



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0112438
(43) 공개일자 2020년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 3/00 (2006.01) C08K 3/04 (2006.01)
C08L 23/12 (2006.01) C08L 23/16 (2006.01)
H01B 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 3/004 (2013.01)
C08K 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0032914
(22) 출원일자 2019년03월22일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
대한전선 주식회사
경기도 안양시 동안구 시민대로 317, 3층-9층(관
양동, 대한스마트타워)
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
남유진
인천광역시 계양구 병방시장로43번길 3(임학동)
김동훈
인천광역시 연수구 해돋이로120번길 16(송도동,
송도풍림아이원2단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 11 항

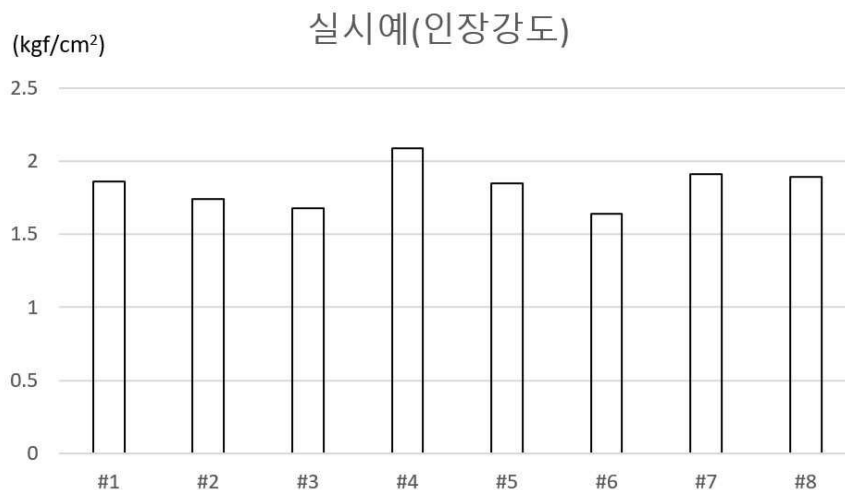
(54) 발명의 명칭 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물

(57) 요약

본 발명은 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물에 관한 것으로, 폴리프로필렌 및 에틸렌-프로필렌 공중합체를 베이스 수지로 하며, 도전성 카본블랙을 함유하는 반도체층 조성물이며, 상기 반도체층 조성물은 압출하여 펠렛으로 제조된 후 압출 가공에 의해 전력 케이블의 도체에 피복되어 반도체층을 형성한다.

본 발명의 반도체층 조성물은 가교 반응을 포함하지 않아 친환경적이며 최대 우수한 내열성을 가짐으로서 최대 사용온도가 110℃로 높은 효율적인 배합 비율로 기계적 물성이 확보되는 이점이 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C08L 23/12 (2013.01)

C08L 23/16 (2013.01)

H01B 3/441 (2013.01)

H01B 9/027 (2013.01)

(71) 출원인

한국전기산업기술연구조합

서울특별시 서초구 방배로10길 10-3 (방배동)

(주)티에스씨

경기도 시흥시 경제로 37 (정왕동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

목포해양대학교 산학협력단

전라남도 목포시 해양대학로 91 (죽교동)

일진전기 주식회사

경기도 화성시 만년로 905-17 (안녕동)

에이치디씨현대이피 주식회사

충청남도 당진군 석문면 대호만로 1221-32

(72) 발명자

김경진

경기도 시흥시 서울대학로 328, 910동 703호(정왕동, 호반베르디움 더프라임)

배환철

서울특별시 강동구 아리수로 210(고덕동)

조동기

충청남도 천안시 서북구 쌍용11길 58, 302동 606호(쌍용동, 주공7단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1415154588

부처명

산업통상자원부

과제관리(전문)기관명

한국에너지기술평가원

연구사업명

스마트그리드핵심기술개발

연구과제명

친환경 비가교 절연기술을 적용한 154kV급 전력선 개발

기 여 율

1/1

과제수행기관명

일진전기(주)

연구기간

2017.12.01 ~ 2020.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

베이스 수지로

폴리프로필렌 및 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPR)를 포함하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 베이스 수지는

상기 폴리프로필렌 50~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 폴리프로필렌은

랜덤 폴리프로필렌, 호모 폴리프로필렌, 블록 폴리프로필렌 및 폴리프로필렌 중합 설비에서 제조되는 반응형 폴리올레핀(RTPO)으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상인 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

도전성 카본블랙을 더 포함하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 도전성 카본블랙은 상기 베이스 수지의 전체 중량 대비 30~60wt%를 포함하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 도전성 카본블랙은

아세틸렌 카본블랙, 퍼니스 카본블랙, 커첸 카본블랙, 채널 카본블랙, 썬말 카본블랙으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상인 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

1phr(parts per hundred rubber)이하의 첨가제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 첨가제는 산화방지제, 핵제, 슬립제, 활제 및 동해방지제로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상인 것을 특

징으로 하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 베이스 수지로

상기 폴리프로필렌 50~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하고,

상기 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~60wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 베이스 수지로

상기 폴리프로필렌 60~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~40wt%를 포함하고,

상기 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~50wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

고전압 전력 케이블의 반도체층에 사용되며 최대 사용온도가 110℃인 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체층 조성물에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고전압 전력 케이블에서 요구되는 물리적 특성 및 전기적 특성을 만족하는 친환경 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 전력 케이블은 도체와 이를 감싸는 절연층을 포함하고, 고전압 또는 초고전압 케이블의 경우는, 도 1에 도시된 바와 같이, 도체(1)와 절연층(3)의 사이에 내부 반도체층(2), 절연층(3)을 감싸는 외부 반도체층(4), 외부 반도체층(4)을 감싸는 차폐층(5) 및 시스층(6)을 포함한다.

[0003] 전력선은 전압에 따라서 크게 10~66kV의 중전압용(MV급), 66~2230kV의 고전압용(HV급) 및 230kV 이상의 초고전압용(EHV급)으로 구분된다.

[0004] 일반적으로 전압이 높아지게 되면 도체의 온도가 상승하게 되므로 고온에서도 사용이 가능한 반도체층 소재가 필요하다.

[0005] 현재 사용 중인 반도체층 소재는 폴리에틸렌을 주성분으로 한 EVA, EEA, EBA, EPDM을 이용하고 도전성 카본블랙 약 35~40wt%가 포함된 조성물을 사용하고 있다.

[0006] 폴리에틸렌은 대부분 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)으로서, 100~120℃에서 용융되기 때문에 도체 온도를 70℃ 이내로 한정하여 사용한다. 사용온도가 낮으면 송전용량이 낮아지므로 폴리에틸렌 분자들끼리 연결시켜주는 가교 공정을 통해 90℃까지 버틸수 있게 제작된다.

[0007] 하지만 가교 폴리에틸렌을 이용한 조성물은 화학적 변형이 생기므로 재활용이 불가능하고 사용 후에는 폐기할 수 밖에 없는 문제가 있다.

[0008] 또한, 가교 폴리에틸렌은 가교 공정시 메탄가스가 발생하고 아세트 페논, 물과 같은 가교 부산물이 발생한다. 가교 부산물과 가스는 전력 케이블 내에 축적되어 케이블 포설이나 제조과정 중 화재를 유발시킬 수 있고, 특히 메탄가스와 이산화탄소는 온실가스로 다량 발생하여 환경적인 문제를 유발하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 등록특허공보 제0177303호(1998.11.17 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서 본 발명의 목적은 기존 가교 폴리에틸렌 반도체 재료와 동등 이상의 내열성을 가지며, 고전압 전력 케이블에서 요구되는 물리적 특성 및 전기적 특성을 만족하고, 재활용이 가능하며 환경오염물질을 배출하지 않아 친환경적인 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은 베이스 수지로 폴리프로필렌 및 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPR)를 포함한다.

[0012] 상기 베이스 수지는 상기 폴리프로필렌 50~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함한다.

[0013] 상기 폴리프로필렌은 랜덤 폴리프로필렌, 호모 폴리프로필렌, 블록 폴리프로필렌 및 폴리프로필렌 중합 설비에 서 제조되는 반응형 폴리올레핀(RTPO)으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[0014] 상기 도전성 카본블랙을 더 포함한다.

[0015] 상기 도전성 카본블랙은 상기 베이스 수지의 전체 중량 대비 30~60wt%를 포함한다.

[0016] 상기 도전성 카본블랙은 아세틸렌 카본블랙, 퍼니스 카본블랙, 커첸 카본블랙, 채널 카본블랙, 써멀 카본블랙으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상이다.

[0017] 1phr(parts per hundred rubber)이하의 첨가제를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 첨가제는 산화방지제, 핵제, 슬립제, 활제 및 동해방지제로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[0019] 상기 베이스 수지로 상기 폴리프로필렌 50~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하고, 상기 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~60wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함한다.

[0020] 상기 베이스 수지로 상기 폴리프로필렌 60~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~40wt%를 포함하고, 상기 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~50wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함한다.

[0021] 고전압 전력 케이블의 반도체층에 사용되며 최대 사용온도가 110℃이다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 반도체층 조성물은 가교 반응을 포함하지 않으므로 가교 부산물이 발생하지 않으며, 공정 단순화로 생산성이 향상되며, 가교 반응에서 발생하는 환경 유해 물질로부터 자유로우며, 사용이후 재활용이 가능하여 친환경적인 효과가 있다.

[0023] 또한, 본 발명은 용융온도가 160℃ 이상으로 기존 가교 폴리에틸렌 대비 우수한 내열성을 가짐으로서 최대 사용온도가 110℃에 이르게 하여 송출효율을 향상시키는 효과가 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPR), 도전성 카본블랙의 효율적인 배합 비율로 고전압 전력 케이블에 적용되는 반도체층의 기계적 물성과 압출 가공성을 확보할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 고전압 전력 케이블의 단면을 보인 도면.

도 2는 본 발명의 실시예로 표 1의 조성으로 제조된 반도체 재료의 인장강도를 나타낸 그래프.

도 3은 본 발명의 실시예로 표 1의 조성으로 제조된 반도체층 재료의 신장율을 나타낸 그래프.

도 4는 본 발명의 실시예로 표 1의 조성으로 제조된 반도체 재료의 인장잔율과 신장잔율을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0027] 본 발명의 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물(이하 '반도체층 조성물')은 기계적 물성 및 전기적 특성이 우수하며 재활용이 가능하고 환경오염물질을 배출하지 않아 친환경적이다.
- [0028] 기계적 물성은 내열성, 기계적 강도 및 유연성을 포함하고, 전기적 특성은 낮은 유전율, 높은 허용온도를 포함한다.
- [0029] 반도체층 조성물은 베이스 수지로 폴리프로필렌 및 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPR)를 포함한다. 베이스 수지는 반도체층 조성물의 기본 원료이다. 반도체층 조성물은 폴리프로필렌 50~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함한다.
- [0030] 폴리프로필렌은 반도체층 조성물의 내열성 및 인장강도 향상을 위해 포함되는 원료이고, 에틸렌-프로필렌 공중합체는 반도체층 조성물의 기계적 물성 향상을 위해 포함되는 원료이다.
- [0031] 폴리프로필렌은 친환경적인 소재이며 열에 강해 우수한 내열성을 가지며 반도체층의 인장강도를 향상시킨다. 폴리프로필렌을 사용하여 반도체층을 제조하면 가교 공정이 필요하지 않아 제조과정이 간편하고, 메탄가스 등의 유독물질과 각종 부산물이 발생하지 않으며, CO₂ 등의 온실가스도 줄어들고, 폐기 후에도 각종 플라스틱 제품으로 재활용할 수 있다. 가교 공정이 없어진다면 반도체층의 제조 속도와 효율이 30% 이상 증대된다.
- [0032] 에틸렌-프로필렌 공중합체는 에틸렌과 프로필렌을 공중합하여 만든 고무이다. 에틸렌-프로필렌 공중합체는 유연성을 부여하여 신장율과 같은 기계적 물성을 향상시킨다. 또한, 에틸렌-프로필렌 공중합체는 분산성을 부여하여 반도체층 제조시 균일 배합한다.
- [0033] 즉, 폴리프로필렌은 반도체층의 내열성을 확보하고 인장강도를 높이며, 에틸렌-프로필렌 공중합체는 반도체층에 유연성을 부여한다.
- [0034] 폴리프로필렌과 에틸렌-프로필렌 공중합체는 배합 후 압출 및 절단 공정을 통해 파티클 또는 펠릿(pellet) 형태의 반도체층 재료로 제조된다. 반도체층 재료를 용융하고 압출방식으로 도체의 표면에 피복하면 반도체층이 된다.
- [0035] 폴리프로필렌과 에틸렌-프로필렌 공중합체를 배합하여 제조한 반도체층 조성물은 폴리프로필렌의 우수한 내열성으로 인해 가교 반응이 없이도 고전압 전력 케이블의 반도체층의 최대사용온도(허용온도)가 110℃에 이르게 하여 더 많은 양의 전류를 송전할 수 있게 한다. 반도체층의 허용온도가 높으면 고전압 전력 케이블의 절연 손실이 적어 송전용량을 높일 수 있다.
- [0036] 폴리프로필렌과 에틸렌-프로필렌 공중합체의 배합 비율 조절로 반도체층의 기계적 물성을 확보한다. 반도체층 조성물은 폴리프로필렌 50~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0037] 폴리프로필렌은 50wt% 미만으로 포함되면 인장강도가 저하되며 내열성 확보가 어렵고 90wt%를 초과하면 반도체층의 유연성이 저하되어 신장율과 같은 기계적 물성이 저하된다. 에틸렌-프로필렌 공중합체는 10wt% 미만으로 포함되면 신장율과 같은 기계적 물성 확보가 어렵고 50wt%를 초과하면 내열성 확보가 어렵고 인장강도가 저하된다.
- [0038] 폴리프로필렌은 랜덤 폴리프로필렌, 호모 폴리프로필렌, 블록 폴리프로필렌 및 폴리프로필렌 중합 설비에서 제조되는 반응형 폴리올레핀(RTPO)으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다.
- [0039] 바람직하게는, 폴리프로필렌은 블록 폴리프로필렌(BLOCK-PP)을 사용한다.
- [0040] 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPS)는 에틸렌과 프로필렌을 공중합하여 만든 고무를 사용한다.
- [0041] 반도체층 조성물은 도전성 카본블랙을 더 포함한다. 도전성 카본블랙은 30~60phr(parts per hundred rubber) 범위로 포함한다. phr는 기본 원료 100 중량부(wt%)에 대한 중량부(wt%) 수이다. 따라서, 도전성 카본블랙은 베

스 수지(기본 원료)의 전체 중량 대비 30~60wt%를 포함한다.

- [0042] 도전성 카본블랙은 반도체성(semi-conductive)을 부여하기 위해 포함된다.
- [0043] 도전성 카본블랙은 반도체성 확보를 위해 균일한 분산이 요구된다. 도전성 카본블랙은 베이스 수지의 전체 중량 대비 30wt% 미만으로 포함되면 체적저항이 높아 반도체 재료로 적합하지 않고, 60wt%를 초과하면 분산성을 확보하기 어려워 반도체층의 기계적 물성이 저하된다. 도전성 카본블랙은 다량 포함되면 유동성을 저하시켜 분산성을 확보하기 어렵고 압출성도 저하시킬 우려가 있다.
- [0044] 도전성 카본블랙은 아세틸렌 카본블랙, 퍼니스 카본블랙, 커첸 카본블랙, 채널 카본블랙, 씨멀 카본블랙으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다. 바람직하게는, 도전성 카본블랙은 아세틸렌 카본블랙(acetylene carbon black) 및 퍼니스 카본블랙(furnice carbon black)을 사용한다.
- [0045] 도전성 카본블랙 중 퍼니스 카본블랙은 금속이온 불순물이 많이 함유되어 있다. 따라서 도전성 카본블랙으로 퍼니스 카본블랙을 채용할 경우 20wt% 미만으로 포함하고, 나머지 부족한 부분은 아세틸렌 카본블랙으로 함유하는 것이 바람직하다.
- [0046] 반도체층 조성물은 첨가제를 더 포함할 수 있다. 첨가제는 0.1 이상 1phr(parts per hundred rubber)이하를 포함한다. phr는 베이스 수지 100 중량부(wt%)에 대한 중량부(wt%) 수이다. 첨가제는 산화방지제 외, 압출성 향상 등의 기능성 강화를 위해 사용되어질 수 있다.
- [0047] 첨가제는 산화방지제, 핵제, 슬립제, 활제 및 동해방지제로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상이 사용될 수 있다.
- [0048] 산화방지제는 공기중의 산소에 의해 산화되어 반도체층 조성물의 제조 또는 사용시에 품질저하를 일으키는 것을 방지하기 위해 첨가될 수 있다. 산화방지제는 당업계에서 통상적으로 사용되는 산화방지제라면 어떠한 것을 사용해도 무방하나, 바람직하게는 페놀계 및 인계 산화방지제 중 1종 이상을 사용할 수 있다. 산화방지제는 1phr 정도 포함할 수 있다.
- [0049] 핵제는 폴리프로필렌의 결정을 치밀하게 만들어 반도체층에 공간전하가 축적되는 것을 방지하고 고전압 전력 케이블의 내전압 특성을 향상시킨다. 핵제는 소비톨(Sorbitol), 이노시톨(Inositol), 포도당(Glucose)류의 유기물을 사용할 수 있다.
- [0050] 슬립제 및 활제는 압출 가공의 용이성을 위해 첨가될 수 있다. 압출 가공시 반도체층 조성물의 흐름을 좋게하고 압출 외관 향상을 위해 첨가될 수 있다. 동해방지제(Metal Deactivator)는 반도체층 조성물내에 포함된 미세량의 이온 불순물에 의한 분해방지를 위해 사용되어질 수 있다.
- [0052] 다음으로 반도체층 조성물을 반도체층 재료로 제조하고 반도체층 재료를 고전압 전력 케이블에 적용하는 방법을 설명하기로 한다.
- [0053] 반도체층 조성물을 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPs) 및 도전성 카본블랙을 포함하며, 반도체층 재료는 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPs) 및 도전성 카본블랙을 배합한 반도체층 조성물을 압출하고 절단하여 파티클 또는 펠렛 형태로 제조된다.
- [0054] 파티클 또는 펠렛 형태로 제조된 반도체층 재료는 190~210℃ 정도의 온도로 용융하여 다시 반도체층 조성물로 만든 다음, 도체를 압출기에 통과시키면서 반도체층 조성물을 압출기에 공급하여 도체에 반도체층 조성물을 입힌다. 이를 건조하면 반도체층이 도체에 피복된다. 도체에 피복된 반도체층을 내부 반도체층이라 한다. 즉, 내부 반도체층은 도체와 절연층 사이에 사용된다.
- [0055] 절연층과 시스템의 사이에 사용되는 외부 반도체층의 경우도 전술한 방법과 동일한 방법으로 절연층에 피복될 수 있다. 폴리프로필렌은 용융온도가 150~170℃로 높아 도체 사용온도를 높일 수 있다.
- [0056] 반도체층은 도체와 절연층, 시스템(외부 차폐층)과 절연층 간의 공간을 메우고 부분방전을 방지하며 전계를 완화하는 역할을 한다.
- [0057] 전류와 반도체층이 반응하여 에너지를 발산하므로 반도체층의 온도가 상승하면 신호가 약해져 전력 손실이 발생한다. 이때, 폴리프로필렌은 유전율이 낮아 전력 손실을 적게 한다.
- [0058] 또한 반도체층 조성물은 폴리프로필렌의 우수한 내열성으로 인해 최대 사용온도(허용온도)가 110℃이므로 고전

압 전력 케이블의 절연 손실이 적어 송전용량을 높일 수 있다.

[0059] 또한 비가교 폴리프로필렌을 사용하여 고전압 전력 케이블의 반도체층을 형성하므로 고전압 전력 케이블 제조과정에서 온실가스 발생이 방지되고 종래와 같은 가교 부산물이 발생하지 않아 전기적 특성 저하가 발생하지 않고 가교 부산물로 인한 케이블의 부풀음 문제, 성능 저하 문제 등이 방지된다. 또한, 가교 공정이 생략되어 반도체층 조성물의 제조 속도와 효율이 증대되고 제조 비용이 감소된다.

[0060] 반도체층 조성물은 베이스 수지로 폴리프로필렌 50~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하고, 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~60wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0061] 더 바람직하게는, 반도체층 조성물은 베이스 수지로 폴리프로필렌 60~90wt% 및 상기 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~40wt%를 포함하고, 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~50wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0062] 반도체층 조성물은 인장강도 1.27kgf/cm^2 이상, 신장율 350 이상, 노화 시험(135°C 240hr) 후 잔율 $\pm 25\%$ 이상, 체적저항(25°C , 110°C , 130°C)이 $5 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$, 10대 금속 이온성 불순물(Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Si, Zn) 총합이 300ppm 이하를 만족한다.

[0063] 더욱 바람직하게는, 반도체층 조성물은 인장강도 1.5kgf/cm^2 이상, 신장율 500 이상, 노화 시험(135°C 240hr) 후 잔율 $\pm 20\%$ 이상, 체적저항(25°C , 110°C , 130°C)이 $5 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$, 10대 금속 이온성 불순물(Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Si, Zn) 총합이 300ppm 이하를 만족한다.

[0064] 여기서, 노화 시험은 가열 후 인장잔율 및 신장잔율로 평가되며 특히 가열 후 신장잔율에 의해 좌우된다. 노화 시험은 내열성이 향상되었는지를 확인하기 위한 것이다.

[0066] 이하에서는 본 발명을 실험을 통해 설명하기로 한다.

[0067] (실시예 1~8 / 비교예 7~5)

[0068] 표 1에 보고된 양으로 실시예의 반도체층 조성물을 제조하였다.

[0069] 도 2에는 표 1의 조성으로 제조된 반도체 재료의 인장강도를 나타낸 그래프가 도시되어 있고, 도 3에는 표 1의 조성으로 제조된 반도체층 재료의 신장율을 나타낸 그래프가 도시되어 있으며, 도 4에는 표 1의 조성으로 제조된 반도체 재료의 인장잔율과 신장잔율을 나타낸 그래프가 도시되어 있다.

표 1

구분		단위	실시예							
			#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
원료	BLOCK-PP	phr	90	70	50	70	70	70	70	70
	EPR	phr	10	30	50	30	30	30	30	30
	ACETYLENE CARBON BLACK	phr	50	50	50	30	45	60	30	20
	FURNUCE CARBON BLACK	phr	0	0	0	0	0	0	10	20
특성	용융온도	$^\circ\text{C}$	164	163	164	163	164	163	163	164
	비중	g/cm^3	1.08	1.08	1.08	1	1.04	1.1	1.03	1.03
	인장강도	kgf/cm^2	1.86	1.74	1.68	2.09	1.85	1.64	1.91	1.89
	신장율	%	632	688	788	787	673	611	741	712
	금속이온불순물 총량	ppm	187	211	254	189	204	236	247	278
	체적저항-상온(20°C)	$\Omega \cdot \text{cm}$	0.25	0.27	0.26	3.57	0.39	0.27	0.78	0.68
	체적저항-고온(110°C)	$\Omega \cdot \text{cm}$	0.91	0.87	0.89	4.87	1.06	0.68	1.47	1.31
	체적저항-상온(130°C)	$\Omega \cdot \text{cm}$	0.97	0.91	0.93	9.12	1.1	0.81	1.65	1.53
	노화 시험 후 인장잔율	%	89	89	78	92	83	79	84	84
	노화 시험 후 신장잔율	%	88	85	81	93	85	80	86	85

[0071] 표 2에 보고된 양으로 비교예의 반도체층 조성물을 제조하였다.

표 2

구분		단위	비교예				
			#1	#2	#3	#4	#5
원료	BLOCK-PP	phr	100	40	70	70	70
	EPR	phr	0	60	30	30	30
	ACETYLENE CARBON BLACK	phr	50	50	20	70	10
	FURNUCE CARBON BLACK	phr	0	0	0	0	30
특성	용융온도	℃	164	164	163	164	163
	비중	g/cm ³	1.08	1.08	1	1.15	1.03
	인장강도	kgf/cm ²	2.44	1.74	2.31	1.42	1.85
	신장율	%	493	688	801	478	678
	금속이온불순물 총량	ppm	168	211	144	302	458
	체적저항-상온(20℃)	Ω · cm	0.21	0.27	40.1	0.18	0.77
	체적저항-고온(110℃)	Ω · cm	0.89	0.93	401.4	0.77	1.54
	체적저항-상온(130℃)	Ω · cm	0.91	1.01	516.5	0.84	1.874
	노화 시험 후 인장잔율	%	78	73	93	75	85
	노화 시험 후 신장잔율	%	64	77	95	78	85

[0072] 표 1과 표 2의 반도체층 조성물은 폴리프로필렌 및 에틸렌-프로필렌 공중합체를 배합한 베이스 수지에 실시예와 비교예의 조성으로 도전성 카본블랙을 추가 배합한 후, 산화방지제(페놀계 및 인계) 1phr을 더 추가하여 배합하고 압출하여 펠렛으로 제조한 후 특성을 평가하였다.

[0074] 표 1, 도 2 및 도 3에 의하면, 실시예 #1, #2, #4, #5, #7, #8은 인장강도 1.5kgf/cm² 이상, 신장율 500% 이상, 노화 시험(135℃ 240hr) 후 잔율±20% 이상, 체적저항(25℃, 110℃, 130℃)이 $5 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$, 10대 금속 이온성 불순물(Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Si, Zn) 총합이 300ppm 이하를 만족하여 고전압 전력 케이블의 반도체 재료로 적합하다.

[0075] 표 1 및 도 4에 의하면 실시예 #3, #6은 인장강도 1.27kgf/cm² 이상, 신장율 350% 이상, 노화 시험(135℃ 240hr) 후 잔율±25% 이상, 체적저항(25℃, 110℃, 130℃)이 $5 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$, 10대 금속 이온성 불순물(Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Si, Zn) 총합이 300ppm 이하를 만족한다. 실시예 #3, #6의 경우 비교적 노화 시험 후 잔율이 부족한 면이 있으나, 기본 조건을 모두 만족하므로 고전압 전력 케이블의 반도체 재료로 사용할 수 있다.

[0076] 이를 통해 반도체층 조성물은 베이스 수지로 폴리프로필렌 50~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하고, 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~60wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 것이 바람직함이 확인된다.

[0077] 또한 반도체층 조성물은 베이스 수지로 폴리프로필렌 60~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~40wt%를 포함하고, 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~50wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 것이 더 바람직함이 확인된다.

[0078] 표 2에 의하면, 비교예 #1의 경우 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPR)이 포함되지 않아 충분한 분산성을 확보하기 어려우며 이로 인해 노화 시험 후 인장잔율 및 신장잔율이 좋지 않음이 확인된다.

[0079] 비교예 #2의 경우 고무 성분인 에틸렌-프로필렌 공중합체(EPR)의 함량이 높아 내열 특성이 저하되고 노화 시험 후 인장잔율 및 신장잔율이 낮음이 확인된다.

[0080] 비교예 #3의 경우 도전성 카본블랙의 함량이 낮아 체적저항이 높으므로 반도체 재료로 적합하지 않음이 확인된다.

[0081] 비교예 #4의 경우 도전성 카본블랙의 함량이 너무 높아 충분한 분산성을 확보하기 어려워 기계적 물성(인장강도, 신장율)이 상대적으로 낮고 노화 시험 후 잔율이 낮아지는 것이 확인된다.

[0082] 비교예 #5의 경우 도전성 카본블랙 중 상대적으로 금속이온 불순물 함량이 높은 퍼니스 카본블랙이 많이 함유되어 금속이온 불순물 총량이 기준치에 적합하지 않음이 확인된다.

[0083] 위 실험 결과로부터, 고전압 전력 케이블용 반도체층 조성물은 베이스 수지로 폴리프로필렌 50~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~50wt%를 포함하고, 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~60wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 베이스 수지로 폴리프로필렌 60~90wt% 및 에틸렌-프로필렌 공중합체 10~40wt%를 포함하고, 베이스 수지의 전체 중량 대비 아세틸렌 카본블랙 30~50wt% 및 퍼니스 카본블랙 10~20wt%를 더 포함하는 것이 기계적, 전기적 특성 확보와 압출 가공성 확보면에서 보다 효과적임을 확인할 수 있다.

[0084] 상술한 본 발명의 반도체층 조성물은 가교 반응을 포함하지 않으므로 가교 부산물이 발생하지 않으며, 공정 단순화로 생산성이 향상되며, 가교 반응에서 발생하는 환경 유해 물질로부터 자유로우며, 사용이후 재활용이 가능하여 친환경적이다.

[0085] 또한, 용융온도가 160℃ 이상으로 기존 가교 폴리에틸렌 대비 우수한 내열성을 가짐으로서 최대 사용온도가 110℃에 이르게 하여 더 많은 양의 전류를 송전할 수 있게 한다.

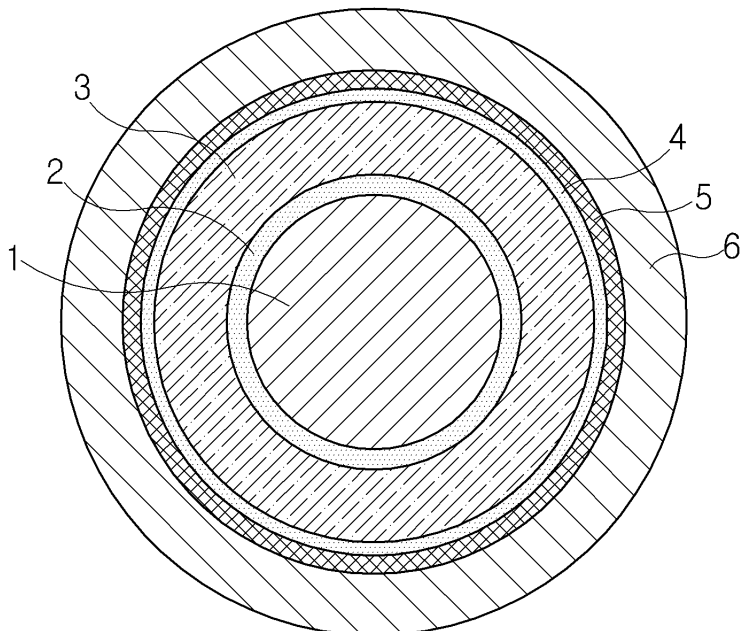
[0086] 본 발명은 도면 및 명세서에 최적의 실시예들이 개시되었다. 여기서, 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구 범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 발명은 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면, 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 권리범위는 첨부된 특허청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

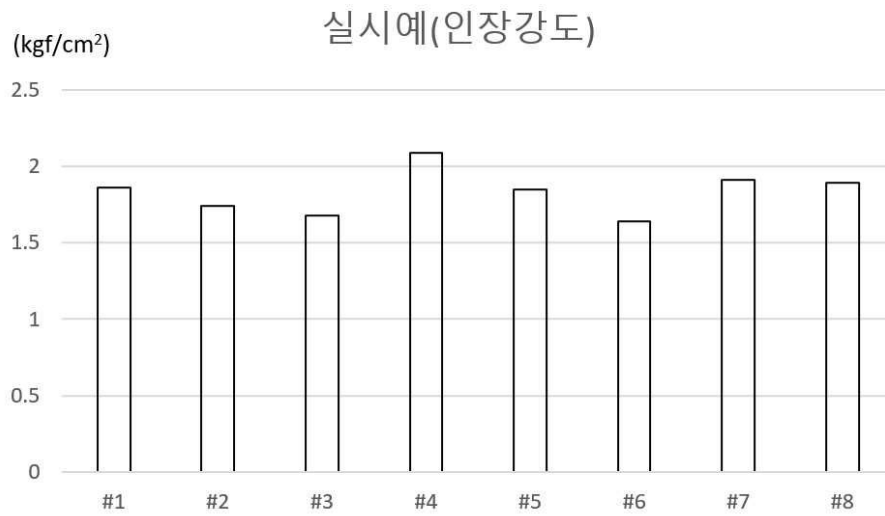
- [0087] 1: 도체 2: 내부 반도체층
3: 절연층 4: 외부 반도체층
5: 차폐층 6: 시스층

도면

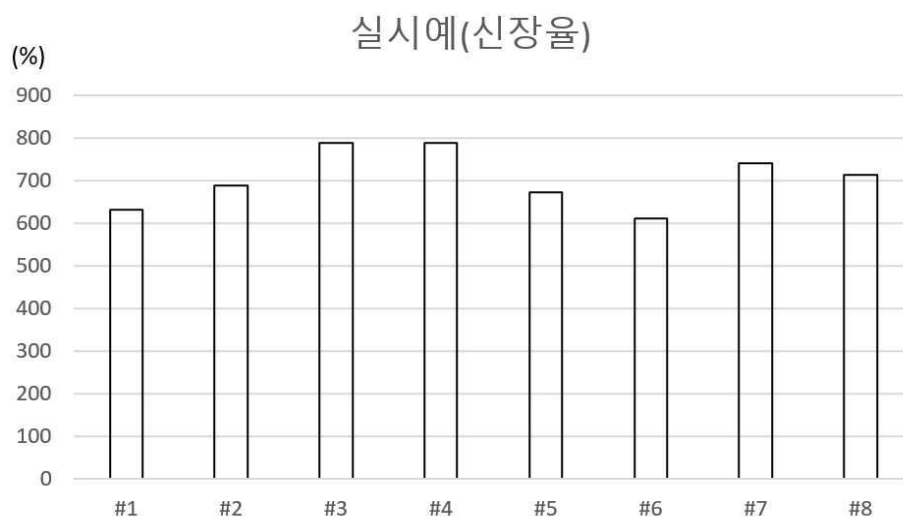
도면1



도면2



도면3



도면4

