



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0052433
(43) 공개일자 2009년05월26일

(51) Int. Cl.

C08J 9/33 (2006.01) C08J 9/32 (2006.01)

C08J 9/35 (2006.01) C08J 9/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0118929

(22) 출원일자 2007년11월21일

심사청구일자 2007년11월21일

(71) 출원인

제일모직주식회사

경상북도 구미시 공단동 290

삼성물산 주식회사

서울특별시 서초구 서초동 1321-20

(72) 발명자

김상혁

전남 순천시 용당동 현대아파트 101동 1501호

조사은

전남 여수시 신기동 90번지 제일모직사택 4동 405호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

최덕규, 이해진

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 재생 스티렌계 수지를 이용한 발포성 폴리스티렌 및 이의제조방법

(57) 요약

본 발명은 발포 폴리스티렌 감응 폐재, 발포제가 포함된 스티렌계 수지에 탄소입자를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고; 상기 혼합 조성물을 압출하고; 그리고 85 내지 100 °C의 온도에서 상기 압출된 혼합 조성물을 발포제로 함침하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 재생 스티렌계 수지를 이용한 발포성 폴리스티렌 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

(72) 발명자

이계홍

전남 여수시 신기동 90번지 제일모직사택 10동 10
3호

이은택

경기 수원시 장안구 천천동 삼성레미안아파트 107
동 402호

이경재

경기 수원시 장안구 정자1동 297-2 경남아너스빌
101동 701호

민유선

경기 용인시 수지구 상현마을 센트럴아이파크 114
동 802호

특허청구의 범위

청구항 1

발포제가 포함된 스티렌계 수지에 탄소입자를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고;

상기 혼합 조성물을 압출하고; 그리고

85 내지 100 ℃의 온도에서 상기 압출된 혼합 조성물을 발포제로 함침하는;

단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 재생 스티렌계 수지를 이용한 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스티렌계 수지는 발포 폴리스티렌 감용 폐재, 발포제가 포함된 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지; 또는 범용 폴리스티렌(GPPS), 고충격폴리스티렌(HIPS) 수지, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체 (ABS), 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체(SAN), 스티렌-메틸메타크릴레이트의 공중합체, 폴리메틸메타크릴레이트 또는 이들의 2종 이상 혼합물과 상기 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지의 블렌드인 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스티렌계 수지는 중량평균분자량 130,000~300,000 g/mol 인 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 탄소입자는 흑연, 카본블랙 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 탄소입자는 스티렌계 수지 100 중량부에 대하여 3 내지 10 중량부로 사용하는 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 혼합 조성물은 블로킹 방지제, 난연제 또는 이들의 조합을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 혼합 조성물은 감용 폐재 또는 발포제가 포함된 스티렌계 수지 84~95 중량%, 블로킹 방지제 0.001~3 중량%, 난연제 0.001~3 중량% 및 탄소입자 3~10 중량%를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 압출된 혼합 조성물에 분산제 및 유화제를 투입한 후, 85 내지 100 ℃의 온도로 상승시킨 다음 발포제를 함침하는 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 발포제는 상기 혼합 조성물 100 중량부에 대하여 3 내지 8 중량부가 사용되는 것을 특징으로 하는 발포성 폴리스티렌의 제조방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 방법으로 제조되고, 셀 크기가 0.01 내지 0.05 mm인 재생 스티렌계 수지를 이용한 발포성 폴리스티렌.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <1> 발명의 분야
- <2> 본 발명은 재생 스티렌계 수지를 이용한 발포성 폴리스티렌 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 폴리스티렌계 수지 감용 폐재 또는 발포성 폴리스티렌 현탁 중합 중 발생하는 발포제가 포함된 사용 불가능한 미립, 대립 수지를 다량으로 포함하고 있음에도 불구하고, 내부 함수율이 낮고, 균일한 셀(Cell) 구조, 발포성, 강도, 단열성이 우수하며, 재생 재료를 사용하지 않고 제조된 폴리스티렌 수지와 동등한 물성을 가지며, 재생 재료를 포함하여 친환경 인증을 받을 수 있는 발포성 폴리스티렌 및 이의 제조방법에 관한 것이다.
- <3> 발명의 배경
- <4> 일반적으로 발포성 폴리스티렌의 발포 성형품은 높은 강도, 경량성, 완충성, 방수성, 보온성 및 단열성이 우수하여 가전제품의 포장재, 농수산물 상자, 부자, 주택 단열재 등으로 사용되고 있다. 그 중에서 특히 발포성 폴리스티렌의 경량성, 보온성, 단열성으로 인해 국내 수요의 70%가 주택 단열재로 이용되고 있다. 단열재의 성능은 동일한 단열 성능을 얻기 위해서, 단열재의 두께를 감소시킴으로써 외벽 슬림화가 가능하여 거주 공간을 넓힐 수 있다는 이점이 있기 때문에, 단열 성능 향상에 대한 요구가 계속되어 왔다.
- <5> 발포 성형품은 발포성 폴리스티렌계 수지 입자를 스팀(Steam) 등에 의해 연화점 이상으로 가열하여 내부에 독립 기포를 갖는 예비 발포 입자를 제조한 후, 이를 몰드 내에서 스팀으로 가열하여 상호 융착시켜 제조된다.
- <6> 스티렌계 발포체의 열전달 메커니즘은 일반적으로 고체상의 전도, 기체상의 전도, 기포 막 사이의 복사, 기포 내 가스의 대류로 나눌 수 있다. 이 중 통상적으로 기포 내 가스의 대류는 기포 지름 4 mm 이하의 경우에는 무시된다.
- <7> 스티렌계 수지 발포체는 발포 배율이 낮을수록 열전도율이 작아지고, 단열성능은 향상된다.
- <8> 이는 발포 배율이 커질수록 스티렌계 수지 비율이 낮아져서 단위 두께 당 열 흐름 차단 횟수가 감소하여, 즉 고체상의 전도에 의한 영향이 작아지므로 열전도율은 높아진다. 그러므로 단위 두께 당 열 흐름 차단 횟수를 증가시키기 위한 셀(Cell)의 크기를 조절하는 기술은 중요하다고 할 수 있다.
- <9> 스티렌계 발포체의 열전도율을 개선하기 위한 또 다른 방안으로, 최근에는 발포성 폴리스티렌에 흑연을 함유시켜 열전도율을 저하시키는 방법이 개발되었다.
- <10> 미국특허등록 제6,340,713호에서는 폴리스티렌에 흑연을 투입한 혼합물을 압출기로 압출, 냉각, 분쇄, 파티클화한 뒤 발포제를 주입하는 단계를 포함하는 흑연을 함유한 발포스티렌을 제조하는 방법을 개시하고 있다.
- <11> 대한민국특허등록 제703823호에서는 스티렌계 수지가 포함된 제1 펠렛에 탄소입자를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고, 상기 혼합 조성물을 압출하여 제2 펠렛을 제조하고, 상기 제2 펠렛에 발포제를 주입하는 2 단법에 의한 발포성 폴리스티렌을 제조하는 방법을 개시하고 있다.
- <12> 그러나, 이와 같은 방법으로 감용 폐재 또는 발포제가 포함된 스티렌계 수지를 다량으로 포함하는 발포성 폴리스티렌 수지를 제조하는 경우, 상기 발포성 폴리스티렌 수지는 오염되어 있고, 중량평균 분자량이 낮고, 가소제(Plasticiser)로써 발포제 및 블로킹 방지제가 포함되어 있어 유리전이온도(Tg)가 낮아져 압출의 난해함, 첨가제의 분산 효율 저하, 발포제의 셀(Cell) 불균일, 발포제 투입시 입자 불음 현상(Deformation)을 초래하여, 재생 재료를 사용하지 않은 폴리스티렌 수지에 비해 내부 함수율 향상, 발포성 저하, 강도 저하, 단열성능 저하 등의 문제점이 발생하게 된다.
- <13> 이에 본 발명자는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해, 발포 폴리스티렌 감용 폐재, 발포제가 포함된 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지 등과 같은 발포제가 포함된 스티렌계 수지에 탄소입자를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고, 상기 혼합 조성물을 압출하고, 그리고 85 내지 100℃의 온도에서 상기 압출된 혼합 조성물을 발포제로 함침

하는 단계를 포함하여 이루어지는 발포성 폴리스티렌의 제조방법을 사용하여 흡수율 또는 강도, 발포성, 단열성의 저하가 없는 친환경적인 발포성 폴리스티렌을 개발하기에 이른 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <14> 본 발명의 목적은 탄소입자를 함유시켜 단열 성능이 우수한 친환경적인 발포성 폴리스티렌 수지 조성물을 제공하기 위한 것이다.
- <15> 본 발명의 다른 목적은 재생 스티렌계 수지를 다량으로 포함하고 있음에도 불구하고, 재생 재료를 사용하지 않은 폴리스티렌 수지와 동등한 물성을 갖는, 재생 재료를 포함하여 친환경 인증을 받을 수 있는 발포성 폴리스티렌 수지 조성물 및 이의 제조 방법을 제공하기 위한 것이다.
- <16> 본 발명의 또 다른 목적은 친환경 수지를 사용하지만, 통상의 셀(Cell) 조절제 사용 없이 건조 방법을 통한 균일한 셀(Cell) 구조를 가지는 발포성 폴리스티렌의 제조방법을 제공하기 위한 것이다.
- <17> 본 발명의 또 다른 목적은 발포제, 블로킹 방지제가 포함되어 유리전이온도(Tg)가 낮은 친환경적인 재생 수지를 사용함에 있어서, 발포제 주입 중에 발생하는 펠렛끼리 붙는 현상(Deformation)을 해결할 수 있는 발포성 폴리스티렌의 제조방법을 제공하기 위한 것이다.
- <18> 본 발명의 상기 및 기타의 목적들은 상세히 설명되는 본 발명에 의하여 모두 달성될 수 있다.

발명의 구성 및 작용

- <19> 발명의 요약
- <20> 본 발명의 발포성 폴리스티렌의 제조방법은 발포제가 포함된 스티렌계 수지에 탄소입자를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고; 상기 혼합 조성물을 압출하고; 그리고 85 내지 100℃의 온도에서 상기 압출된 혼합 조성물을 발포제로 함침하는 단계로 이루어진다.
- <21> 본 발명의 다른 구체예에서 상기 탄소입자는 상기 스티렌계 수지 100 중량부에 대하여 3 내지 10 중량부가 사용된다.
- <22> 본 발명의 다른 구체예에서 상기 발포제는 상기 혼합 조성물 100 중량부에 대하여 3 내지 8 중량부가 사용된다.
- <23> 상기 스티렌계 수지로는 감용 폐재 또는 발포제가 포함된 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지; 또는 범용 폴리스티렌(GPPS), 고충격폴리스티렌(HIPS)수지, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체(ABS), 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체(SAN), 스티렌-메틸메타크릴레이트의 공중합체, 폴리메틸메타크릴레이트 또는 이들의 2종 이상 혼합물과 상기 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지의 블렌드가 사용될 수 있다.
- <24> 이하 본 발명의 구체적인 내용을 하기에 상세히 설명한다.
- <25> 발명의 구체예에 대한 상세한 설명
- <26> 종래에는 범용 폴리스티렌(GPPS), 고충격폴리스티렌(HIPS) 수지에 흑연과 같은 탄소입자를 첨가하였으나, 본 발명은 발포 폴리스티렌 감용 폐재, 발포제가 포함된 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지 등과 같은 발포제가 포함된 스티렌계 수지를 원료로 하며, 여기에 탄소입자를 혼합한다.
- <27> 상기 발포 폴리스티렌 감용 폐재는 시중의 포장재로 사용되고 있는 발포 폴리스티렌(EPS)의 감용제품으로 펠렛화한 것이다.
- <28> 상기 발포제가 포함된 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지는 발포성 폴리스티렌의 현탁 중합 제조시 발생하는 상업적 가치가 낮은 미립, 대립의 수지 입자를 그대로 사용할 수 있다. 종래에는 발포성 폴리스티렌의 현탁 중합 과정에서 발생하는 미립, 대립의 수지 입자는 발포 스티렌 제품으로 사용할 수 없고, 발포제를 포함하고 있기 때문에 다른 용도로 사용하기 어려웠다. 본 발명에서는 이와 같이 종래 폐기된 미립, 대립의 수지 입자를 원료로 사용함으로써, 친환경적이며, 경제성을 높일 수 있다.
- <29> 상기 발포제가 포함된 스티렌계 수지로는 발포 폴리스티렌 감용 폐재, 발포제가 포함된 발포성 폴리스티렌(EPS) 수지 외에도 이들과 함께 범용 폴리스티렌(GPPS), 고충격폴리스티렌(HIPS) 수지, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체(ABS), 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체(SAN), 스티렌-메틸메타크릴레이트의 공중합체, 폴리메틸메타크릴레이트 또는 이들의 2종 이상 혼합물이 블렌드된 것을 사용할 수 있다.

- <30> 본 발명의 원료가 되는 스티렌계 수지는 중량평균분자량 130,000~300,000g/mol 인 것이 바람직하다.
- <31> 또한 상기 스티렌계 수지는 필요에 따라, 난연제, 가소제, 안료, 대전방지제가 통상의 범위 내에서 첨가된 것을 사용할 수 있다.
- <32> 상기 탄소 입자는 상기 스티렌계 수지 100 중량부에 대하여, 3 내지 10 중량부가 포함된다. 상기 탄소 입자는 흑연, 카본블랙 또는 이들의 혼합물이 사용될 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- <33> 상기 발포제가 포함된 스티렌계 수지에 탄소입자를 혼합하여 혼합 조성물을 형성한다.
- <34> 본 발명의 구체예에서는 상기 혼합 조성물에 블로킹 방지제, 난연제 및 이들의 혼합물로부터 선택된 첨가제를 더 포함할 수 있다.
- <35> 상기 첨가제가 포함될 경우, 본 발명의 하나의 구체예에서 상기 혼합 조성물은 상기 스티렌계 수지 84~95 중량%, 블로킹 방지제 0.001~3 중량%, 난연제 0.001~3 중량% 및 탄소입자 3~10 중량%를 포함하여 이루어진다.
- <36> 상기 블로킹 방지제는 발포시 입자끼리 달라붙거나, 단열제 제조시 융착이 쉽게 될 수 있도록 선택적으로 사용할 수 있는 물질로서 ZINC STEARATE 및 HYDROXY CASTOR OIL이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- <37> 상기 난연제로는 헥사브로모사이클로도데칸, 트리브로모페닐 알릴에테르와 같은 할로겐계 난연제를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 헥사브로모사이클로도데칸이 사용될 수 있다.
- <38> 상기 혼합 조성물은 압출되어 펠렛화된다. 본 발명에 사용되는 압출기는 특별한 제한은 없으나, 압출 온도는 150~200℃로 조절하는 것이 바람직하다.
- <39> 상기 압출된 혼합 조성물은 발포제로 함침한다.
- <40> 종래에는 발포제를 펠렛의 유리전이온도(Tg)보다 높은 100~135℃에서 주입하였으나, 본 발명에서는 펠렛의 유리전이온도보다 낮은 85~100℃에서 주입한다. 특히 발포제 주입 시 초기 발포제를 소량 주입하면서 점차적으로 증량시켜 반응기 내부 압력이 균일한 속도로 상승하도록 함으로써 펠렛 불음 현상(Deformation)을 방지할 수 있다. 통상적인 방법인 일정한 속도로 발포제를 주입하게 되면 초기의 급격한 반응기 내부 압력의 상승으로 펠렛 불음 현상(Deformation)이 다량 발생하게 된다. 또 100℃ 이상의 고온이 필요하지 않아 에너지 절약도 가능하다. 상기와 같이 혼합 조성물에 발포제를 소량 주입한 후 점차적으로 증량시키면서 반응기에 투입하는 것은 본 발명에 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있다.
- <41> 상기 발포제 투입량은 상기 압출된 혼합 조성물 100 중량부에 대하여 발포제 3 내지 8 중량부가 사용될 수 있다.
- <42> 상기 발포제는 본 발명이 속하는 기술분야에 잘 알려져 있으며, C4~C6의 탄화수소, 예컨대 부탄, 이소부탄, n-펜탄, 이소펜탄, 네오펜탄, 헥산 등과 같은 할로겐화 탄화수소 등이 사용될 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- <43> 본 발명의 하나의 구체예에서는 상기 압출된 혼합 조성물에 분산액 및 유화제를 투입한 후, 85~100℃의 온도로 상승시킨 다음 발포제를 투입한다.
- <44> 상기 분산액은 초순수 100 중량부에 피로인산나트륨·10수염 Na4P207·10H2O 0.1 내지 2 중량부 및 염화마그네슘·6수염 0.1 내지 2 중량부를 화학양론적으로 계산, 투입하여 피로인산마그네슘을 제조할 수 있다. 상기 유화제는 통상의 공지된 유화제가 사용될 수 있다.
- <45> 상기 발포제가 투입된 발포성 폴리스티렌은 2~6 시간을 유지한 후, 탈수 및 건조된다.
- <46> 본 발명에서는 일반적으로 사용되는 셀(Ce11) 조절제인 폴리에틸렌 왁스를 사용하지 않고, 건조과정에서 건조조건을 온도 40~50℃에서 2~5 시간 유지함으로써, 숙성에 따른 균일한 셀(Ce11) 구조를 가질 수 있다.
- <47> 상기의 방법으로 제조된 발포성 폴리스티렌은 균일한 셀 구조를 가지며, 셀 크기가 0.01 내지 0.05 mm이다. 셀 크기가 0.01 내지 0.05 mm의 균일한 구조를 가질 때 발포성, 강도, 열전도율이 우수한 발포성 폴리스티렌을 수득할 수 있다.
- <48> 본 발명은 하기의 실시예에 의하여 보다 더 잘 이해될 수 있으며, 하기의 실시예는 본 발명의 예시 목적을 위한 것이며 첨부된 특허청구범위에 의하여 한정되는 보호범위를 제한하고자 하는 것은 아니다.

<49> 실시예 1

<50> 중량평균분자량이 140,000 g/mol인 재생 GPPS 펠렛(가전포장용 EPS 감용제품) 100 중량부에, 평균입도가 6 μ m인 흑연(TIMCAL 사 S-249) 5 중량부를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고, 이축압출기로 압출하여 가로×세로 1.3mm×1.5mm의 크기로 200℃온도에서 펠렛화하였다. 반응기에 초순수 100 중량부에 피로인산나트륨(10수염) Na₄P₂O₇·10H₂O 0.8 중량부 및 염화마그네슘(6수염) 0.9 중량부를 교반하여 제조한 후, 상기 압출 한 펠렛 100 중량부와 칼슘스테아레이트 0.1 중량부를 투입하고, 95℃의 온도 범위까지 상승시켰다. 여기에 펜탄 혼합가스 7.5 중량부를 반응기 내부 압력이 일정하게 상승하도록 투입한 후 5시간 유지하였다. 이렇게 얻어진 흑연을 함유한 발포성 폴리스티렌 입자를 탈수, 40℃에서 4시간 건조시킨 후 블로킹 방지제를 코팅하여 발포성 폴리스티렌을 제조한 후, 물성 평가를 진행하여 그에 대한 결과를 측정하여 표 1에 나타내었다.

<51> **실시예 2**

<52> 중량평균분자량이 140,000 g/mol인 재생 GPPS 펠렛(가전포장용 EPS 감용제품) 50 중량부와 중량평균분자량이 240,000 g/mol인 발포스티렌 수지(OFF SIZE EPS) 50 중량부에, 평균입도가 6 μ m인 흑연(TIMCAL 사 S-249) 5 중량부를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고, 이축압출기로 압출하여 가로×세로 1.3mm×1.5mm의 크기로 200℃온도에서 펠렛화하였다. 반응기에 초순수 100 중량부에 피로인산나트륨(10수염) Na₄P₂O₇·10H₂O 0.8 중량부 및 염화마그네슘(6수염) 0.9 중량부를 교반하여 제조한 후, 상기 압출 한 펠렛 100 중량부와 칼슘스테아레이트 0.1 중량부를 투입하고, 95℃의 온도 범위까지 상승시켰다. 여기에 펜탄 혼합가스를 7.5 중량부를 반응기 내부 압력이 일정하게 상승하도록 투입한 후, 95℃의 온도에서 5시간 유지하였다. 이렇게 얻어진 흑연을 함유한 발포성 폴리스티렌 입자를 탈수, 40℃에서 4시간 건조시킨 후 블로킹 방지제를 코팅하여 발포성 폴리스티렌을 제조한 후, 물성 평가를 진행하여 그에 대한 결과를 측정하여 표 1에 나타내었다.

<53> **비교실시예 1**

<54> 중량평균분자량이 140,000 g/mol인 재생 GPPS 펠렛(가전포장용 EPS 감용제품) 50 중량부와 중량평균분자량이 240,000 g/mol인 발포스티렌 수지(OFF SIZE EPS) 50 중량부에, 평균입도가 6 μ m인 흑연(TIMCAL 사 S-249) 5 중량부를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고, 이축압출기로 압출하여 가로×세로 1.3mm×1.5mm의 크기로 200℃온도에서 펠렛화하였다. 반응기에 초순수 100 중량부에 피로인산나트륨(10수염) Na₄P₂O₇·10H₂O 0.8 중량부 및 염화마그네슘(6수염) 0.9 중량부를 교반하여 제조한 후, 상기 압출 한 펠렛 100 중량부와 칼슘스테아레이트 0.1 중량부를 투입하고, 125℃의 온도 범위까지 상승시켰다. 여기에 펜탄 혼합가스를 7.5 중량부를 일정한 속도로 투입한 후, 125℃의 온도에서 5시간 유지하였다. 이렇게 얻어진 흑연을 함유한 발포성 폴리스티렌 입자를 탈수, 진공으로 건조시킨 후 블로킹 방지제를 코팅하여 발포성 폴리스티렌을 제조한 후, 물성 평가를 진행하여 그에 대한 결과를 측정하여 표 1에 나타내었다.

<55> **비교실시예 2**

<56> 중량평균분자량이 270,000 g/mol인 GPPS 펠렛(제일모직 GP HR-2390P00) 100 중량부에 평균입도가 6 μ m인 흑연(TIMCAL 사 S-249) 5 중량부를 혼합하여 혼합 조성물을 제조하고, 다이 플레이트 홀 직경이 1.5 mm인 이축압출기로 재압출하여 가로×세로 1.3mm×1.5mm의 크기로 200℃온도에서 펠렛화하였다. 반응기에 초순수 100 중량부에 피로인산나트륨(10수염) Na₄P₂O₇·10H₂O 0.8 중량부 및 염화마그네슘 0.9 중량부를 교반하여 제조한 후, 상기 재압출한 펠렛 100 중량부와 칼슘스테아레이트 0.1 중량부를 투입하고, 125℃의 온도 범위까지 상승시켰다. 여기에 펜탄 혼합가스 8 중량부를 일정한 속도로 투입한 후, 125℃의 온도에서 5시간 유지하였다. 이렇게 얻어진 흑연을 함유한 발포성 폴리스티렌 입자를 탈수, 진공으로 건조시킨 후 블로킹 방지제를 코팅하여 발포성 폴리스티렌을 제조한 후, 물성 평가를 진행하여 그에 대한 결과를 측정하여 표 1에 나타내었다.

<57> 상기에서 제조된 발포성 폴리스티렌에 대해 하기의 방법으로 물성을 평가하였으며, 평가 결과는 표 1에 나타내었다.

<58> 1) 중량평균분자량(g/mol) : Gel Permeation Chromatography로 측정하였다.

<59> 2) 3분 발포성 (배) : 0.3K 스틱압으로 3분간 발포한 배율을 측정하였다.

<60> 3) 입자 붙음(Deformation)(wt%) : 100g 당 Deformation 입자를 선별하여 무게를 측정하여 wt%로 나타내었다.

<61> 4) 발포체 밀도(kg/m³) : 성형품의 질량/성형품의 부피로 나타내었다.

<62> 5) 열전도율(W/m·K) : 한국산업규격 KS L 9016에 규정된 보온재의 열전도율 측정 방법으로 측정하였다.

- <63> 6) 흡수율($\text{g}/100 \text{ cm}^2$) : 한국공업규격 KS M 3808에 규정된 발포 폴리스티렌 보온재의 흡수율 측정 방법에 준하여 측정하였다.
- <64> 7) Cell 크기(mm) : Cell의 평균 직경을 측정하였다.
- <65> 8) 압축강도(kgf/cm^2) : 한국공업규격 KS M 3808에 규정된 발포 폴리스티렌 보온재의 압축강도 측정 방법에 준하여 측정하였다.

[표 1]

구 분	실시에 1	실시에 2	비교예 1	비교예 2
중량평균분자량 (g/mol)	135,000	172,000	170,000	220,000
3분 발포성 (배)	85	77	43	80
입자 붙음 (wt%)	1.72	1.57	13.85	1.42
발포체 밀도 (kg/m^3)	0.030	0.030	0.030	0.030
열전도율 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)	0.028	0.028	0.031	0.028
흡수율 ($\text{g}/100\text{cm}^2$)	0.42	0.37	0.40	0.32
Cell크기 (mm)	0.01~0.05	0.01~0.05	0.15~0.35	0.01~0.05
압축강도 (kgf/cm^2)	1.64	1.70	1.67	1.70

- <67>
- <68> 상기 표 1에서 보는 바와 같이, 본 발명의 제조방법으로 제조된 실시예 1 및 2의 발포성 폴리스티렌의 발포성, 입자 붙음, 열전도율 및 상기 물성들은 범용 폴리스티렌 수지(GPPS)를 사용한 비교예 2의 발포성 폴리스티렌 수지와 동등한 수준임을 알 수 있었다. 또한 실시예 2에서 사용한 것과 동일한 재생 폴리스티렌 수지를 사용한 비교예 1의 발포성 폴리스티렌은 실시예 2의 발포성 폴리스티렌과 달리 유리전이온도 이상에서 함침한 펠렛을 건조시켜 제조되어 셀(Cell) 크기가 커져 발포배율 및 열전도율이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 실시예 1 및 2에서 제조된 본 발명의 발포성 폴리스티렌은 범용 폴리스티렌 수지를 사용하여 제조된 비교예 2의 발포성 폴리스티렌보다 중량평균분자량은 작지만 압축강도는 비교예 2의 발포성 폴리스티렌과 동일한 수준을 나타내는 것을 알 수 있었다.

발명의 효과

- <69> 본 발명은 내부 흡수율이 낮고, 균일한 셀(Cell) 구조를 갖고, 발포성, 강도 및 단열성이 우수하며, 재생 재료를 사용하지 않은 폴리스티렌 수지와 동등한 물성을 갖는, 재생 스티렌 수지를 포함하여 친환경 인증을 받을 수 있는 발포성 폴리스티렌 수지 조성물 및 이의 제조방법을 제공하는 효과를 갖는다.