



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월25일
 (11) 등록번호 10-1237116
 (24) 등록일자 2013년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08L 23/16 (2006.01) *C08F 210/06* (2006.01)
C08F 210/02 (2006.01) *F16L 11/04* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0112785
 (22) 출원일자 2010년11월12일
 심사청구일자 2010년11월12일
 (65) 공개번호 10-2012-0051376
 (43) 공개일자 2012년05월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 EP01344793 A1*
 KR1020100105065 A
 KR100484603 B1
 JP11071487 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
대한유화공업 주식회사
 울산광역시 남구 처용로 260-158 (부곡동)
 (72) 발명자
조영돈
 울산광역시 남구 팔등로 13 (신정동, 세영시티타워)
하만호
 울산광역시 남구 문수로409번길 23 (신정동, 문수로아이파크)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이상우

(54) 발명의 명칭 **내충격성 및 내압특성이 우수한 폴리프로필렌 조성물**

(57) 요약

본 발명은 내충격성 및 내압특성이 우수한 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 및 β-결정 생성제를 포함하는 폴리프로필렌 조성물 및 이에 대한 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 (i) 에틸렌 함량이 0.5~10 중량%이고, 용융지수가 0.1~5g/10min인 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 에틸렌 함량이 25~75 중량%인 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 함유하는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C) 및 (ii) β-결정 생성제를 포함하는 폴리프로필렌 조성물과, 상기 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명에서는 상기 폴리프로필렌 조성물을 이용하여 제조된 유연성, 내충격성, 내압특성이 개선된 파이프를 제공할 수 있다.

(72) 발명자

하현수

울산광역시 남구 삼산동 푸르지오아파트

정영태

울산광역시 남구 문수로 471 (신정동, 롯데캐슬경
덤)

특허청구의 범위

청구항 1

탄화수소 매질 반응기 내에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고 중합 반응시켜 에틸렌 함량이 0.5~10 중량% 이고, 용융지수가 0.1~5g/10min인 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)를 제조하는 단계;

상기 중합 반응 후에 상기 탄화수소 매질 반응기 내에 에틸렌과 프로필렌을 주입하고 추가 중합 반응시켜 에틸렌 함량이 25~75 중량%인 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 제조하는 단계;

원심분리법에 의해 상기 생성물로부터 저분자량 부산물을 제거한 후 건조시켜 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) 및 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 함유하는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C)을 제조하는 단계; 및

에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C)과 β-결정 생성제를 반응시켜 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C')을 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 탄화수소 매질은 펜탄, 헥산, 헵탄, 옥탄, 시클로헥산, 톨루엔, 자이렌, 에틸벤젠, 클로로벤젠, 클로로나프탈렌 및 오르소디클로로벤젠으로 이루어진 군으로부터 선택된 용매인 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 폴리프로필렌 조성물 중의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) : 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 상대적 중량비는 90~99.9 : 0.1~10인 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 폴리프로필렌 조성물 중의 β-결정 생성제의 함량은 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 총합 100 중량부에 대하여 0.001~0.5 중량부인 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 β-결정 생성제로는 N,N' -디시클로헥실-2,6-나프탈렌 디카복스아마이드, N,N' -디시클로옥틸-2,6-나프탈렌 디카복스아마이드, N,N' -디시클로헥실-4,4-비페닐디카복스아마이드, N,N' -디시클로펜틸-4,4-비페닐디카복스아마이드, N,N' -디시클로헥실-테레프탈아마이드, N,N' -디시클로펜틸테레프탈아마이드 화합물, N,N' -디시클로-헥실-1,4-시클로헥산디카복스아마이드, N,N' -디시클로헥실-1,4-시클로펜탄디카복스아마이드, N,N' -p-페닐렌-비스-벤즈아마이드, N,N' -1,4-시클로헥산-비스-벤즈아마이드 화합물, N,N' -1,4-시클로펜탄-비스-벤즈아마이드, N,N' -1,4-시클로헥산-비스-벤즈아마이드 화합물, N,N' -1,5-나프탈렌-비스-시클로헥산카복스아마이드, N,N' -1,4-페닐렌-비스-시클로헥산카복스아마이드, N,N' -1,4-시클로펜탄-비스-시클로헥산카복스아마이드, N,N' -1,4-시클로헥산-비스-시클로헥산카복스아마이드, 퀴나크리돈, 퀴나크리돈 퀴논, γ-퀴나크리돈, δ-퀴나크리돈, 디하이드로퀴나크리돈, 디메톡시디하이드로퀴나크리돈, 디벤조디하이드로퀴나크리돈, 피멜산칼슘염, 수베르산칼슘염, 칼슘스테아레이트와 피멜산의 혼합물, 주기율표 IIa족 금속의 염과 디카복실산의 혼합물, 프탈로일글라이신의 칼슘염, 헥사하이드로프탈로일글라이신의 칼슘염, N-프탈로일알리닌의 칼슘염 및 N-4-메틸프탈로일글라이신의 칼슘염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상의 화합물인 것을 특징으로 하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법.

청구항 6

청구항 1의 방법에 의해 제조된 폴리프로필렌 조성물을 이용하여 제조된 파이프로서, 상기 파이프의 굴곡 탄성률은 1300 MPa 이하이고, 아이조드 노치 충격강도는 0℃에서 6 kgf·cm/cm 이상이고, -20℃에서 3 kgf·cm/cm 이상이며, 내압특성 (온도 95℃, 후프응력 4.0MPa)은 10,000 시간 이하에서 파괴가 발생하지 않는 것을 특징으로 하는 파이프.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물을 포함하는 폴리프로필렌 조성물 및 이에 대한 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래 파이프 및 열수관 장치 재료로는 금속 소재가 주로 사용되어 왔으나, 최근 가격이 저렴하고, 위생적이며 친환경적이라는 이유로 플라스틱 소재가 대체되고 있다. 플라스틱 소재는 내화학성이 있고, 부유 전류로부터 안정하며, 냉동과성과 낮은 열전도성으로 인해 응축방지 및 열손실을 최소화시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0003] 파이프는 그 용도에 따라 서로 다른 특정 물성을 가지는 플라스틱 재료가 선호되고 있다. 예를 들면, 배수관 및 하수관 등과 같은 비압력 파이프를 제조하는 경우 우수한 내충격성과 강성을 갖는 플라스틱 재료가 선호되는 반면, 냉온수용 및 난방용 등과 같은 압력 파이프를 제조하는 경우 우수한 내압특성, 내충격성 및 유연성과 함께 시공의 용이성을 위해 낮은 강성을 갖는 플라스틱 재료가 선호되고 있다.

[0004] 최근 이러한 다양한 분야의 조건을 모두 만족시키기 위한 플라스틱 소재로 폴리프로필렌 중합체가 대두되고 있다.

[0005] 폴리프로필렌 중합체는 호모 폴리프로필렌 중합체, 폴리프로필렌 블록 공중합체 및 폴리프로필렌 랜덤 공중합체와 같은 3 가지 유형으로 분류되며, 이들 중합체는 종류 및 결정형태에 따라 하기와 같은 특성을 가진다. 예를 들면, 상기 호모 폴리프로필렌 중합체를 단독으로 사용하는 경우 뛰어난 강성을 얻을 수 있고, 상기 폴리프로필렌 블록 공중합체를 단독으로 사용하는 경우 우수한 굴곡강도 및 내충격성을 얻을 수 있다. 또한, 상기 폴리프로필렌 랜덤 공중합체를 단독으로 사용하는 경우 뛰어난 유연성과 높은 내압특성을 얻을 수 있어, 냉온수관 및

난방관 제조에 주로 이용되고 있다. 하지만, 상기 폴리프로필렌 랜덤 공중합체로 제조된 파이프는 저온에서는 내충격성이 크게 하락하여 한랭지역에서 시공 시에 충격에 의해 파괴되는 단점이 발생한다.

- [0006] 이러한 단점을 개선하기 위하여, 당업계에서는 유연성, 내압특성, 내충격성 등이 물성이 모두 개선된 폴리프로필렌 공중합체 개발에 대한 연구가 많이 행해지고 있다.
- [0007] 한편, 종래 폴리프로필렌 공중합체는 주된 결정 형태가 α -결정 형태에 비하여 β -결정 형태일 때 강성은 감소하는 반면, 내충격성과 크리프 (Creep) 특성이 증가되는 것으로 보고되고 있다.
- [0008] 특허문헌 1에는 폴리프로필렌 랜덤 공중합체에 β -결정을 생성시켜 내압특성을 향상시키는 방법이 개시되어 있다. 이 방법을 적용하는 경우 상온에서 내압특성과 함께 충격강도 역시 월등히 상승하는 경향을 보였다. 하지만, 저온에서는 폴리프로필렌 랜덤 공중합체의 본연의 성질로 인하여 충격강도의 향상이 거의 없어, 종래 저온에서 파괴되는 단점을 개선하는 방안으로 활용되기 어렵다.
- [0009] 특허문헌 2에는 폴리프로필렌 랜덤 공중합체와 폴리프로필렌 블록 공중합체, 고무 및 탈크를 블렌딩하여 폴리프로필렌 조성물을 제조하는 방법이 개시되어 있다. 하지만, 이 방법을 적용하는 경우 폴리프로필렌 조성물의 충격강도는 향상되는 반면, 내압특성의 향상은 미비할 뿐만 아니라, 폴리프로필렌 조성물 내에 β -결정을 생성시켜도 폴리프로필렌 랜덤 공중합체를 단독으로 사용하는 것보다 낮은 내압특성이 얻어지는 것으로 보고되고 있다.
- [0010] 특허문헌 3에는 프로필렌 호모 공중합체 및 부텐-프로필렌 랜덤 공중합체 또는 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체를 포함하는 β -결정성 폴리프로필렌 조성물이 개시되어 있다. 하지만, 이러한 β -결정성 폴리프로필렌 조성물의 경우, 내압특성은 향상되는 반면 저온에서의 내충격성이 낮고, 오히려 강성이 증가되어 파이프 시공이 어렵다는 단점이 발생한다.
- [0011] 한편, 특허문헌 4 및 5에는 프로필렌 랜덤 공중합체와 에틸렌-프로필렌 공중합체를 블렌딩하여 기계적 특성과 투명도 간의 밸런스를 조절한 포장용 조성물에 관한 내용이 기술되어 있다.
- [0012] 또한, 특허문헌 6에는 결정성 에틸렌-프로필렌 공중합체와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체로 이루어진 내백화성, 내충격성 및 투명성이 우수한, 가전 및 전기전자부품, 냉장 및 냉동용기, 투명 사출제품 및 투명한 식품용기 등에 적합한 폴리프로필렌 수지가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: WO 2003/042260
- (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 한국 등록특허 10-0544352
- (특허문헌 0003) 특허문헌 3: WO 2009/007263
- (특허문헌 0004) 특허문헌 4: WO 2008/019722
- (특허문헌 0005) 특허문헌 5: 한국 등록특허 10-0814983
- (특허문헌 0006) 특허문헌 6: 한국 등록특허 10-0484603

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체를 함유하는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 및 β -결정 생성제를 포함하는 폴리프로필렌 조성물을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 상기 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 아울러, 본 발명은 상기 폴리프로필렌 조성물을 이용하여 유연성, 저온 내충격성, 고온 내압특성이 개선된 파이프를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는
- [0018] (i) 에틸렌 함량이 0.5~10 중량%이고, 용융지수가 0.1~5g/10min인 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 에틸렌 함량이 25~75 중량%인 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 함유하는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 및 (ii) β-결정 생성제를 포함하는 폴리프로필렌 조성물을 제공한다.
- [0019] 이때, 본 발명의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) 내에서 에틸렌 총 함량이 0.5 중량% 미만이면 제조된 파이프 제품의 유연성이 감소하고, 에틸렌 총 함량이 10 중량%를 초과하면 제조된 파이프 제품의 내압특성과 내열성이 저하되어 고온 압력 파이프 용도로 사용하는데 제한을 받는다. 내압특성과 유연성은 다소 상반관계를 가지므로, 파이프의 내압특성과 유연성 효과를 최적화하기 위해서 본 발명의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) 내의 에틸렌 함량은 1~5 중량%인 것이 보다 바람직하다.
- [0020] 또한, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)의 용융지수는 ASTM D1238 방법을 이용하여 230℃, 2.16kg의 하중에서 측정되며, 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체의 용융지수가 0.1g/10min 미만이거나, 5g/10min을 초과하는 경우, 후속 파이프 제조 공정 시에 가공성이 저하되어 파이프 제관에 영향을 준다. 상기 용융지수가 낮을수록 폴리프로필렌 조성물의 내충격성과 내압특성 개선에 유리하므로, 본 발명의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)의 용융지수는 0.1~1g/10min인 것이 보다 바람직하다.
- [0021] 또한, 본 발명의 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)는 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 비교하여 공중합체 중에 에틸렌 성분 함량이 높아져 탄성을 가지게 되는 공중합체를 말한다. 이때, 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B) 내에서 에틸렌 함량이 25 중량% 미만이면 중합체의 탄성이 감소하여 제조된 파이프의 내충격성이 저하되고, 에틸렌 함량이 75 중량%를 초과하면 제조된 파이프의 내압특성이 저하된다.
- [0022] 또한, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물은 탄화수소 매질 반응기 내에서 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)를 우선 중합하여 제조한 다음, 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)가 생성된 반응 장치 내에 에틸렌과 프로필렌을 주입하고 추가 중합 반응을 실시하여 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)가 추가로 생성되어진 공중합체 형태를 포함하는 조성물이다.
- [0023] 이때, 본 발명이 폴리프로필렌 조성물 중의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) : 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 상대적인 중량비는 90~99.9 : 0.1~10, 예컨대 95~99.9 : 0.1~5 가 가장 바람직하다. 만약, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)의 중량비가 90 미만이거나, 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 중량비가 10을 초과하는 경우 최종 파이프 제품의 내충격성은 향상되는 반면, 파이프의 내압특성이 저하된다. 또한, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)의 중량비가 99.9를 초과하거나, 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 중량비가 0.1 미만인 경우 최종 파이프 제품의 내충격성 향상 정도가 미비하다.
- [0024] 또한, 상기 β-결정 생성제의 중량비는 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) 및 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 총합 100 중량부에 대하여 0.001~0.5 중량부, 바람직하게는 0.2~0.5 중량부이다. 만약, 상기 β-결정 생성제의 중량부가 0.5를 초과하는 경우 공중합체의 결정 효율에는 큰 변화가 없고, β-결정 생성제의 중량부가 0.001 미만인 경우 원하는 정도의 결정 효율을 얻기 어렵다.
- [0025] 본 발명의 폴리프로필렌 조성물에 사용되는 β-결정 생성제는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 내에 β-결정을 유도하는 성분으로서, 예를 들면 N,N'-디시클로헥실-2,6-나프탈렌 디카복스아마이드 (N,N'-dicyclohexyl-2,6-naphthalene dicarboxamide), N,N'-디시클로옥틸-2,6-나프탈렌 디카복스아마이드, N,N'-디시클로헥실-4,4-비페닐디카복스아마이드, N,N'-디시클로펜틸-4,4-비페닐디카복스아마이드, N,N'-디시클로헥실-테레프탈아마이드, N,N'-디시클로펜틸테레프탈아마이드 화합물, N,N'-디시클로헥실-1,4-시클로헥산디카복스아마이드, N,N'-디시클로헥실-1,4-시클로펜탄디카복스아마이드, N,N'-p-페닐렌-비스-벤즈아마이드, N,N'-1,4-시클로헥산-비스-벤즈아마이드 화합물, N,N'-1,4-시클로펜탄-비스-벤즈아마이드, N,N'-1,4-시클로헥산-비스-벤즈아마이드 화합물, N,N'-1,5-나프탈렌-비스-시클로헥산카복스아마이드, N,N'-1,4-페닐렌-비스-시클로헥산카복스아마이드, N,N'-1,4-시클로펜탄-비스-시클로헥산카복스아마이드 또는 N,N'-1,4-시클로헥산-비스-시클로헥산카복스아마이드; 퀴나크리돈 (quinacridone), 퀴나크리돈 퀴논, γ-퀴나크리돈 또는 δ-퀴나크리돈과 같은 퀴나크리돈형 화합물; 디하이드로퀴나크리돈, 디메톡시디하이드로퀴나크리돈 또는 디벤조디하이드로퀴나크리돈과 같은 디하이드로퀴나크리돈형 화합물; 주기율표 IIa족 금속의 폴리카복실산염; 피멜산칼슘염, 수베르산칼슘염 또는 주기율표 IIa족 금속의 디카복실산 염; 칼슘스테아레이트와 피멜산의 혼합물과 같은 주기율표 IIa족 금속의 염과 디카복실산의 혼합물; 프탈로일글라이신의 칼슘염, 헥사하이드로프탈로일글라이신의 칼슘염, N-프탈로일알리

닌의 칼슘염 또는 N-4-메틸프탈로일글라이신의 칼슘염과 같은 주기율표 IIa족 금속과 이미도 산의 염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상의 화합물을 들 수 있다.

- [0026] 또한, 상기 β-결정 생성제는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체의 결정 효율을 증가시키기 위하여 Al₂Si₂O₅(OH)₄로 이루어진 다중벽 무기나노튜브 형태의 할로사이트 화합물을 더 포함할 수 있다.
- [0027] 예를 들어, 폴리프로필렌 조성물 내에 β-결정 생성제가 0.5 중량비로 동일하게 포함되는 경우, N,N'-디시클로헥실-2,6-나프탈렌 디카복시아마이드를 단독으로 사용할 때 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체의 β-결정화도는 약 68%인 반면, N,N'-디시클로헥실-2,6-나프탈렌 디카복시아마이드와 할로사이트 화합물을 혼합하여 사용할 때 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체의 β-결정화도는 약 79%로 보다 향상되는 것을 알 수 있다.
- [0028] 상기 본 발명에서 사용되는 β-결정 생성제는 바람직하게 N,N'-디시클로헥실-2,6-나프탈렌-디카복시아마이드, N,N-디시클로헥실-테레프탈아마이드, 퀴나크리돈, 퀴나크리돈 퀴논, γ-퀴나크리돈, δ-퀴나크리돈, 디하이드로퀴나크리돈, 디메톡시디하이드로퀴나크리돈 및 디벤조디하이드로퀴나크리돈, 피멜산칼슘염, 수베르산칼슘염, 칼슘스테아레이트와 피멜산의 혼합물, 프탈로일글라이신의 칼슘염, 헥사하이드로프탈로일글라이신의 칼슘염, N-프탈로일알리닌의 칼슘염 및 N-4-메틸프탈로일글라이신의 칼슘염으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상의 화합물과, Al₂Si₂O₅(OH)₄로 이루어진 다중벽 무기나노튜브 형태의 할로사이트 화합물의 혼합물을 들 수 있다.
- [0029] 상기 β-결정 생성제에 의해 얻어진 본 발명의 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체의 β-결정화도의 양은 50% 이상, 바람직하게는 60% 이상, 가장 바람직하게는 70% 이상이다.
- [0030] 또한, 본 발명에서는 다음과 같이 연속적으로 배열된 탄화수소 매질의 슬러리 중합 단계에 의해 얻어진 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C)과 β-결정 생성제를 반응시켜 형성된 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C')을 포함하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법을 제공한다.
- [0031] 보다 구체적으로, 본 발명에서는
- [0032] 탄화수소 매질 반응기 내에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고 중합 반응시켜 에틸렌 함량이 0.5~10 중량% 이고, 용융지수가 0.1~5g/10min인 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)를 제조하는 단계;
- [0033] 상기 중합 반응 후에 상기 탄화수소 매질 반응기 내에 에틸렌과 프로필렌을 주입하고 추가 중합 반응시켜 에틸렌 함량이 25~75 중량%인 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 제조하는 단계;
- [0034] 원심분리법에 의해 상기 생성물로부터 저분자량 부산물을 제거한 후 건조시켜 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A) 및 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 함유하는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C)을 제조하는 단계; 및
- [0035] 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C)과 β-결정 생성제를 반응시켜 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C')을 제조하는 단계를 포함하는 폴리프로필렌 조성물의 제조 방법을 제공한다.
- [0036] 이때, 본 발명의 슬러리 중합 단계에 사용되는 탄화수소 매질은 방향족 탄화수소, 지방족 탄화수소, 지방족 고리 탄화수소로 이루어진 군으로부터 선택된 용매로서, 펜탄, 헥산, 헵탄, 옥탄, 시클로헥산과 같은 알칸 또는 시클로알칸; 톨루엔, 자이렌, 에틸벤젠과 같은 알킬방향족; 클로로벤젠, 클로로나프탈렌, 오르소디클로로벤젠과 같은 할로겐화방향족 용매가 사용 가능하며, 바람직하게는 헥산, 헵탄을 사용할 수 있다.
- [0037] 통상적으로 용매를 사용하지 않는 종래의 기상 중합 혹은 벌크 중합 방법으로 폴리프로필렌 랜덤 공중합체를 제조하는 경우, 부산물로 발생하는 저분자량의 APP (atactic polypropylene) 함량을 조절하는 것이 용이하지 않다. 이러한 부산물은 조성물의 목표 분자량에 크게 미달할 뿐 아니라 β-결정 생성제에 의한 결정 생성 효율을 감소시켜 제품의 기계적 물성의 하락을 야기한다. 일반적으로 무정형(Amorphous) 영역의 증가가 투명성 증가에 유리하다고 보고된 폴리프로필렌에 대한 문헌들에 따르면 랜덤-탄성 공중합체의 부산물을 함유하는 것은 투명성이 본질적인 목적인 투명 사출제품에는 크게 문제가 되지 않는다. 하지만, 본 발명과 같이 기계적 물성, 내압특성이 우선시되는 압력 파이프 제조 시에 상기 부산물들이 다량 함유되는 경우, 부산물 자체가 파이프의 물성 하락을 야기할 뿐 아니라 물성의 극대화를 위하여 첨가하는 결정 생성제의 효율을 감소시키는 요인으로 작용하기 때문에 우수한 내충격성 및 내압특성을 가지는 압력 파이프를 제조하기 어렵다.
- [0038] 이에, 본 발명에서는 탄화수소 매질의 슬러리 중합 방법을 사용하여 중합 반응 시 생성된 불필요한 저분자량 부

산물을 제거함으로써, 기계적 물성과 β-결정 생성효율이 우수한 파이프용 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물을 제조할 수 있다. 더욱이, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물과 β-결정 생성체를 혼련하여 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 중에 β-결정 구조를 유도함으로써 내열성과 내압성이 우수하고, 유연성이 뛰어난 파이프용 폴리프로필렌 조성물을 제조할 수 있다. 따라서 파이프 용도에 따라 조성물을 용이하게 조절하여 적용할 수 있다.

[0039] 이때, 상기 ‘파이프’란 부속품, 밸브 및 가스 및 냉,온수 배관 시스템에 통상적으로 필요한 모든 보조 부품을 포함한다.

[0040] 또한, 본 발명의 폴리프로필렌 조성물은 파이프 용도에 따른 물성 효율을 보다 개선하기 위하여 통상의 보조 물질, 예를 들면 충전제, 안정화제, 가공 보조제, 대전 방지제 및 보강제 등을 더 포함할 수도 있다.

[0041] 또한, 본 발명에서는 진술한 바와 같은 방법에 의해 얻어진 폴리프로필렌 조성물을 이용하여 굴곡 탄성률 (Flexural Modulus)이 1300 MPa 이하, 바람직하게는 1100 MPa 이하, 더욱 바람직하게는 1000 MPa 이하이고, 아이조드 노치 충격강도 (Notched Izod Impact Strength)가 0℃에서 6 kgf·cm/cm 이상, 바람직하게 8 kgf·cm/cm 이상, 더욱 바람직하게는 10 kgf·cm/cm 이상이고, -20℃에서 3 kgf·cm/cm 이상, 바람직하게 4 kgf·cm/cm 이상, 더욱 바람직하게는 5kgf·cm/cm 이상이며, 내압특성 시험 결과 (온도 95℃, 후프응력 4.0 MPa) 10,000 시간 이하에서 쉽게 파괴되지 않는 유연성과 저온에서의 내충격성 및 내압특성이 개선된 파이프 및 부속 부품 (Fitting) 등을 제조할 수 있다.

발명의 효과

[0042] 본 발명에서는 β-결정이 생성되어 있는 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체를 함유하는 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물을 포함하는 폴리프로필렌 조성물을 제공하고, 이를 이용하여 내압특성, 유연성, 저온충격특성이 우수한 파이프 및 부속 부품 등을 제조할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나 본 발명에 따른 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예에 한정되는 것으로 해석되어져서는 안 된다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.

[0044] I. 폴리프로필렌 조성물 및 시편의 제조 방법

[0045] 이때, 각 실시예 및 비교예에서의 용융 지수는 ASTM D1238에 의거하여 에틸렌 폴리프로필렌 공중합체를 펠렛 상태로 230℃에서 2.16kg의 하중 하에 10 분당 흐른 양을 측정하여 얻었다.

[0046] 실시예 1.

[0047] (에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1)의 제조)

[0048] 온도 60℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 핵산 매질의 반응기에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 2.8 중량% : 97.2 중량%가 되도록 중합 반응을 실시하여 용융 지수 0.4g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)를 제조하였다.

[0049] 상기 중합 반응이 이루어진 후 미반응 가스를 제거하고, 이어지는 일련의 반응장치 내의 온도 52℃, 압력 3kgf/cm²의 조건하에서 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 50 중량% : 50 중량%이 되도록 추가 중합 반응을 실시하여 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 제조하였다. 이때, 상기 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B) 제조 반응은 상기 에틸렌-폴리프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 상대적인 중량비가 98:2가 되도록 중합 시간을 조절하여 실시하였다.

[0050] 이어서 온도 55℃의 탱크에서 반응물을 일정 시간 체류시킨 후, 원리분리법에 의해 저분자량 부산물을 제거하고 건조시켜 용융지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1)을 제조하였다.

[0051] (폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

[0052] 상기 제조된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1)(50 kg)과 β-결정 생성제인 N,N'-디시클로헥실-2,6-나프탈렌 디카복시아마이드 (New Japan Chemical사 제조, 상품명 NJ Star NU-100)와 Al₂Si₂O₅(OH)₄로 이루어진 다중벽 무기나노튜브 형태의 할로사이트의 혼합물 (15 g)과, 기타 보조 물질로서 칼슘 스테아레이트 (50 g), 1,3,5-트리메틸-2,4,6-트리스(3,5-디-3급-부틸-4-히드록시벤질)벤젠 (100 g) 및 트리스(2,4-디-3급-부틸페닐)포스파이트 (100 g)를 혼련하여 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C'-1)을 포함하는 폴리프로필렌 조성물을 얻었다. 이어서, 얻어진 폴리프로필렌 조성물을 단축 압출기에서 압출 가공하여 펠렛을 형성한 후, Battenfeld 150톤 사출기에서 ASTM 규격에 맞는 사출 시편을 제조하였으며 신화 SE 50-28를 사용하여 통상적인 방법으로 파이프를 제작하였다.

[0053] **실시예 2.**

[0054] (에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-2)의 제조)

[0055] 온도 60℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 핵산 매질의 반응기에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 2.5 중량% : 97.5 중량%가 되도록 중합 반응을 실시하여 용융 지수 0.4g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)를 제조하였다.

[0056] 상기 중합 반응이 이루어진 후 미반응 가스를 제거하고, 이어지는 일련의 반응장치 내의 온도 52℃, 압력 3kgf/cm²의 조건하에서 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 50 중량% : 50 중량%이 되도록 추가 중합 반응을 실시하여 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 제조하였다. 이때, 상기 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B) 제조 반응은 상기 에틸렌-폴리프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 상대적인 중량비가 96:4가 되도록 중합 시간을 조절하여 실시하였다.

[0057] 이어서 온도 55℃의 탱크에서 일정 시간 체류시킨 후, 원리분리법에 의해 저분자량 부산물을 제거한 다음, 건조시켜 용융지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-2)을 제조하였다.

[0058] (폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

[0059] 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-2)(50 Kg)을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C'-2)을 포함하는 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

[0060] **실시예 3.**

[0061] (에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-3)의 제조)

[0062] 온도 60℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 핵산 매질의 반응기에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 2 중량% : 98 중량%가 되도록 중합 반응을 실시하여 용융 지수 0.4g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (A)를 제조하였다.

[0063] 상기 중합 반응이 이루어진 후 미반응 가스를 제거하고, 이어지는 일련의 반응장치 내의 온도 52℃, 압력 3kgf/cm²의 조건하에서 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 50 중량% : 50 중량%이 되도록 추가 중합 반응을 실시하여 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)를 제조하였다. 이때, 상기 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B) 제조 반응은 상기 에틸렌-폴리프로필렌 랜덤 공중합체 (A)와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 (B)의 상대적인 중량비가 94:6이 되도록 중합 시간을 조절하여 실시하였다.

[0064] 이어서 온도 55℃의 탱크에서 일정 시간 체류시킨 후, 원리분리법에 의해 저분자량 부산물을 제거한 다음, 건조시켜 용융지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-3)을 제조하였다.

[0065] (폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

[0066] 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-3)(50 Kg)을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 β-결정이 생성된 에틸렌-

프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C'-3)을 포함하는 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

비교예 1:

(에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 제조)

온도 55℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 반응 장치에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 4.2 중량% : 95.8 중량%가 되도록 통상의 방법으로 중합 반응을 실시하여 용융 지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체를 제조하였다.

(폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

이어서, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (50 Kg)를 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

비교예 2:

(에틸렌-프로필렌 호모-탄성 공중합체 조성물의 제조)

온도 70℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 반응 장치에 프로필렌을 주입하고, 통상의 방법으로 중합 반응을 실시하여 용융 지수 0.4g/10min의 프로필렌 호모 공중합체를 제조하였다.

상기 중합 반응이 이루어진 후, 이어지는 일련의 반응장치 내의 온도 52℃, 압력 3kgf/cm²의 조건하에서 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 50 중량% : 50 중량%이 되도록 추가 중합 반응을 실시하여 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체를 제조하되, 이때 상기 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체 제조 반응은 상기 프로필렌 호모 공중합체와 에틸렌-프로필렌 탄성 중합체의 중량비가 96:4가 되도록 중합 시간을 조절하여 실시하여 용융 지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 호모-탄성 공중합체 조성물을 제조하였다.

(폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

이어서 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 에틸렌-프로필렌 호모-탄성 공중합체 조성물 (50 Kg)을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

비교예 3:

(에틸렌-프로필렌 호모-랜덤 공중합체의 제조)

온도 70℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 반응 장치에 프로필렌을 주입하고, 통상의 방법으로 중합하여 용융 지수 0.1g/10min의 프로필렌 호모 공중합체를 제조하였다.

상기 중합 반응이 이루어진 후 미반응 가스를 제거하고, 이어지는 일련의 반응장치 내의 온도 60℃, 압력 7kgf/cm²의 조건하에서 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고 추가 중합 반응을 실시하여 에틸렌 함량이 2.5중량%, 용융 지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 호모-랜덤 공중합체를 제조하였다.

(폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

이어서 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 에틸렌-프로필렌 호모-랜덤 공중합체 (50 Kg)를 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

[0085] **비교예 4:**

[0086] (에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체와 고무 블렌딩 조성물의 제조)

[0087] 온도 60℃, 압력 7kg/cm²의 조건하에서, 반응 장치에 에틸렌과 프로필렌을 동시에 주입하고, 에틸렌과 프로필렌의 함량비율이 3 중량% : 97 중량%가 되도록 통상의 방법으로 중합 반응을 실시하여 용융 지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체를 제조하였다.

[0088] 이어서, 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체와 EPR 고무 (금호 KEP020)를 혼련하되, 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체와 EPR 고무의 상대적인 중량비가 98:2 가 되도록 조절하여 용융 지수 0.3g/10min의 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체-고무 블렌딩 조성물을 제조하였다.

[0089] (폴리프로필렌 조성물 및 시편 제조)

[0090] 이어서 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체-고무 블렌딩 조성물 (50 kg)을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

[0091]

[0092] **비교예 5:**

[0093] 상기 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물 (C-1) 대신 상기 비교예 1에서 제조된 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (25 Kg)와 비교예 2에서 제조된 에틸렌-프로필렌 호모-탄성 공중합체 조성물 (25 Kg)을 혼련한 조성물 (50 Kg)을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1의 방법과 동일한 방법으로 폴리프로필렌 조성물과 사출 시편 및 파이프를 제조하였다.

[0094] **비교예 6:**

[0095] 상기 실시예 1에서 제조된 에틸렌-프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 (50 Kg)와 칼슘스테아레이트 (50 g), 1,3,5-트리메틸-2,4,6-트리스(3,5-디-3급-부틸-4-히드록시벤질)벤젠 (100 g) 및 트리스(2,4-디-3급-부틸페닐)포스파이트 (100 g)를 혼련하여 폴리프로필렌 조성물을 제조하였다. 얻어진 폴리프로필렌 조성물을 단축 압출기에서 압출 가공하여 펠렛을 형성한 후 Battenfeld 150톤 사출기에서 ASTM 규격에 맞는 사출 시편을 제조하였으며, 신화 SE 50-28를 사용하여 통상적인 방법으로 파이프를 제관하였다.

[0096]

[0097] **비교예 7:**

[0098] 시판되는 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체 (대한유화공업, RP2400)(50 Kg)와 칼슘스테아레이트 (50 g), 1,3,5-트리메틸-2,4,6-트리스(3,5-디-3급-부틸-4-히드록시벤질)벤젠 (100 g) 및 트리스(2,4-디-3급-부틸페닐)포스파이트 (100 g)를 혼련하여 폴리프로필렌 조성물을 제조하였다. 얻어진 폴리프로필렌 조성물을 단축 압출기에서 압출 가공하여 펠렛을 형성한 후 Battenfeld 150톤 사출기에서 ASTM 규격에 맞는 사출 시편을 제조하였으며, 신화 SE 50-28를 사용하여 통상적인 방법으로 파이프를 제관하였다.

[0099]

[0100] **비교예 8:**

[0101] 시판되는 에틸렌-프로필렌 블록 공중합체 (대한유화공업, BP2200)(50 Kg)와 칼슘스테아레이트 (50 g), 1,3,5-트리메틸-2,4,6-트리스(3,5-디-3급-부틸-4-히드록시벤질)벤젠 (100 g) 및 트리스(2,4-디-3급-부틸페닐)포스파이트 (100 g)를 혼련하여 폴리프로필렌 조성물을 제조하였다. 얻어진 폴리프로필렌 조성물을 단축 압출기에서 압출 가공하여 펠렛을 형성한 후 Battenfeld 150톤 사출기에서 ASTM 규격에 맞는 사출 시편을 제조하였으며, 신화 SE 50-28를 사용하여 통상적인 방법으로 파이프를 제관하였다.

[0102]

[0103] **II. 물성 측정 방법**

[0104] 상기 실시예 1~3 및 비교예 1~8에 의해 제조된 시편들의 물성을 하기 방법에 따라 평가한 다음, 그 결과를 각

각 하기 표 1 및 2에 나타내었다.

[0105] [물성 측정 방법]

[0106] (1) 에틸렌 함량: ¹³C-NMR을 사용하여 보정된 푸리에 변환 적외선 분광기 (FT-IR)를 사용하여 측정하였다. 고온 압착 하에 (Hot-Pressed) 500 μm 두께의 박막샘플의 -CH₂-흡수 피크의 면적으로 계산하였다.

[0107] (2) 용융흐름지수 (Melt flow rate; MFR): ASTM D1238에 의거하여 펠렛 상태의 수지를 230℃에서 2.16kg의 하중 하에 10분당 흐른 양을 측정하였다.

[0108] (3) β-결정의 구조의 측정: ISO 3146에 의거하여 시차 주사 열량계 (DSC)에 의해 측정하였으며, 하기 식에 의하여 계산하였다.

[0109] β-피크 면적 ÷ (α-피크 면적 + β-피크 면적)

[0110] (4) 굴곡탄성률 (FM): ASTM D790에 의거하여 굴곡탄성률을 측정하였다 (굴곡탄성률이 낮을수록 유연성이 높다).

[0111] (5) 아이조드 충격시험: 노치 (Notch)가 있는 시편을 제조한 후, ASTM D256에 의거하여 중합물을 2 mm 두께의 시트로 사출 성형하고, 23℃, 0℃, -20℃ 조건에서 추를 일정 높이에서 떨어뜨려 평균적으로 파괴시키는데 높이에 따른 에너지 강도를 각각 측정하였다.

[0112] (6) 파이프 내압특성 (크리프 파괴 시간): 파이프의 압력 시험 성능을 ISO 1167에 의거하여 측정하였다. 파이프는 32mm 직경과 3mm의 벽 두께를 가지는 파이프를 수중-수압에서 20℃, 16 MPa 과 95℃, 4.5 MPa 및 4.0 MPa의 조건으로 수행하였으며, 파손까지의 시간을 기록하였다.

표 1

[0113]

분류	실시예 1	실시예 2	실시예 3	
C ₂ 함량 (%)	3.7	4.4	4.9	
MFR _{2.16} (g/10min, 230℃)	0.25	0.25	0.25	
β-결정 함량 (%)	78	77	76	
FM (MPa)	954	956	951	
아이조드 충격 시험 (kgf · cm/cm)	23℃	90	87	91
	0℃	13.7	17.9	19.0
	-20℃	6.4	7.0	8.6
파이프 내압특성 (시간)				
20℃ 16 MPa	312	270	163	
95℃ 4.5 MPa	1204	943	718	
95℃ 4.0 MPa	>10000	>10000	>10000	

표 2

분류		비교예 1	비교예 2	비교예 3	비교예 4	비교예 5	비교예 6	비교예 7	비교예 8
C ₂ 함량 (%)		4.2	4.0	2.5	4.4	4.0	4.2	4.2	4.0
MFR _{2.16} (g/10min, 230℃)		0.25	0.25	0.26	0.24	0.25	0.26	0.25	0.30
β 결정 함량 (%)		75	79	80	76	77	-	-	-
FM (MPa)		931	1305	1520	963	1210	1013	950	1700
Notched Izod (kgf· cm/cm)	23℃	88	93	87	90	89	79	65	90
	0℃	5.8	25.9	6.0	8.6	12.7	6.8	4.8	9.7
	-20℃	2.4	9.7	2.9	4.5	6.0	4.6	2.0	5.8
파이프 내압특성									
20℃ 16 MPa		234	250	>500	283	240	190	126	241
95℃ 4.5 MPa		813	358	-	439	645	516	713	162
95℃ 4.0 MPa		>10000	1227	-	7430	6324	2133	4631	283

[0114]

[0115]

상기 표에서 알 수 있듯이, 비교예 2의 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 호모-탄성 공중합체를 포함하는 폴리프로필렌 조성물 및 비교예 5의 폴리프로필렌 조성물의 경우, 유연성 및 고온에서의 파이프 내압 특성이 열세한 것을 알 수 있다. 또한, 비교예 1의 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 랜덤 공중합체를 포함하는 폴리프로필렌 조성물의 경우, 유연성은 비교적 양호한 반면, 내충격성 및 내압특성이 낮았다. 비교예 3의 β-결정이 생성된 에틸렌-프로필렌 호모-랜덤 공중합체를 포함하는 폴리프로필렌 조성물의 경우, 유연성 및 저온 내충격성이 크게 열세했다. 특히, 비교예 4~8의 폴리프로필렌 조성물의 경우, 모두 본원 발명에 비하여 유연성, 저온에서의 내충격성 및 고온에서의 파이프 내압 특성이 열세한 것을 알 수 있다.

[0116]

따라서 상기 물성 측정 결과에 의해, 본 발명의 β-결정이 생성된 에틸렌-폴리프로필렌 랜덤-탄성 공중합체 조성물을 포함하는 실시예 1~3의 폴리프로필렌 조성물의 경우, 유연성, 내압 특성 및 저온 내충격성이 향상된 것을 확인할 수 있었다.