

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 10월 4일 (04.10.2018) WIPO PCT

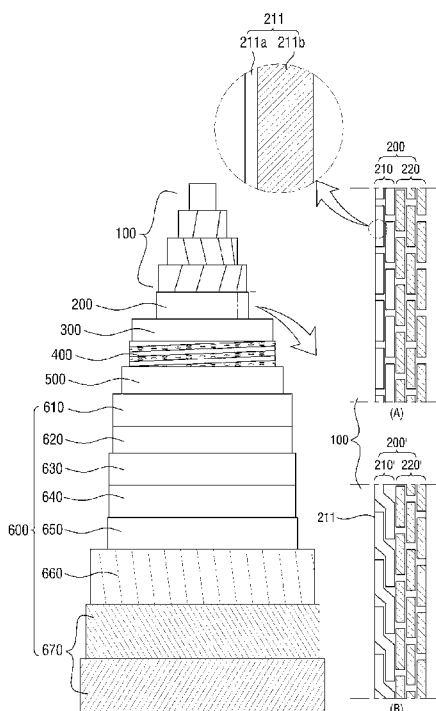


(10) 국제공개번호
WO 2018/182070 A1

- (51) 국제특허분류: H01B 9/02 (2006.01) H01B 7/22 (2006.01)
H01B 3/20 (2006.01) H01B 7/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/003526
- (22) 국제출원일: 2017년 3월 30일 (30.03.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (71) 출원인: 엘에스전선 주식회사 (LS CABLE & SYSTEM LTD.) [KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 이인회 (LEE, In-Hwoi); 13943 경기도 안양시 동안구 안양판교로 42, 103동 1601호 (관양동, 인덕원삼성아파트), Gyeonggi-do (KR). 남기준 (NAM, Gi-Joon); 06510 서울시 서초구 잠원로3길 20, B동 1503호 (잠원동, 잠원2차 중앙하이츠아파트), Seoul (KR). 김두기 (KIM, Du-Ki); 14092 경기도 안양시 만안구 문예로 5, 203호 (안양동, 유일아르젠뷰), Gyeonggi-do (KR). 박우정 (BAK, Woo-Jeong); 16522 경기도 수원시 영통구 삼성로 308, 102동 1502호 (원천동, 신미주아파트), Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 서현 등 (SUH, Hyun et al.); 08502 서울시 금천구 가산디지털1로 196, 에이스테크노타워10차 607호 퍼스트국제특허법률사무소 (가산동), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: POWER CABLE

(54) 발명의 명칭: 전력 케이블



(57) Abstract: The present invention relates to a power cable, and particularly, to an ultra-high voltage underground or submarine cable for long-distance direct current transmission. Specifically, the present invention relates to a power cable having an insulation layer having a high dielectric strength in itself, and enabling the effective mitigation of an electric field applied to the insulation layer, and particularly, inhibiting the generation, in the insulation layer, etc., of a de-oiled void that does not contain insulating oil, thereby effectively inhibiting partial discharge, a dielectric breakdown, etc. caused by an electric field concentrated at the void, and thus enabling the lifespan of the power cable to be prolonged.

(57) 요약서: 본 발명은 전력 케이블, 특히 장거리 직류송전용 초고압 지중 또는 해저 케이블에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 절연층의 자체적인 절연내력이 높고, 상기 절연층에 인가되는 전계가 효과적으로 완화되며, 특히 절연층 등에 절연유가 존재하지 않은 탈유 공극(void)이 발생하는 것을 억제하여 상기 공극에 집중된 전계에 의한 부분방전, 절연파괴 등을 효과적으로 억제함으로써 수명이 연장될 수 있는 전력 케이블에 관한 것이다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 전력 케이블

기술분야

- [1] 본 발명은 전력 케이블, 특히 장거리 직류송전용 초고압 지중 또는 해저 케이블에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 절연층의 자체적인 절연내력이 높고, 상기 절연층에 인가되는 전계가 효과적으로 완화되며, 특히 절연층 등에 절연유가 존재하지 않은 탈유 공극(void)이 발생하는 것을 억제하여 상기 공극에 집중된 전계에 의한 부분방전, 절연파괴 등을 효과적으로 억제함으로써 수명이 연장될 수 있는 전력 케이블에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 절연층으로서 가교 폴리에틸렌(XLPE) 등의 고분자 절연체를 이용한 전력 케이블이 사용되고 있지만, 직류 고전계에서 공간 전하가 형성되는 문제 때문에, 초고압 직류 송전 케이블은 도체 등을 감싸도록 휘권한 절연지에 절연유를 함침시켜 절연층을 형성한 지절연 케이블(Paper-insulated Cable)이 사용되고 있다.
- [3] 상기 지절연 케이블에는 저점도 절연유를 순환시키는 OF(Oil Filled) 케이블, 고점도 또는 중점도 절연유가 함침된 MIND(Mass Impregnated Non Draining) 케이블 등이 있고, 상기 OF 케이블은 절연유의 순환을 위한 유압의 전달길이에 한계가 있어 장거리 송전용 케이블에는 부적합하고, 특히 해저에는 절연유 순환 설비를 설치하기 곤란한 문제가 있어 해저 케이블에도 부적합하다.
- [4] 따라서, 장거리 직류 송전용 또는 해저용 초고압 케이블은 MIND 케이블이 흔히 사용되고 있다.
- [5] 이러한 MIND 케이블은 절연층 형성시 크래프트지(Kraft paper), 크래프트지와 폴리프로필렌 수지 등과 같은 열가소성 수지가 적층된 반합성지 등의 절연지를 복수의 층으로 감싸서 형성되며, 절연층 내외부의 내부반도전층 및 외부반도전층은 카본 블랙지(Carbon black paper) 등의 반도전지를 복수의 층으로 감싸서 형성될 수 있고, 상기 반합성지, 반도전지 등에 절연유가 함침된다.
- [6] 그런데, 종래 MIND 케이블은 이의 운용시 도체의 발열에 의해 절연층과 반도전층을 형성하는 절연지와 반도전지에 함침된 절연유 및 상기 절연지와 반도전지를 감았을 시에 발생하는 갭에 충전되는 절연유가 팽창하면서 절연층에 함침된 절연유가 상기 절연층의 내외측으로 이동하게 되고, 그 후 통전을 멈췄을 때 도체 발열이 멈추어 케이블 내부 온도가 내려가기 시작하면, 특히 극한 지방의 지중 케이블 또는 해저 케이블로서 저온 환경하에 포설되는 경우, 상기 절연유가 수축하기 때문에 절연층에 절연유가 부재하는 복수개의 탈유 공극(void)이 형성되며, 상기 탈유 공극에 집중된 전계에 의해 부분방전이

발생하여 절연과괴 등이 일어나는 문제가 있다.

- [7] 따라서, 절연층의 자체적인 절연내력이 높고, 상기 절연층에 인가되는 전계가 효과적으로 완화되며, 특히 절연층 등에 절연유가 존재하지 않은 탈유 공극(void)이 발생하는 것을 억제하여 상기 공극에 집중된 전계에 의한 부분방전, 절연과괴 등을 효과적으로 억제함으로써 수명이 연장될 수 있는 전력 케이블이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 본 발명은 절연층의 자체적인 절연내력이 높고, 상기 절연층에 인가되는 전계가 효과적으로 완화되어 수명이 연장될 수 있는 전력 케이블을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [9] 또한, 본 발명은 저온 환경하 또는 통전 off시 절연유 수축에 의해 절연층에 절연유가 존재하지 않는 탈유 공극(void)이 발생하는 것을 억제하여 상기 공극에 집중된 전계에 의한 부분방전, 절연과괴 등을 효과적으로 억제할 수 있는 전력 케이블을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [10] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은,
- [11] 도체; 상기 도체를 둘러싸는 내부 반도체층; 상기 내부 반도체층을 둘러싸고 절연유가 함침된 절연층; 상기 절연층을 둘러싸는 외부 반도체층; 상기 외부 반도체층을 둘러싸는 금속시스층; 및 상기 금속시스층을 둘러싸는 케이블보호층을 포함하고, 상기 절연층은 절연지가 횡권되고 절연유가 함침되어 형성되며, 상기 내부 반도체층은 상기 도체 위에 적층된 하부층 및 상기 하부층 위에 적층된 상부층을 포함하고, 상기 하부층은 금속박 위에 반도체지가 적층된 금속화지 또는 금속 소재로 이루어진 금속테이프의 횡권에 의해 형성되고, 상기 상부층은 반도체지의 횡권에 의해 형성되는, 전력 케이블을 제공한다.
- [12] 여기서, 상기 하부층은 횡권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프가 일정 부분 서로 오버랩(overlap)되도록 횡권되는 랩권에 의해 횡권됨으로써 형성되는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [13] 또한, 상기 랩권에 의해 횡권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프의 폭 대비 서로 오버랩되는 폭의 비율인 오버랩율이 20 내지 80%인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [14] 한편, 상기 하부층은 횡권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프가 같은 층에서 서로 오버랩(overlap)되지 않도록 일정한 갭(gap)을 두고 횡권되는 랩권에 의해 횡권됨으로써 형성되는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [15] 여기서, 상기 갭(gap)의 폭이 랩권에 의해 횡권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프의 폭의 5 내지 15%인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.

- [16] 나아가, 상기 금속박 또는 상기 금속테이프는 구리 또는 알루미늄을 포함하고, 경화처리된 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [17] 또한, 상기 반도체지는 절연지에 카본 블랙이 도포된 카본지를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [18] 그리고, 상기 하부층은 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프 1 내지 4매가 횡권되어 형성되고, 상기 상부층은 상기 반도체지 4 내지 8매가 횡권되어 형성되며, 상기 내부 반도체층의 전체 두께는 약 0.2 내지 3.0 mm인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [19] 한편, 상기 외부 반도체층은 반도체지의 횡권에 의해 형성되는 하부층 및 반도체지와 금속화지가 서로 교대로 횡권되는 공권에 의해 형성되는 상부층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [20] 여기서, 상기 외부 반도체층은 부직포에 하나 이상의 구리 와이어가 직입된 동선직입포에 의한 최상층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [21] 한편, 상기 절연층은 내부 절연층, 중간 절연층 및 외부 절연층이 순차적으로 적층되어 형성되고, 상기 내부 절연층 및 상기 외부 절연층은 각각 절연유가 함침된 크라프트(kraft)지로 형성되고, 상기 중간 절연층은 절연유가 함침된 반합성지로 형성되며, 상기 반합성지는 플라스틱 필름 및 상기 플라스틱 필름의 적어도 한면에 적층된 크라프트지를 포함하고, 상기 절연층의 전체 두께를 기준으로, 상기 내부 절연층의 두께는 1 내지 10%이고, 상기 중간 절연층의 두께는 75% 이상이며, 상기 외부 절연층의 두께는 5 내지 15%이고, 상기 내부 절연층 및 상기 외부 절연층의 저항율이 상기 중간 절연층의 저항율보다 작은 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [22] 그리고, 상기 내부 절연층의 두께는 0.1 내지 2.0 mm이고, 상기 외부 절연층의 두께는 0.1 내지 3.0 mm이며, 상기 중간 절연층의 두께는 15 내지 25 mm인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.
- [23] 나아가, 상기 절연유는 60°C의 동점도가 5 센티스토크스(Cst) 이상인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블을 제공한다.

발명의 효과

- [24] 본 발명에 따른 전력 케이블은 특정 구조의 절연층 및 반도체층에 의해 절연내력이 향상되는 동시에 절연층에 인가되는 전계가 효과적으로 완화되어 케이블의 수명이 연장되는 우수한 효과를 나타낸다.
- [25] 또한, 본 발명에 따른 전력 케이블은 내부 반도체층의 특정 구조에 의해 케이블의 통전시 절연층 내부의 절연유가 팽창하여 도체 사이의 간극으로 이동함으로써 상기 절연층 내부에 탈유 공극이 발생하는 것을 억제함으로써 상기 탈유 공극에 집중된 전계에 의한 부분방전, 절연파괴 등을 효과적으로 억제할 수 있는 우수한 효과를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명에 따른 전력 케이블의 일실시예의 횡단면 구조를 개략적으로 도시한 것이다.
- [27] 도 2는 도 1에 도시된 전력 케이블의 종단면 구조를 개략적으로 도시한 것이다.
- [28] 도 3은 본 발명에 따른 전력 케이블의 절연층 내부에서 전계가 완화되는 과정을 개략적으로 나타내는 그래프를 도시한 것이다.
- [29] 도 4는 도 1에 도시된 전력 케이블 중 중간 절연층을 형성하는 반합성지의 단면 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [30] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [31] 도 1 및 2는 본 발명에 따른 전력 케이블의 일실시예의 횡단면 및 종단면 구조를 개략적으로 각각 도시한 것이다.
- [32] 도 1 및 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전력 케이블은 도체(100), 상기 도체(100)를 둘러싸는 내부 반도전층(200), 상기 내부 반도전층(200)을 둘러싸는 절연층(300), 상기 절연층(300)을 둘러싸는 외부 반도전층(400), 상기 외부 반도전층(400)을 둘러싸는 금속시스층(500), 상기 금속시스층(500)을 둘러싸는 케이블보호층(600) 등을 포함할 수 있다.
- [33] 상기 도체(100)는 송전을 위한 전류의 이동 통로로서 전력 손실이 최소화되도록 도전율이 우수하고 케이블의 도체로 사용하기 위해 요구되는 적절한 강도와 유연성을 갖는 고순도의 구리(Cu), 알루미늄(Al) 등, 특히 신장율이 크고 도전율이 높은 연동선으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 도체(100)의 단면적은 케이블의 송전량, 용도 등에 따라 상이할 수 있다.
- [34] 바람직하게는, 상기 도체(100)는 원형 중심선 위에 평각 소선을 다층으로 얹어 구성시킨 평각도체 또는 원형 중심선 위에 원형 소선을 다층으로 얹은 후 압축한 원형압축도체로 이루어질 수 있다. 소위 키스톤(keystone) 방식에 의해 형성된 평각도체로 이루어진 상기 도체(100)는 도체의 점적율이 높아 케이블의 외경을 축소할 수 있는 동시에 각 소선의 단면적을 크게 성형하는 것이 가능하므로 전체 소선의 수를 줄일 수 있어 경제적이다. 또한, 도체(100) 내부에 공극이 적고, 도체(100) 내부에 포함되는 절연유의 중량을 작게할 수 있기 때문에 효과적이다.
- [35] 상기 내부 반도전층(200)은 상기 도체(100)의 표면 불균일에 의한 전계왜곡 및 전계집중을 억제함으로써 상기 내부 반도전층(200)과 상기 절연층(300)의 계면 또는 상기 절연층(300) 내부에 집중된 전계에 의한 부분방전, 절연파괴 등을

억제하는 기능을 수행한다.

- [36] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 내부 반도체층(200)은 도체 직상에 적층된 하부층(210,210') 및 상기 하부층(210,210') 위에 적층된 상부층(220,220')을 포함할 수 있다. 또한, 상기 하부층(210,210')은 구리, 알루미늄 등 전기 전도성 금속 소재로 이루어진 금속박(211a) 위에 반도체지(semi-conductive paper)(211b)가 적층된 금속화지(211) 또는 구리, 알루미늄 등 전기 전도성 금속 소재로 이루어진 금속 테이프(이하에서는, '금속화지(211) 등'이라 칭함)의 황권에 의해 형성될 수 있고, 상기 상부층(220,220')은 반도체지의 황권에 의해 형성될 수 있다.
- [37] 여기서, 상기 하부층(210,210') 및 상기 상부층(220,220')에 포함되는 반도체지는 절연지에 카본 블랙 등의 도전성 물질이 도포된 카본지, 카본 블랙 등의 도전성 물질이 분산된 고분자 복합소재로부터 형성된 필름 등을 포함할 수 있고, 상기 금속박(211a) 또는 상기 금속 테이프는 경화처리됨으로써 인장강도가 향상되어 용이하게 종래의 지권기에 의해 황권될 수 있다.
- [38] 이로써, 본 발명에 따른 전력 케이블은 상기 반도체층(200)의 구조, 특히 상기 금속화지(211) 등에 의해 반도체층(200)을 통한 상기 도체(100)와 상기 절연층(300) 사이의 절연유의 이동을 원천적으로 차단함으로써, 상기 케이블의 통전시 온도 상승에 의해 상기 절연층(300)에 함침된 절연유의 점도가 낮아지고 유동성이 증가해 상기 반도체층(200)을 통해 상기 도체(100) 내부의 간극으로 이동한 후 상기 케이블의 통전이 중단되어 온도 하강에 의해 상기 절연층(300)에 함침된 절연유가 수축하여 상기 절연층(300) 내부에 절연유가 존재하지 않는 탈유 공극이 발생하는 것을 효과적으로 억제할 수 있고, 결과적으로 상기 탈유 공극에 의해 이를 기점으로 부분방전에 의한 절연파괴가 발생하는 것을 억제하는 동시에 이를 기점으로 상기 절연층(300) 내부에 음압이 발생하여 상기 절연층(300)의 구조가 변형되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [39] 구체적으로, 도 2 중 확대단면도(A)에 도시된 바와 같이, 상기 하부층(210)은 황권되는 상기 금속화지(211) 등이 같은 층에서 서로 오버랩(overlap)되지 않도록 일정한 갭(gap)을 두고 황권되는 갭권에 의해 황권되거나, 도 2 중 확대단면도(B)에 도시된 바와 같이, 상기 하부층(210')은 황권되는 상기 금속화지(211) 등이 일정 부분 서로 오버랩(overlap)되도록 황권되는 랩권에 의해 황권될 수 있다.
- [40] 여기서, 상기 갭권은 상기 금속화지(211) 등의 사이 사이에 일정한 갭(gap)이 형성되도록 황권되고 상기 갭(gap)은 상기 금속화지(211) 등의 상부에 새로운 금속화지(211) 등이 황권될 때에 상기 새로운 금속화지(211) 등에 의해 덮혀지면서 동시에 상기 새로운 금속화지(211) 등의 사이 사이에 또한 갭(gap)이 형성되도록 황권되는 것이 계속하여 반복되는 방식으로 황권되는 것을 의미한다.
- [41] 상기 반도체층(200)을 통한 절연유의 이동을 차단하는 관점에서는 상기 갭권에

비해 상기 랩권이 더욱 유리하며, 횡권 효율의 향상을 통한 케이블의 생산성을 향상시키고 케이블의 굴곡시 금속화지, 반도체지 등의 충돌에 의한 파손이나 구조변경을 방지하는 관점에서는 상기 랩권에 비해 상기 갭권이 유리할 수 있다.

[42] 상기 금속화지(211)가 갭권 또는 랩권되는 경우 모두 상기 금속박(211a)이 상기 도체(100) 쪽으로 배치되는 것이 바람직하고, 상기 금속화지(211) 등이 갭권되는 경우 같은 층에서 횡권되는 상기 금속화지(211) 등 사이의 갭(gap)은 상기 금속화지(211) 등의 폭의 5 내지 15%일 수 있으며, 상기 금속화지(211) 등이 랩권되는 경우 이의 폭 대비 서로 오버랩되는 폭의 비율인 오버랩율이 약 20 내지 80%일 수 있다.

[43] 여기서, 상기 갭(gap)이 5% 미만인 경우 상기 케이블의 굴곡시 굴곡 반경 내측에서 같은 층에 횡권된 상기 금속화지(211) 등이 서로 충돌하여 파손될 수 있는 반면, 15% 초과인 경우 상기 케이블의 굴곡시 굴곡 반경 외측에서 횡권된 상기 금속화지(211) 등이 이의 상층에 횡권된 상기 금속화지(211) 등의 사이의 갭(gap)을 통해 층을 이탈하고 다시 상기 케이블의 굴곡시 상기 이탈된 금속화지(211) 등이 원래 층으로 돌아오지 못하고 손상되거나 구조가 변경될 수 있다.

[44] 한편, 상기 오버랩율이 약 20% 미만이거나 약 80% 초과인 경우 상기 케이블이 굴곡과 굴곡됨을 반복할 때 상기 금속화지(211) 등의 오버랩된 부분에서 상기 금속화지(211)가 횡권된 층을 이탈하여 원래 층으로 돌아오지 못하고 손상되거나 구조가 변경될 수 있다.

[45] 상기 내부 반도체층(200)에서 상기 하부층(210,210')은 상기 금속화지(211) 등 1 내지 4매가 횡권되어 형성되고, 상기 상부층(220,220')은 상기 반도체지 4 내지 8매가 횡권되어 형성될 수 있으며, 상기 내부 반도체층(200)의 전체 두께는 약 0.2 내지 3.0 mm일 수 있다.

[46] 상기 절연층(300)은 절연지를 복수의 층으로 감싸서 형성되며, 절연지로는 예를 들어 크래프트지(Kraft paper)를 사용하거나 크래프트지와 폴리프로필렌(Polypropylene) 수지 등과 같은 열가소성 수지가 적층된 반합성지를 사용할 수 있다.

[47] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 절연층(300)은 내부 절연층(310), 중간 절연층(320) 및 외부 절연층(330)을 포함하고, 상기 내부 절연층(310) 및 상기 외부 절연층(330)은 상기 중간 절연층(320)에 비해 저항율이 낮은 소재로 이루어지며, 이로써 상기 내부 절연층(310) 및 상기 외부 절연층(330)은 각각 상기 케이블의 운용시 상기 도체(100)에 인가되어 형성되는 높은 전계가 상기 도체(100) 직상 또는 상기 금속시스층(500) 직하에 인가되는 것을 억제하는 전계 완화 작용을 하고, 나아가, 상기 중간 절연층(320)의 열화를 억제하기 위한 작용을 한다.

[48] 도 3은 본 발명에 따른 전력 케이블의 절연층 내부에서 전계가 완화되는 과정을 개략적으로 나타내는 그래프를 도시한 것이다. 도 3에 나타난 바와 같이,

상대적으로 저항율이 낮은 내부 절연층(310) 및 외부 절연층(330)에서 직류(DC) 전계가 완화됨으로써 상기 도체(100) 직상 및 상기 금속 시스층(500) 직하에 통상 직류 케이블에서 발생하는 높은 전계가 인가되는 것을 효과적으로 억제할 수 있을 뿐만 아니라, 임펄스인 경우에도 상기 중간 절연층(320)에 인가되는 최대 임펄스 전계를 100 kV/mm 이하로 제어하면서 내부 절연층에 걸리는 높은 임펄스 전계를 낮추어 내부절연층(310)의 열화를 억제하기 때문에, 함께 상기 중간 절연층(320)의 열화도 억제할 수 있다. 여기서, 상기 임펄스 전계란 케이블에 임펄스 전압이 인가되었을 때 케이블에 걸리는 전계를 의미한다.

[49] 따라서, 도 3에 도시된 바와 같이, 내부 절연층(310)의 최대 임펄스 전계값이 중간 절연층(320)의 최대 임펄스 전계값보다 작도록 설계함으로써 고전계가 도체 직상, 시스 직하에 작용하지 않도록 하며, 상기 중간 절연층(320)에 인가되는 최대 임펄스 전계는 상기 중간 절연층(320)의 내측 전계이고, 상기 내측 전계가 중간절연층(320)의 최대 임펄스 전계, 예를 들면, 100 kV/mm 이하로 제어됨으로써 상기 중간 절연층(320)의 열화를 억제할 수 있다.

[50] 따라서, 상기 내부 절연층(310) 및 상기 외부 절연층(330), 특히 전계에 취약한 케이블 접속부재 등에 고전계가 인가되는 것을 억제하고, 나아가 상기 중간 절연층(320)이 가진 성능을 최대한으로 이끌어 내는 것으로 절연층(300) 전체를 컴팩트화 할 수 있으며, 그 열화를 억제하여, 상기 절연층(300)의 절연 내력, 기타 물성이 저하되는 것을 억제할 수 있고, 결과적으로 케이블보다 높은 임펄스 내압의 컴팩트 케이블로 할 수 있을 뿐만 아니라 케이블의 수명 단축을 억제할 수 있다.

[51] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 내부 절연층(310) 및 상기 외부 절연층(330)은 각각 크라프트 펄프를 원료로 하는 크라프트(kraft)지를 횡권하고 절연유를 함침시킴으로써 형성할 수 있고, 이로써 상기 내부 절연층(310) 및 상기 외부 절연층(330)은 중간 절연층(320)에 비해 낮은 저항율 및 높은 유전율을 가질 수 있다. 상기 크라프트지는 크라프트 펄프 중의 유기 전해질을 제거하여 우수한 유전정접 및 유전율을 얻기 위해 크라프트 펄프를 탈 이온수로 수세처리함으로써 제조될 수 있다.

[52] 상기 중간 절연층(320)은 플라스틱 필름의 표면, 이면, 또는 이들 모두에 크라프트지가 적층된 반합성지를 횡권하고 절연유를 함침시킴으로써 형성할 수 있다. 이렇게 형성된 중간 절연층(320)은 플라스틱 필름을 포함하고 있으므로 상기 내부 절연층(310) 및 상기 외부 절연층(330)에 비해 높은 저항율, 낮은 유전율, 높은 직류절연내력 및 임펄스 파괴내압을 지니고 있으며, 상기 중간 절연층(320)의 높은 저항율에 의해 직류전계를 직류 내전계 강도에 강한 상기 중간 절연층(320)에 집중시키고, 또한 낮은 유전율로 임펄스 전계에 강한 중간 절연층(320)에 임펄스 전계를 집중시키는 것으로 전체로써의 절연층(300)을 컴팩트하게 하여, 그 결과, 상기 케이블의 외경을 축소하는 것이 가능해진다.

[53] 상기 중간 절연층(320)을 형성하는 반합성지에서 상기 플라스틱 필름은 상기

케이블의 운용시 발열에 의해 팽창하여 유류저항을 증가시키는 것으로 상기 절연층(300)에 함침된 절연유가 상기 외부 반도체층(400) 쪽으로 이동하는 것을 억제하여 상기 절연유의 이동에 의한 탈유 보이드의 생성을 억제하고, 결과적으로 상기 탈유 보이드에 의한 전계 집중 및 절연 파괴를 억제할 수 있다. 여기서, 상기 플라스틱 필름은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부틸렌 등의 폴리올레핀계 수지나 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로 폴리프로필렌 공중합체, 에틸렌-테트라플루오로에틸렌 공중합체 등의 불소 수지로 이루어질 수 있고, 바람직하게는 내열성이 우수한 폴리프로필렌 단독중합체 수지로 이루어질 수 있다.

[54] 또한, 상기 반합성지는 상기 플라스틱 필름의 두께가 전체 두께의 40 내지 70%일 수 있다. 상기 플라스틱 필름의 두께가 상기 반합성지 전체 두께의 40% 미만인 경우 상기 중간 절연층(320)의 저항율이 불충분하여 케이블의 외경이 증가할 수 있는 반면, 70% 초과인 경우 반합성지의 가공, 즉 제조가 어려워지며 절연유의 유통로 부족으로 함침이 어려워질 수 있고, 고가가 될 가능성이 있다.

[55] 상기 내부 절연층(310)은 상기 절연층(300) 전체 두께의 1 내지 10%의 두께를 가질 수 있고, 상기 외부 절연층(330)은 상기 절연층(300) 전체 두께의 1 내지 15%의 두께를 가질 수 있고, 상기 중간 절연층(320)은 상기 절연층(300) 전체 두께의 75% 이상의 두께를 가질 수 있다. 이로써, 상기 내부 절연층(310)의 최대 임펄스 전계 값이 상기 중간 절연층(320)의 최대 임펄스 전계 값보다 낮을 수 있다. 만약 내부 절연층의 두께가 필요 이상으로 증가될 경우, 중간 절연층(310)의 최대 임펄스 전계 값이 허용 최대 임펄스 전계 값보다 커지게 되며, 이를 완화하기 위해선 역으로 케이블 외경이 증가되는 문제점이 발생하게 된다. 그리고, 외부 절연층(330)은 내부 절연층보다 두께를 충분히 확보하는 것이 바람직한데, 이에 대해서는 후술한다.

[56] 그리고, 본 발명에서는 저항율이 작은 내부 절연층(310)과 외부 절연층(330)을 구비함으로써, 직류 고전계가 상기 도체(100)의 직상 및 상기 금속시스층(500)의 직하에 인가되는 것을 억제하면서도, 저항율이 높은 중간 절연층(320)의 두께를 75% 이상으로 설계함으로써, 충분한 절연 내력을 유지하면서 케이블 외경을 축소하는 것이 가능해진다.

[57] 이와 같이, 상기 절연층(300)을 구성하는 상기 내부 절연층(310), 상기 중간 절연층(320) 및 상기 외부 절연층(330)이 각각 정밀하게 제어된 상기 두께를 가짐으로써 상기 절연층(300)이 목적인 절연 내력을 가질 수 있는 동시에 케이블의 외경이 최소화될 수 있다. 또한, 상기 절연층(300)에 인가되는 직류 및 임펄스전계를 내전계상 가장 가장 유효하게 설계할 수 있으며, 직류와 임펄스의 고전계가 상기 도체(100)의 직상 및 상기 금속시스층(500)의 직하에 인가되는 것을 억제하여, 특히 전계에 취약한 케이블 접속부재의 절연 내력을 충분한 높이까지 상승시킬 수 있는 설계 수단을 적용할 수 있게 한다.

[58] 바람직하게는, 상기 외부 절연층(330)의 두께가 상기 내부 절연층(310)의

두께보다 크고, 예를 들어, 직류 500 kV의 케이블에선 상기 내부 절연층(310)의 두께는 0.1 내지 2.0 mm이고, 상기 외부 절연층(330)의 두께는 0.1 내지 3.0 mm이며, 상기 중간 절연층(320)의 두께는 15 내지 25 mm일 수 있다.

[59] 본 발명에 따른 케이블의 접속을 위한 연공 접속시 발생하는 열이 상기 절연층(300)에 인가되어 상기 중간 절연층(320)을 형성하는 반합성지의 플라스틱 필름이 녹을 수 있기 때문에, 상기 열로부터 상기 플라스틱 필름을 보호하기 위해 상기 외부 절연층(330)의 두께를 충분히 확보하는 것이 필요하고, 상기 내부 절연층(310)의 두께에 비해 두껍게 형성되는 것이 바람직하며, 상기 외부 절연층(330)의 두께는 상기 내부 절연층(310) 두께의 1 내지 30배로 하는 것이 바람직하다.

[60] 또한, 상기 중간 절연층(320)을 형성하는 반합성지의 시트의 두께는 70 내지 200 μm 이고, 상기 내부 및 외부 절연층(310,320)을 형성하는 크라프트지의 두께는 50 내지 150 μm 일 수 있다. 그리고, 상기 내부 및 외부 절연층(310,320)을 형성하는 크라프트지의 두께는 상기 반합성지를 구성하는 크라프트지의 두께보다 크도록 형성할 수 있다.

[61] 상기 내부 및 외부 절연층(310,320)을 형성하는 크라프트지의 두께가 과도하게 얇은 경우 강도가 불충분하여 지권시 기계적 손상을 줄 수 있고 목적인 두께의 절연층을 형성하기 위한 횡권의 횡수가 증가하게 되어 케이블의 생산성이 저하될 수 있으며, 상기 크라프트지의 횡권시 절연유의 주된 통로를 이루는 크라프트지 사이의 간극의 전체 체적이 감소하여 절연유 함침시 장시간이 소요될 수 있고 함침되는 절연유의 함량이 저하되어 목적인 절연 내력을 구현하기 곤란할 수 있다.

[62] 상기 절연층(300)에 함침되는 절연유는 종래 OF 케이블에 사용되는 저점도 절연유와 같이 케이블 길이 방향으로 순환되지 않고 고정되므로 상대적으로 높은 점도를 갖는 절연유를 사용한다. 상기 절연유는 상기 절연층(300)의 목적인 절연 내력을 구현하는 작용 뿐만 아니라 케이블의 굴곡시 절연지의 운동이 용이하도록 윤활 역할을 함께 수행할 수 있다.

[63] 상기 절연유는 특별히 제한되지 않지만 60°C의 동점도가 5 내지 500 센티스토크스(cSt)인 중점도 절연유를 사용하거나, 60°C의 동점도가 500 센티스토크스(cSt) 이상인 고점도 절연유를 사용하는 것도 가능하다. 예를 들어 나프텐계 절연유, 폴리스틸렌계 절연유, 광유, 알킬 벤젠이나 폴리부텐계 합성유, 중질 알킬레이트 등으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 절연유를 합성하여 사용할 수 있다.

[64] 상기 절연층(300)에 절연유를 함침시키는 공정은 상기 내부 절연층(310), 상기 중간 절연층(320) 및 상기 외부 절연층(330)이 각각 목적인 두께로 형성되도록 이들을 구성하는 상기 크라프트지 및 상기 반합성지를 각각 복수회 횡권하고, 진공 건조되어 상기 절연층(300)의 잔존 수분을 제거하고, 그 후, 절연유를 고압 환경 하에서 고온함침온도를 예를 들어, 100~120°C로 가열된 상기 절연유를

탱크에 주입하여 그 조건으로 일정 시간 동안 절연유를 절연층(300)에 함침시킨 후, 서서히 냉각됨으로써 수행될 수 있다.

- [65] 상기 외부 반도체층(400)은 상기 절연층(300)과 상기 금속시스층(500) 사이의 불균일한 전계 분포를 억제하고 전계분포를 완화시키며 다양한 형태의 금속시스층(500)으로부터 상기 절연층(300)을 물리적으로 보호하는 기능을 수행한다.
- [66] 상기 외부 반도체층(400)은 예를 들어 절연지에 도전성 카본 블랙을 처리한 카본지 등 반도체지(semi-conductive paper)의 형권에 의해 형성될 수 있고, 바람직하게는 상기 반도체지의 형권에 의해 형성되는 하부층 및 상기 반도체지와 금속화지가 겹권 또는 공권으로 형권되어 형성되는 상부층을 포함할 수 있다.
- [67] 또한, 상기 상부층에서 상기 반도체지와 상기 금속화지가 공권되는 경우 상기 금속화지와 상기 반도체지가 일정 부분 예를 들어 약 20 내지 80% 오버랩(overlap)되도록 교대로 형권될 수 있다.
- [68] 여기서, 상기 금속화지는 크라프트지, 카본지 등의 베이스 종이 위에 알루미늄 테이프, 알루미늄박 같은 금속박이 적층된 구조를 가질 수 있고, 상기 금속박에는 그 하부의 반도체지, 절연지, 반합성지 등에 절연유가 용이하게 침투할 수 있도록 복수개의 천공이 존재할 수 있으며, 이로써 상기 하부층의 반도체지가 상기 상부층의 반도체지를 통해 상기 금속화지의 금속박까지 원활하게 전기적으로 접촉하게 되고, 결과적으로 상기 외부 반도체층(400)과 상기 금속시스층(500)이 원활하게 전기적으로 접촉하게 됨으로써 상기 절연층(300)과 상기 금속시스층(500) 사이에 균일한 전계 분포가 형성될 수 있다.
- [69] 또한, 상기 외부 반도체층(400)은 상기 금속시스층(500)과의 사이에 동선직입포(미도시)를 추가로 포함할 수 있다. 상기 동선직입포는 부직포에 구리 와이어 2 내지 8 가닥이 직입된 구조로 상기 동선에 의해 상기 외부 반도체층(400)과 상기 금속시스층(500)을 원활하게 전기적으로 접촉시키는 기능을 수행하고, 추가로 상기 외부 반도체층(400)을 형성하기 위해 권취된 반도체지, 금속화지 등이 풀어지지 않고 앞서 기술한 구조를 유지할 수 있도록 이들을 견고하게 묶어주는 기능을 수행할 수 있으며, 열신축에 의한 케이블의 굴곡시 금속시스층(500)의 움직임에 따라 상기 금속화지 등이 찢어지는 등의 손상을 방지할 수 있다.
- [70] 상기 금속시스층(500)은 케이블 내부에서 절연유가 외부로 새지 않게 하고, 직류 송전시의 케이블에 걸리는 전압을 도체(100)와 상기 금속시스층(500) 사이에 고정하여 케이블 일말단에서의 접지를 통해 케이블의 지락 또는 단락 사고 발생시 고장전류의 귀로로서 작용하여 안전을 도모하고, 케이블 외부의 충격, 압력 등으로부터 케이블을 보호하고, 케이블의 차수성, 난연성 등을 향상시키는 작용을 한다.
- [71] 상기 금속시스층(500)은 예를 들어 순연 내지 합금연(lead alloy)으로 이루어진

연피시스에 의해 형성될 수 있다. 상기 금속시스층(500)으로서 상기 연피시스는 전기저항이 비교적 낮아 대전류통전체 기능을 겸하고, 심리스 타입(seamless type)으로 형성시 케이블의 차수성, 기계적 강도, 피로특성 등을 추가로 향상시킬 수 있다.

[72] 또한, 상기 연피시스는 케이블의 내식성, 차수성 등을 추가로 향상시키고 상기 금속시스층(500)과 상기 케이블보호층(600) 사이의 접착력을 향상시키기 위해 표면이 부식 방지 컴파운드, 예를 들어, 블로운 아스팔트 등으로 도포될 수 있다.

[73] 상기 케이블보호층(600)은 예를 들어 금속보강층(630) 및 외부시스(650)를 포함하고, 내부시스(610), 상기 금속보강층(630) 상하에 배치된 베딩층(620,640) 등을 추가로 포함할 수 있다. 여기서, 상기 내부시스(610)는 케이블의 내식성, 차수성 등을 향상시키고, 기계적 외상, 열, 화재, 자외선, 곤충이나 동물로부터 케이블을 보호하는 기능을 수행한다. 상기 내부시스(610)는 특별히 제한되지 않지만 내한성, 내유성, 내약품성 등이 우수한 폴리에틸렌이나, 내약품성, 난연성 등이 우수한 폴리염화비닐 등으로 이루어질 수 있다.

[74] 상기 금속보강층(630)은 기계적 충격으로부터 케이블을 보호하는 기능을 수행하고, 부식을 방지하기 위해 아연 도금 강철 테이프, 스테인레스강 테이프 등으로 형성될 수 있고, 상기 아연 도금 강철 테이프는 표면에 부식 방지 컴파운드가 도포될 수 있다. 또한, 상기 금속보강층(630) 상하에 배치된 베딩층(620,640)은 외부로부터의 충격, 압력 등을 완화하는 기능을 수행하고, 예를 들어, 부직포 테이프에 의해 형성될 수 있다.

[75] 또한, 상기 금속보강층(630)은 상기 금속시스층(500)의 직상에 직접 또는 베딩층(620,640)을 통해 설치하는 것도 가능하다. 이러한 경우 상기 금속보강층(630) 내의 절연유의 고온 팽창에 의한 상기 금속시스층(500)의 팽창 변형을 억제하여 케이블의 기계적 신뢰성을 향상시킴과 동시에 금속시스층(500) 내의 절연층(300)과 반도체층(200,400)의 부분을 고유압화하여 절연내력을 향상시키는 효과가 있다.

[76] 상기 외부시스(650)는 상기 내부시스(610)와 실질적으로 동일한 기능 및 특성을 갖고, 해저터널, 육상터널구간 등에서의 화재는 인력 또는 설비 안전에 큰 영향을 주는 위험요소이므로 해당 지역에서 사용되는 케이블의 외부시스는 난연 특성이 우수한 폴리염화비닐을 적용하고, 관로구간의 케이블 외부시스는 기계적 강도, 내한성이 우수한 폴리에틸렌을 적용할 수 있다.

[77] 또한, 여기에선 도시하지 않았지만 금속시스(500)의 위에 내부시스(610)를 생략하고 바로 금속보강층(630)을 설치할 수 있으며, 금속보강층(630) 내측과 외측에는 필요에 따라 베딩층을 설치할 수 있다. 즉, 상기 금속시스층에서 외측을 향해 순차적으로 베딩층, 금속보강층, 베딩층 및 외부시스가 구비되도록 형성할 수 있다. 이 경우는 금속보강층(630)이 금속시스(500)의 변형은 허용해도 외주의 변화는 억제하기 때문에, 금속시스(500)의 피로특성상 바람직하며 케이블 통전시의 금속시스(500) 내의 케이블 절연층(300)의 유압을 높이고,

반대로 케이블 통전을 off했을 시의 온도 하강에 의한 절연유의 수축에 따른 유압의 하강을 보상하며, 유압이 높은 부분에서 내부반도전층(200)에서와 같이 급격하게 유압이 내려가는 부분에 유압차로 기름을 이동시켜 보충하는 효과가 발생하여 바람직하다.

[78] 또한, 상기 케이블이 해저케이블인 경우 상기 케이블보호층(600)은 예를 들어 철선외장(660)과 폴리프로필렌 안 등으로 이루어진 외부 씌빙층(670) 등을 추가로 포함할 수 있다. 상기 철선외장(660), 외부 씌빙층(670) 등은 해저의 해류, 압초 등으로부터 케이블을 추가적으로 보호하는 기능을 수행할 수 있다.

[79] 본 명세서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

[80]

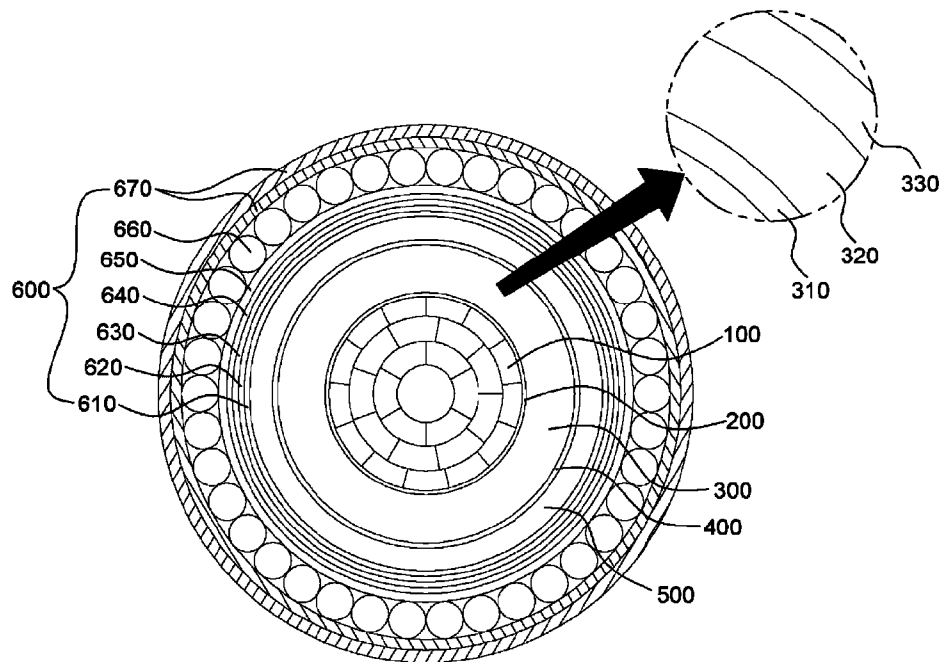
청구범위

- [청구항 1] 도체;
상기 도체를 둘러싸는 내부 반도체층;
상기 내부 반도체층을 둘러싸고 절연유가 함침된 절연층;
상기 절연층을 둘러싸는 외부 반도체층;
상기 외부 반도체층을 둘러싸는 금속시스층; 및
상기 금속시스층을 둘러싸는 케이블보호층을 포함하고,
상기 절연층은 절연지가 황권되고 절연유가 함침되어 형성되며,
상기 내부 반도체층은 상기 도체 위에 적층된 하부층 및 상기 하부층 위에 적층된 상부층을 포함하고, 상기 하부층은 금속박 위에 반도체지가 적층된 금속화지 또는 금속 소재로 이루어진 금속테이프의 황권에 의해 형성되고, 상기 상부층은 반도체지의 황권에 의해 형성되는, 전력 케이블.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 하부층은 황권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프가 일정 부분 서로 오버랩(overlap)되도록 황권되는 랩권에 의해 황권됨으로써 형성되는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 랩권에 의해 황권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프의 폭 대비 서로 오버랩되는 폭의 비율인 오버랩율이 20 내지 80%인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 하부층은 황권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프가 같은 층에서 서로 오버랩(overlap)되지 않도록 일정한 갭(gap)을 두고 황권되는 랩권에 의해 황권됨으로써 형성되는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 갭(gap)의 폭이 랩권에 의해 황권되는 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프의 폭의 5 내지 15%인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 6] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 금속박 또는 상기 금속테이프는 구리 또는 알루미늄을 포함하고, 경화처리된 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 7] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 반도체지는 절연지에 카본 블랙이 도포된 카본지를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 8] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 하부층은 상기 금속화지 또는 상기 금속테이프 1 내지 4매가 황권되어 형성되고, 상기 상부층은 상기 반도체지 4 내지 8매가 황권되어 형성되며, 상기 내부 반도체층의 전체 두께는 약 0.2 내지 3.0 mm인 것을

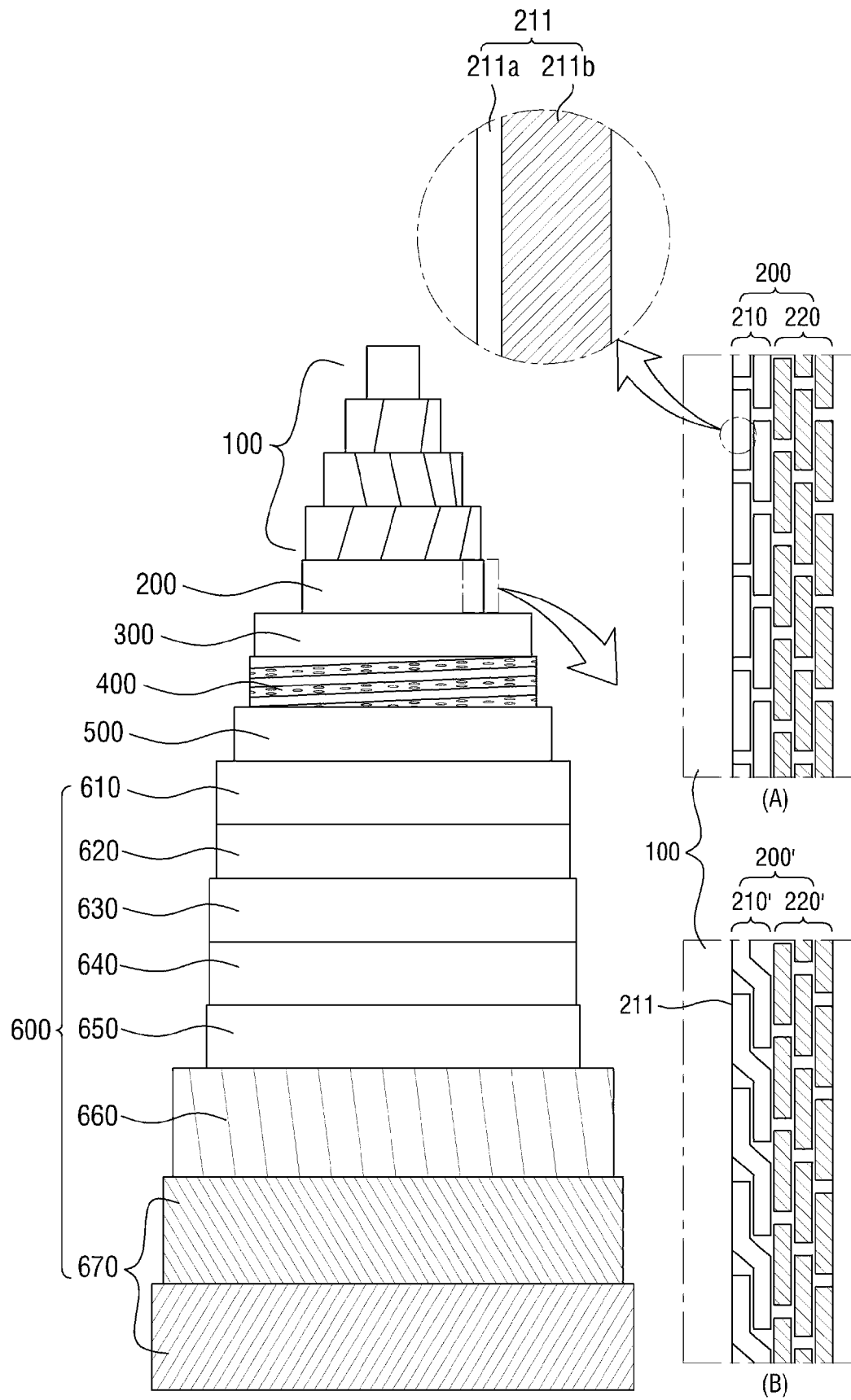
특징으로 하는, 전력 케이블.

- [청구항 9] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 외부 반도체층은 반도체지의 횡권에 의해 형성되는 하부층 및 반도체지와 금속화지가 서로 교대로 횡권되는 공권에 의해 형성되는 상부층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 외부 반도체층은 부직포에 하나 이상의 구리 와이어가 직입된 동선직입포에 의한 최상층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 11] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 절연층은 내부 절연층, 중간 절연층 및 외부 절연층이 순차적으로 적층되어 형성되고,
상기 내부 절연층 및 상기 외부 절연층은 각각 절연유가 함침된 크라프트(kraft)지로 형성되고, 상기 중간 절연층은 절연유가 함침된 반합성지로 형성되며,
상기 반합성지는 플라스틱 필름 및 상기 플라스틱 필름의 적어도 한면에 적층된 크라프트지를 포함하고,
상기 절연층의 전체 두께를 기준으로, 상기 내부 절연층의 두께는 1 내지 10%이고, 상기 중간 절연층의 두께는 75% 이상이며, 상기 외부 절연층의 두께는 5 내지 15%이고,
상기 내부 절연층 및 상기 외부 절연층의 저항율이 상기 중간 절연층의 저항율보다 작은 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 내부 절연층의 두께는 0.1 내지 2.0 mm이고, 상기 외부 절연층의 두께는 0.1 내지 3.0 mm이며, 상기 중간 절연층의 두께는 15 내지 25 mm인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.
- [청구항 13] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 절연유는 60°C의 동점도가 5 센티스토크스(Cst) 이상인 것을 특징으로 하는, 전력 케이블.

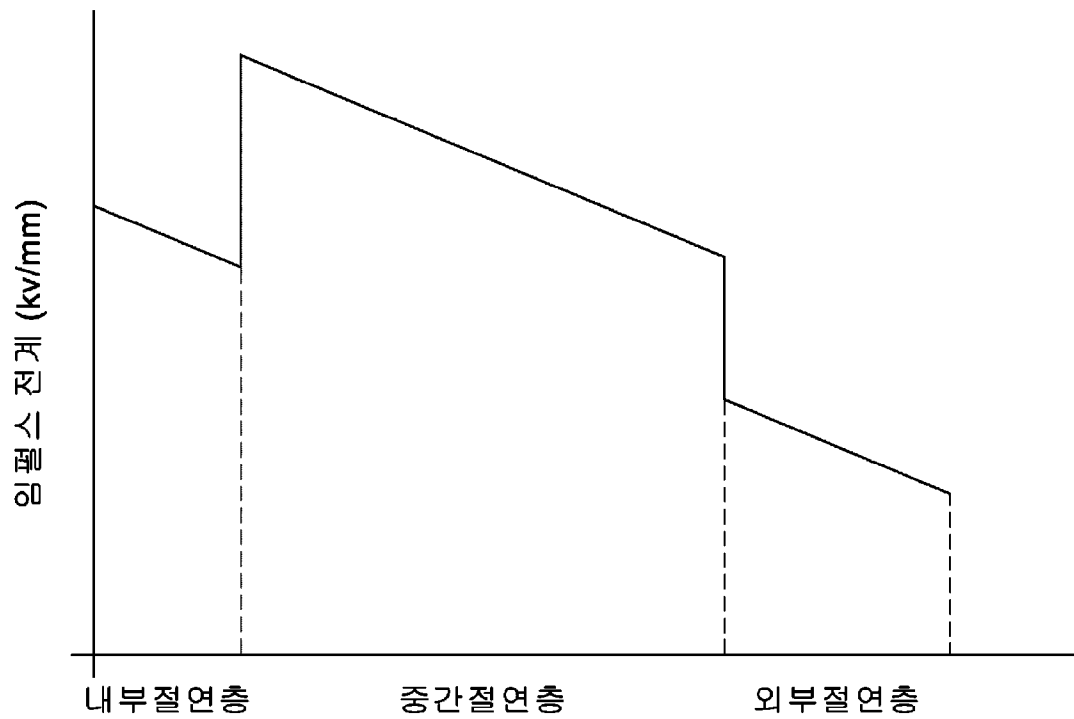
[도1]



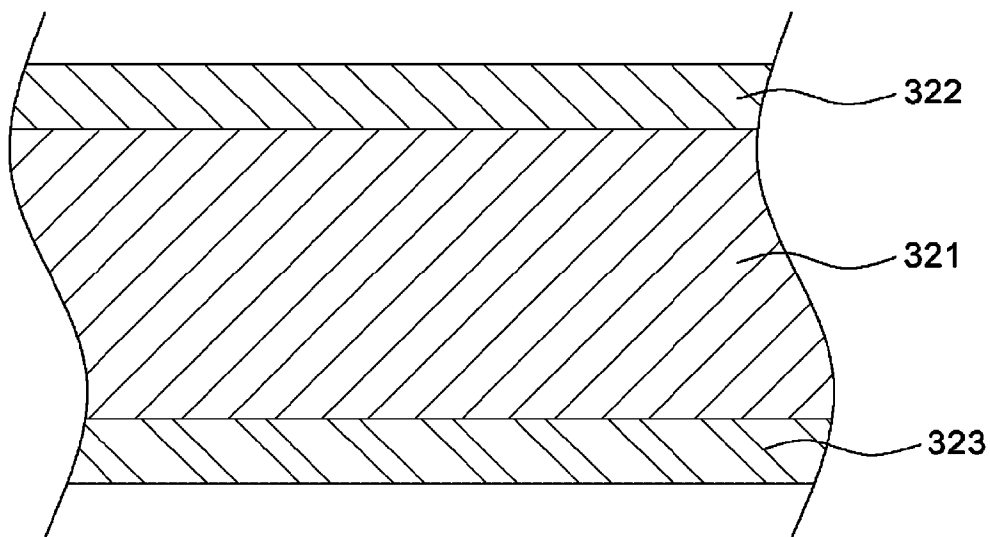
[도2]



[도3]



[도4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/003526

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B 9/02(2006.01)i, H01B 3/20(2006.01)i, H01B 7/22(2006.01)i, H01B 7/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01B 9/02; H01B 7/02; H01B 11/06; H01B 7/282; H01B 7/17; H01B 13/00; H01B 3/20; H01B 7/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: power, cable, semi conducting layer, lamination, semi-conductive paper, cross winding, overlap

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2016-0101643 A (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 25 August 2016 See paragraphs [25]-[66] and figures 1, 2.	1,7,9-13
Y		6
A		2-5,8
Y	JP 2014-241209 A (HITACHI METALS LTD.) 25 December 2014 See paragraph [16] and claim 2.	6
A	KR 10-2004-0038180 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 08 May 2004 See claims 1-3 and figure 1.	1-13
A	KR 10-2016-0121873 A (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 21 October 2016 See claims 1-10 and figures 1, 2.	1-13
A	JP 2015-118840 A (VISCAS CORP.) 25 June 2015 See claims 1-5 and figures 1, 2.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 DECEMBER 2017 (22.12.2017)

Date of mailing of the international search report

26 DECEMBER 2017 (26.12.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

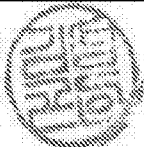
Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/003526

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0101643 A	25/08/2016	KR 10-2016-0101638 A WO 2016-133332 A1	25/08/2016 25/08/2016
JP 2014-241209 A	25/12/2014	JP 6065756 B2	25/01/2017
KR 10-2004-0038180 A	08/05/2004	KR 10-0479456 B1	31/03/2005
KR 10-2016-0121873 A	21/10/2016	NONE	
JP 2015-118840 A	25/06/2015	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01B 9/02(2006.01)i, H01B 3/20(2006.01)i, H01B 7/22(2006.01)i, H01B 7/02(2006.01)i																										
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01B 9/02; H01B 7/02; H01B 11/06; H01B 7/282; H01B 7/17; H01B 13/00; H01B 3/20; H01B 7/22 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전력, 케이블, 반도체층, 적층, 반도체지, 형권, 오버랩																										
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>KR 10-2016-0101643 A (엘에스전선 주식회사) 2016.08.25 문단번호 [25]-[66] 및 도면 1,2 참조.</td> <td>1,7,9-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2-5,8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2014-241209 A (HITACHI METALS LTD.) 2014.12.25 문단번호 [16] 및 청구항 2 참조.</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2004-0038180 A (한국전력공사) 2004.05.08 청구항 1-3 및 도면 1 참조.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2016-0121873 A (엘에스전선 주식회사) 2016.10.21 청구항 1-10 및 도면 1,2 참조.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015-118840 A (VISCAS CORP.) 2015.06.25 청구항 1-5 및 도면 1,2 참조.</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	X	KR 10-2016-0101643 A (엘에스전선 주식회사) 2016.08.25 문단번호 [25]-[66] 및 도면 1,2 참조.	1,7,9-13	Y		6	A		2-5,8	Y	JP 2014-241209 A (HITACHI METALS LTD.) 2014.12.25 문단번호 [16] 및 청구항 2 참조.	6	A	KR 10-2004-0038180 A (한국전력공사) 2004.05.08 청구항 1-3 및 도면 1 참조.	1-13	A	KR 10-2016-0121873 A (엘에스전선 주식회사) 2016.10.21 청구항 1-10 및 도면 1,2 참조.	1-13	A	JP 2015-118840 A (VISCAS CORP.) 2015.06.25 청구항 1-5 및 도면 1,2 참조.	1-13
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																								
X	KR 10-2016-0101643 A (엘에스전선 주식회사) 2016.08.25 문단번호 [25]-[66] 및 도면 1,2 참조.	1,7,9-13																								
Y		6																								
A		2-5,8																								
Y	JP 2014-241209 A (HITACHI METALS LTD.) 2014.12.25 문단번호 [16] 및 청구항 2 참조.	6																								
A	KR 10-2004-0038180 A (한국전력공사) 2004.05.08 청구항 1-3 및 도면 1 참조.	1-13																								
A	KR 10-2016-0121873 A (엘에스전선 주식회사) 2016.10.21 청구항 1-10 및 도면 1,2 참조.	1-13																								
A	JP 2015-118840 A (VISCAS CORP.) 2015.06.25 청구항 1-5 및 도면 1,2 참조.	1-13																								
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																										
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																										
국제조사의 실제 완료일 2017년 12월 22일 (22.12.2017)		국제조사보고서 발송일 2017년 12월 26일 (26.12.2017)																								
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 김성곤 전화번호 +82-42-481-8746 																								

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2017/003526

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0101643 A	2016/08/25	KR 10-2016-0101638 A WO 2016-133332 A1	2016/08/25 2016/08/25
JP 2014-241209 A	2014/12/25	JP 6065756 B2	2017/01/25
KR 10-2004-0038180 A	2004/05/08	KR 10-0479456 B1	2005/03/31
KR 10-2016-0121873 A	2016/10/21	없음	
JP 2015-118840 A	2015/06/25	없음	