



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0079200
(43) 공개일자 2020년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 7/28 (2006.01) C08K 5/00 (2006.01)
C08K 5/13 (2006.01) C08K 5/18 (2006.01)
C08L 23/14 (2006.01) H01B 7/29 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 7/2806 (2013.01)
C08K 5/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0172343
(22) 출원일자 2019년12월20일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
18 73939 2018년12월21일 프랑스(FR)

(71) 출원인
넥쌍
프랑스공화국, 92400 꾸르브부와, 알레 드
라르슈, 4
(72) 발명자
켈블린, 크리스티안
프랑스공화국, 01800 메시피, 튀 드 스키제, 24
모쟁, 멜렉
프랑스공화국, 69700 샤샤그니, 루뜨 드 브레 루
와 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인오리진

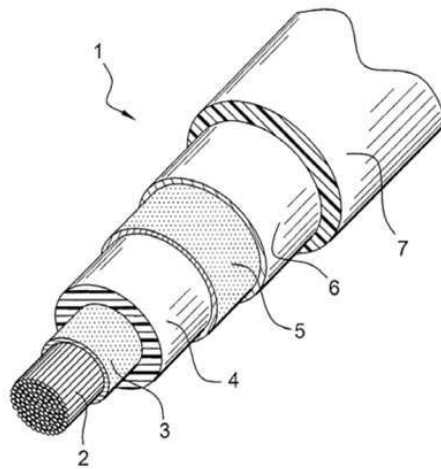
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 개선된 온도 노화 저항성을 가지는 전기 케이블

(57) 요약

본 발명은, 적어도 하나의 폴리프로필렌에 기반한 열가소성 폴리머 재료, 적어도 하나의 제1 산화 방지제, 및 적어도 하나의 금속 비활성화제를 포함하는 폴리머 조성물로부터 획득된 적어도 하나의 반도체층을 포함하는 전기 케이블에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 5/13 (2013.01)
C08K 5/18 (2013.01)
C08L 23/14 (2013.01)
H01B 7/292 (2013.01)

(72) 발명자

페레고, 가브리엘

이탈리아, 20144 밀라노, 비아 보게라 20

알까하즈, 발레리

프랑스공화국, 69190 생-퐁, 뒤 에밀 졸라, 57

명세서

청구범위

청구항 1

전기 케이블(1)로서,

적어도 하나의 신장형 전기 전도성 요소(2); 및

상기 신장형 전기 전도성 요소(2)를 둘러싸는 적어도 하나의 반도체 층(3, 5)을 포함하며,

상기 반도체 층(3, 5)은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 적어도 하나의 제1 산화방지제, 및 적어도 하나의 금속 비활성화제를 포함하는 폴리머 조성물로부터 수득되고,

상기 폴리머 조성물은 유전성 액체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

전기 케이블(1).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 산화방지제는 간섭 페놀, 방향족 아민, 및 질소 함유 방향족 헤테로사이클릭으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 상기 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 0.3 중량%의 상기 제1 산화방지제를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 금속 비활성화제는 질소 함유 방향족 헤테로사이클, 및 적어도 하나의 작용기(-NH-C(=O)-)를 포함하는 방향족 화합물로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 상기 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 0.2 중량%의 상기 금속 비활성화제를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 상기 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 6 중량%의 전도성 충전제를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 프로필렌 코폴리머 P₁을 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 프로필렌 코폴리머 P₁으로서, 랜덤 프로필렌 코폴리머 또는 이중상 프로필렌 코폴리머를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 랜덤 프로필렌 코폴리머 및 이중상 프로필렌 코폴리머, 또는 2개의 상이한 이중상 프로필렌 코폴리머를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P₂를 더 포함할 수 있는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 50 중량%의 프로필렌 폴리머(들)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 상기 제1 산화방지제와 상이한 제2 산화방지제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 상기 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 0.2 중량%의 상기 제2 산화방지제를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반도체 층(3, 5)은 40% 이하의 온도 노화 후 인장 강도 감소를 갖는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반도체 층(3, 5)은 50% 이하의 온도 노화 후 파단 연신율 감소를 갖는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반도체 층(3, 5)은 비-가교 층인 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,
전기 절연층(4)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 적어도 하나의 제1 산화방지제, 및 적어도 하나의 금속 비활성화제(deactivator)를 포함하는 폴리머 조성물로부터 취득된 적어도 하나의 반도체 층을 포함하는 전기 케이블에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 독점적으로 그런 것은 아니지만 전형적으로, 공중, 수중, 지상 또는 항공 송전 분야에서, 직류이든 교류이든 상관없이, 송전을 위해 의도된 전기 케이블에 적용되며, 특히 중압(특히 6 내지 45~60 kV) 또는 고압(특히 60 kV 초과, 그리고 최대 400 kV까지) 전력 케이블에 적용된다. 본 발명은 특히 개선된 온도 내노화성을 갖는 전기 케이블에 적용된다.

배경 기술

[0003] 프로필렌 폴리머계 조성물의 고온에서의 기계적 특성은 심지어 소량의 카본 블랙(예를 들어, 조성물의 총 중량을 기준으로, 1 내지 5 중량%의 카본 블랙)과 같은 전도성 충전제의 존재에 의해 변경될 수 있다. 결과적으로, 특히 프로필렌 폴리머계 케이블의 반도체 층에 더 많은 양을 사용하면 문제가 발생한다. 프로필렌 폴리머계 반도체 층에서의 이러한 열화(degradation) 현상은 전도성 충전제가 화학적 불순물을 포함하는 경우 이들이 열 열화를 가속시키기 때문에 증가한다. 또한, 프로필렌 폴리머의 열 안정성은 성형 공정에서 일반적으로 사용되는 것과 같은 고온에 대하여 제한되므로, 약 230℃ 초과의 온도를 초과하지 않도록 권장된다. 그러나, 일부 산업적 구성에서 이러한 권장 사항을 따르는 것은 어렵다.

[0004] 따라서, 개선된 열 안정성을 갖는 케이블 반도체 층을 위한 프로필렌 폴리머계 조성물이 필요하다.

[0005] EP 1634896 A1으로부터, 에틸렌 및 부틸 아크릴레이트의 코폴리머, 카본 블랙, 및 산화방지제로서 트리메틸-2,2,4-디히드로-1,2-퀴놀린의 폴리머를 포함하는 조성물로부터 취득된 전기 케이블 반도체 층이 공지되어 있다. 그러나, 이러한 조성물은 우수한 온도 내노화성을 달성하도록 최적화되어 있지 않다. 또한, 케이블 반도체 층을 위한 프로필렌 폴리머계 조성물은 에틸렌 폴리머계 조성물보다 열적으로 안정화시키기가 더 어렵다고 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은 바람직하게는 우수한 전기적 특성을 보장하면서, 온도 내노화성을 크게 개선한 프로필렌 폴리머계 전기 케이블, 특히 중압 또는 고압 케이블을 제공함으로써, 종래기술의 단점을 극복하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 그 목적은 아래에 설명될 본 발명에 의해 달성된다.

[0008] 본 발명의 제1 대상은 적어도 하나의 신장형 전기 전도성 요소, 및 상기 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 적어도 하나의 반도체 층을 포함하는 전기 케이블로서, 반도체 층은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 적어도 하나의 제1 산화방지제, 및 적어도 하나의 금속 비활성화제를 포함하는 폴리머 조성물로부터 취득되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 따라서, 전기 케이블의 폴리프로필렌계 반도체 층 내에 적어도 하나의 제1 산화방지제 및 적어도 하나의 금속 비활성화제가 존재함으로써 인하여, 바람직하게는 우수한 전기적 특성을 보장하면서, 온도 내노화성이 크게 개선된다. 따라서, 적어도 하나의 제1 산화방지제 및 적어도 하나의 금속 비활성화제의 혼합물은 폴리프로필렌계 반도체 층을 보호한다.

[0010] 제1 산화방지제

[0011] 제1 산화방지제는 간접 페놀, 방향족 아민, 및 질소 함유 방향족 헤테로사이클릭으로부터 선택될 수 있으며, 바

람직하게는 간섭 페놀로부터 선택될 수 있다.

- [0012] 간섭 페놀은 일반적으로 오르토(ortho) 상태로 하나 이상의 탄화수소기에 의해 치환된 페놀이다.
- [0013] 방향족 아민은 일반적으로 페닐과 같은 적어도 하나의 방향족 고리에 결합된 적어도 하나의 아민 작용기를 포함한다.
- [0014] 질소 함유 방향족 헤테로사이클릭은 일반적으로 방향족 헤테로사이클 중에 하나 이상의(예를 들어, 2개의) 질소 원자를 포함하는 적어도 하나의 방향족 헤테로사이클을 포함한다.
- [0015] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 0.3 중량%, 바람직하게는 적어도 약 0.5 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 0.75 중량%의 제1 산화방지제를 포함할 수 있다.
- [0016] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 2.5 중량% 이하, 바람직하게는 약 2.0 중량% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 1.5 중량% 이하의 제1 산화방지제를 포함할 수 있다.
- [0017] 실제로, 2.5%를 초과하는 양은 산화방지제 삼출 현상의 발생을 유발할 수 있다. 또한, 다량의 산화방지제는 상기 케이블을 제조하는 비용을 증가시킬 수 있다.
- [0018] 간섭 페놀의 실시예는, 펜타에리트릴 테트라키스(3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트)(Irganox[®] 1010), 옥타데실 3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트(Irganox[®] 1076), 1,3,5-트리메틸-2,4,6-트리스(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시벤질)벤젠(Irganox[®] 1330), 4,6-비스(옥틸티오메틸)-*o*-크레졸(Irgastab[®] KV10 또는 Irganox[®] 1520), 2,2'-티오비스(6-*tert*-부틸-4-메틸페놀)(Irganox[®] 1081), 2,2'-티오디에틸렌 비스[3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트](Irganox[®] 1035), 2,2'-메틸렌비스(6-*tert*-부틸-4-메틸페놀), 또는 트리스(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시벤질) 이소시아누레이트(Irganox[®] 3114)를 포함한다.
- [0019] 방향족 아민의 실시예는, 페닐렌 디아민(예를 들어, 1PPD 또는 6PPD와 같은 파라페닐렌 디아민), 스티렌 디페닐 아민, 디페닐아민, 또는 4-(1-메틸-1-페닐에틸)-N-[4-(1-메틸-1-페닐에틸)페닐]아닐린(Naugard 445)을 포함한다.
- [0020] 질소 함유 방향족 헤테로사이클릭의 실시예는 메르캅토 벤즈이미다졸 또는 퀴놀린 유도체, 예를 들어 중합된 2,2,4-트리메틸-1,2 디히드로퀴놀린(TMQ)을 포함하며, 바람직하게는 메르캅토 벤즈이미다졸을 포함한다.
- [0021] TMQ는 상이한 등급을 가질 수 있으며, 즉:
- [0022] - 낮은 중합도, 즉 1 중량% 초과와 잔류 모노머 함량을 갖고, 100 ppm 내지 800 ppm 초과 범위의 잔류 NaCl 함량(백만 중량부)을 갖는 "표준" 등급;
- [0023] - 높은 중합도, 즉 1 중량% 미만의 잔류 모노머 함량을 갖고, 100 ppm 내지 800 ppm 초과 범위의 잔류 NaCl 함량을 갖는 "높은 중합도" 등급;
- [0024] - 100 ppm 미만의 잔류 NaCl 함량을 갖는 "낮은 잔류 염 함량" 등급을 가질 수 있다.
- [0025] 금속 비활성화제
- [0026] 금속 비활성화제는 제1 산화방지제와 상이하다.
- [0027] 금속 비활성화제는 질소 함유 방향족 헤테로사이클, 및 적어도 하나의 작용기(-NH-C(=O)-)를 포함하는 방향족 화합물로부터 선택될 수 있으며, 바람직하게는 적어도 하나의 작용기(-NH-C(=O)-)를 포함하는 방향족 화합물로부터 선택될 수 있다. 금속 비활성화제 중에 산소의 존재는 금속성 이온의 고정화 작용(immobilization)을 내구성 있게 가능하게 하기 위해 중요하다.
- [0028] 금속 비활성화제는 바람직하게는 간섭 아민과 상이하다. 즉, 금속 비활성화제는 바람직하게는 하나 이상의 테트라메틸피페리딘기를 포함하지 않는다.
- [0029] 질소 함유 방향족 헤테로사이클릭의 실시예는 중합된 2,2,4-트리메틸-1,2-디히드로퀴놀린(TMQ)과 같은 퀴놀린 유도체를 포함한다.
- [0030] TMQ는 상이한 등급을 가질 수 있으며, 즉:

- [0031] - 낮은 중합도, 즉 1 중량% 초과와 100 ppm 내지 800 ppm 초과 범위의 잔류 NaCl 함량(백만 중량부)을 갖는 "표준" 등급;
- [0032] - 높은 중합도, 즉 1 중량% 미만의 잔류 모노머 함량을 갖고, 100 ppm 내지 800 ppm 초과 범위의 잔류 NaCl 함량을 갖는 "높은 중합도" 등급;
- [0033] - 100 ppm 미만의 잔류 NaCl 함량을 갖는 "낮은 잔류 염 함량" 등급을 가질 수 있다.
- [0034] 적어도 하나의 작용기(-NH-C(=O)-)를 포함하는 방향족 화합물의 실시예는, 2개의 작용기(-NH-C(=O)-)를 포함하고, 바람직하게는 공유 결합으로 결합된 2개의 작용기(-NH-C(=O)-)를 포함하며, 보다 구체적으로 바람직하게는 2,2'-옥사미도비스-[에틸-3-[에틸-3-(3,5-디-tert-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트](Naugard XL-1), 2',3-비스[[3-[3,5-디-tert-부틸-4-히드록시페닐)프로피오닐]]프로피오노히드라이드 또는 1,2-비스(3,5-디-tert-부틸-4-히드록시히드로신나모일)히드라진(Irganox[®] 1024 또는 Irganox[®] MD 1024), 또는 옥살릴 비스(벤질리덴히드라지드)(OABH)와 같은, 2가기(-NH-C(=O)-C(=O)-NH- 또는 -C(=O)-NH-NH-C(=O)-)를 포함하는 것들이다.
- [0035] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 0.2 중량%, 바람직하게는 적어도 약 0.4 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 0.6 중량%의 금속 비활성화제를 포함할 수 있다.
- [0036] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 1.5 중량% 이하, 바람직하게는 약 1.0 중량% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 0.75 중량% 이하의 금속 비활성화제를 포함할 수 있다.
- [0037] 금속 비활성화제 및 제1 산화방지제의 조합물은 폴리프로필렌계 반도체 층의 우수한 열 안정성을 제공한다.
- [0038] 특히, 폴리머 조성물은 특히 층을 반도체로 만들기 위해 충분한 양으로, 적어도 하나의 전도성 충전제를 포함한다.
- [0039] 따라서, 적어도 하나의 제1 산화방지제 및 적어도 하나의 금속 비활성화제의 혼합물은 상기 반도체 층에 포함될 수 있는 상기 전도성 충전제(들)의 존재에도 불구하고, 폴리프로필렌계 반도체 층을 보호한다.
- [0040] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 6 중량%의 전도성 충전제, 바람직하게는 적어도 약 15 중량%의 전도성 충전제, 그리고 더욱 더 바람직하게는 적어도 약 25 중량%의 전도성 충전제를 포함할 수 있다.
- [0041] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 45 중량% 이하의 전도성 충전제를 포함할 수 있고, 바람직하게는 약 40 중량% 이하의 전도성 충전제를 포함할 수 있다.
- [0042] 전도성 충전제는 바람직하게는 전기 전도성 충전제이다.
- [0043] 전도성 충전제는 유리하게는 카본 블랙, 흑연, 및 이들의 혼합물 중 하나로부터 선택될 수 있다.
- [0044] 특히, 금속 비활성화제는 미량의 형태로 전도성 충전제에서 발견될 수 있을 뿐만 아니라, 본 발명의 케이블의 신장형 전기 전도성 요소 및/또는 금속 차폐물에서도 발견될 수 있는 금속 이온으로부터 반도체 층을 보호할 수 있게 한다.
- [0045] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료
- [0046] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P₁을 포함할 수 있고, 바람직하게는 프로필렌 코폴리머 P₁을 포함할 수 있다.
- [0047] 프로필렌 호모폴리머 P₁은 바람직하게는 약 1250 내지 1600 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0048] 프로필렌 호모폴리머 P₁은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 10 중량%, 그리고 바람직하게는 약 15 내지 30 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0049] 프로필렌 코폴리머 P₁의 실시예는 프로필렌 및 올레핀 코폴리머를 포함하며, 올레핀은 특히 프로필렌과 상이한 올레핀 α₁ 및 에틸렌으로부터 선택된다.
- [0050] 프로필렌-올레핀 코폴리머의 프로필렌과 상이한 에틸렌 또는 올레핀 α₁은 바람직하게는 프로필렌-올레핀 코폴리머의 총 몰 수를 기준으로, 약 15 몰% 이하를 나타내고, 보다 바람직하게는 약 10 몰% 이하를 나타낸다.

- [0051] 프로필렌과 상이한 올레핀 α_1 은 화학식 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{R}^1$ 을 가질 수 있으며, 여기서 R^1 은 2 내지 12개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기이고, 특히 1-부텐, 1-펜텐; 4-메틸-1-펜텐, 1-헥센, 1-옥텐, 1-데센, 1-도데센, 및 이들의 혼합물 중 하나의 올레핀 α_1 으로부터 선택된다.
- [0052] 프로필렌 코폴리머 P_1 으로서 프로필렌 및 에틸렌 코폴리머가 바람직하다.
- [0053] 프로필렌 코폴리머 P_1 은 랜덤 프로필렌 코폴리머 또는 이종상(heterophasic) 프로필렌 코폴리머일 수 있다.
- [0054] 본 발명에서, 랜덤 프로필렌 코폴리머 P_1 은 바람직하게는 약 600 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0055] 랜덤 프로필렌 코폴리머의 일 실시예는 제품명 Bormed[®] RB 845 M0로 Borealis에 의해 시판되는 것이다.
- [0056] 이종상 프로필렌 코폴리머는 프로필렌 유형의 열가소성 상, 및 에틸렌-올레핀 α_2 코폴리머 유형의 열가소성 엘라스토머 상을 포함할 수 있다.
- [0057] 이종상 코폴리머의 열가소성 엘라스토머 상의 올레핀 α_2 는 프로필렌일 수 있다.
- [0058] 이종상 코폴리머의 열가소성 엘라스토머 상은 이종상 코폴리머의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 20 중량%, 그리고 바람직하게는 적어도 약 45 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0059] 이종상 프로필렌 코폴리머는 바람직하게는 50 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 가지며, 특히 바람직하게는, 약 50 내지 550 MPa 범위, 그리고 특히 보다 바람직하게는 약 50 내지 250 MPa 범위의 탄성률; 또는 약 600 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0060] 이종상 코폴리머의 일 실시예는 제품명 Adflex[®] Q 200 F로 LyondellBasell에 의해 시판되는 이종상 코폴리머, 또는 제품명 EP[®] 2967로 LyondellBasell에 의해 시판되는 이종상 코폴리머이다.
- [0061] 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P_1 은 약 110°C 초과, 바람직하게는 약 130°C 초과, 특히 바람직하게는 약 140°C 이상, 그리고 특히 보다 바람직하게는 약 140 내지 170°C 범위의 용융 온도를 가질 수 있다.
- [0062] 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P_1 은 약 20 내지 100 J/g 범위의 용융 엔탈피를 가질 수 있다.
- [0063] 특히, 프로필렌 호모폴리머 P_1 은 약 80 내지 90 J/g 범위의 용융 엔탈피를 갖는다.
- [0064] 랜덤 프로필렌 코폴리머 P_1 은 약 40 내지 80 J/g 범위의 용융 엔탈피를 가질 수 있다.
- [0065] 이종상 프로필렌 코폴리머 P_1 은 약 20 내지 50 J/g 범위의 용융 엔탈피를 가질 수 있다.
- [0066] 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P_1 은 ASTM D1238-00에 따라 약 2.16 kg의 하중으로 약 230°C에서 측정되는, 0.5 내지 3 g/10분 범위의 용융 흐름 지수를 가질 수 있다.
- [0067] 랜덤 프로필렌 코폴리머 P_1 은 ASTM D1238-00에 따라 약 2.16 kg의 하중으로 약 230°C에서 측정되는, 1.2 내지 2.5 g/10분, 그리고 바람직하게는 1.5 내지 2.5 g/10분 범위의 용융 흐름 지수를 가질 수 있다.
- [0068] 이종상 프로필렌 코폴리머 P_1 은 ASTM D1238-00에 따라 약 2.16 kg의 하중으로 약 230°C에서 측정되는, 0.5 내지 1.5 g/10분, 그리고 바람직하게는 0.5 내지 1.4 g/10분 범위의 용융 흐름 지수를 가질 수 있다.
- [0069] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는, 여러 개의 상이한 프로필렌 호모폴리머 P_1 , 적어도 하나의 프로필렌 호모폴리머 P_1 및 적어도 하나의 프로필렌 코폴리머 P_1 , 또는 여러 개의 상이한 프로필렌 코폴리머 P_1 과 같은, 여러 개의 상이한 프로필렌 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0070] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 바람직하게는, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 50 중량%, 바람직하게는 약 55 내지 90 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 약 60 내지 90 중량%의 프로필렌 폴리머(들)를 포함한다.
- [0071] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료가 여러 개의 상이한 프로필렌 코폴리머 P_1 을 포함하는 경우, 이는 바람직

하계는 2개의 상이한 프로필렌 코폴리머 P₁을 포함하며, 상기 프로필렌 코폴리머 P₁은 위에서 정의된 바와 같다.

- [0072] 특히, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는, (제1 프로필렌 코폴리머 P₁으로서) 랜덤 프로필렌 코폴리머 및 (제2 프로필렌 코폴리머 P₁으로서) 이중상 프로필렌 코폴리머, 또는 2개의 상이한 이중상 프로필렌 코폴리머를 포함할 수 있다.
- [0073] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료가 랜덤 프로필렌 코폴리머 및 이중상 프로필렌 코폴리머를 포함하는 경우, 상기 이중상 프로필렌 코폴리머는 바람직하게는 약 600 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0074] 본 발명의 일 실시형태에 따라, 2개의 이중상 프로필렌 코폴리머는 상이한 탄성률을 갖는다. 바람직하게는, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는, 약 50 내지 550 MPa 범위, 그리고 특히 바람직하게는 약 50 내지 250 MPa 범위의 탄성률을 갖는 제1 이중상 프로필렌 코폴리머; 및 약 600 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 갖는 제2 이중상 프로필렌 코폴리머를 포함한다.
- [0075] 유리하게는, 제1 및 제2 이중상 프로필렌 코폴리머는 본 발명에서 정의된 바와 같은 용융 흐름 지수를 갖는다.
- [0076] 프로필렌 코폴리머들 P₁의 이러한 조합물은 반도체 층의 기계적 특성을 유리하게 개선할 수 있다. 특히, 조합물은 특히 파단 연신율 및 가요성 측면에서, 반도체 층의 최적화된 기계적 특성을 달성할 수 있게 하거나/달성할 수 있게 하고; 보다 균일한 반도체 층을 형성할 수 있게 하며, 특히 상기 반도체 층의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료에서 유전성 액체의 분산을 촉진시킬 수 있게 한다.
- [0077] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 프로필렌 코폴리머 P₁ 또는 프로필렌 코폴리머들 P₁은 이들이 여러 개가 존재하는 경우, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 50 중량%, 바람직하게는 약 55 내지 90 중량%, 그리고 보다 바람직하게는 약 60 내지 90 중량%를 나타낸다.
- [0078] 랜덤 프로필렌 코폴리머 P₁은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 20 중량%, 그리고 바람직하게는 약 30 내지 70 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0079] 이중상 프로필렌 코폴리머 P₁, 또는 이중상 프로필렌 코폴리머들 P₁은 이들이 여러 개가 존재하는 경우, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 5 내지 95 중량%, 바람직하게는 약 50 내지 90 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 약 60 내지 80 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0080] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P₂를 더 포함할 수 있으며, 올레핀은 특히 화학식 CH₂=CH-R²를 갖는 올레핀 α₃ 및 에틸렌으로부터 선택되고, 여기서 R²는 1 내지 12개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기이다.
- [0081] 올레핀 P₂의 상기 호모폴리머 또는 코폴리머는 바람직하게는 상기 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P₁과 상이하다.
- [0082] 올레핀 α₃는 바람직하게는, 프로필렌, 1-부텐, 이소부틸렌, 1-펜텐, 4-메틸-1-펜텐, 1-헥센, 1-옥텐, 1-데센, 1-도데센, 및 이들의 혼합물 중 하나의 올레핀으로부터 선택된다.
- [0083] 프로필렌, 1-헥센 또는 1-옥텐 유형의 올레핀 α₃가 특히 바람직하다.
- [0084] 본 발명의 유리한 실시형태에 따라, R²는 2 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기이다.
- [0085] 폴리머 P₁ 및 P₂의 조합물은 특히 탄성률 측면에서 우수한 기계적 특성, 및 우수한 전기적 특성을 갖는 열가소성 폴리머 재료를 획득할 수 있게 한다.
- [0086] 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P₂는 바람직하게는 에틸렌 폴리머이다.
- [0087] 에틸렌 폴리머는 특히 ISO 1183A에 따라(23℃의 온도에서), 에틸렌 또는 저밀도 폴리에틸렌 폴리머, 중밀도 폴리에틸렌, 또는 고밀도 폴리에틸렌, 그리고 바람직하게는 선형 저밀도 폴리에틸렌일 수 있다.
- [0088] 본 발명에서, "저밀도"란 용어는 약 0.91 내지 0.925 범위의 밀도를 가짐을 의미하며, 상기 밀도는 ISO 1183A에 따라(23℃의 온도에서) 측정된다.

- [0089] 본 발명에서, "중밀도"란 용어는 약 0.926 내지 0.940 범위의 밀도를 가짐을 의미하며, 상기 밀도는 ISO 1183A에 따라(23℃의 온도에서) 측정된다.
- [0090] 본 발명에서, "고밀도"란 용어는 0.941 내지 0.965 범위의 밀도를 가짐을 의미하며, 상기 밀도는 ISO 1183A에 따라(23℃의 온도에서) 측정된다.
- [0091] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P₂는 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 5 내지 50 중량%, 그리고 보다 바람직하게는 약 10 내지 40 중량%를 나타낸다.
- [0092] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는, 랜덤 프로필렌 코폴리머 및 이중상 프로필렌 코폴리머, 또는 2개의 상이한 이중상 프로필렌 코폴리머와 같은, 2개의 프로필렌 코폴리머 P₁; 및 에틸렌 폴리머와 같은 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P₂를 포함한다. 프로필렌 코폴리머 P₁, 및 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P₂의 이러한 조합물은 우수한 열 전도율을 보장하면서, 반도체 층의 기계적 특성을 추가로 개선한다.
- [0093] 바람직하게는, 열가소성 폴리머 재료는 적어도 90℃, 보다 바람직하게는 적어도 110℃, 그리고 더욱 더 바람직하게는 적어도 130℃의 비카(Vicat) 온도를 갖는 적어도 하나의 프로필렌 폴리머를 포함한다. 이러한 비카 온도를 갖는 프로필렌 폴리머는 바람직하게는 열가소성 폴리머 재료의 주 폴리머이다.
- [0094] 바람직한 실시형태에 따라, 이러한 비카 온도를 갖는 프로필렌 폴리머는 본 발명에서 정의된 바와 같은 프로필렌의 랜덤 코폴리머이다.
- [0095] 본 발명에서, 비카 온도, 또는 달리 말하면 비카 연화점(비카 연화 온도로도 알려짐)은 표준 ISO 306 방법 A(2013)에 따라 용이하게 결정될 수 있다.
- [0096] 본 발명의 케이블의 반도체 층의 폴리머 조성물의 열가소성 폴리머 재료는 바람직하게는 이중상이다(즉, 여러 개의 상을 포함한다). 여러 개의 상의 존재는 일반적으로, 상이한 프로필렌 폴리머들의 혼합물, 또는 프로필렌 폴리머와 에틸렌 폴리머의 혼합물과 같은, 2개의 상이한 폴리올레핀의 혼합물로부터 비롯된다.
- [0097] 본 발명에서 정의된 바와 같은 열가소성 폴리머 재료는 본 발명의 폴리머 조성물의 폴리머 재료를 나타낸다.
- [0098] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 바람직하게는, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 10 중량% 미만의 양의 극성 폴리머(들)를 포함하고; 보다 바람직하게는 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 5 중량% 미만의 양의 극성 폴리머(들)를 포함하며; 더욱 더 바람직하게는 극성 폴리머(들)를 포함하지 않는다.
- [0099] 본 발명에서, "극성"이라는 표현은 이러한 유형의 폴리머가 예를 들어, 아세테이트, 아크릴레이트, 히드록실, 니트릴, 카르복실, 카르보닐, 에테르, 에스테르 기, 또는 종래기술에 잘 알려진 극성 특성의 임의의 다른 기와 같은, 극성 작용기를 포함함을 의미한다. 예를 들어, 극성 폴리머는, 에틸렌 및 비닐 아세테이트(EVA)의 코폴리머 유형의 에틸렌 코폴리머, 에틸렌 및 부틸 아크릴레이트(EBA)의 코폴리머, 에틸렌 및 에틸 아크릴레이트(EEA)의 코폴리머, 에틸렌 및 메틸 아크릴레이트(EMA)의 코폴리머, 또는 에틸렌 및 아크릴산(EAA)의 코폴리머로부터 선택된 폴리머일 수 있다.
- [0100] 유전성 액체
- [0101] 또한, 본 발명의 폴리머 조성물은 특히, 열가소성 폴리머 재료와 밀접하게 결합된 혼합물을 형성하는 유전성 액체를 포함할 수 있다. 유전성 액체의 존재는 폴리머 조성물로부터 수득된 층의 보다 우수한 유전성 특성(즉, 보다 우수한 전기 절연), 그리고 특히 보다 우수한 유전성 강도를 달성할 수 있게 한다. 이는 또한 상기 층의 기계적 특성 및/또는 내노화성을 개선할 수 있도록 할 수 있다.
- [0102] 유전성 액체의 실시예는, 미네랄 오일(예를 들어, 나프텐계 오일, 파라핀계 오일 또는 방향족 오일), 식물성 오일(예를 들어, 대두유, 아마인유, 유채씨유, 옥수수유 또는 피마자유), 또는 방향족 탄화수소(알킬벤젠, 알킬나프탈렌, 알킬비페닐, 알킬디아릴 에틸렌 등), 실리콘 오일, 에테르-옥사이드, 유기 에스테르 또는 지방족 탄화수소와 같은 합성 오일을 포함한다.
- [0103] 특정 실시형태에 따라, 유전성 액체는 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 1 중량% 내지 20 중량%, 바람직하게는 약 2 내지 15 중량%, 그리고 보다 바람직하게는 약 3 내지 12 중량%를 나타낸다.
- [0104] 유전성 액체는 벤조페논, 아세토펜, 또는 이들의 유도체 중 하나의 유형의 적어도 하나의 극성 화합물 및 미

네랄 오일을 포함할 수 있다.

- [0105] 이러한 실시형태에서, 유전성 액체는 유전성 액체의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 70 중량%의 미네랄 오일, 바람직하게는 적어도 약 80 중량%의 미네랄 오일, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 90 중량%의 미네랄 오일을 포함할 수 있다.
- [0106] 미네랄 오일은 대체로 약 20 내지 25℃에서 액체이다.
- [0107] 미네랄 오일은 나프텐계 오일 및 파라핀계 오일로부터 선택될 수 있다.
- [0108] 미네랄 오일은 석유 원유의 정제로부터 수득된다.
- [0109] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 미네랄 오일은 약 45 내지 65 원자% 범위의 파라핀계 탄소(Cp) 함량, 약 35 내지 55 원자% 범위의 나프텐계 탄소(Cn) 함량, 및 약 0.5 내지 10 원자% 범위의 방향족 탄소(Ca) 함량을 포함한다.
- [0110] 특정 실시형태에서, 벤조페논, 아세토페논 또는 이들의 유도체 중 하나의 유형의 극성 화합물은 유전성 액체의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 2.5 중량%, 바람직하게는 적어도 약 3.5 중량%, 그리고 더욱 더 바람직하게는 적어도 약 4 중량%를 나타낸다.
- [0111] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 벤조페논, 아세토페논 또는 이들의 유도체 중 하나의 유형의 극성 화합물은 벤조페논, 디벤조수베론(dibenzosuberone), 플루오렌 및 안트론으로부터 선택된다. 벤조페논이 특히 바람직하다.
- [0112] 제2 산화방지제
- [0113] 또한, 폴리머 조성물은 제1 산화방지제와 상이한 제2 산화방지제를 포함할 수 있다.
- [0114] 제2 산화방지제는 황 산화방지제 및 인 산화방지제로부터 선택될 수 있다.
- [0115] 황 산화방지제의 실시에는, 디도데실-3,3'-티오디프로피오네이트(Irganox[®] PS800), 디스테아릴 티오디프로피오네이트 또는 디옥타데실-3,3'-티오디프로피오네이트(Irganox[®] PS802), 비스[2-메틸-4-(3-n-알킬(C₁₂ 또는 C₁₄) 티오프로피오닐옥시)-5-*tert*-부틸페닐]설파이드, 티오비스-[2-*tert*-부틸-5-메틸-4,1-페닐렌] 비스 [3-(도데실티오)프로피오네이트], 또는 4,6-비스(옥틸티오메틸)-o-크레졸(Irganox[®] 1520 또는 Irgastab[®] KV10)과 같은, 티오에테르를 포함한다.
- [0116] 인 산화방지제의 실시에는, 트리스(2,4-디-*tert*-부틸-페닐)포스파이트(Irgafos[®] 168) 또는 비스(2,4-디-*tert*-부틸페닐)펜타에리트리톨 디포스파이트(Ultrinox[®] 626)와 같은, 포스파이트 또는 포스포네이트를 포함한다.
- [0117] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 0.2 중량%, 바람직하게는 적어도 약 0.3 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 0.5 중량%의 제2 산화방지제를 포함할 수 있다.
- [0118] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 2.0 중량% 이하, 바람직하게는 약 1.5 중량% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 1.0 중량% 이하의 제2 산화방지제를 포함할 수 있다.
- [0119] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 제1 산화방지제, 제2 산화방지제 및 금속 비활성화제는 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 0.6 중량%, 바람직하게는 적어도 약 0.9 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 1.2 중량%를 나타낸다.
- [0120] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 제1 산화방지제, 제2 산화방지제 및 금속 비활성화제는 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 2.5 중량% 이하, 바람직하게는 약 2.0 중량% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 1.5 중량% 이하를 나타낸다.
- [0121] 첨가제
- [0122] 또한, 열가소성 폴리머 재료는 하나 이상의 첨가제를 포함할 수 있다.
- [0123] 첨가제는 당업자에게 잘 알려져 있으며, 윤활제, 상용화제, 또는 커플링제, UV-방지제, 물 트리를 환원시키기

위한 화합물, 안료, 및 이들의 혼합물 중 하나와 같은, 구현-증강제로부터 선택될 수 있다.

- [0124] 열가소성 폴리머 재료는 전형적으로, 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 0.01 내지 5 중량%, 그리고 바람직하게는 약 0.1 내지 2 중량%의 첨가제를 포함할 수 있다.
- [0125] 본 발명의 반도체 층의 폴리머 조성물은 열가소성 폴리머 조성물이다. 따라서, 이는 경화성이 아니다.
- [0126] 특히, 폴리머 조성물은 가교를 가능하게 하는, 가교제, 실란 커플링제, 과산화물 및/또는 첨가제를 포함하지 않는다. 실제로, 그러한 작용제는 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 열화시킨다.
- [0127] 폴리머 조성물은 바람직하게는 재생 가능하다.
- [0128] 또한, 조성물은 초크, 카올린 또는 활석과 같은 불활성 무기 충전제; 및/또는 폴리머 조성물의 내화 성능을 개선하도록 의도된 무할로겐 미네랄 충전제를 포함할 수 있다.
- [0129] 불활성 무기 충전제 및/또는 무할로겐 미네랄 충전제는 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 30 중량% 이하, 바람직하게는 약 20 중량% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 10 중량% 이하, 그리고 특히 보다 바람직하게는 약 5 중량% 이하를 나타낼 수 있다.
- [0130] 소위 무할로겐 난연제(HFFR) 전기 케이블을 보장하기 위해, 본 발명의 케이블은 할로겐화 화합물을 우선적으로 포함하지 않는다. 이러한 할로겐화 화합물은 폴리비닐 클로라이드(PVC), 할로겐화 가소제, 할로겐화 미네랄 충전제 등과 같은 플루오르화 폴리머 또는 염소화 폴리머와 같은 임의의 종류일 수 있다.
- [0131] 폴리머 조성물은, 본 발명에서 정의된 바와 같은 적어도 하나의 제1 산화방지제, 본 발명에서 정의된 바와 같은 금속 비활성화제, 선택적으로 본 발명에서 정의된 바와 같은 제2 산화방지제, 선택적으로 유전성 액체, 및 선택적으로 본 발명에서 정의된 바와 같은 하나 이상의 첨가제와 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 혼합함으로써 제조될 수 있다.
- [0132] 반도체 층 및 케이블
- [0133] 본 발명의 케이블의 반도체 층은 비-가교 층, 또는 달리 말하면 열가소성 층이다.
- [0134] 본 발명에서, "비-가교 층" 또는 "열가소성 층"이란 용어는 ASTM D2765-01(자일렌 추출)에 따른 겔 비율이 약 30% 이하, 바람직하게는 약 20% 이하, 특히 바람직하게는 약 10% 이하, 특히 보다 바람직하게는 약 5% 이하, 그리고 특히 더욱 더 바람직하게는 0%인 층을 의미한다.
- [0135] 본 발명의 일 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 반도체 층은 적어도 약 12.5 MPa, 바람직하게는 적어도 약 15 MPa, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 20 MPa의 온도 노화 전 인장 강도를 갖는다.
- [0136] 본 발명의 일 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 반도체 층은 적어도 약 12.5 MPa, 바람직하게는 적어도 약 15 MPa, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 20 MPa의 온도 노화 후 인장 강도를 갖는다.
- [0137] 인장 강도는 H2 덤벨(dumbbell) 샘플 인장 테스트에 의해, 특히 25 mm/분의 인장 속도로 측정된다.
- [0138] 본 발명의 일 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 반도체 층은 적어도 약 150%, 바람직하게는 적어도 약 250%, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 350%의 온도 노화 전 파단 연신율을 갖는다.
- [0139] 본 발명에서, 온도 노화는 바람직하게는 예를 들어, 240시간 동안 적어도 135°C의 온도에서 수행된다.
- [0140] 본 발명의 일 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 반도체 층은 적어도 약 150%, 바람직하게는 적어도 약 250%, 그리고 특히 바람직하게는 적어도 약 350%의 온도 노화 후 파단 연신율을 갖는다.
- [0141] 파단 연신율은 H2 덤벨 샘플 인장 테스트에 의해, 특히 25 mm/분의 인장 속도로 측정된다.
- [0142] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 반도체 층은 약 40% 이하, 바람직하게는 약 30% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 25% 이하의 온도 노화 후 인장 강도 감소를 나타낸다.
- [0143] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 반도체 층은 약 50% 이하, 바람직하게는 약 40% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 30% 이하의 온도 노화 후 파단 연신율 감소를 나타낸다.
- [0144] 본 발명의 케이블의 반도체 층은 바람직하게는 재생 가능 층이다.
- [0145] 본 발명의 반도체 층은 특히 당업자에게 잘 알려진 공정에 의한 압출된 층일 수 있다.

- [0146] 반도체 층은 고려되는 케이블의 유형에 따라 가변 두께를 갖는다. 특히, 본 발명에 따른 케이블이 중압 케이블인 경우, 반도체 층의 두께는 전형적으로 약 0.3 내지 1.5 mm이며, 보다 구체적으로는 약 0.5 mm이다. 본 발명에 따른 케이블이 고압 케이블인 경우, 반도체 층의 두께는 전형적으로 (약 150 kV의 전압의 경우) 1.0 내지 4 mm로 가변하고, 150 kV 초과인 경우(초고압 케이블) 최대 약 3 내지 5 mm의 두께로 가변한다. 전술한 두께는 신장형 전기 전도성 요소의 크기에 따라 좌우된다.
- [0147] 본 발명에서, "반도체 층"은 (직류로 25°C에서 측정된) 전기 전도율이 정확히 $1 \cdot 10^{-8}$ S/m(미터당 지멘스) 초과일 수 있고, 바람직하게는 적어도 $1 \cdot 10^{-3}$ S/m일 수 있으며, 바람직하게는 $1 \cdot 10^3$ S/m 미만일 수 있는 층을 의미한다.
- [0148] 본 발명의 반도체 층은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 적어도 하나의 제1 산화방지제, 적어도 하나의 금속 비활성화제, 선택적으로 제2 산화방지제, 선택적으로 하나 이상의 첨가제, 및 선택적으로 적어도 하나의 전도성 충전제를 포함할 수 있으며, 전술한 성분들은 본 발명에서 정의된 바와 같다.
- [0149] 반도체 층의 상이한 성분의 비율은 폴리머 조성물의 동일한 성분에 대해 본 발명에서 설명된 것과 동일할 수 있다.
- [0150] 신장형 전기 전도성 요소는 금속 와이어와 같은 단선 전도체, 또는 복수의 선택적인 금속 연선과 같은 다선 전도체일 수 있다.
- [0151] 신장형 전기 전도성 요소는 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리, 구리 합금, 또는 이들의 조합물 중 하나로 제조될 수 있다.
- [0152] 케이블은 또한 전기 절연층을 포함할 수 있다.
- [0153] 본 발명에서, "전기 절연층"은 (직류로 25°C에서 측정되는) 전기 전도율이 $1 \cdot 10^{-8}$ S/m(미터당 지멘스)를 초과할 수 없고, 바람직하게는 $1 \cdot 10^{-10}$ S/m(미터당 지멘스) 이하일 수 있는 층을 의미한다.
- [0154] 전기 절연층은 보다 구체적으로는, 반도체 층보다 더 낮은 전기 전도율을 갖는다. 보다 구체적으로, 반도체 층의 전기 전도율은 전기 절연층의 전기 전도율보다 적어도 10배 더 높을 수 있으며, 바람직하게는 전기 절연층의 전기 전도율보다 적어도 100배 더 높을 수 있고, 특히 바람직하게는 전기 절연층의 전기 전도율보다 적어도 1000배 더 높을 수 있다.
- [0155] 본 발명의 전기 절연층은 신장형 전기 전도성 요소를 둘러쌀 수 있다.
- [0156] 반도체 층은 전기 절연층을 둘러쌀 수 있다. 이 경우, 반도체 층은 외부 반도체 층일 수 있다.
- [0157] 전기 절연층은 반도체 층을 둘러쌀 수 있다. 이 경우, 반도체 층은 내부 반도체 층일 수 있다.
- [0158] 전기 절연층은 바람직하게는 열가소성 폴리머 재료로 제조되며, 특히 바람직하게는 본 발명에서 정의된 바와 같은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 포함하는 폴리머 조성물로부터 취득된다.
- [0159] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 전기 케이블은 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 다수의 반도체 층을 포함하며, 반도체 층 중 적어도 하나는 본 발명에서 정의된 바와 같다(또는 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 조성물로부터 취득된다).
- [0160] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 케이블은,
 - [0161] - 특히 케이블의 중앙에 위치한 적어도 하나의 신장형 전기 전도성 요소;
 - [0162] - 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 제1 반도체 층;
 - [0163] - 제1 반도체 층을 둘러싸는 전기 절연층; 및
 - [0164] - 전기 절연층을 둘러싸는 제2 반도체 층을 포함하며,
- [0165] 반도체 층 중 적어도 하나, 그리고 바람직하게는 반도체 층 모두는 본 발명에서 정의된 바와 같다(또는 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 조성물로부터 취득된다).
- [0166] 전기 절연층은 본 발명에서 정의된 바와 같을 수 있다.

- [0167] 특정 실시형태에서, 제1 반도체 층, 전기 절연층 및 제2 반도체 층은 삼층 절연부를 이룬다. 즉, 전기 절연층은 제1 반도체 층과 직접 물리적 접촉되고, 제2 반도체 층은 전기 절연층과 직접 물리적 접촉된다.
- [0168] 또한, 케이블은 제2 반도체 층을 둘러싸는 외부 보호용 외장을 포함할 수 있고, 이와 직접 물리적으로 접촉될 수 있다.
- [0169] 외부 보호용 외장은 전기 절연성 외장일 수 있다.
- [0170] 또한, 전기 케이블은 제2 반도체 층을 둘러싸는 전기(예를 들어, 금속) 차폐물을 포함할 수 있다. 이 경우, 전기 절연성 외장은 상기 전기 차폐물을 둘러싸고, 전기 차폐물은 전기 절연성 외장과 제2 반도체 층 사이에 있다.
- [0171] 이러한 금속 차폐물은, 제2 반도체 층의 둘레에서 그리고 제2 반도체 층을 따라 배치된 구리 또는 알루미늄 전도체 세트에 구성된 "와이어" 차폐물; 선택적으로 제2 반도체 층의 둘레에 나선으로 놓이는 구리 또는 알루미늄으로 제조된 하나 이상의 전도성 금속 스트립으로 구성된 "밴드형(banded)" 차폐물; 또는 제2 반도체 층의 둘레에 중방향으로 놓이는 알루미늄으로 제조된 전도성 금속 스트립으로서, 상기 스트립의 일부의 중첩 영역에서 접촉제로 밀봉되는, 전도성 금속 스트립; 또는 선택적으로 납 또는 납 합금으로 제조되고, 제2 반도체 층을 둘러싸는 금속 튜브형의 "밀봉형" 차폐물일 수 있다. 마지막 유형의 이러한 차폐물은 반경 방향으로 전기 케이블을 관통하는 경향이 있는 습기로부터 보호하기 위해 사용된다.
- [0172] 본 발명의 전기 케이블의 금속 차폐물은 "와이어" 차폐물 및 "밀봉형" 차폐물, 또는 "와이어" 차폐물 및 "밴드형" 차폐물을 포함할 수 있다.
- [0173] 모든 유형의 금속 차폐물은 전력 케이블을 위한 접지 장치로서 작용할 수 있으므로, 예를 들어 관련 망에서 단락의 발생 시에, 고장 전류를 전달할 수 있다.
- [0174] 습기의 존재 시에 팽창하는 층과 같은 다른 층이 제2 반도체 층과 금속 차폐물 사이에 추가될 수 있으며, 이러한 층은 전기 케이블의 중방향 수밀성을 보장한다.
- [0175] 본 발명의 케이블은 보다 구체적으로는 직류(DC) 또는 교류(AC)로 작동하는 전기 케이블 분야에 관한 것이다.
- [0176] 본 발명의 제1 대상에 따른 전기 케이블은, 신장형 전기 전도성 요소의 둘레에 본 발명의 제1 대상에서 정의된 바와 같은 폴리머 조성물을 압출하여, 상기 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 (압출된) 반도체 층을 수득하는 적어도 하나의 단계 1)을 포함하는 방법에 의해 달성될 수 있다.
- [0177] 단계 1)은 예를 들어 압출기를 사용하여, 당업자에게 잘 알려진 기술에 의해 수행될 수 있다.
- [0178] 단계 1)에서, 압출기 출구에서의 조성물은 "비-가교된" 것으로 지칭되며, 따라서 압출기 내의 온도 및 구현 시간은 이에 따라 최적화된다.
- [0179] 따라서, 압출기 출구에서, 압출된 층이 상기 전기 전도성 요소의 둘레에서 수득되어, 선택적으로 상기 신장형 전기 전도성 요소와 직접 물리적으로 접촉된다.
- [0180] 방법은 바람직하게는 단계 1)에서 수득된 층을 가교시키는 단계를 포함하지 않는다.
- [0181] 본 발명의 전기 케이블의 전기 절연층 및/또는 반도체 층(들)은 연속 압출에 의해 또는 공유-압출에 의해 수득될 수 있다.
- [0182] 적어도 하나의 신장형 전기 전도성 요소의 둘레에서 각각의 이러한 층의 압출 전에, 각각의 이러한 층의 형성을 위해 필요한 모든 성분은 계량될 수 있고, BUSS 공유-연사기(co-kneader) 유형 이축 압출기의 연속 혼합기, 또는 특히 충전된 폴리머 혼합물에 적합한 다른 유형의 혼합기에서 혼합될 수 있다. 그 다음, 혼합물이 막대 형태로 압출될 수 있고, 이어서 냉각 및 건조되어 과립체를 형성할 수 있거나, 또는 당업자에게 잘 알려진 기술을 사용하여, 혼합물이 바로 과립체 형태로 될 수 있다. 그 다음, 이러한 과립체가 단축 압출기 내로 도입되어, 신장형 전기 전도성 요소의 둘레에 조성물을 압출 및 증착시킴으로써 해당 층을 형성할 수 있다.
- [0183] 상이한 조성물들이 교대로 압출되어 신장형 전기 전도성 요소를 연속적으로 둘러쌀 수 있으므로, 본 발명의 전기 케이블의 상이한 층들을 형성할 수 있다.
- [0184] 대안적으로, 이들은 단일 압출기 헤드를 사용하는 공유-압출에 의해 동시에 압출될 수 있으며, 공유-압출은 당업자에게 잘 알려진 공정이다.

[0185] 과립제 형성 단계에서든 또는 케이블 압출 단계에서든, 작동 조건은 당업자에게 잘 알려져 있다. 특히, 혼합 또는 압출 장치 내의 온도는 구현될 조성물에 사용되는 폴리머 중에서 최고 용융 온도를 갖는 폴리머 또는 대부분의 폴리머의 용융 온도보다 더 높을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0186] 도 1은 본 발명에 따른 바람직한 실시형태에 따라 전기 케이블의 개략도를 도시한다. 명확성을 이유로, 본 발명을 이해하기 위해 필수적인 요소만이 개략적으로 도시되었으며, 이것은 일정한 비율로 도시되지 않는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0187] 도 1에 도시된 본 발명의 제1 대상에 따른 중압 또는 고압 전기 케이블(1)은 특히 구리 또는 알루미늄의 중앙 신장형 전기 전도성 요소(2)를 포함한다. 전기 케이블(1)은 이러한 중앙 신장형 전기 전도성 요소(2)의 둘레에 연속적으로 그리고 동축으로 배치된 다수의 층으로서, 즉 "내부 반도체 층"으로 알려진 제1 반도체 층(3), 전기 절연층(4), "외부 반도체 층"으로 알려진 제2 반도체 층(5), 접지 및/또는 보호를 위한 금속 차폐물(6), 및 외부 보호용 외장(7)을 더 포함한다.

[0188] 전기 절연층(4)은 압출된 열가소성(즉, 비-가교) 층이다.

[0189] 반도체 층(3 및 5)은 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 조성물로부터 수득된 열가소성(즉, 비-가교) 압출된 층이다.

[0190] 금속 차폐물(6) 및 외부 보호용 외장(7)의 존재는 바람직하지만, 필수적인 것은 아니며, 이러한 케이블 구조물 그 자체는 당업자에게 잘 알려져 있다.

실시예

1. 폴리머 조성물

[0193] 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 적어도 하나의 제1 산화방지제, 및 적어도 하나의 금속 비활성화제를 포함하는 본 발명에 따른 조성물(I1 및 I2)은 비교 조성물(C1, C2 및 C3)과 비교되었으며, 조성물(C1)은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 포함하지만, 제1 산화방지제 및 금속 비활성화제를 포함하지 않는 조성물에 해당하고, 조성물(C2 및 C3)은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 금속 비활성화제 또는 제 1 산화방지제를 포함한다.

[0194] 아래의 표 1은 전술한 폴리머 조성물을 열거하며, 화합물의 양은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로 중량 백분율로 표현된다.

표 1

폴리머 조성물	C1 (*)	C2 (*)	C3 (*)	I1	I2
랜덤 프로필렌 코폴리머	51.61	51.06	51.06	51.06	50.79
이종상 프로필렌 코폴리머	10.75	10.64	10.64	10.64	10.58
선형 저밀도 폴리에틸렌	10.75	10.64	10.64	10.64	10.58
전도성 충전제	26.89	26.60	26.60	26.60	26.46
금속 비활성화제	0.00	0.00	1.06	0.35	0.53
제1 산화방지제	0.00	0.00	0.00	0.71	0.53
제2 산화방지제	0.00	1.06	0.00	0.00	0.53

[0195]

- [0196] (*) 본 발명의 일부를 형성하지 않는 비교 조성물
- [0197] 표 1의 화합물의 출처는 다음과 같다:
- [0198] - 제품명 Bormed RB 845 MO로 Borealis에 의해 시판되는 랜덤 프로필렌 코폴리머;
- [0199] - 제품명 Adflex[®] Q 200F로 LyondellBasell Industries에 의해 시판되는 이중상 프로필렌 코폴리머;
- [0200] - 제품명 LLDPE 1002 YB로 ExxonMobil Chemicals에 의해 시판되는 선형 저밀도 폴리에틸렌;
- [0201] - 전도성 충전제: 제품명 Vulcan XC-500으로 Cabot에 의해 시판되는 카본 블랙;
- [0202] - 금속 비활성화제: BASF에 의해 시판되는 1,2-비스(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시히드로신나모일) 히드라진 (Irganox[®] 1024 또는 Irganox[®] MD 1024);
- [0203] - 제1 산화방지제: BASF에 의해 시판되는 펜타에리트리톨 테트라키스(3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로 피오네이트)(Irganox[®] 1010); 및
- [0204] - 제2 산화방지제: 조성물(C2)의 경우, 제품명 Naugard Super Q로 Addivant에 의해 시판되는 중합된 2,2,4-트리메틸-1,2-디히드로퀴놀린(TMQ); 및 조성물(I1 및 I2)의 경우, BASF에 의해 시판되는 트리스(2,4-디-*tert*-부틸-페닐)포스파이트(Irgafos[®] 168).
- [0205] 2. 비-가교 층 및 케이블의 제조
- [0206] 표 1에서 열거된 조성물은 다음과 같이 구현된다.
- [0207] 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 형성하기 위한 폴리머 성분은 연속 혼합기의 중량 감속식 공급장치(loss-in-weight feeder)에 의해 전술한 각각의 조성물에 대해 계량된다. 폴리머 성분이 용융된 다음, 전도성 충전제가 용융된 폴리머 성분의 혼합물에 첨가된다. 연속 혼합기는 단축 진동식 회전 공유-연사기("BUSS") 유형의 이축 압출기, 또는 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료 내에서 전도성 충전제의 우수한 분산 및 분포를 가능하게 하는 임의의 다른 혼합기일 수 있다.
- [0208] 그 다음, 용융된 형태의 결과적인 혼합물이 막대로 압출되어, 예를 들어 냉수를 수용하는 신장형 탱크에서 냉각된다. 막대는 일단 냉각되면 과립제로 변형된다.
- [0209] 그 다음, 각각의 조성물(C2, C3, I1 및 I2)에 대해, 이들을 계량하기 위한 중량 감속식 공급장치; 및 제1 산화방지제, 제2 산화방지제, 및/또는 금속 비활성화제를 계량하기 위한 초정밀 중량 감속식 공급장치를 구비한 단축 압출기 내로 앞서 수득된 과립제가 도입된다. 다양한 성분이 용융된 다음, 용융된 형태의 결과적인 혼합물이 막대로 압출되어 냉각된다. 막대는 일단 냉각되면 과립제로 변형된다.
- [0210] 그 다음, 각각의 조성물(C1, C2, C3, I1 및 I2)을 위한 이러한 과립제는 적합한 주형 및 가열 유압식 프레스를 사용하여 압축 성형된 플레이트로 변형될 수 있거나, 단축 압출기를 사용하여, 전형적으로 약 1 mm의 두께 및 약 15 mm의 폭을 갖는 스트립으로 변형될 수 있다. 냉각되면, 이러한 스트립을 사용하여 편치로 H2 덤벨 샘플을 절단할 수 있다. 그 다음, 종래기술에서 잘 알려진 트랙션 머신(traction machine)을 사용하여, 이들의 초기 상태에서, 또는 예를 들어 오븐에서 공기 중의 열 노화 후에, 전술한 바와 같은 조성물의 기계적 특성을 테스트하기 위해 덤벨 샘플이 사용된다. 각각의 결과는 테스트된 H2 샘플로부터의 적어도 5개의 개별 결과들 각각의 평균값을 나타낸다. 기계적 테스트 동안의 인장 속도는 25 mm/분이다.
- [0211] 선택된 열 노화 조건은 다음과 같다: 약 240시간(10일)의 지속 시간, 및 약 135°C의 등온 및 항온.
- [0212] 인장 강도(TS) 및 파단 연신율(EB) 테스트는 Instron에 의해 제품번호 3345로 시판되는 장치를 사용하여, NF EN 60811-1-1에 따라 재료에 대해 수행되었다.
- [0213] 각각의 이러한 테스트의 결과는 아래의 표 2(기계적 특성)에서 리포트된다:

표 2

특성	C1 (*)	C2 (*)	C3 (*)	I1	I2
TS (MPa)	21.7	21.4	22.0	22.0	20.1
EB (%)	421	449.5	435.6	417.4	411.5
노화 후 TS (MPa)	6.4	15.8	18.3	16.9	14.7
노화 후 EB (%)	6.7	160.3	126.1	287.5	277.6

[0214]

[0215] (°) 본 발명의 일부를 형성하지 않는 비교 조성물

[0216] 이러한 모든 결과는 폴리프로필렌계 반도체 층 중의 제1 산화방지제 및 금속 비활성화제의 존재가 온도 내노화성을 개선한다는 것을 보여준다. 제1 산화방지제 및 금속 비활성화제의 이러한 조합물이 없는 경우, 열 노화 동안에 인장 강도 및 파단 연신율이 감소한다.

도면

도면1

