



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0078400  
(43) 공개일자 2020년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01B 7/282 (2006.01) C08K 5/06 (2006.01)  
C08L 23/14 (2006.01) C08L 23/26 (2006.01)  
C08L 33/06 (2006.01) H01B 3/44 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01B 7/2825 (2013.01)  
C08K 5/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0172308
- (22) 출원일자 2019년12월20일  
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장  
18 73876 2018년12월21일 프랑스(FR)

- (71) 출원인  
넥쌍  
프랑스공화국, 92400 꾸르브부와, 알레 드 라르슈, 4
- (72) 발명자  
펠블린, 크리스티안  
프랑스공화국, 01800 메시피, 튀 드 스키제, 24  
모쟁, 멜렉  
프랑스공화국, 69700 샤샤그니, 루뜨 드 브레 루와 50, 로띠쓰망 르 끌로 플라쎬
- (74) 대리인  
특허법인오리진

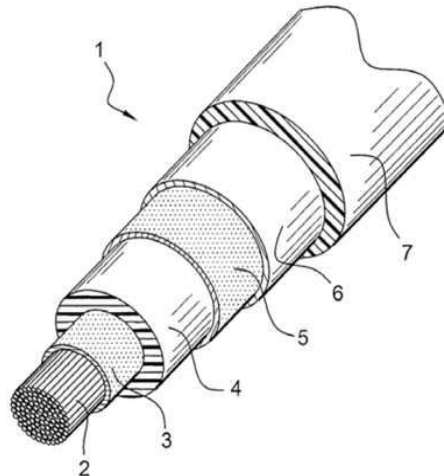
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 수트리 저항성 전기 케이블

(57) 요약

본 발명은, 적어도 하나의 폴리프로필렌에 기반한 열가소성 폴리머 재료 및 적어도 하나의 용융 온도가 약 110° C 이상인 산소 함유 화합물을 포함하는 폴리머 조성물로부터 획득된 적어도 하나의 폴리머 층을 포함하는 전기 케이블에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C08L 23/14* (2013.01)

*C08L 23/26* (2013.01)

*C08L 33/06* (2013.01)

*H01B 3/441* (2013.01)

---

## 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 폴리머 층(3, 4, 5)을 포함하며,

상기 폴리머 층(3, 4, 5)은 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>1</sub>을 포함하는 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 적어도 하나의 물 트리 환원제를 포함하는 폴리머 조성물로부터 취득되고,

상기 물 트리 환원제는 110℃ 이상의 용융 온도를 갖는 산소 함유 화합물인 것을 특징으로 하는,

전기 케이블(1).

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 산소 함유 화합물은 120℃ 이상의 용융 온도를 갖는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 산소 함유 화합물은 200 내지 5000000 g/mol 범위의 분자량을 갖는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산소 함유 화합물은 알코올, 에스테르, 산, 산 무수물, 및 이들의 혼합물 중 하나의 작용기로부터 선택된 하나 이상의 작용기를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산소 함유 화합물은 지방족 폴리올, 적어도 2개의 1차 알코올 작용기를 포함하는 폴리올, 및 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머 및 코폴리머로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산소 함유 화합물은 디펜타에리트리톨인 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

#### 청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 산소 함유 화합물은 말레산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 상기 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 0.1 내지 15 중량%의 산소 함유 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**청구항 9**

제1항 내지 제8항 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 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>으로서, 랜덤 프로필렌 코폴리머 또는 이중상 프로필렌 코폴리머를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**청구항 11**

제1항 내지 제10항 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 12**

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 조성물은 유전성 액체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 층(3, 4, 5)은 비-가교 층인 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폴리머 층(3, 4, 5)은 30% 이하의 습한 환경에서의 노화 후 파괴 전압 감소를 갖는 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**청구항 16**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 신장형 전기 전도성 요소(2)를 둘러싸는 적어도 하나의 반도체 층(3, 5); 및
- 상기 신장형 전기 전도성 요소(2)를 둘러싸는 적어도 하나의 전기 절연층(4)을 포함하며,

상기 반도체 층(3, 5) 및 전기 절연층(4) 중 적어도 하나는 제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에서 정의된 바와 같은 폴리머 층인 것을 특징으로 하는, 전기 케이블(1).

**발명의 설명**

**기술분야**

- [0001] 본 발명은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 약 110℃ 이상의 용융 온도를 갖는 적어도 하나의 산소 함유 화합물을 포함하는 폴리머 조성물로부터 수득된 적어도 하나의 폴리머 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, 전압 하에서의 습한 환경에서 개선된 내노화성을 갖는 전기 케이블에 적용된다.

**배경기술**

- [0003] 중압 및 고압 전력 케이블은 이들의 수명 동안 주변 습기와 접촉될 수 있다. 존재하는 전계 및 폴리머 재료와 조합되는 습기의 존재는 케이블의 절연 특성의 점진적인 열화(degradation)를 촉진시킨다. 따라서, "물 트리(water treeing)"로 잘 알려진 이러한 열화 메커니즘은 관련 케이블의 파괴를 유발할 수 있으므로, 정전으로 인해 야기되는 잘 알려진 경제적 영향과 함께 에너지 송전망의 신뢰성에 상당한 위협이 된다.
- [0004] 물 트리의 형성을 감소시키는 다양한 화학 구조를 갖는 다수의 화합물이 특히 가교 폴리에틸렌(XLPE 유형 케이블)과 같은 폴리에틸렌계 케이블에서 제안되었다. 특히, US 4,305,849 문헌은 폴리에틸렌계 절연층, 또는 에틸렌 및 비닐 아세테이트의 코폴리머에서 1000 내지 20000 g/mol 범위의 분자량을 갖는 폴리에틸렌 글리콜의 사용을 기술한다. 그러나, 이러한 솔루션은 폴리프로필렌계 케이블에 적합하지 않으며, 특히 폴리프로필렌 기질을 포함하는 조성물로부터 수득된 적어도 하나의 폴리머 층을 포함하는 케이블에 적합하지 않다. 실제로, 이러한 폴리프로필렌계 케이블은 일반적으로 고온에서, 특히 약 200℃에서 제조되므로, 물 트리의 형성을 감소시키는 이러한 화합물의 열화를 유발할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 따라서, 본 발명의 목적은 바람직하게는 우수한 기계적 특성을 보장하면서, 전계가 존재하는 습한 환경에서 개선된 내노화성을 갖는, 프로필렌계 폴리머 전기 케이블, 특히 중압 또는 고압 케이블을 제공함으로써 종래기술의 단점을 극복하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 그 목적은 아래에 설명될 본 발명에 의해 달성된다.
- [0007] 본 발명의 제1 목적은, 적어도 하나의 신장형 전기 전도성 요소, 및 상기 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 적어도 하나의 폴리머 층을 포함하는 전기 케이블로서, 폴리머 층은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 약 110℃ 이상의 용융 온도를 갖는 적어도 하나의 산소 함유 화합물을 포함하는 폴리머 조성물로부터 수득되는 것을 특징으로 한다.
- [0008] 따라서, 전기 케이블의 폴리프로필렌계 폴리머 층 내에 약 110℃ 이상의 용융 온도를 갖는 산소 함유 화합물이 존재함으로써 인해, 바람직하게는 우수한 기계적 특성을 보장하면서, 전계가 존재하는 습한 환경에서의 내노화성이 크게 개선된다.
- [0009] 110℃ 이상의 용융 온도를 갖는 산소 함유 화합물
- [0010] 상기 산소 함유 화합물은 특히, 물 트리 환원제(water tree reducing agent)로서 사용된다. 이것은 실온에서, 또는 달리 말하면 약 18 내지 25℃의 온도에서, 고체이다. 예를 들어, 실온에서 액체인 화합물은 증가된 이동 경향을 나타낼 수 있거나/나타낼 수 있고, 특히 제한된 열 안정성으로 인해, 구현 동안 열화될 수 있다.
- [0011] 산소 함유 화합물은 유리하게는 본 발명의 케이블의 제조 동안 어떠한 열화도 방지할 수 있게 할 수 있는 우수한 화학적 안정성을 갖는다.
- [0012] 일반적으로, 케이블 폴리머 층의 영역에 사용되는 산화방지제는 물 트리 환원제가 아니다.
- [0013] 실제로, 산화방지제는 케이블 제조 공정 동안에 소비되고, 상기 케이블이 상승된 온도를 받는 기간 동안 케이블

의 수명 중에 소비된다. 대조적으로, 물 트리 환원제가 효과적이기 위해서는 안정적으로 유지되어 가급적 오래 케이블에 존재해야 한다.

- [0014] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 산소 함유 화합물은 약 120°C 이상의 용융 온도, 특히 바람직하게는 약 126°C 이상의 용융 온도, 그리고 매우 특히 바람직하게는 약 130°C 이상의 용융 온도를 갖는다.
- [0015] 산소 함유 화합물은 바람직하게는 유기 화합물이고, 특히 바람직하게는 비-금속성 화합물이다.
- [0016] 산소 함유 화합물은 폴리머 또는 비-폴리머 재료일 수 있다.
- [0017] 산소 함유 화합물은 약 200 내지 5000000 g/mol 범위의 분자량을 가질 수 있다.
- [0018] 산소 함유 화합물이 폴리머 재료인 경우, 이의 분자량은 보다 구체적으로는 약 10000 내지 5000000 g/mol이다.
- [0019] 산소 함유 화합물이 비-폴리머 재료인 경우, 이의 분자량은 보다 구체적으로는 약 200 내지 5000 g/mol의 범위에 있다.
- [0020] 산소 함유 화합물은 용융 온도를 갖는다. 즉, 상기 산소 함유 화합물은 결정질 또는 반결정질 화합물이다.
- [0021] 본 발명에서, 산소 함유 화합물의 용융 온도는 시차 주사 열량 측정법(DSC), ISO 2176 또는 ASTM D 3954에 따른 강하점 측정법, 및/또는 예를 들어, ASTM D 3104에 따른 연화점 측정법과 같은, 당업자에게 잘 알려진 기술에 의해 용이하게 측정 가능하다.
- [0022] "산소 함유 화합물"이란 용어는 적어도 하나의 산소 원자를 포함하고, 바람직하게는 다수의 산소 원자를 포함하는 화합물을 의미한다.
- [0023] 산소 함유 화합물은 알코올, 에스테르, 산, 산 무수물, 및 이들의 혼합물 중 하나의 작용기로부터 선택되고, 바람직하게는 알코올 및 산 무수물의 작용기로부터 선택되는 하나 이상의 작용기를 포함할 수 있다.
- [0024] 산소 함유 화합물은 바람직하게는 간섭(hindered) 페놀과 상이하다. 즉, 산소 함유 화합물은 바람직하게는, 페놀의 히드록실기와 2개의 인접 위치의 *tert*-부틸기를 포함하는 페놀을 포함하지 않는다.
- [0025] 특히 바람직한 실시형태에 따라, 산소 함유 화합물은 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀, 폴리올, 및 폴리에스테르 왁스로부터 선택되고, 보다 바람직하게는 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀 및 폴리올로부터 선택된다.
- [0026] 폴리올은 3 내지 40개의 탄소 원자, 바람직하게는 3 내지 20개의 탄소 원자, 그리고 특히 바람직하게는 3 내지 10개의 탄소 원자를 포함하는 폴리올로부터 선택될 수 있다.
- [0027] 폴리올 중에서, 적어도 2개의 1차 알코올 작용기(-CH<sub>2</sub>OH)를 포함하는 폴리올 및 지방족 폴리올이 특히 바람직하다.
- [0028] 폴리올의 실시예는 디펜타에리트리톨, 네오펜틸 글리콜, 또는 디-트리메틸올프로판을 포함한다.
- [0029] 디펜타에리트리톨이 바람직하다.
- [0030] 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀은, 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 에틸렌의 호모폴리머 및 코폴리머, 그리고 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머 및 코폴리머, 바람직하게는 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머 및 코폴리머, 그리고 특히 바람직하게는 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머로부터 선택될 수 있다. 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머는 전압 하의 습한 환경에서의 내노화성 측면에서 개선된 성능을 나타낸다.
- [0031] 산 무수물 작용기는 유리하게는 말레산 무수물, 아세트산 무수물, 또는 프탈산 무수물 작용기이고, 바람직하게는 말레산 무수물 작용기이다.
- [0032] 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀은 약 5 내지 90의 범위, 바람직하게는 약 40 내지 90의 범위, 그리고 보다 바람직하게는 약 60 내지 90의 범위인 비누화(saponification) 지수를 가질 수 있다.
- [0033] 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀은 바람직하게는 메탈로센 촉매에 의해 수득된다.
- [0034] 폴리에스테르 왁스는 에스테르 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀, 및 바람직하게는 에스테르 작용기에 의해 작용화된 에틸렌의 호모폴리머 및 코폴리머로부터 선택될 수 있다.

- [0035] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 0.1 내지 15 중량%, 바람직하게는 약 0.1 내지 10 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 약 0.2 내지 7 중량%의 산소 함유 화합물을 포함할 수 있다.
- [0036] 제1 변형예에 따라, 산소 함유 화합물은 특히, 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리올이다.
- [0037] 산소 함유 화합물이 폴리올인 경우, 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 0.1 내지 5 중량%의 폴리올을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 약 0.2 내지 5 중량%의 폴리올을 포함할 수 있다.
- [0038] 제2 변형예에 따라, 산소 함유 화합물은 특히 본 발명에서 정의된 바와 같은, 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 폴리올레핀이다.
- [0039] 산소 함유 화합물이 산 무수물 작용기로 작용화된 폴리올레핀인 경우, 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 산 무수물 작용기로 작용화된 약 1 내지 10 중량%의 폴리올레핀을 포함할 수 있고, 바람직하게는 산 무수물 작용기로 작용화된 약 1 내지 7 중량%의 폴리올레핀을 포함할 수 있다.
- [0040] 제3 변형예에 따라, 산소 함유 화합물은 특히 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리에스테르 왁스이다.
- [0041] 산소 함유 화합물이 폴리에스테르 왁스인 경우, 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 0.5 내지 10 중량%의 폴리에스테르 왁스를 포함할 수 있다.
- [0042] 산소 함유 화합물은 약 250°C 이하, 바람직하게는 약 230°C 이하, 특히 바람직하게는 200°C 이하, 그리고 보다 바람직하게는 약 190°C 이하의 용융 온도를 가질 수 있다. 이는 폴리머 조성물의 제조 및 케이블의 제조 동안 성분의 혼합을 촉진시키는 데 유용할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 산소 함유 화합물은 지방족 폴리올, 적어도 2개의 1차 알코올 작용기를 포함하는 폴리올, 및 산 무수물 작용기에 의해 작용화된 프로필렌의 호모폴리머 및 코폴리머로부터 선택된다.
- [0044] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료
- [0045] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>1</sub>을 포함할 수 있고, 바람직하게는 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>을 포함할 수 있다.
- [0046] 프로필렌 호모폴리머 P<sub>1</sub>은 바람직하게는 약 1250 내지 1600 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0047] 프로필렌 호모폴리머 P<sub>1</sub>은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 10 중량%, 그리고 바람직하게는 약 15 내지 30 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0048] 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>의 실시예는 프로필렌 및 올레핀 코폴리머를 포함하며, 올레핀은 특히 프로필렌과 상이한 올레핀 α<sub>1</sub> 및 에틸렌으로부터 선택된다.
- [0049] 프로필렌-올레핀 코폴리머의 프로필렌과 상이한 에틸렌 또는 올레핀 α<sub>1</sub>은 바람직하게는 프로필렌-올레핀 코폴리머의 총 몰 수를 기준으로, 약 15 몰% 이하를 나타내고, 특히 바람직하게는 약 10 몰% 이하를 나타낸다.
- [0050] 프로필렌과 상이한 올레핀 α<sub>1</sub>은 화학식 CH<sub>2</sub>=CH-R<sup>1</sup>을 가질 수 있으며, 여기서 R<sup>1</sup>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<sub>1</sub>으로부터 선택된다.
- [0051] 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>으로서 프로필렌 및 에틸렌 코폴리머가 바람직하다.
- [0052] 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 랜덤 프로필렌 코폴리머 또는 이종상(heterophasic) 프로필렌 코폴리머일 수 있다.
- [0053] 본 발명에서, 랜덤 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 바람직하게는 약 600 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0054] 랜덤 프로필렌 코폴리머의 일 실시예는 제품명 Bormed<sup>®</sup> RB 845 M0로 Borealis에 의해 시판되는 것이다.
- [0055] 이종상 프로필렌 코폴리머는 프로필렌 유형의 열가소성 상, 및 에틸렌-올레핀 α<sub>2</sub> 코폴리머 유형의 열가소성 엘라스토머 상을 포함할 수 있다.

- [0056] 이종상 코폴리머의 열가소성 엘라스토머 상의 올레핀  $\alpha_2$ 는 프로필렌일 수 있다.
- [0057] 이종상 코폴리머의 열가소성 엘라스토머 상은 이종상 코폴리머의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 20 중량%, 그리고 바람직하게는 적어도 약 45 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0058] 이종상 프로필렌 코폴리머는 바람직하게는 약 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.
- [0059] 이종상 코폴리머의 일 실시예는 제품명 Adflex<sup>®</sup> Q 200 F로 LyondellBasell에 의해 시판되는 이종상 코폴리머, 또는 제품명 EP<sup>®</sup> 2967로 LyondellBasell에 의해 시판되는 이종상 코폴리머이다.
- [0060] 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>1</sub>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.
- [0061] 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>1</sub>은 약 20 내지 100 J/g의 용융 엔탈피를 가질 수 있다.
- [0062] 특히, 프로필렌 호모폴리머 P<sub>1</sub>은 약 80 내지 90 J/g의 용융 엔탈피를 갖는다.
- [0063] 랜덤 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 약 40 내지 80 J/g의 용융 엔탈피를 가질 수 있다.
- [0064] 이종상 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 약 20 내지 50 J/g의 용융 엔탈피를 가질 수 있다.
- [0065] 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>1</sub>은 ASTM D1238-00에 따라 약 2.16 kg의 하중으로 약 230°C에서 측정된 약 0.5 내지 3 g/10분 범위의 용융 흐름 지수를 가질 수 있다.
- [0066] 랜덤 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 ASTM D1238-00에 따라 약 2.16 kg의 하중으로 약 230°C에서 측정된 약 1.2 내지 2.5 g/10분, 그리고 바람직하게는 1.5 내지 2.5 g/10분 범위의 용융 흐름 지수를 가질 수 있다.
- [0067] 이종상 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 ASTM D1238-00에 따라 약 2.16 kg의 하중으로 약 230°C에서 측정된 약 0.5 내지 1.5 g/10분, 그리고 바람직하게는 약 0.5 내지 1.4 g/10분 범위의 용융 흐름 지수를 가질 수 있다.
- [0068] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 예를 들어, 여러 개의 상이한 프로필렌 호모폴리머 P<sub>1</sub>, 적어도 하나의 프로필렌 호모폴리머 P<sub>1</sub> 및 적어도 하나의 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>, 또는 여러 개의 상이한 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>과 같은, 여러 개의 상이한 프로필렌 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0069] 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.
- [0070] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료가 여러 개의 상이한 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>을 포함하는 경우, 이는 바람직하게는 2개의 상이한 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>을 포함하며, 상기 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 위에서 정의된 바와 같다.
- [0071] 특히, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는, (제1 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>으로서) 랜덤 프로필렌 코폴리머, 및 (제2 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>으로서) 이종상 프로필렌 코폴리머를 포함할 수 있거나, 또는 2개의 상이한 이종상 프로필렌 코폴리머를 포함할 수 있다.
- [0072] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료가 랜덤 프로필렌 코폴리머 및 이종상 프로필렌 코폴리머를 포함하는 경우, 상기 이종상 프로필렌 코폴리머는 바람직하게는 약 600 내지 1200 MPa 범위의 탄성률을 갖는다.
- [0073] 본 발명의 일 실시형태에 따라, 2개의 이종상 프로필렌 코폴리머는 상이한 탄성률을 갖는다. 바람직하게는, 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는, 약 50 내지 550 MPa, 그리고 특히 바람직하게는 약 50 내지 250 MPa의 탄성률을 갖는 제1 이종상 프로필렌 코폴리머; 및 약 600 내지 1200 MPa의 탄성률을 갖는 제2 이종상 프로필렌 코폴리머를 포함한다.
- [0074] 유리하게는, 제1 및 제2 이종상 프로필렌 코폴리머는 본 발명에 정의된 바와 같은 용융 흐름 지수를 갖는다.

- [0075] 프로필렌 코폴리머들 P<sub>1</sub>의 이러한 조합물은 폴리머 층의 기계적 특성을 개선하기 위해 유리하게 사용될 수 있다. 특히, 조합물은 특히 파단 연신율 및 가요성 측면에서, 폴리머 층의 최적화된 기계적 특성을 획득할 수 있게 하거나/수득할 수 있게 하고; 보다 균일한 폴리머 층을 형성할 수 있게 하며, 특히 상기 폴리머 층의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료에서 유전성 액체의 분산을 촉진시킬 수 있게 한다.
- [0076] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub> 또는 프로필렌 코폴리머들 P<sub>1</sub>은 이들이 여러 개가 존재하는 경우, 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%를 나타낸다.
- [0077] 랜덤 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>은 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 20 중량%, 그리고 바람직하게는 약 30 내지 70 중량%를 나타낼 수 있다.
- [0078] 이중상 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub>, 또는 이중상 프로필렌 코폴리머들 P<sub>1</sub>은 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.
- [0079] 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료는 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>를 더 포함할 수 있으며, 올레핀은 특히 화학식 CH<sub>2</sub>=CH-R<sup>2</sup>를 갖는 올레핀 a<sub>3</sub> 및 에틸렌으로부터 선택되고, 여기서 R<sup>2</sup>는 1 내지 12개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기이다.
- [0080] 상기 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>는 바람직하게는 상기 프로필렌 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>1</sub>과 상이하하다.
- [0081] 올레핀 a<sub>3</sub>는 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.
- [0082] 프로필렌, 1-헥센 또는 1-옥텐 유형의 올레핀 a<sub>3</sub>가 특히 바람직하다.
- [0083] 본 발명의 유리한 실시형태에 따라, R<sup>2</sup>는 2 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 선형 또는 분지형 알킬기이다.
- [0084] 폴리머 P<sub>1</sub> 및 P<sub>2</sub>의 조합물은 특히 탄성률 측면에서 우수한 기계적 특성, 및 우수한 전기적 특성을 갖는 열가소성 폴리머 재료를 수득할 수 있게 한다.
- [0085] 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>는 바람직하게는 에틸렌 폴리머이다.
- [0086] 에틸렌 폴리머는 특히 ISO 1183A에 따라(23°C의 온도에서), 에틸렌 또는 저밀도 폴리에틸렌 폴리머, 중밀도 폴리에틸렌, 또는 고밀도 폴리에틸렌, 그리고 바람직하게는 선형 저밀도 폴리에틸렌일 수 있다.
- [0087] 본 발명에서, "저밀도"란 용어는 약 0.91 내지 0.925 범위의 밀도를 가짐을 의미하며, 상기 밀도는 ISO 1183A에 따라(23°C의 온도에서) 측정된다.
- [0088] 본 발명에서, "중밀도"란 용어는 약 0.926 내지 0.940 범위의 밀도를 가짐을 의미하며, 상기 밀도는 ISO 1183A에 따라(23°C의 온도에서) 측정된다.
- [0089] 본 발명에서, "고밀도"란 용어는 0.941 내지 0.965 범위의 밀도를 가짐을 의미하며, 상기 밀도는 ISO 1183A에 따라(23°C의 온도에서) 측정된다.
- [0090] 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라, 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>는 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 5 내지 50 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 약 10 내지 40 중량%를 나타낸다.
- [0091] 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 P<sub>1</sub>; 및 에틸렌 폴리머와 같은 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>를 포함한다. 프로필렌 코폴리머 P<sub>1</sub> 및 올레핀 호모폴리머 또는 코폴리머 P<sub>2</sub>의 이러한 조합물은 우수한 열 전도율을 보장하면서, 폴리머 층의 기계적 특성을 추가로 개선한다.

- [0092] 본 발명의 케이블의 폴리머 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.
- [0093] 본 발명에 정의된 바와 같은 열가소성 폴리머 재료는 본 발명의 폴리머 조성물의 폴리머 재료를 나타낸다.
- [0094] 유전성 액체
- [0095] 또한, 본 발명의 폴리머 조성물은 특히, 열가소성 폴리머 재료와 밀접하게 결합된 혼합물을 형성하는 유전성 액체를 포함할 수 있다.
- [0096] 유전성 액체의 실시예는, 미네랄 오일(예를 들어, 나프텐계 오일, 파라핀계 오일 또는 방향족 오일), 식물성 오일(예를 들어, 대두유, 아몬드유, 유채씨유, 옥수수유 또는 피마자유), 또는 방향족 탄화수소(알킬벤젠, 알킬나프탈렌, 알킬비페닐, 알킬디아틸 에틸렌 등), 실리콘 오일, 에테르-옥사이드, 유기 에스테르 또는 지방족 탄화수소와 같은 합성 오일을 포함한다.
- [0097] 특정 실시형태에 따라, 유전성 액체는 열가소성 폴리머 재료의 총 중량을 기준으로, 약 1 내지 20 중량%, 바람직하게는 약 2 내지 15 중량%, 그리고 특히 바람직하게는 약 3 내지 12 중량%를 나타낸다.
- [0098] 유전성 액체는 벤조페논, 아세토페논, 또는 이들의 유도체 중 하나의 유형의 적어도 하나의 극성 화합물 및 미네랄 오일을 포함할 수 있다.
- [0099] 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.
- [0100] 미네랄 오일은 대체로 약 20 내지 25°C에서 액체이다.
- [0101] 미네랄 오일은 나프텐계 오일 및 파라핀계 오일로부터 선택될 수 있다.
- [0102] 미네랄 오일은 석유 원유의 정제로부터 수득된다.
- [0103] 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.
- [0104] 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.
- [0105] 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.
- [0106] 본 발명에서, 산소 함유 화합물은 열가소성 폴리프로필렌계 케이블에 일반적으로 사용되는 유전성 액체와 용화성이다.
- [0107] 첨가제
- [0108] 또한, 열가소성 폴리머 재료는 하나 이상의 첨가제를 포함할 수 있다.
- [0109] 첨가제는 당업자에게 잘 알려져 있으며, 윤활제, 상용화제, 또는 커플링제, 산화방지제, UV-방지제, 구리-방지제, 안료, 및 이들의 혼합물 중 하나와 같은, 구현-증강제로부터 선택될 수 있다.
- [0110] 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.
- [0111] 보다 구체적으로, 산화방지제는 케이블 제조 또는 케이블 작동 단계 동안 발생하는 열 응력으로부터 폴리머 조성물을 보호한다.
- [0112] 산화방지제는 바람직하게는, 간섭 페놀, 황 산화방지제, 인 산화방지제, 아민형 산화방지제, 및 이들의 혼합물 중 하나로부터 선택된다.

- [0113] 간섭 페놀의 실시예는, 펜타에리트리톨 테트라키스(3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트)(Irganox<sup>®</sup> 1010), 옥타데실 3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트(Irganox<sup>®</sup> 1076), 1,3,5-트리메틸-2,4,6-트리스(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시벤질)벤젠(Irganox<sup>®</sup> 1330), 4,6-비스(옥틸티오메틸)-*o*-크레졸(Irgastab<sup>®</sup> KV10 또는 Irganox<sup>®</sup> 1520), 2,2'-티오비스(6-*tert*-부틸-4-메틸페놀)(Irganox<sup>®</sup> 1081), 2,2'-티오디에틸렌 비스[3-(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시페닐)프로피오네이트](Irganox<sup>®</sup> 1035), 트리스(3,5-디-*tert*-부틸-4-히드록시벤질)이소시아누레이트(Irganox<sup>®</sup> 3114), 또는 2,2'-메틸렌비스(6-*tert*-부틸-4-메틸페놀)을 포함한다.
- [0114] 황 산화방지제의 실시예는, 디도데실-3,3'-티오디프로피오네이트(Irganox<sup>®</sup> PS800), 디스테아릴 티오디프로피오네이트 또는 디옥타데실-3,3'-티오디프로피오네이트(Irganox<sup>®</sup> PS802), 비스[2-메틸-4-{3-*n*-알킬 (C<sub>12</sub> 또는 C<sub>14</sub>) 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<sup>®</sup> 1520 또는 Irgastab<sup>®</sup> KV10)과 같은 티오에테르를 포함한다.
- [0115] 인 산화방지제의 실시예는, 트리스(2,4-디-*tert*-부틸-페닐)포스파이트(Irgafos<sup>®</sup> 168) 또는 비스(2,4-디-*tert*-부틸페닐)펜타에리트리톨 디포스파이트(Ultrinox<sup>®</sup> 626)와 같은, 포스파이트 또는 포스포네이트를 포함한다.
- [0116] 아민형 산화방지제의 실시예는, 페닐렌 디아민(예를 들어, 1PPD 또는 6PPD와 같은 파라페닐렌 디아민), 디페닐아민 스티렌, 디페닐아민, 4-(1-메틸-1-페닐에틸)-N-[4-(1-메틸-1-페닐에틸)페닐]아닐린(Naugard 445), 메르캅토 벤즈이미다졸, 또는 중합된 2,2,4-트리메틸-1,2-디히드로퀴놀린(TMQ)을 포함한다.
- [0117] 본 발명에 따라 사용될 수 있는 산화방지제 혼합물의 실시예는 전술한 바와 같은 Irgafos 168과 Irganox 1010의 등물 혼합물을 포함하는 Irganox B 225를 포함한다.
- [0118] 본 발명의 폴리머 층의 폴리머 조성물은 열가소성 폴리머 조성물이다. 따라서, 이는 경화성이 아니다.
- [0119] 특히, 폴리머 조성물은 가교를 가능하게 하는, 가교제, 실란형 커플링제, 과산화물 및/또는 첨가제를 포함하지 않는다. 실제로, 그러한 작용제는 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 열화시킨다.
- [0120] 폴리머 조성물은 바람직하게는 재생 가능하다.
- [0121] 또한, 조성물은 초크, 카올린 또는 활석과 같은 불활성 무기 충전제; 및/또는 폴리머 조성물의 내화 성능을 개선하도록 의도된 무할로젠 미네랄 충전제를 포함할 수 있다.
- [0122] 불활성 무기 충전제 및/또는 무할로젠 무기 충전제는 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 30 중량% 이하, 바람직하게는 약 20 중량% 이하, 특히 바람직하게는 약 10 중량% 이하, 그리고 특히 보다 바람직하게는 약 5 중량% 이하를 나타낼 수 있다.
- [0123] 소위 무할로젠 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.
- [0124] 폴리머 조성물은 본 발명에서 정의된 바와 같은 적어도 하나의 산소 함유 화합물, 선택적으로 유전성 액체 및 선택적으로 본 발명에서 정의된 바와 같은 하나 이상의 첨가제와 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 혼합함으로써 제조될 수 있다.
- [0125] 폴리머 층 및 케이블
- [0126] 본 발명의 케이블의 폴리머 층은 비-가교 층, 또는 달리 말하면 열가소성 층이다.
- [0127] 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.

- [0128] 본 발명의 일 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 폴리머 층은, 적어도 약 42 kV/mm, 바람직하게는 적어도 약 45 kV/mm, 특히 바람직하게는 적어도 약 50 kV/mm, 그리고 특히 보다 바람직하게는 적어도 약 70 kV/mm의 습한 환경에서의 노화 후 파괴 전압을 갖는다.
- [0129] 습한 환경에서 노화 후 파괴 전압은 H. G. Land 및 Hans Schaedlich의 "중압 케이블을 위한 화합물의 물 영향에 따른 노화 특성을 평가하기 위한 케이블 모델 테스트" 문헌(177 내지 182 페이지, "Jicable 91의 회의 자료" 중에 공개됨, 1991년 6월 24일~28일, 프랑스 베르사유)에 기술된 방법에 따른 케이블 모델 테스트에 의해 측정된다.
- [0130] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 폴리머 층은 약 30% 이하, 바람직하게는 20% 이하, 그리고 특히 바람직하게는 약 18% 이하의 습한 환경에서의 노화 후 파괴 전압 감소를 갖는다.
- [0131] 특정 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 폴리머 층은 (IEC 20-86에 따라) 특히 노화 전 또는 후에, 적어도 12.5 MPa의 인장 강도(TS)를 갖는다.
- [0132] 특정 실시형태에서, 바람직하게는 비-가교 폴리머 층은 (IEC 20-86에 따라) 특히 노화 전 또는 후에, 적어도 200%의 파단 연신율(EB)을 갖는다.
- [0133] (노화 전 또는 후의) 인장 강도(TS) 및 파단 연신율(EB) 측정은 특히 Instron에 의해 제품번호 3345로 시판되는 장치를 사용하여, 표준 NF EN 60811-1-1에 따라 수행될 수 있다.
- [0134] 본 발명의 케이블의 폴리머 층은 바람직하게는 재생 가능 층이다.
- [0135] 본 발명의 폴리머 층은 특히 당업자에게 잘 알려진 공정에 의한 압출된 층일 수 있다.
- [0136] 본 발명의 케이블의 폴리머 층은 전기 절연층 또는 반도체 층일 수 있다.
- [0137] 폴리머 층이 반도체 층인 경우, 본 발명에 정의된 바와 같은 폴리머 조성물은 특히 층을 반도체로 만들기에 충분한 양으로, 적어도 하나의 전도성 충전제를 포함한다.
- [0138] 폴리머 조성물은 예를 들어, 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 적어도 약 6 중량%의 전도성 충전제, 바람직하게는 적어도 약 10 중량%의 전도성 충전제, 바람직하게는 적어도 약 15 중량%의 전도성 충전제, 그리고 보다 더 바람직하게는 적어도 약 25 중량%의 전도성 충전제를 포함할 수 있다.
- [0139] 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 45 중량% 이하의 전도성 충전제, 그리고 바람직하게는 약 40 중량% 이하의 전도성 충전제를 포함할 수 있다.
- [0140] 전도성 충전제는 바람직하게는 전기 전도성 충전제이다.
- [0141] 전도성 충전제는 유리하게는 카본 블랙, 흑연, 및 이들의 혼합물 중 하나로부터 선택될 수 있다.
- [0142] 본 발명의 특히 바람직한 실시형태에 따라, 폴리머 층은 전기 절연성 폴리머 층이다.
- [0143] 이 경우, 폴리머 조성물은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로, 약 6 중량% 미만의 전도성 충전제, 바람직하게는 약 1 중량% 미만의 전도성 충전제, 그리고 보다 더 바람직하게는 약 0 중량%의 전도성 충전제를 포함할 수 있다.
- [0144] 폴리머 층, 특히 전기 절연성 폴리머 층은 고려되는 케이블의 유형에 따라 가변 두께를 갖는다. 특히, 본 발명에 따른 케이블이 중압 케이블인 경우, 전기 절연성 폴리머 층의 두께는 전형적으로 약 3 내지 5.5 mm이며, 보다 구체적으로는 약 4.5 mm이다. 본 발명에 따른 케이블이 고압 케이블인 경우, 전기 절연성 폴리머 층의 두께는 전형적으로 (약 150 kV의 전압의 경우) 15 내지 18 mm로 가변하고, 150 kV 초과 전압의 경우(초고압 케이블) 최대 약 20 내지 25 mm의 두께로 가변한다. 전술한 두께는 신장형 전기 전도성 요소의 크기에 따라 좌우된다.
- [0145] 본 발명에서, "전기 절연층"은 직류로 25°C에서 측정되는 전기 전도율이  $1 \cdot 10^{-8}$  S/m(미터당 지멘스)를 초과하지 않을 수 있으며, 바람직하게는  $1 \cdot 10^{-9}$  S/m를 초과하지 않고, 특히 바람직하게는  $1 \cdot 10^{-10}$  S/m(미터당 지멘스)를 초과하지 않는 층을 의미한다.
- [0146] 본 발명의 폴리머 층은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 약 110°C 이상의 용융 온도를 갖는 적어도 하나의 산소 함유 화합물, 선택적으로 하나 이상의 첨가제, 및 선택적으로 적어도 하나의 전도성 층

전체를 포함할 수 있으며, 전술한 성분들은 본 발명에서 정의된 바와 같다.

- [0147] 폴리머 층의 상이한 성분의 비율은 폴리머 조성물의 동일한 성분에 대해 본 발명에서 설명된 것과 동일할 수 있다.
- [0148] 본 발명의 케이블의 폴리머 층은 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싼다.
- [0149] 신장형 전기 전도성 요소는 금속 와이어와 같은 단선 전도체, 또는 예를 들어, 복수의 선택적인 금속 연선과 같은 다선 전도체일 수 있다.
- [0150] 신장형 전기 전도성 요소는 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리, 구리 합금, 또는 이들의 조합물 중 하나로 제조될 수 있다.
- [0151] 전기 케이블은,
- [0152] - 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 적어도 하나의 반도체 층; 및
- [0153] - 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 적어도 하나의 전기 절연층을 포함할 수 있으며,
- [0154] 반도체 층 및 전기 절연층 중 적어도 하나는 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 층이다.
- [0155] 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.
- [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] 반도체 층은 바람직하게는 내부 반도체 층이다.
- [0159] 또한, 본 발명의 전기 케이블은 다른 반도체 층을 포함할 수 있다.
- [0160] 따라서, 이러한 실시형태에서, 본 발명의 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 포함할 수 있으며,
- [0165] 반도체 층 및 전기 절연층 중 적어도 하나는 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 층이고, 바람직하게는 적어도 전기 절연층은 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 층이다.
- [0166] 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.
- [0167] 특정 실시형태에서, 제1 반도체 층, 전기 절연층 및 제2 반도체 층은 삼층 절연부를 구성한다. 즉, 전기 절연층은 제1 반도체 층과 직접 물리적 접촉되고, 제2 반도체 층은 전기 절연층과 직접 물리적 접촉된다.
- [0168] 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 층이 전기 절연층인 경우, 제1 및/또는 제2 반도체 층(들)은 바람직하게는, 본 발명에서 정의된 바와 같은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 선택적으로 본 발명에서 정의된 바와 같은 적어도 하나의 전도성 충전제를 포함하는 폴리머 조성물로부터 취득된다.
- [0169] 제1 및/또는 제2 반도체 층(들)은 바람직하게는 열가소성 층 또는 비-가교 층이다.
- [0170] 또한, 케이블은 제2 반도체 층을 둘러싸는 외부 보호용 외장을 포함할 수 있고, 이와 직접 물리적으로 접촉될 수 있다.
- [0171] 외부 보호용 외장은 전기 절연성 외장일 수 있다.

- [0172] 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.
- [0173] 이러한 금속 차폐물은, 제2 반도체 층의 둘레에 그리고 제2 반도체 층을 따라 배치된 구리 또는 알루미늄 전도체 세트에 구성된 소위 "와이어" 차폐물; 선택적으로 제2 반도체 층의 둘레에 나선으로 놓이는, 구리 또는 알루미늄으로 제조된 하나 이상의 전도성 금속 스트립으로 구성된 소위 "밴드형(banded)" 차폐물; 또는 제2 반도체 층의 둘레에 종방향으로 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 소위 "밀봉형" 차폐물일 수 있다. 마지막 유형의 이러한 차폐물은 특히 반경 방향으로 전기 케이블을 관통하는 경향이 있는 습기로부터 보호하기 위해 사용된다.
- [0174] 본 발명의 전기 케이블의 금속 차폐물은 소위 "와이어" 차폐물 및 소위 "밀봉형" 차폐물, 또는 소위 "와이어" 차폐물 및 소위 "밴드형" 차폐물을 포함할 수 있다.
- [0175] 모든 유형의 금속 차폐물은 전기 케이블을 위한 접지 장치로서 작용할 수 있으므로, 예를 들어 관련 망에서 단락의 발생 시에, 고장 전류를 전달할 수 있다.
- [0176] 습기의 존재 시에 팽창하는 층과 같은 다른 층이 제2 반도체 층과 금속 차폐물 사이에 추가될 수 있으며, 이러한 층은 전기 케이블의 종방향 수밀성을 보장한다.
- [0177] 본 발명의 케이블은 보다 구체적으로는 직류(DC) 또는 교류(AC)로 작동하는 전기 케이블 분야에 관한 것이다.
- [0178] 본 발명의 제1 목적에 따른 전기 케이블은, 신장형 전기 전도성 요소의 둘레에 본 발명의 제1 목적에서 정의된 바와 같은 폴리머 조성물을 압출하여, 상기 신장형 전기 전도성 요소를 둘러싸는 (압출된) 폴리머 층을 수득하는 적어도 하나의 단계 1)을 포함하는 방법에 의해 달성될 수 있다.
- [0179] 단계 1)은 예를 들어 압출기를 사용하여, 당업자에게 잘 알려진 기술에 의해 수행될 수 있다.
- [0180] 단계 1)에서, 압출기 출구에서의 조성물은 "비-가교된" 것으로 지칭되며, 압출기 내의 온도 및 구현 시간은 이에 따라 최적화된다.
- [0181] 따라서, 압출기 출구에서, 압출된 층이 상기 전기 전도성 요소의 둘레에서 수득되어, 선택적으로 상기 신장형 전기 전도성 요소와 직접 물리적으로 접촉된다.
- [0182] 방법은 바람직하게는 단계 1)에서 수득된 층을 가교시키는 단계를 포함하지 않는다.
- [0183] 본 발명의 전기 케이블의 전기 절연층 및/또는 반도체 층(들)은 연속 압출에 의해 또는 공유-압출에 의해 수득될 수 있다.
- [0184] 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.
- [0185] 상이한 조성물들이 교대로 압출되어 신장형 전기 전도성 요소를 연속적으로 둘러쌀 수 있으므로, 본 발명의 전기 케이블의 상이한 층들을 형성할 수 있다.
- [0186] 대안적으로, 이들은 단일 압출기 헤드를 사용하는 공유-압출에 의해 동시에 압출될 수 있으며, 공유-압출은 당업자에게 잘 알려진 공정이다.
- [0187] 과립 형성 단계이든 또는 케이블 압출 단계이든, 작동 조건은 당업자에게 잘 알려져 있다. 특히, 혼합 또는 압출 장치 내의 온도는 사용될 조성물에 사용되는 폴리머 중에서 최고 용융 온도를 갖는 폴리머 또는 대부분의 폴리머의 용융 온도보다 더 높을 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0188] 도 1은 본 발명에 따른 바람직한 실시형태에 따라 전기 케이블의 개략도를 도시한다.

명확성을 이유로, 본 발명을 이해하기 위해 필수적인 요소만이 개략적으로 도시되었으며, 일정한 비율로 도시되지 않는다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0189] 도 1에 도시된 본 발명의 제1 목적에 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.

[0190] 전기 절연층(4)은 본 발명에서 정의된 바와 같은 폴리머 조성물로부터 취득되는, 압출된 비-가교 층이다.

[0191] 반도체 층(3 및 5)은 열가소성(즉, 비-가교) 압출된 층이다.

[0192] 이러한 케이블 구조물 그 자체가 당업자에게 잘 알려져 있는 바와 같이, 금속 차폐물(6) 및 외부 보호용 외장(7)의 존재는 바람직하지만, 필수적인 것은 아니다.

**[0193] 실시예**

**[0194] 1. 폴리머 조성물**

[0195] 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 물 트리 환원제로서 약 110°C 이상의 용융 온도를 갖는 적어도 하나의 산소 함유 화합물을 포함하는 본 발명에 따른 조성물(I1, I2 및 I3)은 비교 조성물(C1)과 비교되었고, 조성물(C1)은 본 발명의 조성물(I1, I2 및 I3)에 사용된 것과 동일한 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료를 포함하지만, 본 발명에서 정의된 바와 같은 산소 함유 화합물을 포함하지 않는 조성물에 해당한다.

[0196] 아래의 표 1은 전술한 폴리머 조성물을 열거하며, 화합물의 양은 폴리머 조성물의 총 중량을 기준으로 중량 백분율로 표현된다.

**표 1**

폴리머 조성물		C1 (*)	I1	I2	I3
이종상 프로필렌 코폴리머 A		53.8	52.3	48.8	51.3
이종상 프로필렌 코폴리머 B		15	15	15	15
선형 저밀도 폴리에틸렌		25	25	25	25
산소 함유 화합물 1		0	1.5	0	0
산소 함유 화합물 2		0	0	5	2,5
유전성 액체	미네랄 오일	5.4	5.4	5,4	5.4
	벤조페논	0.3	0.3	0,3	0,3
산화방지제		0.5	0.5	0.5	0,5

[0197]

[0198] (\*) 본 발명의 일부가 아닌 비교 조성물

[0199] 표 1의 화합물의 출처는 다음과 같다:

[0200] - 제품명 Moplen EP2967으로 LyondellBasell Industries에 의해 시판되는 이종상 프로필렌 코폴리머 A;

[0201] - 제품명 Adflex® Q 200F로 LyondellBasell Industries에 의해 시판되는 이종상 프로필렌 코폴리머 B;

- [0202] - 제품명 LLDPE 1002 YB로 ExxonMobil Chemicals에 의해 시판되는 선형 저밀도 폴리에틸렌;
- [0203] - 222℃의 용융 온도를 갖는, 제품명 Voxtar D50으로 Perstorp에 의해 시판되는 산소 함유 화합물 1;
- [0204] - 조성물(I2)의 경우, 87의 비누화 지수, 및 145℃의 용융 온도를 갖는, 제품번호 A-C 907 P로 Honeywell에 의해 시판되고; 조성물(I3)의 경우, 41의 산값, 및 134℃의 용융 온도를 갖는, 제품번호 Licocene 6452로 Clariant에 의해 시판되는, 산소 함유 화합물 2;
- [0205] - 조성물(C1, I1, I2)의 경우, 제품명 Nyflex 223으로 Nynas에 의해 시판되는 약 5.4 중량%의 나프텐계 미네랄 오일; 및 조성물(I3)의 경우, 제품명 Nyflex BNS28로 Nynas에 의해 시판되는 나프텐계 미네랄 오일; 및 제품번호 B9300으로 Sigma-Aldrich에 의해 시판되는 약 0.3 중량%의 벤조페논을 포함하는 유전성 액체; 및
- [0206] - Irgafos 168 및 Irganox 1010의 등물 혼합물을 포함하는 제품명 Irganox B 225로 Ciba에 의해 시판되는 산화 방지제.
- [0207] 2. 비-가교 층 및 케이블의 제조
- [0208] 표 1에서 열거된 조성물은 다음과 같이 구현된다.
- [0209] 고려될 각각의 층에 대해, 표 1에 언급된 조성물(C1, I1, I2 및 I3)의 미네랄 오일, 산화방지제 및 벤조페논의 성분들은 약 75℃에서 교반하면서 계량 및 혼합되어, 유전성 액체를 포함하는 액체 혼합물을 형성한다.
- [0210] 그 다음, 액체 혼합물은, 고려될 각각의 폴리머 층에 대해, 표 1에서 언급된 조성물(C1, I1, I2 및 I3)의 이중상 프로필렌 코폴리머 A, 이중상 프로필렌 코폴리머 B, 저밀도 폴리에틸렌, 및 선택적으로 산소 함유 화합물 1 또는 2의 성분들과 용기에서 혼합된다. 그 다음, 결과적인 혼합물은 약 145 내지 180℃의 온도에서 Berstorff 이축 압출기를 사용하여 균일화된 다음, 약 200℃에서 용융된다(스크류 속도: 80 rpm).
- [0211] 그 다음, 균일화되어 용융된 혼합물은 과립제 형태로 된다.
- [0212] 케이블이 실험실 압출기로 제조되며, 전기적 특성화를 거친다. 각각의 케이블은,
- [0213] - 1.4 내지 1.5 mm의 단면을 갖는 전기 전도성 요소;
- [0214] - 0.7 mm의 두께를 갖는, 상기 전기 전도성 요소를 둘러싸는 제1 반도체 층;
- [0215] - 본 발명의 폴리머 조성물(I1 또는 I2 또는 I3), 또는 비교 폴리머 조성물(C1)로부터 취득되고, 상기 제1 반도체 층을 둘러싸는 전기 절연성 폴리머 층; 및
- [0216] - 상기 전기 절연층을 둘러싸는 제2 반도체 층을 포함한다.
- [0217] 케이블은 약 6.2 mm의 층 외경, 및 약 200 m의 층 길이를 갖는다. 이들에서 제2 반도체 층이 150 μm의 두께로 벗겨진다.
- [0218] 전기 절연층은 1.5 mm 두께이다.
- [0219] 반도체 층은 적어도 하나의 폴리프로필렌계 열가소성 폴리머 재료, 및 층을 반도체로 만들기 충분한 양의 적어도 하나의 전도성 충전제를 포함하는 조성물로부터 취득된 열가소성 층이다.
- [0220] 이것은 4개의 압출된 층을 각각 포함하는 전기 케이블(Ci1, Ci2, Ci3 및 Cc1)을 각각 야기한다. 그 다음, 상기 전기 전도성 요소와 내부 반도체 층 사이에 물을 부을 수 있도록, 1.4 내지 1.5 mm의 단면을 갖는 전기 전도성 요소가 제거되어 0.75 내지 0.8 mm의 단면을 갖는 전기 전도성 요소로 대체된다.
- [0221] 그 다음, 습한 환경에서 노화 전과 후의 파괴 테스트가 수행되었다.
- [0222] 사용된 방법은, H. G. Land 및 Hans Schaedlich의 "중압 케이블을 위한 화합물의 물 영향에 따른 노화 특성을 평가하기 위한 케이블 모델 테스트" 문헌(177 내지 182 페이지, "Jicable 91의 회의 자료" 중에 공개됨, 1991년 6월 24일~28일, 프랑스 베르사유)에 설명된 것이다.
- [0223] 이러한 방법은, 먼저 전기 케이블(Ci1, Ci2, Ci3 및 Cc1)의 (습하지 않은 환경에서 16시간 동안 90℃로 조절된) "노화되지 않은" 샘플에 대해 50 Hz의 주파수를 갖는 교류 전압으로 파괴 테스트를 수행하여 파괴 전압의 초기 값을 결정한 다음, 전도체와 "내부 반도체 층" 사이에 85℃로 가열된 물의 존재 하에서 그리고 (상기 문헌에서 "노화 2"로 언급된 조건에 따라) 1000시간 동안 70℃로 가열된 물 탱크에서, 교대로 전력 공급되는 전기 케이블 (Ci1, Ci2, Ci3 및 Cc1)의 "노화된" 샘플에 대해 이러한 파괴 테스트를 수행함으로써, 1000시간 후의 이들의 파

과 전압을 결정하는 것으로 이루어진다.

[0224] 전기 케이블의 파괴 전계(kV/mm)는 케이블 내에 전기 아크를 형성하기 위해 필요한 전압에 해당한다. 이는 전형적으로 제1 반도체 층(또는 내부 반도체 층)과 제2 반도체 층(또는 외부 반도체 층) 사이의 전기 절연층의 두께를 통하여 전계로 복귀된다.

[0225] 파괴 전압의 결과는 아래의 표 2에 요약된다.

표 2

케이블	초기 값 (kV/mm)	1000시간 후의 값 (kV/mm)
Cc1 (*)	130	41
Ci1	58	49
Ci2	95	81
Ci3	133	77

[0226]

[0227] (\*) 본 발명의 일부가 아닌 비교 조성물

[0228] 이러한 모든 결과는, 본 발명에 정의된 바와 같은 산소 함유 화합물을 폴리머 층 내로, 특히 전기 절연성 폴리프로필렌 폴리머계 층 내로 혼합하면, 매우 우수한 내노화성, 및 물 트리에 대한 개선된 저항성을 유발한다는 것을 보여준다.

도면

도면1

