



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월14일
 (11) 등록번호 10-1007763
 (24) 등록일자 2011년01월05일

(51) Int. Cl.
C08L 23/10 (2006.01) *C08L 23/12* (2006.01)
C08J 9/04 (2006.01) *C08L 23/16* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0135833
 (22) 출원일자 2008년12월29일
 심사청구일자 2008년12월29일
 (65) 공개번호 10-2010-0077791
 (43) 공개일자 2010년07월08일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100289227 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성토탈 주식회사
 충청남도 서산시 대산읍 독곶리 411-1
 (72) 발명자
김찬수
 서울특별시 성북구 하월곡동 삼성래미안 2차
 109-302호
박병선
 충청남도 서산시 동문동 한라비발디아파트 111동
 (74) 대리인
특허법인 원전

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 김선아

(54) 발포 사출성형용 폴리프로필렌 수지 조성물 및 그를 이용하여 제조되는 발포체

(57) 요약

본 발명은 발포 사출성형용 폴리프로필렌 수지 조성물 및 그를 이용하여 제조되는 발포체에 관한 것으로서, 본 발명의 폴리프로필렌 수지 조성물은 용융지수가 3~50g/10분이고, 분자량 분포(PI)가 7 이상인 프로필렌계 혼합상 수지와 발포제를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따른 폴리프로필렌 수지 조성물을 사용하여 발포체를 제조할 경우, 발포체 셀(cell) 밀도가 제어되어, 우수한 굴곡강도, 굴곡탄성률 및 성형성을 갖는 발포체가 제공되며, 아울러 동일한 사출 조건에서 경량화가 가능하다는 장점이 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

프로필렌 단독중합체에 평균지름이 0.3~2.0 μ m인 에틸렌-프로필렌 공중합체 고무입자가 분산된 혼합상 수지로서, 용융지수가 3~50g/10분이고, 분자량 분포(PI)가 7 이상인 프로필렌계 혼합상 수지 100중량부에 대하여 발포제 0.1~10중량부를 포함하는 폴리프로필렌 수지 조성물.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 프로필렌계 혼합상 수지는 디알콕시마그네슘 담체에 티타늄 화합물과 숙시네이트계 내부 전자공여체를 반응시켜 제조된 촉매의 존재하에서 중합 제조된 것이고, 상기 프로필렌계 혼합상 수지 중의 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 고무는, 에틸렌과 프로필렌을 에틸렌/프로필렌의 기상 몰비 0.15~0.25로 주입하여 중합시켜 제조된 것임을 특징으로 하는 폴리프로필렌 수지 조성물.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 폴리프로필렌 수지 조성물은 프로필렌계 혼합상 수지 100중량부에 대하여 고무충전재 0.1~20중량부 및 무기충전재 0.5~30중량부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 수지 조성물.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 고무충전재는 에틸렌-알파올레핀 공중합체 고무이고, 상기 무기충전재는 탈크, 유리섬유, 운모, 규회석 및 클레이로 구성되는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 수지 조성물.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 발포제는 지방족 탄화수소류, 고리형 탄화수소류, 할로겐화 탄화수소류, 질소, 탄산가스 및 공기로 구성되는 군으로부터 선택되는 물리발포제류; 중탄산나트륨 및 탄산암모늄으로 구성되는 군으로부터 선택되는 무기계 화학발포제류; 및 아조디카본아미드 및 디니트로조펜타테트라민으로 구성되는 군으로부터 선택되는 유기계 화학발포제류 중에서 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 수지 조성물.

청구항 7

제 1항 또는 제 2항 또는 제 4항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 따른 폴리프로필렌 수지 조성물로 제조되는 것을 특징으로 하는 발포체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 발포 사출성형용 폴리프로필렌 수지 조성물 및 그를 이용하여 제조되는 발포체에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 특정 촉매를 사용하여 제조되는 프로필렌계 혼합상 수지를 포함함으로써, 발포 사출성형시 발포 셀 밀도가 제어되고, 굴곡강도, 굴곡탄성률 등이 향상되어 사출용도에 적합한 성형성을 갖는 폴리프로필렌계 수지 조성물 및 그를 이용하여 제조되는 발포체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 발포 제품으로 많이 사용되는 플라스틱은 폴리스티렌 수지와 폴리우레탄 수지이다. 상기 수지들은 용융시에 높은 용융 장력으로 인하여 발포성 제어가 용이하기 때문에, 연질의 완충재부터 경질의 단열재까지 매우 다양하게 사용되고 있다. 하지만, 폴리스티렌 수지는 유리전이온도가 100℃이기 때문에 내열성이 떨어지는

단점이 있고, 폴리우레탄 수지는 2차 성형 또는 재활용성이 용이하지 않은 단점이 있다. 특히 상기 플라스틱들에 의하여 제조되는 발포 제품들은 기계적 강성이 부족하기 때문에, 자동차, 전기 및 전자 제품의 사출제품에 대한 사용이 제한되었다.

[0003] 반면에 폴리프로필렌 수지는 기계적 물성, 내열성이 우수하고, 2차 성형 및 재활용할 수 있기 때문에, 자동차, 전기 및 전자 제품의 사출제품에 대해 폭 넓게 사용할 수 있다. 하지만, 폴리프로필렌 수지는 녹는점 이후부터 급격히 저하되는 용융장력으로 인하여, 발포시 수지 내에 존재하는 가스를 잡아줄 수 없는 문제가 있어, 가스가 외부로 분출되거나, 발포 셀이 터져 큰 기공을 형성하는 등 발포의 제어가 어려운 단점이 있다.

[0004] 이러한 이유로, 폴리프로필렌 수지의 용융장력을 증가시키기 위하여 여러 가지 방법이 제시되고 있다. 첫 번째는 선형 폴리프로필렌에 전자선을 조사하여 일부 주쇄를 분해하고, 분해된 주쇄를 다른 주쇄에 결합시켜 장측쇄를 가진 사슬형 긴가지(long-chain branching)를 형성하는 방법이 있다. 하지만, 고가의 전자선 조사장비의 설치 및 운영이 어려운 점, 그리고 조사에 의한 반응의 생산성이 낮고, 제조비용이 높아, 상업화가 어려운 문제점이 있다. 두 번째로는 유기 과산화물을 특정 반응조건에서 폴리프로필렌과 반응시켜 장쇄를 도입하는 방법이다. 하지만, 배치 방식의 반응 단계를 거쳐야 하기 때문에 후처리 공정 및 제조시간 연장 등에 있어서, 생산성이 떨어진다. 세 번째로는 분자량이 매우 높거나, 곁가지율이 높은 폴리올레핀 수지를 선형 폴리프로필렌 수지와 혼합하여, 용융 장력을 높이는 방법이 있다. 하지만, 이는 강성 및 내열성이 급격히 떨어져, 혼합비에 의한 최적화로는 한계가 있다. 네 번째로는 폴리프로필렌 수지를 가교 반응시켜 용융장력을 높이는 방법이 있다. 하지만, 가교 반응에 의하여 썩이 발생하기 때문에, 상품성이 떨어진다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 특정 촉매를 사용하여 프로필렌계 수지의 중합 단계에서의 제어를 통하여 제조된 넓은 분자량 분포를 갖는 프로필렌계 혼합상 수지를 포함하므로써, 발포 사출성형시 발포 셀 밀도가 제어되어, 사출용도에 적합한 성형성을 갖는 폴리프로필렌계 수지 조성물 및 그를 이용하여 제조되는 발포체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명에 따른 폴리프로필렌 수지 조성물은 용융지수가 3~50g/10분이고, 분자량 분포(PI)가 7 이상인 프로필렌계 혼합상(hetero phase) 수지 100중량부에 대하여 발포제 0.1~10중량부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명에 사용되는 프로필렌계 혼합상 수지는 디알콕시마그네슘 담체에 티타늄 화합물과 숙시네이트계 내부전자공여체를 반응시켜 제조된 촉매의 존재하에서, 중합 제조된 것을 특징으로 한다. 보다 구체적으로, 상기 프로필렌계 혼합상 수지는 상기의 촉매 성분과, 임의적으로 유기 알루미늄 화합물 및 외부 전자 공여체를 포함한 촉매계의 존재 하에, 적어도 2조 이상의 중합조를 직렬 배치하고, 앞선 중합조에서는 프로필렌 단독중합체 부분을 제조한 후, 이 생성물을 이후의 중합조로 옮겨서 에틸렌과 프로필렌을 공중합하므로써, 최종적으로 에틸렌-프로필렌 공중합체 고무(Ethylene-Propylene Rubber, EPR)입자가 매트릭스인 프로필렌 단독중합체에 분산되어 일체로 혼련된 형태로 제조된다.

[0008] 본 발명에 사용되는 프로필렌계 혼합상 수지의 제조과정에서, 에틸렌과 프로필렌을 공중합시키는 단계에서 중합조에 주입되는 에틸렌/프로필렌의 기상 몰비는 0.15~0.25인 것이 바람직하다. 상기 에틸렌/프로필렌 기상 몰비가 0.15 미만인 경우에는 에틸렌 함량이 낮아 수지의 내충격성이 떨어져 바람직하지 않고, 0.25를 초과하는 경우에는 프로필렌 함량이 낮아 수지의 강성이 떨어져 바람직하지 않다.

[0009] 상기 프로필렌계 혼합상 수지에 있어서, 에틸렌-프로필렌 공중합체 고무 입자의 평균지름(평균지름은 1cm×1cm의 영역에서 측정된 지름 분포도에서 상위 15%와 하위 15%를 제거한 분포값들의 평균값으로 정의함)은 0.3~2.0 μm인 것이 바람직한데, 상기 범위를 벗어날 경우, 매트릭스인 프로필렌 단독중합체에 대한 분산성이 떨어지게 되어 바람직하지 않다.

[0010] 상기 프로필렌계 혼합상 수지에 있어서, 에틸렌-프로필렌 공중합체 고무의 함량은 전체 프로필렌계 혼합상 수지의 중량을 100중량%로 할 때, 5~20중량%인 것이 내충격성과 강성의 발란스 측면에서 바람직하다.

[0011] 본 발명에 사용되는 프로필렌계 혼합상 수지의 용융지수는 3~50g/10분인 것이 바람직한데, 상기 용융지수가 3g/10분 미만인 경우에는 용융 점도가 높아 사출성형에 바람직하지 않고, 50g/10분을 초과하는 경우에는 용융

점도가 낮아 발포율이 떨어져 바람직하지 않다.

- [0012] 본 발명에 사용되는 프로필렌계 혼합상 수지의 분자량 분포(PI, Polydispersity Index)는 동력 전단 변형 유동 측정(Dynamic Shear Rheometry)의 유변학적 분자량 분포지수를 의미한다. 상기 프로필렌계 혼합상 수지는 속시 네이트계 내부전자공여체를 이용하여 제조된 촉매를 이용하여 중합되므로써, 프탈레이트계 내부전자공여체를 이용하여 제조된 촉매를 이용하여 중합된 기존의 수지에 비하여, 분자량분포(PI) 7 이상의 넓은 분자량 분포를 갖는데, 이와같이 수지의 분자량 분포가 넓을수록 높은 용융점도 및 연신강도를 가지며, 이는 물리적 또는 화학적 발포작용에 의하여 용융 수지에 함유되는 실린더 안의 기체의 함량을 높이고, 성형시 발생하는 미세 기공의 크기를 작고, 균일하게 하는데 효과적이다. 상기 프로필렌계 혼합상 수지의 분자량 분포는 겔침투크로마토그래피(Gel Permeation Chromatography, GPC)의 Mw/Mn 값으로 정량화할 수도 있는데, 이 경우에는 GPC의 Mw/Mn 값이 10 이상인 것이 바람직하다.
- [0013] 본 발명의 수지 조성물에 포함되는 상기 발포제는 그 종류에 특별히 제한은 없으나, 사출시 발포 성형이 가능한 화학발포제 및 물리발포제 중에서 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다.
- [0014] 상기 화학발포제는 상기 수지와 미리 혼합한 후, 사출 성형기의 실린더 내에서 분해되어 탄산가스, 질소 등의 기체를 발생시키는 것으로, 바람직하게는 중탄산나트륨, 탄산암모늄 등의 무기계 화학발포제, 또는 아조디카본아미드, 디니트로조펜타테트라민 등의 유기계 화학발포제를 사용할 수 있으며, 더욱 바람직하게는, 분해 잔류물이 적고, 작업시에 냄새의 발생이 적고, 기포를 미세화하기 쉬운 무기계 화학발포제를 사용할 수 있다. 상기 무기계 화학발포제에는 발포 성형체의 기포를 안정적으로 균일하고 미세하게 제어하기 위해서, 시트르산과 같은 발포보조제 또는 탈크와 같은 무기 미립자를 조핵제로 첨가할 수 있다. 또한, 상기 무기계 화학 발포제를 사용하는 경우에, 취급성, 저장안정성, 성형시 분산성을 위하여 폴리에틸렌계 수지 100중량부에 발포제 10~50중량부를 혼합한 마스터배치로서 사용되는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 물리발포제는, 사출성형기의 실린더 내의 용융된 수지에 직접 주입되는 가스상 또는 초임계 유체로서, 프로판, 부탄 등의 지방족 탄화수소류; 시클로부탄, 시클로펜탄 등의 고리형 탄화수소류; 클로로디플루오로메탄, 디클로로메탄 등의 할로겐화 탄화수소류 등의 유기가스, 또는 질소, 탄산가스 및 공기 등의 무기가스를 사용할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 폴리프로필렌 수지 조성물에 있어서, 상기 발포제의 사용량은 0.1~10중량부가 바람직한데, 0.1중량부 미만일 경우에는 충분한 발포효과를 기대하기 어려우므로 바람직하지 않고, 10중량부를 초과할 경우에는 발포체의 강도 등에 부정적인 영향을 줄 우려가 있으므로 바람직하지 않다.
- [0017] 본 발명에 따른 폴리프로필렌 수지 조성물은, 고무충전재 및/또는 무기충전재를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 고무충전재는 충격강도 향상을 위하여 사용하는 것으로, 바람직하게는 무정형 에틸렌-알파올레핀 공중합체 또는 스티렌-올레핀계 공중합체를 사용할 수 있고, 더욱 바람직하게는 에틸렌-알파올레핀계 공중합체를 사용할 수 있다. 상기 에틸렌-알파올레핀 공중합체에 있어서, 알파올레핀으로는 프로필렌, 부텐-1, 헥산-1, 옥텐-1, 4-메틸펜텐-1, 헵텐-1 등을 사용할 수 있고, 상기 스티렌-올레핀계 공중합체에 있어서, 올레핀으로는 이소프렌, 부타디엔, 에틸렌-프로필렌 등을 사용할 수 있다. 본 발명의 폴리프로필렌 수지 조성물에 있어서, 상기 고무충전재의 함량은 프로필렌계 혼합상 수지 100중량부에 대하여 0.1~20중량부가 바람직한데, 0.1중량부 미만일 경우에는 고무충전재에 의한 내충격성 향상 효과가 낮아 바람직하지 않으며, 20중량부를 초과할 경우, 강성이 떨어져 바람직하지 않다.
- [0019] 상기 무기충전재로는 바람직하게는 탈크(talc), 유리섬유(glass fiber), 운모(mica), 규회석(wollastonite) 및 클레이(clay)로 구성되는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다. 본 발명의 폴리프로필렌 수지 조성물에 있어서, 상기 무기충전재의 함량은 프로필렌계 혼합상 수지 100중량부에 대하여 0.5~30중량부가 바람직한데, 0.5중량부 미만일 경우에는 무기충전재에 의한 물성 향상 및 발포율 상승 효과가 낮아 바람직하지 않고, 30중량부를 초과할 경우에는 강성은 높아지나, 내충격성이 급격히 저하되어 바람직하지 않다.
- [0020] 본 발명에 따른 폴리프로필렌 수지 조성물에는, 상기한 성분들 이외에도 필요에 따라, 본 발명의 효과를 손상시키지 않는 범위 내에서, 산화방지제, UV안정제, 핵제, 안료, 난연제, 대전방지제 등의 첨가제를 병용할 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 발포체는 상기 폴리프로필렌 수지 조성물을 발포 사출성형하여 제조되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명에 따른 발포체의 제조에 있어서, 상기 발포 사출성형은 폴리프로필렌 사출성형의 일반적인 조건인, 사

출온도 170~250℃, 금형온도 10~100℃, 사출속도 10~300mm/초, 사출압력 10~200MPa 등의 조건에서 행하여진다. 다만, 발포 사출성형기는 일반 사출 성형기와는 달리, 실린더 내부에 용해 및 분산된 기체상의 압력을 유지하기 위한 섏오프노즐(shut-off nozzle)과 몰드 내부에서 기체가 트랩될 수 있도록 하는 게이트밸브(gate valve)가 반드시 장착되어야만 한다. 그리고 높은 발포율을 위해서는, 실린더와 몰드와의 압력차이를 크게 하도록 높은 사출속도가 요구된다. 최근에는 금형 내에서의 발포율을 극대화하기 위하여 금형의 일부가 전진/후퇴할 수 있는 가동형 사출기를 사용하여, 사출 완료 후, 금형의 일부를 후퇴하여 발포시키는 코어백(core-back) 방법을 이용한다. 상기의 방법으로 제조되는 발포체는, 표면에는 미발포층이 형성되어 외관이 미려하고, 내부에는 균일하면서도 미세한 발포 기공으로 이루어진 고배율의 발포체가 생성되어, 경량성 및 강성이 우수하다.

[0023] 본 발명의 폴리프로필렌 수지 조성물로 제조되는 본 발명의 발포체는, 외관이 미려하고, 셀 평균 크기가 바람직하게는 300 μ m 이하이며, 굴곡강도, 굴곡탄성률 등의 물성이 우수하고, 동일 조건에서 미발포체에 비하여 대폭 경량화된다.

효 과

[0024] 본 발명의 폴리프로필렌 수지 조성물은, 숙시네이트계 내부전자공여체를 이용하여 제조된 촉매를 사용하여 중합된 분자량 분포가 넓은 프로필렌계 혼합상 수지를 포함하므로써, 사출용도에 적합한 성형성을 가지며, 이 수지 조성물로 제조되는 발포체는 굴곡강도, 굴곡탄성률 등의 물성이 크게 향상되며, 경량화가 가능하다는 장점이 있다. 따라서, 본 발명의 발포체는 자동차의 범퍼, 도어트림, 인스트루먼트 패널 등과 전기/전자 제품의 하우징, 커버, 프레임 등에 다양하게 적용할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 하기의 실시예에 의하여 보다 구체적으로 이해될 수 있으며, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 예에 지나지 않는 것으로, 본 발명의 보호범위를 제한하는 것은 아니다.

[0026] <실시예 및 비교예>

[0027] 각 실시예 및 비교예에 있어서의 제반 물성의 측정/평가항목 및 그 측정방법은 다음과 같다.

[0028] 수지 및 발포체의 물성 측정방법

[0029] 표 1에 나타난 프로필렌계 혼합상 수지의 물성 및 표 2에 나타난 발포체의 물성들은 다음과 같이 측정되었다:

[0030] ① 용융지수(MI; g/10분) : ASTM D1238의 방법에 따라, 230℃, 2.16kg 하중 하에서 측정하였다.

[0031] ② 용융강도 : 특허출원 제1999-0008553호 및 특허출원 제2001-0030112호 등에 기재된 SMER(Samsung Melt Tension Rheometer)을 이용하여 200℃에서 용융된 수지가 모세관유량계(capillary rheometer)를 나올 때, 용융강도를 측정하였다. 이때 관의 L/D는 16, 가속비는 1mm/sec, 챔버의 온도는 140℃이다.

[0032] ③ EPR(자일렌 추출분; 중량%) : 프로필렌계 혼합상 수지를 자일렌에 1% 농도로 140℃에서 1시간 녹인 후, 상온에서 2시간 경과 후 추출하였다.

[0033] ④ T-C2(몰%) : 수지 조성물 전체에 대한 에틸렌 분율이다.

[0034] ⑤ Mw/Mn : 겔침투크로마토그래피를 이용한 분자량 분포지수이다.

[0035] ⑥ 분자량 분포(PI, Polydispersity Index) : 동력 전단변형 유동측정(Dynamic Shear Rheometry)을 이용하여 저장률(Storage Modulus(G'))과 감소율(Loss Modulus(G''))이 만나는 곳에서의 저장률 값의 역수에 10⁶(dynes/cm²)을 곱한 값으로 정의되는 분자량 분포지수이다.

[0036] ⑦ 발포배율 : 발포 전후의 수지 무게비를 통하여 발포비율을 계산하였다.

[0037] ⑧ 셀 평균 크기(D₃₀, mm) : 전자주사현미경으로 발포체의 100mm X 100mm 내에 존재하는 셀의 크기를 측정하여, 크기 분포도에서 양쪽 10%를 제외한 범위의 평균 지름을 계산하였다.

[0038] ⑨ 인장강도(kg/cm²) : ASTM D790 방법에 따라 측정하였다.

[0039] ⑩ 굴곡강도 및 굴곡탄성률(kg/cm²) : ASTM D790 방법에 따라 측정하였다.

[0040] ⑩ 상온에서의 아이조드(IZOD) 충격강도(kgf/cm) : ASTM D256에 따라 상온(23℃)에서 측정하였다.

[0041] 실시예 및 비교예에서 사용된 프로필렌계 혼합상 수지의 물성을 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

프로필렌계 혼합상수지	E/P 기상물비	용융지수 (g/10min)	용융강도 (mN)	EPR (wt%)	T-C2 (mol%)	Mw/Mn (GPC)	PI	내부 전자공여체
A	0.2	10	80	10	10	12	9	숙시네이트계
B	0.2	10	40	11	11	8	4	프탈레이트계
C	0.1	10	85	4	6	11	8	숙시네이트계
D	0.3	10	65	21	25	10	9	숙시네이트계

[0043] 상기 표 1의 수지를 사용하여 하기 표 2에 나타낸 조성대로 폴리프로필렌 수지 조성물을 제조하고, 이 수지조성물을 사출온도 200℃, 금형온도 100℃, 사출속도 250mm/초, 사출압력 200MPa의 조건에서 발포 사출성형하여 발포체를 제조하였다. 제조된 발포체의 물성을 측정하여 표 2에 함께 나타내었다.

표 2

구분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	실시예6	비교예1	비교예2	비교예3
프로필렌계혼합상수지 (중량부)	A	A	A	A	A	A	B	C	D
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
발포제 ¹⁾ (중량부)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
탈크 (중량부)	-	4	30	-	20	-	-	-	-
유리섬유 (중량부)	-	-	-	30	-	-	-	-	-
EOR ²⁾ (중량부)	-	-	-	-	10	20	-	-	-
발포배율 (%)	10	9	10	9	11	11	8	9	10
셀 평균크기 (D ₈₀ , mm)	160	180	210	200	230	210	340	190	180
인장강도 (kgf/cm ²)	380	270	280	680	280	250	280	380	330
굴곡강도 (kgf/cm ²)	400	460	460	550	450	330	280	460	320
굴곡탄성률 (kgf/cm ²)	18,000	19,000	28,000	37,000	22,000	16,000	11,000	19,000	13,000
IZOD(상온) (kgf·cm/cm)	6	4.5	4	4.5	32	65	5	2.5	6

[0045] 주: 1) 중탄산나트륨

[0046] 2) 에틸렌-옥텐 고무

[0047] 숙시네이트계 내부전자공여체를 사용한 촉매를 이용하여 중합한 프로필렌 혼합상 수지를 포함하는 수지조성물로 제조된 실시예의 발포체는 발포배율, 셀 크기, 기계적 물성이 우수한 것을 알 수 있다. 이에 반하여 프탈레이트계 내부전자공여체를 사용한 촉매를 이용하여 중합한 프로필렌 혼합상 수지를 포함하는 수지조성물로 제조된 비교예1의 발포체는 굴곡강도 및 굴곡탄성률이 현저히 뒤떨어지는 것을 알 수 있다. 이는 발포체에 의하여 발생된 이산화탄소가 용융된 수지의 낮은 강도로 인하여 수지 내에서 독자적으로 기공을 형성하지 못하고, 외부로 배출되거나 서로 결합하여 큰 기공을 형성하므로써 셀 크기가 제어되지 못하였기 때문인 것으로 추정된다. 또한, E/P 기상물비 0.1로 중합된 프로필렌 혼합상 수지를 포함하는 수지조성물로 제조된 비교예2의 발포체는 내충격성이 현저히 뒤떨어지고, E/P 기상물비 0.3으로 중합된 프로필렌 혼합상 수지를 포함하는 수지조성물로 제조된 비교예3의 발포체는 굴곡강도 및 굴곡탄성률이 현저히 뒤떨어지는 것을 확인할 수 있다.