(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0153953
(43) 공개일자 2023년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 7/285 (2006.01) *H01B 13/00* (2006.01)
H01B 13/22 (2006.01) *H01B 3/30* (2006.01)
H01B 7/02 (2006.01) *H01B 7/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 7/285 (2013.01)
H01B 13/0016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0056125
(22) 출원일자 2023년04월28일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
22170841.5 2022년04월29일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
엔케이티 에이치브이 케이블스 에이비
스웨덴 371 60 뤼케뷔 베르쾨베옌 102
(72) 발명자
달 뤼데 크리스토페르
스웨덴 371 63 뤼케뷔 군나르 닐손스 베그 19
산델 호칸
스웨덴 371 41 칼스크로나 에리크 달베리스가탄 2
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

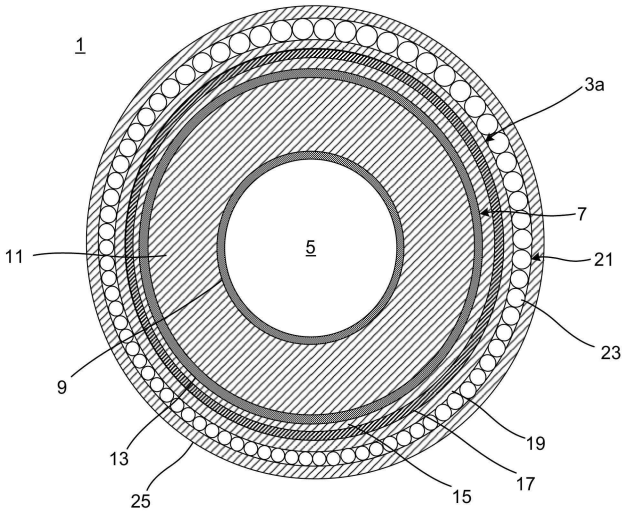
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **기계적 지지층을 갖는 전력 케이블**

(57) 요 약

전력 케이블(1)로서, 도체(5), 상기 도체(5) 주위에 배열된 내부 반도전층(9), 상기 내부 반도전층(9) 주위에 배열된 절연층(11), 및 상기 절연층(11) 주위에 배열된 외부 반도전층(13)을 포함하는 절연 시스템(7), 상기 외부 반도전층(13) 주위에 배열된 탄성의 기계적 지지층(15), 종방향 용접 심(17a)을 갖는 금속 방수층(17)으로서, 상기 금속 방수층(17)은 상기 기계적 지지층(15) 주위에 배열되는, 상기 금속 방수층(17)을 포함하며, 상기 기계적 지지층(15)은 열처리 공정의 결과로서 방사상으로 영구적으로 열팽창됨으로써, 상기 금속 방수층(17)을 기계적으로 지지하는, 전력 케이블(1).

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01B 13/22 (2013.01)
H01B 3/30 (2013.01)
H01B 7/02 (2020.05)
H01B 7/14 (2013.01)
(72) 발명자
튀르베리 안드레아스
스웨덴 371 62 뤼케뷔 올뤼케베옌 17
페르스베리 안드레아스
스웨덴 371 92 칼스크로나 산드벡스몰라 103
롱스트룀 소뉘
스웨덴 371 51 칼스크로나 레근보그스가탄 22
요한손 토뮈
스웨덴 372 63 브레크네-호뷔 쿨레뤼스베옌 8
푸라히미 아미르
스웨덴 722 28 베스테로스 방가탄 15

명 세 서

청구범위

청구항 1

전력 케이블(1)로서,

도체(5),

상기 도체(5) 주위에 배열된 내부 반도전층(9), 상기 내부 반도전층(9) 주위에 배열된 절연층(11), 및 상기 절연층(11) 주위에 배열된 외부 반도전층(13)을 포함하는 절연 시스템(7),

상기 외부 반도전층(13) 주위에 배열된, 탄성의 기계적 지지층(15),

종방향 용접 심(17a)을 갖는 금속 방수층(17)으로서, 상기 금속 방수층(17)은 상기 기계적 지지층(15) 주위에 배열되는, 상기 금속 방수층(17)

을 포함하며,

상기 기계적 지지층(15)은 열처리 프로세스의 결과로서 방사상으로 영구적으로 열팽창됨으로써, 상기 금속 방수층(17)을 기계적으로 지지하는, 전력 케이블(1).

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기계적 지지층(15)은 적어도 2의 인자로 방사상으로 영구적으로 열팽창되는, 전력 케이블(1).

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기계적 지지층(15)은 폴리머 폼을 포함하는, 전력 케이블(1).

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 폴리머 폼은 폴리머 매트릭스 내에 매립된 열팽창성 마이크로스피어들(TEM)을 포함하는, 전력 케이블(1).

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 폴리머 매트릭스는 폴리에틸렌, 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드, 에틸렌-비닐 아세테이트, 폴리디메틸실록산, 또는 에폭시를 포함하는, 전력 케이블(1).

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기계적 지지층(15)은 팽창성 재료를 포함하는, 전력 케이블(1).

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 팽창성 재료는 산 공급원, 탄화제, 및 발포제를 포함하는, 전력 케이블(1).

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기계적 지지층(15)은 압출된 층이거나, 상기 절연 시스템(7) 주위에 랩핑된 테이프의 형태이거나, 또는 상기 금속 방수층(17)의 내부 표면 상의 코팅인, 전력 케이블(1).

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 금속 방수층(17)은 구리, 알루미늄, 또는 스테인레스강을 포함하는, 전력 케이블(1).

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기계적 지지층(15)은 반도전성이고, 상기 기계적 지지층(15)은 상기 금속 방수층(17)을 상기 외부 반도전층(13)과 전기적으로 연결시키는, 전력 케이블(1).

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전력 케이블(1)은 해저 전력 케이블인, 전력 케이블(1).

청구항 12

전력 케이블(1)을 제조하는 방법으로서,

a) 도체(5)를 제공하는 단계,

b) 상기 도체(5) 주위에 배열된 내부 반도전층(9), 상기 내부 반도전층(9) 주위에 배열된 절연층(11), 및 상기 절연층(11) 주위에 배열된 외부 반도전층(13)을 포함하는 절연 시스템(7)을 제공하는 단계,

c) 상기 외부 반도전층(13) 주위에 탄성의 반도전성 기계적 지지층(15)을 제공하는 단계,

d) 상기 기계적 지지층의 외부에 방사상으로 배열된 금속 시트의 대향 에지들을 종방향으로 용접하여 금속 방수층(17)을 형성하는 단계, 및

e) 상기 기계적 지지층(15)을 가열하여 상기 기계적 지지층(15)을 영구적으로 열팽창시킴으로써, 상기 금속 방수층(17)을 기계적으로 지지하는 단계를 포함하는, 전력 케이블(1)을 제조하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

단계 c)는, 팽창되지 않은 폴리머 재료를 사용하여 상기 외부 반도전층의 외부에 방사상으로 상기 기계적 지지층(15)을 압출하는 단계를 포함하는, 전력 케이블(1)을 제조하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

단계 d) 전에, 상기 기계적 지지층(15)의 외부 표면을 따라 축방향으로 용접 온도에서 열적으로 안정한 보호 테이프를 제공하는 단계를 포함하며, 상기 보호 테이프는 단계 d) 전에 상기 금속 시트의 상기 대향 에지들과 방사상으로 정렬되는, 전력 케이블(1)을 제조하는 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

단계 c)에서 상기 기계적 지지층(15)은 상기 금속 시트 상의, 팽창되지 않은 폴리머 재료를 포함하는, 코팅으로서 또는 팽창되지 않은 폴리머 재료를 포함하는 테이프로서 상기 외부 반도전층(13) 주위에 적용되며, 단계 e)는 단계 d) 후에 수행되는, 전력 케이블(1)을 제조하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 일반적으로 전력 케이블들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전력 케이블들은 도체를 전기적으로 절연하는 전기 절연재를 포함한다. 습기가 절연재로 침투하는 것을 방지하기 위해 일반적으로 금속 방사형 워터 배리어(water barrier)가 필요하다.

[0003] 통상적으로, 사용되는 금속은 납이며, 이는 연성, 가공성 및 압출성 금속이다. 납 수분 차폐는, 수분 침투에 대한 안전한 배리어를 제공하지만 몇 가지 단점과 관련이 있다. 예를 들어, 고전압 케이블들과의 사용을 위한 납 수분 차폐는 상당한 시스(sheath) 두께를 필요로 한다. 그 결과 케이블이 매우 무거워진다. 또한, 납은 인간과 환경 양자 모두에게 유해한 독성 재료이다.

[0004] 예를 들어 EP 2 312 591, EP3 438 993, 및 EP 3 786 982에 개시된 바와 같이, 종방향 심(seam)을 용접하여 결합되는 구리 금속 시스의 형태의 방수벽을 갖는 전력 케이블들을 제공하는 것이 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 용접하기에 앞서, 금속 시트가 전기 절연재 주위에 랩핑(wrapping)될 수도 있다. 금속 시트의 대향 에지들은, 바로 아래에 놓인 층을 손상시키지 않도록 하기 위해 그 층으로부터 약 1 내지 7 ㎜의 방사상 거리에서 종방향으로 용접되어, 금속 시스를 형성한다.

[0006] 용접이 수행된 후 금속 시스는, 바로 아래에 놓인 층과 금속 시스 사이의 거리를 감소시키기 위해 롤러들을 사용하는 직경 감소 프로세스를 거칠 수도 있다. 그러나, 구리와 같은 특정 응용에 사용가능한 대부분의 금속들은 납보다 단단하며, 이는 그들을 덜 가공성이게 한다. 금속의 유형 및 금속 재료 두께에 따라, 롤러들에 의해 인가되어야 할 힘으로 인해 직경 감소를 수행하는 것이 매우 어렵거나 심지어 불가능할 수도 있다. 더욱이, 특히 금속 재료가 얇으면, 직경 감소를 수행함으로써 금속 재료의 좌굴(buckling)의 상당한 위험이 있다.

[0007] 본 개시의 일반적인 목적은 종래 기술의 문제들을 해결하거나 적어도 완화시키는 전력 케이블을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 따라서, 본 개시의 제1 양태에 따르면, 전력 케이블로서, 도체, 상기 도체 주위에 배열된 내부 반도전층, 상기 내부 반도전층 주위에 배열된 절연층, 및 상기 절연층 주위에 배열된 외부 반도전층을 포함하는 절연 시스템, 상기 외부 반도전층 주위에 배열된 탄성의 기계적 지지층, 종방향 용접 심을 갖는 금속 방수(water blocking)층으로서, 상기 금속 방수층은 상기 기계적 지지층 주위에 배열되는, 상기 금속 방수층을 포함하며, 상기 기계적 지지층은 열처리 프로세스의 결과로서 방사상으로 영구적으로 열팽창됨으로써, 상기 금속 방수층을 기계적으로 지지하는, 전력 케이블이 제공된다.

[0009] 기계적 지지층의 열팽창은 예를 들어, 열팽창을 유발하는 온도에서 그리고 지속시간 동안 열처리를 거치지 않고 기계적 지지층이 제조되는 재료의 참조 샘플의 체적을 측정하고, 열팽창이 발생한 후에 기계적 지지층의 샘플의 체적을 측정하고, 두 체적들 또는 방사상 두께들을 비교함으로써 결정될 수 있다.

[0010] 열처리에 사용되는 온도는 기계적 지지층에 사용되는 재료의 유형에 의존하지만, 예를 들어 70° C 초과, 예컨대 80 내지 190° C의 범위 또는 100 내지 260° C의 범위, 예를 들어 150 내지 260° C, 또는 150 내지 400° C 범위일 수도 있다.

[0011] 금속 방수층 상에 기계적 지지층에 의해 제공되는 지지는 직접적이거나 간접적일 수도 있다.

[0012] 기계적 지지층은 금속 방수층의 전체 내주 주위로 금속 방수층의 지지를 제공한다.

[0013] 기계적 지지층은, 열팽창으로 인해 금속 방수층과 외부 반도전층 사이의 반사상 공간의 대부분 또는 전부를 충전할 수도 있다. 이에 의해 금속성 방수 시스의 직경을 감소시킬 필요가 제거될 수도 있거나, 요구되는 직경 감소의 양이 적어도 감소될 수도 있다. 그러나, 일 실시예에 따르면, 기계적 지지층 내부에 방사상으로, 기계적 지지층과 외부 반도전층 사이에, 그리고/또는 기계적 지지층 외부에 방상으로, 기계적 지지층과 금속 방

수층 사이에, 팽윤 테이프의 층이 제공될 수도 있다.

[0014] 기계적 지지층의 탄성으로 인해, 전력 케이블 동작 동안 도체를 통해 흐르는 전류의 크기의 변화에 응답하여 절연 시스템이 열적으로 팽창 및 수축함에 따라 외부 반도전층과 금속 방수층 사이의 방사상 갭/공간을 충전하도록 기계적 지지층이 동적으로 팽창 및 수축할 수 있다. 따라서, 도체 및 절연 시스템의 센터링을 포함하는, 전력 케이블의 기계적 특성들은 전력 케이블 동작 동안 유지될 수도 있다.

[0015] 더욱이, 기계적 지지층은 종방향 수분 침투에 대한 보호를 제공한다.

[0016] 기계적 지지층은 전력 케이블의 제조 동안 방사상으로 열팽창되었다. 따라서, 열처리 프로세스는 전력 케이블의 제조 동안 수행되었다.

[0017] 일 실시예에 따르면 기계적 지지층은 적어도 2의 인자로 방사상으로 영구적으로 열팽창된다. 따라서, 기계적 지지층의 두께는 열처리 프로세스에 의해 적어도 2 배 증가되었다.

[0018] 기계적 지지층은 전력 케이블의 제조 동안 적어도 3, 예컨대 적어도 4, 또는 적어도 5의 인자로 열적으로 팽창되었을 수도 있다.

[0019] 기계적 지지층은 예를 들어, 열팽창 전에 1 내지 5 ㎜, 예컨대 2 내지 4 ㎜ 범위의 방사상 두께를 가질 수도 있다. 기계적 지지층은 열팽창 후 2 내지 10 ㎜의 방사상 두께를 가질 수도 있다.

[0020] 기계적 지지층은 원주 방향을 따라 본질적으로 일정하거나 일정한 두께를 가질 수도 있거나, 또는 원주 방향을 따라 변할 수도 있다. 가변적인 두께는 전력 케이블의 전체 원주를 열처리하지 않음으로써 달성될 수도 있거나, 외부 반도전층까지의 전력 케이블이 전체적으로 원형이 아니라는 사실에 기인할 수도 있다.

[0021] 전력 케이블은 중전압 전력 케이블 또는 고전압 전력 케이블일 수도 있다. 여기서 중간 전압이란 1 kV 내지 72.5 kV 범위의 전압을 의미한다. 여기서 고전압이란 72.5kV 초과의 전압을 의미한다.

[0022] 전력 케이블은 직류(DC) 전력 케이블 또는 교류(AC) 전력 케이블일 수도 있다. AC 전력 케이블은 단상(single phase) 또는 다상(multi-phase) AC 전력 케이블일 수도 있다. DC 전력 케이블은 한 개의, 두 개의, 또는 두 개보다 많은 DC 전력 코어들 또는 극들을 포함할 수도 있다.

[0023] 기계적 지지층은 산화방지제를 포함할 수도 있다. 이에 의해 열산화 열화가 감소되거나 제거될 수도 있다. 산화방지제는 또한 에이징(aging)에 대한 기계적 지지층의 안정성을 향상시킨다.

[0024] 일 실시예에 따르면 기계적 지지층은 폴리머 폼(polymer foam)을 포함한다.

[0025] 기계적 지지층은, 열처리 프로세스에 의해 폴리머 폼으로 변하는 팽창되지 않은 폴리머 재료를 포함할 수도 있다. 따라서 팽장되지 않은 폴리머 재료는 열팽창된다.

[0026] 일 실시예에 따르면 폴리머 폼은 폴리머 매트릭스 내에 매립된 열팽창성 마이크로스피어들 TEM을 포함한다.

[0027] TEM은 예를 들어 Nouryon사의 Expancel®일 수도 있다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 폴리머 매트릭스는 폴리에틸렌, 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드, 에틸렌-비닐 아세테이트, 폴리디메틸실록산, 또는 에폭시를 포함한다.

[0029] 폴리비닐클로라이드(PVC) 또는 에틸렌-비닐 아세테이트(EVA)를 폴리머 매트릭스로서 사용하는 것은 난연성을 제공한다.

[0030] EVA는 폴리에틸렌(PE)에 비해 낮은 융점을 갖고 그러므로 초기 팽창의 위험 없이 프로세싱이 가능하다.

[0031] 폴리머 매트릭스를 사용하는 것은, 기계적 지지층이 제조되는 재료의 프로세싱을 용이하게 한다. 이는, 예를 들어 기계적 지지층을 압출 또는 공압출(co-extrude), 및/또는 가교결합시키는 것을 가능하게 한다.

[0032] 일 실시예에 따르면 기계적 지지층은 팽창성 재료(intumescent material)를 포함한다.

[0033] 일 실시예에 따르면, 팽창성 재료는 산 공급원(acid source), 탄화제(carbonization agent), 및 발포제(blowing agent)를 포함한다.

[0034] 일 실시예에 따르면, 기계적 지지층은 압출된 층이거나, 절연 시스템 주위에 랩핑되는 테이프의 형태이거나, 금속 방수층의 내부 표면 상의 코팅이다.

[0035] 테이프는 예를 들어 하나 이상의 캐리어들 및 캐리어들 상에 또는 캐리어들 사이에 배열된 폴리머 폼 재료를 포

함할 수도 있다. 캐리어 또는 캐리어들은 예를 들어, 텍스타일(textile) 또는 부직포(non-woven fabric)를 포함할 수도 있다.

[0036] 금속 방수층은 납이 없을 수도 있다.

[0037] 일 실시예에 따르면, 금속 방수층은 구리, 알루미늄, 또는 스테인레스강을 포함한다.

[0038] 일 실시예에 따르면 기계적 지지층은 반도전성이고, 기계적 지지층은 금속 방수층을 외부 반도전층과 전기적으로 연결시킨다.

[0039] 이에 의해, 외부 반도전층과 금속 방수층 사이의 전위 균등화(Potential equalisation)가 획득될 수도 있다.

[0040] 기계적 지지층은 카본 블랙을 포함할 수도 있다. 이 경우, 카본 블랙은 기계적 지지층의 반도전 특성을 제공한다.

[0041] 일 실시예에 따르면 전력 케이블은 해저 전력 케이블이다. 해저 전력 케이블은 정적 또는 동적 해저 전력 케이블일 수도 있다.

[0042] 전력 케이블은 대안적으로 지하 전력 케이블일 수도 있다.

[0043] 본 개시의 제2 양태에 따르면, 전력 케이블을 제조하는 방법으로서, a) 도체를 제공하는 단계, b) 상기 도체 주위에 배열된 내부 반도전층, 상기 내부 반도전층 주위에 배열된 절연층, 및 상기 절연층 주위에 배열된 외부 반도전층을 포함하는 절연 시스템을 제공하는 단계, c) 상기 외부 반도전층 주위에 탄성의 반도전성 기계적 지지층을 제공하는 단계, d) 상기 기계적 지지층의 외부에 방사상으로 배열된 금속 시트의 대향 에지들을 종방향으로 용접하여 금속 방수층을 형성하는 단계, 및 e) 상기 기계적 지지층을 가열하여 상기 기계적 지지층을 영구적으로 열팽창시키며, 상기 기계적 지지층이 방사상으로 영구적으로 열팽창됨으로써, 상기 금속 방수층을 기계적으로 지지하는 단계를 포함하는, 방법이 제공된다.

[0044] 단계 e)는, 기계적 지지층을 가열하여 적어도 2의 인자로 기계적 지지층을 영구적으로 열팽창시키는 단계를 수반할 수도 있다.

[0045] 단계 e)는 단계 c)와 동시에, 또는 단계 d)와 동시에, 또는 단계 d) 이후에 수행될 수도 있다.

[0046] 가열은 단계 d) 전, 단계 d) 동안, 또는 단계 d) 후에 수행될 수도 있지만, 바람직하게는 기계적 지지층은 단계 d) 이후에 방사상으로 영구적으로 열팽창된다.

[0047] 일 변형예에 따르면 열팽창은 용접 전에 가열에 의해 유발될 수도 있지만, 이 경우 열팽창은 상기 유발에 응답하여 지연되거나 느려서 단계 d) 이후 열팽창이 발생한다.

[0048] 일례에 따르면 기계적 지지층은 반도전성이고, 기계적 지지층은 금속 방수층을 외부 반도전층과 전기적으로 연결시킨다.

[0049] 일 실시예에 따르면, 단계 c)는 팽창되지 않은 폴리머 재료를 사용하여 외부 반도전층의 외부에 방사상으로 기계적 지지층을 압출하는 단계를 포함한다.

[0050] 일 실시예는, 단계 d) 전에, 기계적 지지층의 외부 표면을 따라 축방향으로 용접 온도에서 열적으로 안정한 보호 테이프를 제공하는 단계를 포함하며, 보호 테이프는 단계 d) 전에 금속 시트의 대향 에지들과 방사상으로 정렬된다.

[0051] 보호 테이프는 금속 시트의 대향 에지들을 용접할 때 형성된 용접 심과 방사상으로 정렬되고 종방향으로 연장된다.

[0052] 이에 의해, 용접 동안의 충전 재료의 열화의 위험이 감소될 수도 있다.

[0053] 보호 테이프는 예를 들어 탄소 섬유 테이프 또는 탄소 섬유 강화 폴리머 테이프일 수도 있다.

[0054] 일 실시예에 따르면 단계 c)에서 기계적 지지층은 금속 시트 상의, 팽창되지 않은 폴리머 재료를 포함하는, 코팅으로서 또는 팽창되지 않은 폴리머 재료를 포함하는 테이프로서 외부 반도전층 주위에 적용되고, 단계 e)는 단계 d) 이후에 수행된다.

[0055] 단계 e)는 예를 들어, 기계적 지지층이 테이프 또는 코팅으로 형성되는 경우 금속 방수층 주위에 배열된 하나 이상의 유도 가열기들에 의해 기계적 지지층을 가열하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0056] 유도 가열은, 전력 케이블이 생산 라인에서 축방향으로 이동됨에 따라 수행될 수도 있다.

[0057] 팽창되지 않은 폴리머 재료는 발포제 및/또는 TEM을 포함할 수도 있다.

[0058] 일 실시예는, 단계 d) 후에 금속 방수층의 직경 감소를 수행하는 단계를 포함한다.

[0059] 일반적으로, 청구항에서 사용된 모든 용어들은, 본 명세서에서 달리 명시적으로 정의되지 않는 한, 기술 분야에서의 그 통상적인 의미에 따라 해석되어야 한다. "요소, 장치, 성분, 수단 등"에 대한 모든 언급들은, 명시적으로 달리 언급되지 않으면, 요소, 장치, 성분, 수단 등의 적어도 하나의 예를 지칭하는 것으로 개방적으로 해석되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0060] 이제 본 발명 개념의 특정 실시예들이 첨부 도면들을 참조하여 예로서 설명될 것이며, 여기서:

도 1은 전력 케이블의 예의 단면을 개략적으로 도시하고;

도 2a 내지 도 2d는 전력 케이블을 제조하는 다양한 단계들의 단면들을 개략적으로 도시하고;

도 3은 도 1의 전력 케이블과 같은 전력 케이블을 제조하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0061] 이제, 예시적인 실시예들이 도시되어 있는 첨부 도면들을 참조하여 본 발명 개념이 이하에 더 충분히 설명될 것이다. 하지만, 본 발명 개념은 많은 상이한 형태들로 구현될 수도 있고 본 명세서에서 기재된 실시예들로 한정되는 것으로 해석되지는 않아야 하며; 오히려, 이들 실시예들이 예로서 제공되어 본 개시가 철저하고 완전할 것이며, 본 발명 개념의 범위를 당업자에게 충분히 전달할 것이다. 같은 번호들은 본 설명 전반에 걸쳐 같은 요소들을 지칭한다.

[0062] 도 1은 전력 케이블(1)의 예의 단면을 개략적으로 도시한다.

[0063] 전력 케이블(1)은 전력 코어(3a)를 포함한다.

[0064] 전력 코어(3a)는 도체(5)를 포함한다. 도체(5)는 예를 들어 단선(solid), 연선(stranded), 또는 밀리켄(Milliken) 유형일 수도 있다. 도체(5)는 금속으로 제조된다. 도체(5)는 예를 들어 구리 또는 알루미늄을 포함할 수도 있다.

[0065] 전력 코어(3a)는 절연 시스템(7)를 포함한다.

[0066] 절연 시스템(7)은 도체(5) 주위에 배열된 내부 반도전층(9)을 포함한다. 내부 반도전층(9)은 예를 들어 반도전성 폴리머, 또는 반도전성 페이퍼를 형성하도록 카본 블랙과 같은 반도전성 성분과 혼합되는, 가교 폴리에틸렌(crosslinked polyethylene; XLPE), 폴리프로필렌(PP), PP 랜덤 코폴리머를 기반으로 하는 열가소성 엘라스토머(TPE), 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM) 고무 또는 에틸렌 프로필렌 고무(EPR)를 포함할 수도 있다. 반도전성 폴리머는 압출될 수도 있다.

[0067] 절연 시스템(7)은 절연층(11)를 포함한다. 절연층(11)은 내부 반도전층(9) 주위에 배열된다. 절연층(11)은 내부 반도전층(9)과 직접 접촉할 수도 있다. 절연층(11)은 예를 들어 XLPE, PP, PP 랜덤 코폴리머를 기반으로 하는 열가소성 엘라스토머(TPE), EPDM 고무, 또는 EPR, 종이를 포함할 수도 있다. 절연층(11)은 압출될 수도 있다.

[0068] 절연 시스템(7)은 절연층(11) 주위에 배열된 외부 반도전층(13)을 포함한다. 외부 반도전층(13)은 절연층(11)과 직접 접촉할 수도 있다. 외부 반도전층(13)은 예를 들어, 반도전성 폴리머, 또는 반도전성 페이퍼를 형성하도록 카본 블랙과 같은 반도전성 성분과 혼합되는, XLPE, PP, PP 랜덤 코폴리머를 기반으로 하는 열가소성 엘라스토머(TPE), EPDM 고무, 또는 EPR을 포함할 수도 있다. 반도전성 폴리머는 압출될 수도 있다.

[0069] 절연 시스템(7)은 삼중 압출 절연 시스템일 수도 있다.

[0070] 전력 코어(3)는, 외부 반도전층(13) 외부에 방사상으로 배열되는 탄성의 기계적 지지층(15)을 포함한다.

[0071] 일례에 따르면, 기계적 지지층(15)은 반도전성일 수도 있다.

[0072] 전력 코어(3a)는 금속 방수층(17)을 포함한다. 금속 방수층(17)은 기계적 지지층(17)과 동심으로 그리고 그

주위에 배열된다.

[0073] 기계적 지지층(17)은 외부 반도전층(13)과 금속 방수층(17) 사이에 배열된다.

[0074] 기계적 지지층(17)은 전력 케이블(1)의 제조 동안 열처리 프로세스로 인해 적어도 2배 열팽창되었을 수도 있다.

[0075] 기계적 지지층(17)은 금속 방수층(17)을 기계적으로 지지한다.

[0076] 기계적 지지층(17)은 폴리머 폼을 포함할 수도 있다.

[0077] 폴리머 폼은 예를 들어 폴리머 매트릭스에 매립된 TEM을 포함할 수도 있다.

[0078] 폴리머 매트릭스는 예를 들어 폴리에틸렌, 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드, 에틸렌-비닐 아세테이트, 폴리디메틸실록산, 또는 에폭시를 포함할 수도 있다.

[0079] 일례에 따르면 기계적 지지층(15)은 팽창성 재료를 포함한다. 팽창성 재료는 산 공급원, 탄화제, 및 발포제를 포함할 수도 있다.

[0080] 기계적 지지층(15)은 예를 들어 압출된 층일 수도 있고, 또는 절연 시스템(7) 주위에 랩핑된 테이프의 형태이거나 금속 방수층(17)의 내부 표면 상의 코팅의 형태일 수도 있다.

[0081] 금속 방수층(17)은 금속 시스를 포함할 수도 있다. 금속은 예를 들어 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리, 구리 합금, 또는 스테인리스강일 수도 있다.

[0082] 전력 코어(3a)는, 금속 방수층(17)과 동심으로 그리고 그 주위에 배열된 폴리머층(19)을 포함한다. 폴리머층(19)은 예를 들어 XLPE, PP, EPDM 또는 EPR을 포함할 수도 있다.

[0083] 폴리머층(19)은 반도전성일 수도 있다.

[0084] 일례에 따르면, 폴리머층(19)은 글루(glue)에 의해 금속 방수층(17)에 접합될 수도 있다. 폴리머층(19)이 반도전성이면 글루는 반도전성이다.

[0085] 폴리머층(19)은 폴리머 재킷(jacket)일 수도 있다.

[0086] 폴리머층(19)은 금속 방수층(17)의 외부 표면과 직접 접촉할 수도 있다.

[0087] 폴리머층(19)은 금속 방수층(17) 상으로 압출될 수도 있다.

[0088] 전력 케이블(1)은 폴리머층(19)의 외부에 방사상으로 배열되는 아머(armour)층(21)을 포함할 수도 있다.

[0089] 아머층(21)은 폴리머층(19) 주위에 나선형으로 배열된 복수의 아머 와이어들(23)을 포함한다. 아머층(21)은 아연도금 탄소강, 오스테나이트 스테인레스강, 구리, 또는 알루미늄과 같은 금속으로 제조된 아머 와이어들(23), 및/또는 재킷 내의 아라미드 섬유들과 같은 합성 재료로 제조된 아머 와이어들(23)을 포함할 수도 있다.

[0090] 아머 와이어들(23) 중 적어도 일부가 금속으로 이루어지는 경우에, 아머층(21)은 역청(bitumen)으로 커버될 수도 있다.

[0091] 도 2a 내지 도 2d는 전력 케이블(1)을 제조하기 위한 예시적인 제조 단계들을 도시한다.

[0092] 도 2a의 예에서, 기계적 지지층(15)은 외부 반도전층(13) 주위에 제공된다.

[0093] 기계적 지지층(15)은 이 예에서 이 단계에서 열적으로 팽창되지 않는다. 기계적 지지층(15)은 팽창되지 않은 폴리머 재료(16)를 포함할 수도 있다.

[0094] 기계적 지지층(15)은 예를 들어 절연 시스템(7) 주위에 랩핑되는 테이프의 형태일 수도 있다.

[0095] 테이프의 중첩되는 에지들은, 예를 들어 접착제에 의해 서로 접합될 수도 있다.

[0096] 도 2b는, 여전히 팽창되지 않은 기계적 지지층(15) 주위에 금속 방수층(17)이 형성된 경우를 도시한다.

[0097] 금속 방수층(17)은, 팽창되지 않은 폴리머 재료(16) 주위에 팽창되지 않은 폴리머 재료(16)로부터의 방사상 거리에서 금속 시트를 랩핑함으로써 제조되었다. 금속 방수층(17)의 대향 에지들은 용접 심(17a)을 형성하도록 종방향으로 용접되었다.

[0098] 도 2c는, 도 2b에서 획득된 구조체가 열처리를 거치는 경우를 도시한다. 이는, 팽창되지 않은 폴리머 재료(16)가 영구적으로 열팽창되게 한다.

[0099] 도 2d는 열처리가 완료된 경우를 도시한다. 이 예에서 기계적 지지층(15)은 금속 방수층(17)의 내부 표면과 직접 접촉한다.

[0100] 일 변형예에 따르면, 기계적 지지층(15)이 금속 방수층(17)의 내부 표면과 직접 접촉하는 것을 보장하도록 금속 방수층(17)은 열처리 전 또는 후에 직경 감소를 겪을 수도 있다.

[0101] 도 3은 전력 케이블(1)을 제조하는 방법의 흐름도이다.

[0102] 단계 a)에서 도체(5)가 제공된다.

[0103] 단계 b)에서 절연 시스템(7)이 도체(5) 주위에 제공된다. 단열 시스템(7)은 예를 들어 삼중 압출 프로세스로 또는 테이프 권취 공정으로 도체(5) 주위에 제공될 수 있다.

[0104] 단계 c)에서, 기계적 지지층(15)이 절연 시스템(7)의 외부 반도전층(13) 주위에 제공된다.

[0105] 기계적 지지층(15)은 단계 c)에서 절연 시스템(7) 상으로 압출될 수도 있다. 이 경우에 기계적 지지층(15)은 압출 프로세스 후에, 바람직하게는 후술되는 용접의 단계 d) 후에 열팽창된다. 기계적 지지층(15)은 압출기에 공급된 팽창되지 않은 폴리머 재료를 사용하여 압출될 수도 있으며, 이는 용접의 단계 d) 후에 열팽창된다.

[0106] 기계적 지지층(15)이 압출된 경우에 금속 시트의 대향 에지들이 종방향으로 용접되기 전, 용접 온도에서 열적으로 안정한 보호 테이프가 기계적 지지층(15)의 외부 표면을 따라 축방향으로 제공될 수도 있다. 보호 테이프는 금속 시트의 대향 에지들과 반사상으로 정렬된다.

[0107] 단계 d)에서 금속 시트의 대향 에지들은 종방향으로 용접되어 금속 방수층(17)을 형성한다.

[0108] 열팽창된 압출된 기계적 지지층(15)의 경우, 금속 시트는 단계 d) 동안 기계적 지지층(15)과 물리적으로 접촉하거나 본질적으로 물리적으로 접촉할 수도 있다.

[0109] 단계 e)에서 기계적 지지층(15)은 가열되어 영구적으로 기계적 지지층(15)을 열팽창시킬 수도 있다.

[0110] 열팽창은 예를 들어, 적어도 2의 인자를 가질 수도 있다.

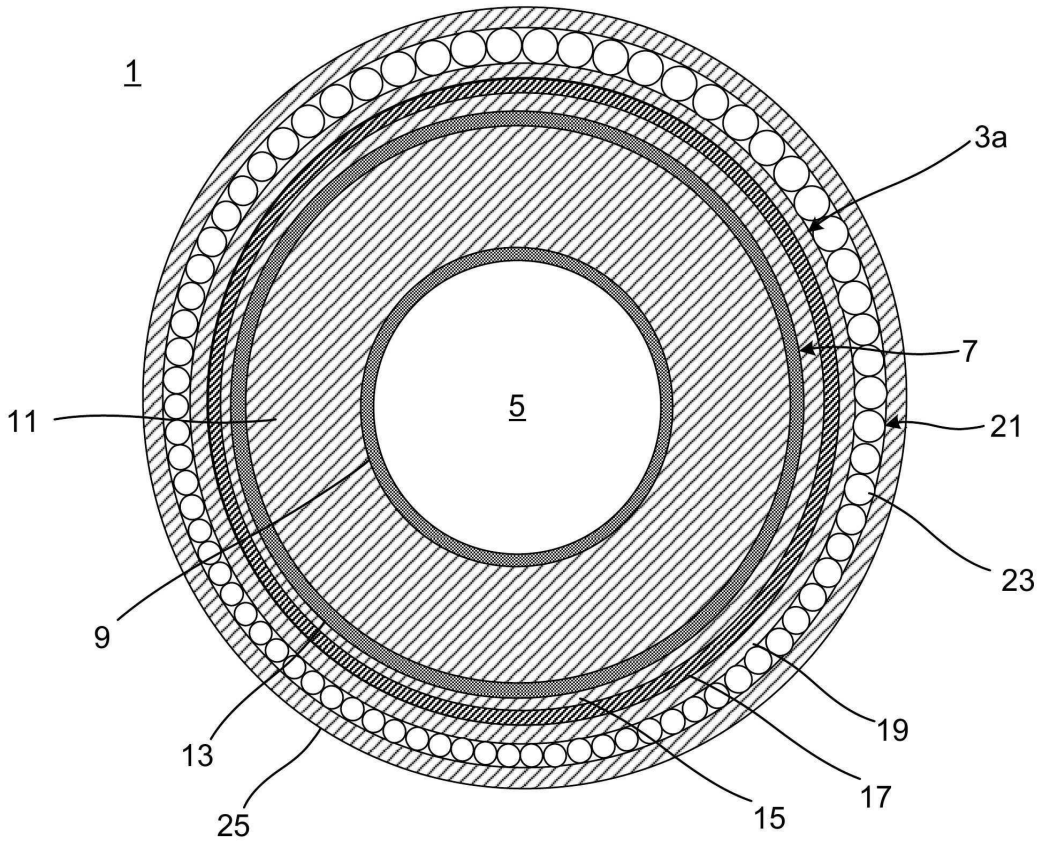
[0111] 기계적 지지층(15)이 테이프로 형성되는 경우, 단계 c)는 절연 시스템(7) 주위에 종방향으로 테이프를 랩핑하는 단계를 수반할 수도 있다.

[0112] 팽창되지 않은 폴리머 재료를 포함하는, 금속 시트 상의 코팅으로서 기계적 지지층(15)이 형성되는 경우, 단계 c)는 코팅이 절연 시스템(7)을 향하는 상태로 절연 시스템(7) 주위에 종방향으로 금속 시트를 랩핑하는 단계를 수반할 수도 있다.

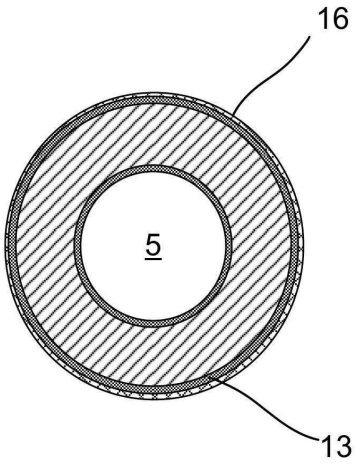
[0113] 몇몇 예들을 참조하여 위에서 본 발명 개념이 주로 설명되었다. 그러나, 당업자에 의해 용이하게 인식되는 바와 같이, 위에서 개시된 실시예 이외의 다른 실시예들이, 첨부된 청구항들에 의해 정의되는 바와 같은 본 발명 개념의 범위 내에서 동등하게 가능하다.

도면

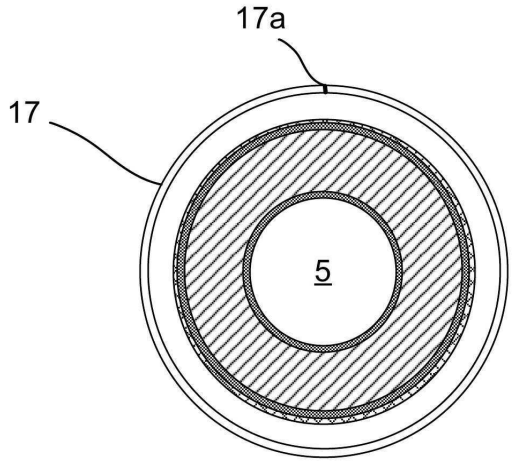
도면1



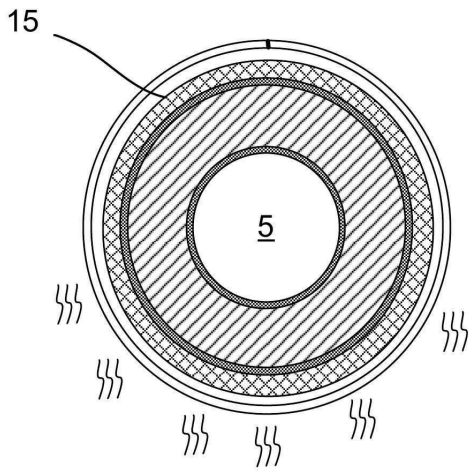
도면2a



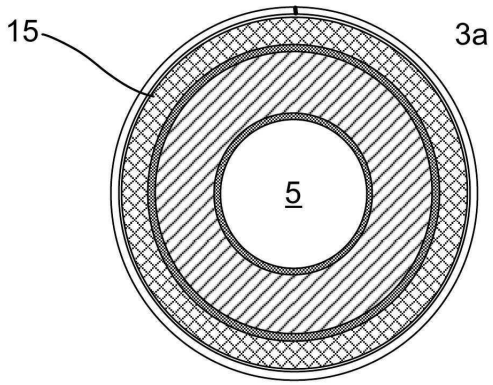
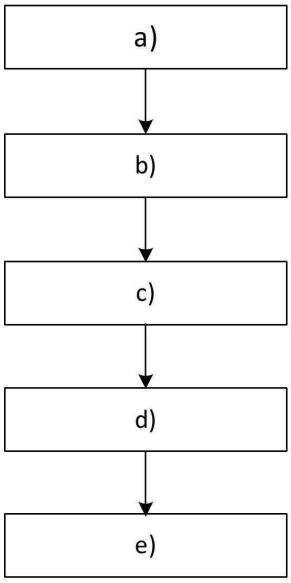
도면2b



도면2c



도면2d



도면3