



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0133837
(43) 공개일자 2024년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29B 11/14 (2006.01) B29B 13/04 (2006.01)
B29B 9/06 (2006.01) B29B 9/12 (2006.01)
C08K 3/36 (2006.01) C08K 7/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B29B 11/14 (2013.01)
B29B 13/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0026089

(22) 출원일자 2023년02월27일

심사청구일자 2023년02월27일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)

(72) 발명자

배재영

대구광역시 수성구 달구벌대로 2435 (범어동, 두
산위브더제니스)

이종탁

경상북도 성주군 대가면 칠봉2길

(74) 대리인

특허법인지담

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 재생플라스틱 제조방법, 및 이에 의해 제조되는 재생플라스틱

(57) 요약

본 발명은 재생플라스틱 제조방법, 및 이에 의해 제조되는 재생플라스틱에 관한 것으로써, 보다 구체적으로 상기 재생플라스틱 제조방법은 재생용 플라스틱, 실리카 및 개시제를 포함하는 재료를 넣고 혼합하는 단계; 상기 재료를 압출기에서 가열하여 컴파운드를 제조하는 단계; 상기 컴파운드를 냉각시키는 단계; 상기 냉각된 컴파운드로 펠렛을 제조하는 단계; 및 상기 펠렛으로 시편을 제조하는 단계를 포함하는 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B29B 9/06 (2013.01)
B29B 9/12 (2013.01)
C08K 3/36 (2013.01)
C08K 7/26 (2013.01)
Y02W 30/20 (2020.08)
Y02W 30/62 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356176
과제번호	LINC3.0-2022-49
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학연협력고도화지원
연구과제명	3단계산학연협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

재생용 플라스틱, 실리카 및 개시제를 포함하는 재료를 넣고 혼합하는 단계;
상기 재료를 압출기에서 가열하여 컴파운드를 제조하는 단계;
상기 컴파운드를 냉각시키는 단계;
상기 냉각된 컴파운드로 펠렛을 제조하는 단계; 및
상기 펠렛으로 시편을 제조하는 단계를 포함하는,
재생플라스틱 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 실리카는,
다공성 실리카인 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
상기 실리카는,
1000 m²/g~1200 m²/g의 비표면적을 갖는 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
상기 컴파운드를 제조하는 단계는,
150~160℃의 온도에서 가열하는 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
상기 재생용 플라스틱 : 개시제 : 실리카의 비율은 100 : 0.1~1.0 : 5~20의 범위로 혼합되는 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
상기 개시제는,

DCP(Dicumyl peroxide) 또는 PBP(perbutyle peroxide)를 포함하는 과산화물인 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 실리카는,

- (a) 증류수에 실리카 전구체로 물유리(sodium silicate solution)를 첨가하여 교반하는 단계;
- (b) 상기 (a) 단계에서 형성한 물유리 용액에 계면활성제인 cetyltrimethylammonium chloride(CTACl)를 첨가하고 교반하는 단계;
- (c) 상기 (b) 단계에서 형성한 CTACl 첨가 용액에 염산을 첨가하고 교반하는 단계; 및
- (d) 소정시간 동안 상온 반응과 여과 후 세척단계를 거쳐 다공성 실리카를 합성하는 단계를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 (c) 단계에서 PH 농도는 9~10 사이로 조절하는 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 (d)의 세척단계에서 증류수와 에탄올의 혼합한 세척용액을 사용하는 것을 특징으로 하는 재생플라스틱 제조방법.

청구항 10

청구항 1 내지 청구항 9 중 어느 하나의 재생플라스틱 제조방법에 의해 제조되는 재생플라스틱.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 재생플라스틱은,

인장강도가 80~90kg/cm²인 것을 특징으로 하는 재생플라스틱.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 재생플라스틱은,

신장율이 7000~9000kg/cm²인 것을 특징으로 하는 재생플라스틱.

청구항 13

청구항 10에 있어서,
상기 재생플라스틱은,
굴곡강도가 100~120kg/cm²인 것을 특징으로 하는 재생플라스틱.

청구항 14

청구항 10에 있어서,
상기 재생플라스틱은,
굴곡탄성율이 8000~9000kg/cm²인 것을 특징으로 하는 재생플라스틱.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 재생플라스틱 제조방법, 및 이를 이용한 재생플라스틱에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다공성 실리카를 이용하여 제조되는 물성이 향상되는 재생플라스틱 제조방법 및 이에 의해 제조되는 재생플라스틱에 대한 기술이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 재생플라스틱은 폐플라스틱의 재처리에 의해 형성되는 플라스틱의 일종으로 환경을 오염시키는 플라스틱 쓰레기를 줄이기 위해 생산된다. 재생플라스틱은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 염화 비닐(PVC), 폴리스티렌(PS)의 레진을 기반으로 생산되며, 의류, 카펫, 병, 플라스틱 목재, 파이프, 바닥 타일, 퇴비 통, 계란 상자 등과 같은 많은 응용 분야를 가지고 있으며 포장, 섬유, 건축 및 건설, 자동차, 전기 및 전자 등과 같은 최종 사용 산업의 핵심 구성요소로 널리 활용되고 있다.

[0004] 최근 들어 환경적 이슈로 인하여 폐플라스틱의 재활용 기술개발이 진행되고 있다. 이러한 재생플라스틱의 물성 향상을 위한 연구로는 여러 가지 무기 첨가제 도입 연구가 활발히 진행되고 있으며, 주로 나노클레이, CaCO₃, CNT, SiO₂, 마이카 및 그래핀 같은 다양한 나노입자 사용되고 있다. 이러한 나노 물질 중 가격적으로 저렴하면서 가장 큰 효과를 낼 수 있는 것이 나노 실리카이다. 현재 시중에서 판매되고 있는 실리카는 크게 fumed silica와 습식 실리카가 있는데 비표면적이 최대 400 m²/g 으로 이를 사용하는 데에 큰 한계가 있다.

[0005] 만약, 비표면적이 더 크게 되면, 재생플라스틱에 함유되는 실리카의 양을 줄일 수 있으며, 이를 통한 플라스틱 물성향상이 기대가 된다.

[0006] 나노 필러인 실리카는 고분자 물성을 강화하는 필러로 산업에서도 많이 사용되고 있어 가격적, 성능적으로 본 개발에 적합하다고 판단되고 있다. 다만, 시중에 나오는 제품의 비표면적이 400 m²/g 정도 수준이라 이 부분에 대한 개량이 필요하다. 따라서, 본 발명에서는 비표면적 1000 m²/g 이상이 되는 나노실리카를 활용하여 재생플라스틱의 물성을 향상시키고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1322600호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 재생플라스틱 제조방법, 및 그에 의해 제조되는 재생플라스틱을 제공 하는 것이다.
- [0010] 또한 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다공성 실리카를 이용하여 물성이 향상된 재생플라스틱을 제조하 도록 하는 것이다.
- [0011] 다만 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확 하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에서는, 재생용 플라스틱, 실리카, 개시제 및 첨가제 를 넣고 혼합하는 단계; 상기 재료를 압출기에서 가열하여 컴파운드를 제조하는 단계; 상기 컴파운드를 냉각시 키는 단계; 상기 냉각된 컴파운드로 펠렛을 제조하는 단계; 및 상기 펠렛으로 시편을 제조하는 단계를 포함하는, 재생플라스틱 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 실리카는, 다공성 실리카일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 실리카는, 1000 m²/g~1200 m²/g의 비표면적을 갖는 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 컴파운드를 제조하는 단계는, 150~160℃의 온도에서 가열할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 재생용 플라스틱 : 개시제 : 실리카의 비율은 100 : 0.1~1.0 : 5~20의 범위로 혼합될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 개시제는, DCP(Dicumyl peroxide) 또는 PBP(perbutyle peroxide)를 포함하 는 과산화물일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 실리카는, (a) 증류수에 실리카 전구체로 물유리(sodium silicate solution) 를 첨가하여 교반하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에서 형성한 물유리 용액에 계면활성제인 cetyltrimethylammonium chloride(CTACl)를 첨가하고 교반하는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 형성한 CTACl 첨 가 용액에 염산을 첨가하고 교반하는 단계; 및 (d) 소정시간 동안 상온 반응과 여과 후 세척단계를 거쳐 다공성 실리카를 합성하는 단계를 포함하여 제조될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 (c) 단계에서 PH 농도는 9~10 사이로 조절할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 (d)의 세척단계에서 증류수와 에탄올의 혼합한 세척용액을 사용할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제조방법 중 어느 하나의 재생플라스틱 제조방법에 의해 제조되는 재생플라스 틱이 제공될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 재생플라스틱은, 인장강도가 80~90kg/cm²일 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 재생플라스틱은, 신장율이 7000~9000kg/cm²일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 재생플라스틱은, 굴곡강도가 100~120kg/cm²일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 재생플라스틱은, 굴곡탄성율이 8000~9000kg/cm²일 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 다공성 실리카를 재생용 플라스틱과 함께 혼합함으로써 재생플라스틱의 물성을 향상시킬 수 있다.

- [0029] 다만, 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재생플라스틱 제조공정도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 재생플라스틱 제조방법에 대한 순서도이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 시편의 사진이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 실리카의 제조공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0033] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우 뿐만 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0034] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재생플라스틱 제조공정도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 재생플라스틱 제조방법에 대한 순서도이다.
- [0038] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 재생플라스틱 제조는, 재생용 플라스틱, 실리카 및 개시제를 포함하는 재료를 넣고 혼합하는 단계(S110)와, 상기 재료를 압출기(110)에서 가열하여 컴파운드를 제조하는 단계(S120)와, 상기 컴파운드를 냉각시키는 단계(S130)와, 상기 냉각된 컴파운드로 펠렛을 제조하는 단계(S140)와, 상기 펠렛으로 시편을 제조하는 단계(S150)를 포함하여 이루어진다.
- [0039] 상기 S110단계에서, 상기 재생플라스틱의 경우 재생된 폴리에틸렌(PE) 제품을 사용하였고, 상기 실리카는 다공성 실리카를 사용한다. 이때의 실리카의 비표면적은 1000 m²/g~1200 m²/g의 비표면적을 갖는다. 일반적으로 사용하는 실리카 제품의 비표면적은 200~300 m²/g 이고, 고성능일 경우에는 400 m²/g의 비표면적을 가지는 흡드 실리카(fumed silica)를 사용한다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에서는 실리카 첨가로 인한 기계적 물성 강도 상승을 극대화하기 위하여 비표면적이 높은 다공성 실리카를 사용하였다. 상기 폴리에틸렌은 펠렛 형태로 5mm이하인 것을 사용하였다.
- [0040] 또한, 상기 개시제로는 과산화물을 사용한다. 상기 과산화물은 재생플라스틱을 제조하는 공정 중 재생플라스틱인 재생용 폴리에틸렌에 남아 있는 비닐 그룹의 파이(π)결합을 깨서 폴리머결합을 형성하도록 하기 위해 사용되는 촉매제의 기능을 수행한다. 즉, 상기 과산화물 중의 산소라디칼이 열을 받아 개환되고, 라디칼이 형성되면서 폴리머화된다. 그리고, 상기 실리카는 폴리머결합의 사이에 박히는 충전제의 기능을 수행한다. 이와 같이, 상기 실리카가 충전제의 기능을 수행함으로써 무기물 함량이 증가하게 되고, 이로 인해 재생플라스틱의 기계적 강도가 증가된다. 이때, 상기 실리카의 비표면적이 클수록 폴리에틸렌과의 접합면이 늘어나게 되므로 적은 양으로도 기계적 강도 향상에 도움이 된다.

- [0041] 본 발명의 일 실시예에서는 상기 재생용 플라스틱 : 개시제 : 실리카의 비율은 100 : 0.1~1.0 : 5~20의 범위로 혼합하며, 상기 개시제는 DCP(Dicumyl peroxide) 또는 PBP(perbutyle peroxide)과 같은 과산화물을 사용한다. 개시제의 함량은 0.01 phr% ~ 0.20 phr% 까지 조절하여 사용한다. 과산화물과 실리카를 함량별로 투입할 때 과산화물 1.0 이상 그리고 실리카 비율 20 이상일 때 재생폴리에틸렌(PE)의 흐름성(MI, Melt index)이 사라져서 컴파운드 공정에 적용하기 어렵다. 그로 인해 컴파운드 작업공정에서 사용할 수 있는 비율을 선정하여 실험을 진행하였다. 또한, 상기 과산화물이 0.1보다 적고 실리카의 비율이 5 보다 양이 적을 경우 과산화물의 부족으로 인해 라디칼 생성이 부족하여 단일화된 재생플라스틱 펠렛 수득이 어렵다. 이에 본 발명의 일 실시예에서 재생용 플라스틱, 개시제 및 실리카의 비율을 상기와 같이 한정한다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에서는 과산화물로 DCP와 PBP를 사용을 하였다. DCP(Dicumyl peroxide), PBP(perbutyle peroxide)는 과산화물 중에서도 가장 쉽게 구할 수 있으며, 반감기가 200도 이하이기 때문에 가장 안정적인 물질이다. 폴리에틸렌의 특성상 200도 이상의 고온에서 물성을 잃을 수도 있는 위험성 때문에 작업이 용이하고 반감기가 상대적으로 낮은 DCP, PBP를 선택하여 실험을 진행하였다. 그 외에도, 과산화 벤조일(BPO), 2,4-과산화디클로로벤조일(Dichlorobenzoyl peroxide)이 사용될 수 있다.
- [0044] 이하에서는 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에서 사용되는 다공성 실리카의 제조공정에 대하여 설명하기로 한다.
- [0045] 특히, 상기 다공성 실리카는 (a) 증류수에 실리카 전구체로 물유리(sodium silicate solution)를 첨가하여 교반하는 단계(S210); (b) 상기 (a) 단계에서 형성한 물유리 용액에 계면활성제인 cetyltrimethylammonium chloride(CTACl)를 첨가하고 교반하는 단계(S220); (c) 상기 (b) 단계에서 형성한 CTACl 첨가 용액에 염산을 첨가하고 교반하는 단계(S230); 및 (d) 소정시간 동안 상온 반응과 여과 후 세척단계를 거쳐 다공성 실리카를 합성하는 단계(S340)를 포함하여 제조된다.
- [0046] 상기 다공성 실리카 제조를 위한 실리카 전구체로 sodium silicate solution(물유리)를 사용하고, 기공을 형성하기 위한 계면활성제로는 cetyltrimethylammonium chloride (CTACl)을 사용하고, 마지막으로 pH 조절을 위해 염산을 사용한다.
- [0047] 먼저, 700 ml의 증류수에 물유리 40 ml를 넣고 30분간 교반해준다. 어느 정도 교반이 완료되면 CTACl 20 ml를 넣고 30분간 교반한다. 교반이 끝난 뒤 염산을 떨어뜨려 pH가 9정도 될 때까지 넣어준다. CTACl의 양은 15~30 ml가 적당하며, 17~23 ml일때가 가장 높은 비표면적을 가지게 한다. 15 ml보다 작게 되면 CTACl의 양이 적어 기공 형성이 부족하여 비표면적이 부족해지며, 30 ml보다 많게 되면 계면활성제로 인해 실리카 결합력이 약해져 기공이 무너질 수 있는 위험이 있다.
- [0048] 또한, pH의 경우 9~10사이로 맞추는 것이 좋은데 9 미만이면 gelation이 진행되어 더 이상 반응이 진행되지 않으며, 10 초과일 경우 Si-O-Si결합이 다시 분해될 수 있어 비표면적이 급감할 수 있다.
- [0049] 모든 시료를 넣고 난 뒤 상온에서 하루간 교반해준다. 24시간 교반이 끝난 시료는 필터링을 통해 수득한다. 수득한 물질은 계면활성제 제거를 위해 HCl/에탄올 용액에 다시 분산시켜 교반해준다. 염산-에탄올 용액의 농도는 1.0 M 농도에서 진행하였다. 적합한 농도는 0.8~1.2 M가 적합한데 0.8보다 낮을 경우 계면활성제 제거가 원활히 되지 않으며, 1.2보다 높을 경우에는 높은 염산 농도로 인해 열이 발생할 수 있으며, 실험 시 사고가 날 수 있는 위험이 있다. 염산-에탄올 용액에서의 교반은 24시간동안 진행하며, 교반이 끝난 시료는 다시 필터링(filtering) 후 세척을 해준다. 세척 시 유의해야 할 점은 세척용액을 증류수로만 하는 것보다 증류수와 에탄올을 50 : 50으로 섞어서 해줄 경우 좀 더 제거가 용이하다. 특히, 계면활성제의 경우 친유성 그룹도 동시에 가지고 있기 때문에 에탄올이 있으면 확산현상을 통해 좀 더 쉽게 제거가 가능하다. 물과 에탄올의 비율은 40:60 ~ 60:40의 비율이 좋다.
- [0050] 에탄올의 비율이 부피비 40% 보다 낮을 경우 세척시 계면활성제가 잔존할 위험이 있으며, 에탄올의 비율이 부피비 60% 보다 높을 경우 공정 가격이 상승될 수 있기 때문이다. 세척이 완료된 시료는 50도 온도로 설정된 오븐에서 용매를 추가적으로 제거해 주면 다공성 실리카를 제조할 수 있게 된다.
- [0051] 이와 같은 다공성 실리카 제조공정에 의해 얻어진 다공성 실리카는 CTACl이 20 ml일 경우 가장 높은 1142m²/g의 비표면적을 나타냈으며, 본 발명의 일 실시예에서는 이러한 다공성 실리카를 사용하였다. 즉, 물유리와 CTACl의 적절한 농도비가 비표면적을 높이는 중요한 요인이라고 할 수 있다. 가령, 물유리 대비 부피비 1/2의 범위에서

상기 CTACI를 첨가하는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 물유리 40 ml일 경우 첨가되는 CTACI의 양은 15~30 ml가 적당하다.

[0053] 한편, 상기 S120 단계에서, 상기 컴파운드를 제조시 150~160℃의 온도에서 가열하는데, 만약 160도 이상일 경우 작업 중에 연기가 많이 발생되어 작업이 힘들고, 150도 이하의 경우 폴리에틸렌(PE)가 잘 용융되지 않아 배합에서 균일한 상을 얻기가 힘들게 된다. 이에 본 발명의 일 실시예에서 컴파운드 제조시의 가열 온도는 150~160도로 한정한다.

[0054] 상기 S130 단계에서, 냉각을 위해서 냉각조(120)에 칠러냉각기를 이용하여 상온(25±5℃)을 유지하며 제품을 냉각시킨다.

[0055] 상기 S140 단계에서, 펠렛을 제조하는 단계는 컴파운드를 제조하여 펠레타이저(130)에서 펠렛 형태로 만드는 것을 의미한다. 이와 같이, 펠렛 형태로 만드는 이유는 컴파운드를 이용하여 사출과정을 거치게 되는데 사출기에 투입되기 위해서는 펠렛(pellet) 형태가 가장 적합하기 때문이다. 그리고 본 발명의 일 실시예에서의 펠렛 형태는 약 5mm 이하의 쌀알 모양으로 이해될 수 있다. 상기 펠렛의 크기는 마지막 공정에서 칼날의 크기와 속도에 따라서 원형, 원통형 등 다양하게 조절할 수 있다.

[0056] 상기 S150 단계에서, 시편을 제조하는 단계는 제조되는 실리카를 폴리에틸렌과 단순히 물리적인 혼합에 의해 만드는 것을 의미한다. 이때, 물을 이용하여 결합시키기 위하여 가교수조(140)를 이용하였다.

[0058] <실시예>

[0059] 이하에서는 상기 제조공정에 따라 재생플라스틱을 제조하는 공정에 대하여 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0060] 본 발명의 일 실시예에서는 앞선 공정에서 제조되는 다공성 실리카와, 시중에 제품으로 나온 실리카를 통해 실험하였으며, 실리카가 배합되지 않은 재생 폴리에틸렌(PE) 단독만을 가지고 제조한 재생 플라스틱을 비교군으로 설정하여 실험하였다. 재생 플라스틱 배합조건은 다음과 같다.

표 1

[0062] 재생플라스틱 배합표

	재생 PE	과산화물	실리카	비고
비교예 1	1000	1	-	-
실시예 1	1000	1	150	Fumed silica (400 m ² /g)
실시예 2	1000	1	150	mesoporous silica(1142 m ² /g)
실시예 3	1000	1	100	mesoporous silica (1142 m ² /g)
실시예 4	1000	1	70	mesoporous silica(1142 m ² /g)
실시예 5	1000	1	50	mesoporous silica(1142 m ² /g)

[0063] 트윈압출기(110)를 통하여 폴리에틸렌, 실리카와 개시제를 상기 표 1에서의 양만큼 메인 피더(main feeder)(111)에 넣고 사이드 피더(side feeder)(113)를 통해 첨가제를 투입하였다. 상기 다공성 실리카는 앞서 설명한 다공성 실리카 제조공정에서 제조된 비표면적 1142m²/g인 다공성 실리카를 사용하였다.

[0064] 이때의 첨가제는 나노클레이, CaCO₃, CNT, SiO₂, 마이카 및 그래핀과 같은 다양한 나노입자일 수 있으며, 첨가제는 상기 다공성 실리카일 수도 있다.

[0065] 상기 압출기(110)의 내부온도는 155도로 고정하여 컴파운드를 제조하고 이후 냉각기(120)에서의 냉각 과정을 거쳐 펠렛으로 제조 후 시편을 제작하였다.

[0066] 이때, 과산화물은 DCP(dicumyl peroxide)를 사용하였다. 또한, 흡드 실리카의 경우 OCI사의 Konasil K-400으로

비표면적 400 m²/g 의 실리카를 사용하였다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에서는 재생플라스틱의 특성을 알아보기 위하여 ASTM 기준으로 제작하였다. 인장강도와 신장율을 측정하기 위한 시편은 도 3에서와 같이 ASTM D638-03 아령형 시편 3호로 제작하였으며, 시험속도 50mm/min, 그림간 거리 115mm, 신율계 거리는 50mm 로 시험을 진행을 하였다. 그리고, 굴곡강도, 굴곡탄성을 시험은 도 4에서와 같이 ASTM D790에 의거하여 시험편으로 수행하였으며, 시험속도 2.8mm/min, 스패 간 거리 205mm, 탄성구간 0.05~0.25%로 진행을 하였다.

[0071] 상기의 제조방법에 의해 제조되는 재생플라스틱은 물성이 향상된다.

[0072] 보다 구체적으로는 인장강도, 신장율, 굴곡강도, 굴곡탄성을 및 충격강도가 향상된 것을 알 수 있다.

표 2

평가 결과

평가항목	단위	비교예 1	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5
인장강도	kg/cm ²	65	80	90	90	90	85
신장율	kg/cm ²	6,500	7,000	8,000	8,500	8,500	8,000
굴곡강도	kg/cm ²	80	100	120	120	120	100
굴곡탄성을	kg/cm ²	6,500	7,000	8,000	8,500	8,500	8,000
충격강도	kJ/m ²	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.3

[0074] 상기 표 2를 참조하면, 흙드 실리카를 사용한 실시예 1보다 비표면적이 우수한 실리카를 활용한 플라스틱을 활용하였을 때 좀 더 우수한 결과를 나타내었다. 다만, 실시예 2와 실시예 3을 비교했을 때 실리카 함량을 조금 더 줄이는 것이 더 효과적으로 나타나서 다공성 실리카 함량을 조절하는 실험을 진행하였다.

[0075] 실시예 2 내지 5에서와 같이, 다공성 실리카를 활용하였을 때 나타나는 결과값으로 확인할 때 실시예 3과 실시예 4에서 동일한 우수한 결과를 나타내었으므로, 가격적으로 보았을 때 실시예 4가 보다 우수한 것을 알 수가 있다. 즉, 실리카의 함량이 과산화물 기준으로 70~100일 때가 물성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

[0076] 이때, 상기 재생플라스틱의 물성은 인장강도가 80~90kg/cm²이고, 신장율이 7000~9000kg/cm²이고, 굴곡강도가 100~120kg/cm²이고, 굴곡탄성을 8000~9000kg/cm²이고, 충격강도가 1.3~1.7kg/m²이다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에서 제조되는 재생플라스틱은 플라스틱 포장재, 건축 및 건설에 들어가는 불연급 플라스틱, 플라스틱 직물 및 자동차와 전기 및 전자제품에 사용된다.

[0078] 기술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

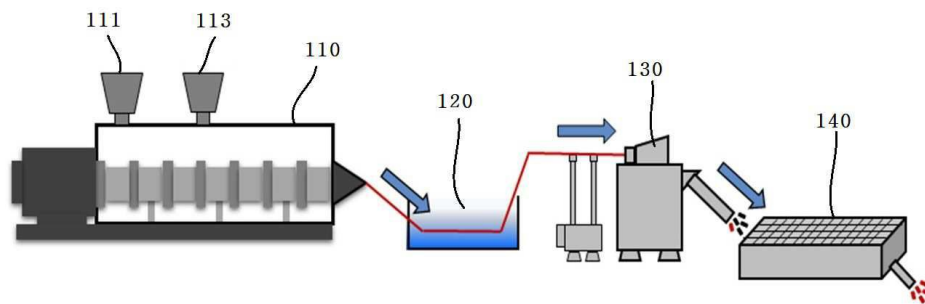
[0079] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0081] 110: 압출기, 111: 메인 피더, 113: 사이드 피더, 120: 냉각기, 130: 펠리타이저, 140: 가교수조

도면

도면1



도면2



도면3



도면4



도면5

