이때, 상기 발포층의 평균 셀 크기는 10㎛ ~ 100㎛인 것이 바람직하고, 상기 발포층의 밀도 비율은 발포체 전체 밀도의 0.3 ~ 0.6인 것이 좋다.

<12> 또한, 본 발명은 상기 본 발명에 따른 발포체의 제조방법으로서,

<13> 수지 성형체를 밀폐용기에 투입하는 제1단계;

<14> 상기 밀폐용기에 초임계 유체를 주입하는 제2단계; 및

<15> 상기 밀폐용기에 열전달유체를 투입하여 수지 성형체를 함침시킨 다음, 가열하여 발포시키는 제3단계를 포함하는 발포체의 제조방법을 제공한다.

<16> 이때, 상기 제3단계의 발포 온도는 40 ~ 80℃이고, 발포 시간은 5 ~ 80초(sec)인 것이 바람직하다. 상기 제3단계에서의 열전달유체는 실리콘 오일(silicon oil) 등과 같은 점성 유체를 사용할 수 있다. 또한, 상기 제2단계에서의 초임계 유체는 이산화탄소(CO_2), 질소(N_2) 및 물(H_2O)로부터 선택된 하나 이상이 바람직하다.

효 과

<17> 본 발명에 따르면, 한번의 발포 공정에 의해 비발포층과 발포층이 동시에 형성되어, 제조방법이 간단하고 경량성과 함께 기계적 강도를 갖는다. 또한 본 발명에 따르면, 별도의 백색안료의 사용 없이 백색의 색상이 구현되는 효과를 갖는다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<18> 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

<19> 도 1은 본 발명에 따른 발포체의 단면 구성도이다.

<20> 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 발포체는 한번의 발포 공정에 의해 동시에 형성된 것으로서, 심재로서의 비발포층(10)과, 상기 비발포층(10)의 양면에 형성된 발포층(20)을 포함한다. 그리고 상기 비발포층(10)과 발포층(20)은 아래의 수학식을 만족한다.

<21> [수학식]

<22> $T = 2x + y$이고, $0.2 \leq x/y \leq 5.0$

<23> (위 수학식에서, T는 발포체의 총두께이고, x는 발포층의 두께이며, y는 비발포층의 두께이다.)

<24> 본 발명에 따른 발포체는 발포층(20)에 의해 경량성을 가지면서, 비발포층(10)에 의해 기계적 강도를 갖는다. 보다 구체적으로는, 상기 수학식을 만족하여 경량성과 함께 우수한 기계적 강도를 갖는다. 이때, 상기 비발포층(10)에 대한 발포층(20)의 두께 비(x/y)가 0.2 미만이면 경량성이 떨어지고, 두께 비(x/y)가 5.0를 초과하면 기계적 강도가 떨어져 본 발명에서 목적하는 경량성과 기계적 강도를 동시에 도모할 수 없다. 상기 비발포층

(10)에 대한 발포층(20)의 두께 비(x/y)는 0.5 내지 2.0인 것이 보다 바람직하다.

<25> 또한, 상기 발포층(20)의 평균 셀 크기(cell size)는 10㎛ ~ 100㎛인 것이 바람직하다. 발포층(20)의 평균 셀 크기가 10㎛ 미만이면 경량성에서 바람직하지 않고, 100㎛를 초과하면 발포층(20) 자체의 기계적 강도가 떨어져 바람직하지 않다. 아울러, 상기 발포층(20)의 밀도는 발포체 전체 밀도의 0.3 ~ 0.6인 것이 좋다. 구체적으로, 비발포층(10)과 발포층(20)을 합한 발포체 전체 밀도에 대하여, 상기 발포층(20)이 차지하는 밀도 비율이 0.3 ~ 0.6인 것이 좋다. 이때, 발포층(20)의 밀도 비율이 0.3 미만이면 기계적 강도 면에서 바람직하지 않고, 0.6을 초과하면 경량성에서 바람직하지 않다.

<26> 아울러, 상기 발포층(20)의 셀 밀도(단위 부피 당 셀의 개수)는 1.0 x 10^7 ~ 5 x 10^9 cells/㎤인 것이 좋다. 발포층(20)의 셀 밀도가 너무 크면 경량성이 떨어질 수 있고, 셀 밀도가 너무 작으면 기계적 강도가 떨어질 수 있다. 아울러, 상기 발포층(20)의 두께(x)는 300㎛ ~ 1,200㎛를 가질 수 있다.

<27> 본 발명에 따른 발포체는 화학적 발포제를 사용하지 않는 방법으로서, 이하에서 설명되는 본 발명의 제조방법을 통하여 제조된다. 이하에서 설명되는 본 발명의 제조방법에 따르면, 상기 수학식의 두께 비(x/y)를 가지는 발포체를 한번의 발포 공정을 통해 용이하게 제조할 수 있다. 그리고 제조된 발포체는 원료에 백색안료의 첨가 없이도 백색이 구현된다. 이를 도 2를 참조하여 설명한다.

<28> 도 2는 본 발명에 따른 발포체의 제조방법에 사용되는 제조장치의 예시적인 구성도이다.

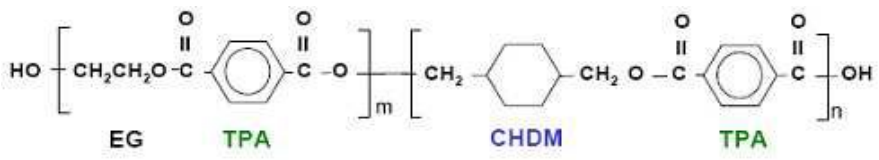
<29> 먼저, 제조장치에 대하여 설명하면, 제조장치는 도 2에 예시한 바와 같이 밀폐용기(110); 상기 밀폐용기(110)에 초임계 유체를 공급하는 유체공급탱크(120)를 포함한다. 또한, 제조장치는 상기 밀폐용기(110)에 열을 공급하는 가열수단(도시하지 않음)을 갖는다. 아울러, 상기 제조장치는 밀폐용기(110)에 열전달유체를 공급하는 열전달유체 공급라인(도시하지 않음)을 가질 수 있다.

<30> 본 발명에 따른 제조방법은 도 2에 보인 바와 같은 제조장치를 유용하게 이용할 수 있다. 본 발명에 따른 제조방법은 수지 성형체(100)를 밀폐용기(110)에 투입하는 제1단계; 상기 밀폐용기(110)에 초임계 유체를 주입하여 제2단계; 및 상기 밀폐용기(110)에 열전달유체(130)를 투입하여 수지 성형체(100)를 함침시킨 다음, 가열하여 발포시키는 제3단계를 포함한다.

<31> 상기 수지 성형체(100)는 사출성형 또는 압출성형 등의 방법을 통하여 성형된 것으로서, 이러한 성형체(100)는 최종 수득되는 발포체의 사용 목적에 따라 시트(sheet), 판넬(panel), 병(bottle), 필름(film), 튜브(tube) 등의 다양한 형상을 가질 수 있다.

<32> 상기 수지 성형체(100)의 원료는 적어도 베이스 수지를 포함한다. 상기 베이스 수지는, 예를 들어 폴리염화비닐(PVC), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리스티렌(PS), 폴리우레탄(PU), 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG) 및 이들의 공중합체 등으로부터 선택된 하나 이상이 사용될 수 있다. 상기 공중합체는 에틸렌-프로필렌 공중합체 및 프로필렌-스티렌 공중합체 등을 예로 들 수 있다. 상기 베이스 수지는, 바람직하게는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)의 공중합체로서 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG)을 유용하게 사용할 수 있다. 이때, 상기 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG)은 하기 화학식 1로 표시된 것이 좋다.

<33> [화학식 1]

<34>


<35> (위 화학식에서, m과 n은 0보다 큰 소수 또는 정수이다.)

<36> 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)는 테레프탈산(TPA ; Terephthalic Acid)과 에틸렌글리콜(EG ; Ethylene Glycol)을 축합 중합하여 얻은 포화 폴리에스테르로서, 이는 결정성으로 인하여 발포가 어렵다. 그러나, 상기 폴리에틸렌테레프탈레이트가 상기 화학식 1로 표시된 무정형 공중합 폴리에스테르로 변성된 경우 성형성이 개선되어 발포가 가능하다. 상기 화학식 1로 표시된 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG)은 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)에 포함된 에틸렌글리콜(EG ; Ethylene Glycol)의 일정량(2.0 ~ 30.0중량%)을 사이클로헥산 디메탄올(CHDM ; Cyclohexane Dimethanol)로 치환한 무정형 공중합 폴리에스테르로서, 이는 발포가 가능하다. 또한, 상기 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG)로부터 얻어진 발포체는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)의 물성이

유지되어 우수한 충격강도를 갖는다.

<37> 상기 수지 성형체(100)의 원료는 위와 같은 베이스 수지를 적어도 포함하되, 화학적 발포제는 포함하지 않는다. 그리고 수지 성형체(100)의 원료에는 통상과 같이 베이스 수지의 종류 및 발포체의 사용 용도에 따라 안정제, 분산제, 산화방지제, 자외선 방지제, 대전 방지제 및 난연제 등의 첨가제가 포함될 수 있다. 이러한 첨가제는 특별히 제한되지 않는다. 또한, 상기 수지 성형체(100)의 원료에는 백색안료가 포함되지 않는다. 본 발명에 따르면 백색안료가 포함되지 않아도 발포 공정 후에 얻어진 발포체는 백색을 갖는다.

<38> 따라서 본 발명에 따라 제조된 발포체는 위와 같은 수지 성형체(100)의 발포체, 구체적으로 폴리염화비닐(PVC), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리스티렌(PS), 폴리우레탄(PU) 또는 폴리에틸렌테레프탈레이트-글리콜(PETG)로부터 선택된 수지 성형체(100)의 발포체를 예로 들 수 있으며, 백색을 갖는다.

<39> 위와 같이, 밀폐용기(110)에 수지 성형체(100)를 투입한 후에는 초임계 유체를 주입한다. 이때, 상기 밀폐용기(110) 내의 압력은 사용되는 초임계 유체의 종류에 따라 설정될 수 있다. 특별히 한정하는 것은 아니지만, 밀폐용기(110) 내의 압력은 5 ~ 25MPa이 될 수 있다. 상기 초임계 유체는 이산화탄소(CO_2), 질소(N_2) 및 물(H_2O)로부터 선택된 하나 이상이 좋다. 구체적으로, 상기 초임계 유체는 임계압력이 7.1MPa이고, 임계온도가 31℃인 이산화탄소(CO_2); 임계압력이 3.34MPa이고, 임계온도가 -147℃인 질소(N_2); 및 임계압력이 21.8MPa이고, 임계온도가 374℃인 물(H_2O)로부터 선택된 하나 이상을 사용하는 것이 좋다.

<40> 위와 같이 초임계 유체를 주입한 다음에는 밀폐용기(110) 내에 열전달유체(130)를 투입하여, 도 2에 도시한 바와 같이 열전달유체(130)에 수지 성형체(100)가 함침되게 한다. 그리고 가열수단(도시하지 않음)을 통해 밀폐용기(110)에 열을 가하여 발포시킨다. 구체적으로, 열전달유체(130)를 가열하여 수지 성형체(100)로의 열전달을 통해 발포시킨다. 이러한 가열 온도(발포 온도)는 제어기(도시하지 않음)를 통해 조절될 수 있다. 상기 열전달유체(130)는 점성 유체로부터 선택될 수 있다. 구체적으로 식물성 오일, 실리콘 오일(silicon oil) 등과 같은 점성 유체를 사용할 수 있다. 이때, 본 발명의 바람직한 구현예에 따라서, 상기 밀폐용기(110) 내의 온도(즉, 열전달유체(130)의 온도)를 40 ~ 80℃의 온도(발포 온도)로 유지하는 것이 좋다. 그리고 이와 같은 온도 범위에서 수지 성형체(100)를 밀폐용기(110) 내에 5 ~ 80초(발포 시간) 동안 체류시키는 것이 좋다. 즉, 수지 성형체(100)를 승온된 열전달유체(130)에 5 ~ 80초(발포 시간) 동안 함침시키는 것이 좋다. 이와 같은 발포 공정을 진행하면, 비발포층(10)의 양면에 발포층(20)이 형성되면서, 상기 수학식을 만족하는 본 발명에 따른 발포체가 제조된다. 이때, 발포 온도가 40℃ 미만이면, 비발포층(10)에 대한 발포층(20)의 두께 비(x/y)가 0.2 미만으로서 너무 작아진다. 그리고 발포 온도가 80℃를 초과하면, 발포층(20)의 두께 비(x/y)가 5.0을 초과하여 너무 커진다. 또한, 발포 시간이 5초 미만이면 두께 비(x/y)가 너무 작아지고, 80초를 초과하면 두께 비(x/y)가 너무 커져 양호한 경량성과 기계적 강도를 도모할 수 없다.

<41> 아울러, 발포체는 실리콘 오일 등의 열전달유체(130)로부터의 열을 공급에 의해 셀(cell)이 계속 성장되어 원하는 셀 크기(cell size)와 셀 밀도(cell density)를 갖는다. 구체적으로, 상기 범위와 같은 발포 온도 및 발포 시간에 의해 발포층(20)의 평균 셀 크기가 10㎛ ~ 100㎛이고, 셀 밀도(단위 부피 당 셀의 개수)는 1.0×10^7 ~ 5×10^9 cells/㎤인 발포체가 제조될 수 있다.

<42> 전술한 바와 같이, 본 발명의 제조방법에 따르면, 한번의 발포 공정에 의해 비발포층(10)과 발포층(20)을 동시에 가지면서, 상기 수학식을 만족하는 발포체를 제조할 수 있다. 또한, 상기 발포층(20)의 두께(x)는 물론 셀 크기 및 밀도 분포 등을 용이하게 조절할 수 있다. 그리고 백색안료의 사용 없이 백색의 색상이 구현된다. 구체적으로, 상기와 같은 공정을 통해 투명의 수지 성형체(100)는 백색의 발포체로 제조된다. 이때, 본 발명에 따른 발포체, 즉 상기 발포층(20)은 백색도를 나타내는 인자인 시감반사율(視感反射率)이 60.0 ~ 95.0%를 가질 수 있다.

<43> 이하, 본 발명의 실시예 및 비교예를 예시한다. 하기의 실시예는 본 발명의 이해를 돕도록 하기 위해 제공되는 것일 뿐, 이에 의해 본 발명의 기술적 범위가 한정되는 것은 아니다.

<44> [실시예 1]

<45> 먼저, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)에 사이클로헥산 디메탄올(CHDM)을 첨가하여 공중합시켜 제조된 것으로서, 상기 화학식 1로 표시되는 PETG 공중합체를 압출기에 공급하여 시트 상의 투명한 PETG 성형체를 제조하였다. 이때, 압출기의 호퍼에는 PETG 공중합체와 함께 분산제로서 에틸렌비닐아세테이트를 투입하였다. 그리고 다른

첨가물은 투입하지 않았다.

<46> 위와 같이 제조된 투명 PETG 시트를 적절한 크기로 절단한 다음, 절단된 시트를 도 2에 보인 바와 같은 제조장치의 밀폐용기(110)에 투입하였다. 이때, 제조장치는 구체적으로 국내 일신오토클레이브사(대전시 대덕구 신일도 1688-15 대전 4공단 소재)의 제품으로서 모델번호 200ML을 사용하였다. 그리고 상기 제조장치의 밀폐용기(110) 내에 이산화탄소(CO2)를 5㎤/sec의 유량으로 주입시키고, 밀폐용기(110) 내의 압력을 8MPa로 유지하였다. 다음으로, 밀폐용기(110)에 실리콘 오일(silicon oil)을 투입하여, 상기 투명 PETG 시트가 실리콘 오일(silicon oil)에 함침되게 한 후, 20℃의 온도(Foaming Temp.)에서 20초 동안(Foaming Time) 유지시켜 발포하였다. 도 3은 발포 전의 투명 PETG 시트 시편와 발포 후의 시편을 보인 사진이다. 도 3에 보인 바와 같이, 발포 후의 시편은 투명에서 백색으로 변함을 알 수 있었다.

<47> 또한, 도 4는 본 실시예에 따라 제조된 발포체 시편의 SEM 사진이고, 도 5는 상기 제조된 발포체 시편을 확대한 SEM 사진다. 도 4 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 제조된 발포체 시편은 중앙에 비발포층(10)이 형성되고, 상기 비발포층(10)의 양면에는 발포층(20)이 형성되어 있음을 알 수 있었다.

<48> 한편, 상기 제조된 발포체 시편에 대하여, 발포층(20)의 밀도(density), 발포층(20)의 평균 셀 크기(Average cell size), 발포층(20)의 셀 밀도(cell density), 발포층(20)의 밀도 비율(Relative density), 기공율(Void fraction), 및 발포층(20)의 두께(thickness foam layer)를 측정하였으며, 그 결과를 하기 [표 1]에 나타내었다. 하기 [표 1]에서 발포층(20)의 두께(thickness foam layer)는 발포층(20) 하나의 두께(도 1에서 x)를 의미한다.

<49> [실시예 2 ~ 4]

<50> 상기 실시예 1과 비교하여 밀폐용기(110)의 온도(Foaming Temp.) 및 시간(Foaming Time)을 달리한 것을 제외하고는 동일하게 실시하였다. 그리고 각 실시예(2 ~ 4)에 따라 제조된 발포체 시편의 SEM 사진(발포층의 사진)을 도 6 내지 8에 나타내었다. 도 6는 실시예 2에 따른 발포체 시편의 SEM 사진이고, 도 7은 실시예 3에 따른 발포체 시편의 SEM 사진이며, 도 8은 실시예 4에 따른 발포체 시편의 SEM 사진이다.

<51> 또한, 상기 각 실시예(2 ~ 4)에 따라 제조된 발포체 시편에 대하여, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 발포층(20)의 밀도(density), 발포층(20)의 평균 셀 크기(Average cell size), 발포층(20)의 셀 밀도(cell density), 발포층(20)의 밀도 비율(Relative density), 기공율(Void fraction), 및 발포층(20)의 두께(thickness foam layer)를 측정하였으며, 그 결과를 하기 [표 1]에 나타내었다.

표 1

<52>

비 고	Foaming Temp. (℃)	Foaming Time (sec)	density (g/㎤)	Average cell size (㎛)	cell density (cells/㎤)	Relative density (%)	Void fraction (%)	Thickness of non-foam layer (㎛)	Thickness of foam layer (㎛)
실시예1	50	20	0.64	16.8	1.967×10^{9}	0.50	0.5	318	364
실시예2	60	20	0.56	26.6	8.99×10^{8}	0.44	0.56	287	735
실시예3	70	20	0.52	53.9	1.12×10^{8}	0.41	0.59	243	1070
실시예4	60	60	0.48	63.4	7.3×10^{7}	0.38	0.62	224	1020

<53> 이상의 실시예에 예시한 바와 같이, 본 발명에 따르면 한번의 발포 공정을 통해 비발포층(10)과 발포층(20)이 동시에 형성됨을 알 수 있다. 구체적으로, 도 4 내지 도 8에서 확인할 수 있듯이, 한번의 초임계 발포 공정을 통해 중앙에는 비발포층(10)이 존재하고, 상기 비발포층(10)의 양쪽에는 발포층(20)이 형성된 발포체가 제조됨을 알 수 있다. 또한, 도 3에 보인 사진에서 확인할 수 있듯이, 제조된 발포체는 원료(투명 PETG)에 백색안료가 사용되지 않았음에도 불구하고 백색의 색상으로 구현됨을 알 수 있다.

<54> 또한, 상기 [표 1]에 나타낸 바와 같이, 온도(Foaming Temp.) 및 시간(Foaming Time)을 달리함으로써, 발포층(20)의 밀도(density), 발포층(20)의 평균 셀 크기(Average cell size), 발포층(20)의 셀 밀도(cell density),

발포층(20)의 밀도 비율(Relative density), 기공율(Void fraction)은 물론 발포층(20)의 두께(thickness foam layer)를 조절할 수 있음을 알 수 있었다. 구체적으로, 온도(Foaming Temp.)와 시간(Foaming Time)을 높이면 셀 크기(cell size), 기공율(Void fraction) 및 발포층(20)의 두께(thickness foam layer)가 증가하나 셀 밀도(cell density)는 감소함을 알 수 있었다. 부가적으로, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)는 상기 화학식 1로 표시되는 비결정질의 PETG 공중합체로 변성된 경우, 성형성의 개선에 의해 발포가 가능함을 알 수 있었다.

도면의 간단한 설명

<55> 도 1은 본 발명에 따른 발포체의 단면 구성도이다.

<56> 도 2는 본 발명의 제조방법에 유용하게 사용되는 제조장치의 구성도이다.

<57> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 제조된 PETG 발포체 사진이다.

<58> 도 4 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 PETG 발포체의 SEM 사진이다.

<59> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

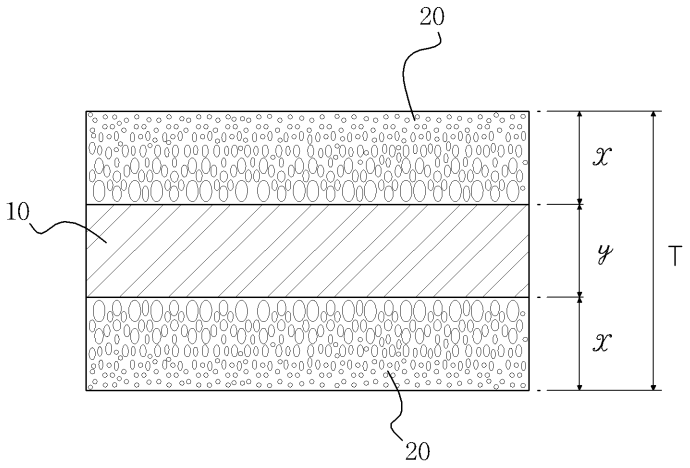
<60> 10 : 비발포층 20 : 발포층

<61> 100 : 수지 성형체 110 : 밀폐용기

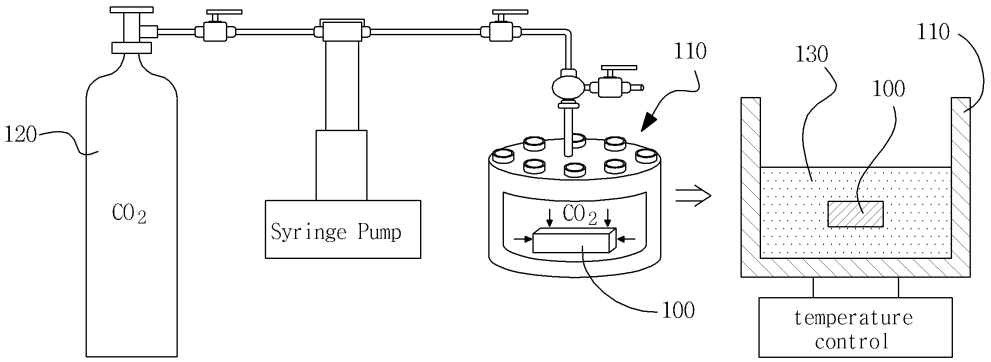
<62> 120 : 초임계 유체공급탱크 130 : 열전달유체

도면

도면1

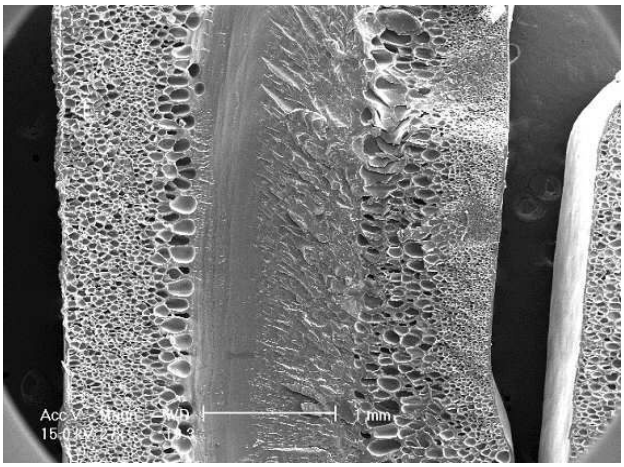


도면2

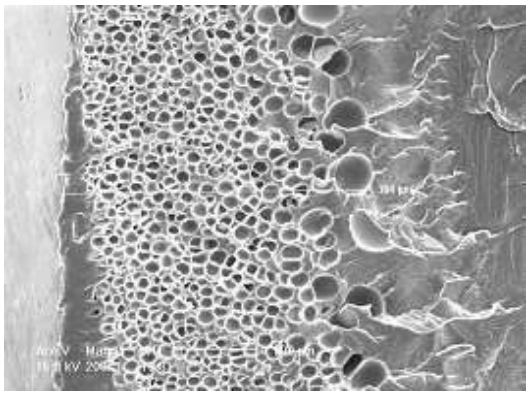

120
CO_2
Syringe Pump
110
CO_2
100
130
100
110
temperature
control

도면3

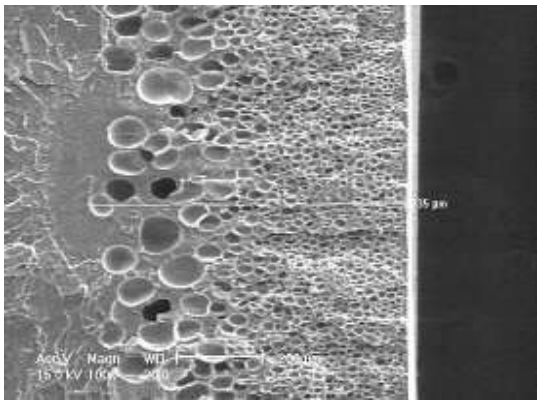
도면4


mm

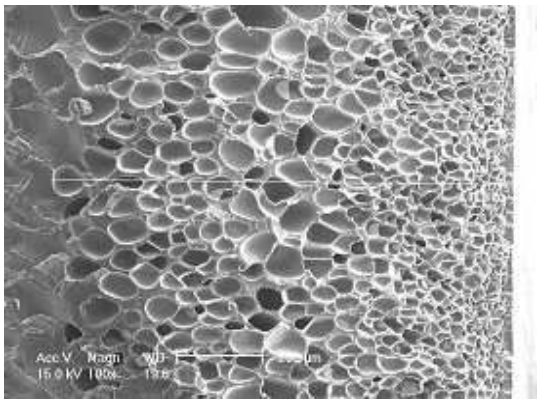
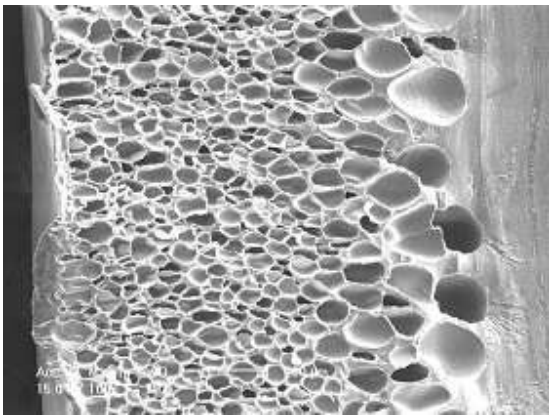
도면5



도면6



도면7



도면8