

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구

국제사무국

(43) 국제공개일

2018년 10월 4일 (04.10.2018)



(10) 국제공개번호

WO 2018/182076 A1

(51) 국제특허분류:

H01B 9/02 (2006.01)

H01B 7/02 (2006.01)

H01B 3/20 (2006.01)

H02G 15/18 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/003604

(22) 국제출원일:

2017년 3월 31일 (31.03.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2017-0041135 2017년 3월 30일 (30.03.2017) KR

(71) 출원인: 엘에스전선 주식회사 (LS CABLE & SYSTEM LTD.) [KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동), Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 채병하 (CHAE, Byung-Ha); 39236 경상북도 구미시 야은로 748-15, 203호 (신평동, 황금하우스), Gyeongsangbuk-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, 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.

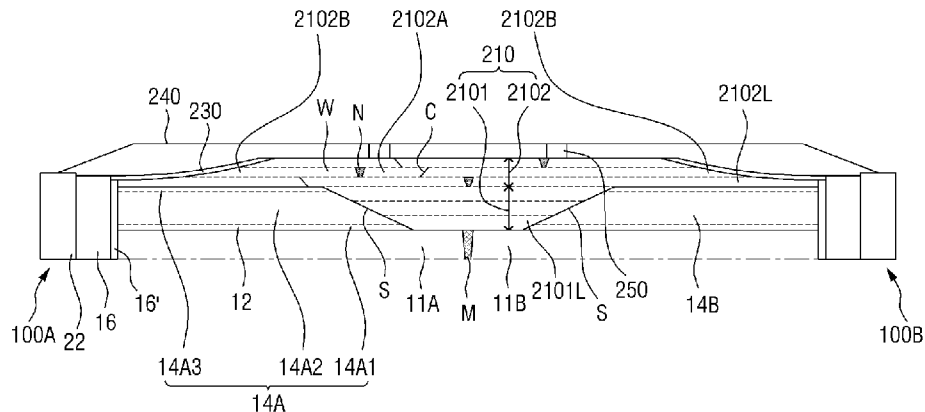
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: DIRECT CURRENT POWER CABLE JOINING SYSTEM USING JOINT BOX FOR POWER CABLE AND DIRECT CURRENT POWER CABLE JOINT METHOD

(54) 발명의 명칭: 전력 케이블용 중간접속함을 이용한 직류 전력케이블 중간접속 시스템 및 직류 전력케이블 접속 방법



(57) Abstract: The present invention relates to: a direct current power cable joining system using a joint box for a power cable and improved in a surface electric field characteristic and an insulation performance; and a direct current power cable joint method.

(57) 요약서: 본 발명은 연면전계 특성이 향상되고 절연성능이 향상된 전력 케이블용 중간접속함을 이용한 직류 전력 케이블 중간접속 시스템 및 직류 전력케이블 접속 방법에 관한 것이다.



WO 2018/182076 A1

명세서

발명의 명칭: 전력 케이블용 중간접속함을 이용한 직류 전력케이블 중간접속 시스템 및 직류 전력케이블 접속 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 전력 케이블용 중간접속함을 이용한 직류 전력케이블 중간접속 시스템 및 직류 전력케이블 접속 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 전력케이블은 전력을 공급하는 도체를 이용하여 지중, 지상 또는 해저를 통하여 원하는 장소로 전력을 공급하도록 사용된다.
- [3] 상기 전력케이블은 수백m 또는 수십km 간격으로 중간접속함(Joint box)에 의해 접속이 이루어지며, 상기 전력케이블의 말단은 종단접속함(Termination connection box)에 의해 가공선과 접속이 이루어지게 된다.
- [4] 도 1을 참조하면, 상기 중간접속함에서 전력케이블을 연결하는 경우에 케이블의 절연층이 노출된 상태에서 도체(41A, 41B)를 먼저 연결하고 상기 절연층 표면에 절연지를 지권하여 보강절연층(50)을 형성하며, 이어서 외부반도전층(46), 금속시스(47) 등을 복원하게 된다.
- [5] 상기 절연지를 지권하여 복원하는 경우, 케이블 절연층(44) 외경까지 제1 보강절연층(51)을 형성하고, 절연성능 보강을 위해 케이블 외경 이상에 제2 보강절연층(52)을 형성할 수 있다. 상기 제2 보강절연층(52) 형성 후에는 외부로부터 중간접속함 내부를 보호하는 보호동관(60)이 씌워진다.
- [6] 이와 같은 구조를 갖는 중간접속함은 상기 보호동관(60) 내부에 많은 양의 절연유가 주유된다. 케이블이 중간접속함에 의해 접속되는 케이블 접속 시스템이 작동하는 경우, 고전압에서 전류가 케이블에 흐르면서 케이블 접속 시스템이 진동할 수 있다. 상기 진동에 의한 중간접속함의 움직임을 막기 위해 상기 중간접속함을 파지하여 고정할 수 있다. 중간접속함을 충분히 파지하기 위해서는 중간접속함의 길이, 즉 보호동관의 길이가 확보되어야 하며, 보호동관의 길이가 길어짐에 따라 보호동관 내에 보강절연층이 형성되지 않는 공간(E)이 증가하게 되고, 이와 같은 빈 공간에는 절연유가 충전된다. 즉 중간접속함을 파지하지 않는 경우보다 중간접속함을 파지하는 경우에는 중간접속함을 안정적으로 파지하기 위해 보호동관(60)의 길이를 보다 길게 형성하여야 하며, 이에 따라 보호동관(60) 내에 공간이 증가하게 되어 보호동관(60) 내에 보다 많은 양의 절연유가 충전된다.
- [7] 보호동관(60) 내의 절연유는 케이블 접속 시스템의 히팅(heating) 사이클에 따라 부피의 팽창 및 수축이 반복적으로 발생하며, 이에 따라 중간접속함의 내압의 변화를 야기시킬 수 있다. 상술한 바와 같이 중간접속함을 파지하기 위해 보호동관(60)의 길이를 길게 형상에 따라 보호동관(60) 내 절연유의 양이

증가하게 되면, 보호동관(60) 또는 연공부(보호동관과 케이블의 금속시스가 접합하는 부분)(61)가 지나친 내압상승으로 파괴되거나 반복적인 절연유의 팽창 및 수축에 의한 보호동관(60) 또는 연공부(61)의 피로파괴가 발생하여 절연유 유출 및 이에 따른 절연파괴가 되는 문제점이 있다.

- [8] 상기 보호동관(60) 내에 중입되는 절연유의 양을 줄이기 위하여 보강절연층(50)의 높이를 낮추고 보호동관(60)의 높이를 낮출 수 있다. 그러나, 보강절연층(50)의 높이를 낮게 형성한 경우에는 절연성능을 강화하기 위해 보강절연층(50)을 높게 형성하는 경우에 비하여 케이블의 절연층(44)과 중간접속함의 보강절연층(50)사이의 계면의 길이를 보다 길게 형성하여야 하므로 전체적으로 중간접속함의 길이가 길어지는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명의 목적은 중간접속함 내에 주입되는 절연유의 양을 최소화하면서 중간접속함의 길이를 컴팩트화할 수 있는 전력 케이블용 중간접속함을 이용한 직류 전력케이블 중간접속 시스템 및 직류 전력케이블 접속 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 케이블용 중간 접속함은, 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층을 구비하는 한 쌍의 직류 전력케이블과 상기 한 쌍의 직류 전력케이블을 서로 연결시키는 중간접속함을 포함하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템에 있어서, 상기 한 쌍의 직류 전력케이블은 상기 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층이 순차적으로 노출된 각 단부가 서로 대향하도록 구비되고, 상기 중간접속함은, 상기 노출된 한 쌍의 도체를 전기적, 기계적으로 연결하는 도체 접속부; 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 및 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지가 권취되어 상기 케이블 절연층 외경까지 형성되고, 길이방향에서의 양 단부에 경사면을 갖는 제1 보강절연층과, 상기 제1 보강절연층 및 상기 노출된 케이블 절연층을 둘러싸며 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 일정한 직선부와 상기 직선부의 양단에 형성되며 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 상기 케이블의 방사방향으로 감소하는 슬로프부를 구비한 제2 보강절연층을 포함하는 보강절연층; 및 상기 제2 보강절연층의 슬로프부의 외측면을 따라 형성되어 그 자체로 슬로프 형상을 가지며, 반도체성 재질로 이루어진 접속함 외부반도전층을 구비하며, 상기 제1 보강절연층과 상기 케이블 절연층 사이의 계면은 단일 경사면으로 이루어지고, 상기 제2 보강절연층은 상기 제1 보강절연층 상에 적층되는 복수 개의 절연지층으로 이루어지며, 상기 절연지층 각각은 세폭지가 지권되어 형성되는 적어도 하나의 세폭지 권취부 및 상기 세폭지 보다 폭이 더 넓은 광폭지가 지권되어 형성되는 광폭지 권취부로

- 이루어지고, 상기 제1 보강절연층에 권취된 절연지는 그 폭이 상기 제2 보강절연층의 세폭지 권취부를 형성하는 절연지의 폭보다는 크고, 보강절연층의 광폭지 권취부를 형성하는 절연지의 폭보다는 작을 수 있다.
- [11] 본 발명에 있어서, 상기 제1 보강절연층에 지권된 절연지 층수는 상기 케이블 절연층에 지권된 절연지 층수의 80% 이상일 수 있다.
- [12] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층에서의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부는 상기 절연지층에 인접한 절연지층의 세폭지 권취부와 소정의 거리만큼 이격되어 배치될 수 있다.
- [13] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층에서의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부는 상기 절연지층 상에 접하여 위치하거나 아래 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부와 상하 방향에서 서로 중첩되지 않을 수 있다.
- [14] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층에서의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부에서 상기 절연지층 상에 접하여 위치하거나 아래 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부까지의 이격된 거리는, 상기 절연지층에 접하는 절연지층 내에서 서로 인접한 광폭지 권취부들이 접하여 형성되는 맞대기부와 상기 절연지층의 세폭지 권취부 사이의 최단 거리보다 크거나 같을 수 있다.
- [15] 본 발명에 있어서, 상기 세폭지 권취부는 상기 슬로프부에는 위치하지 않고 상기 직선부에 위치할 수 있다.
- [16] 본 발명에 있어서, 상기 슬로프부는 상기 광폭지 권취부로 이루어질 수 있다.
- [17] 본 발명에 있어서, 상기 중간접속함은, 상기 접속함 외부반도전층 상에 형성되는 금속차폐층; 상기 보강절연층 및 상기 전력 케이블의 일부를 감싸며 그 내부에 절연유를 포함하는 동관; 및 상기 동관과 상기 금속차폐층 사이의 간격을 유지시키는 스페이서;를 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명에 있어서, 상기 도체접속부는, 사전으로 절단되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체; 및 상기 도체의 단부 사이에 형성된 필러금속을 포함할 수 있다.
- [19] 본 발명에 있어서, 상기 케이블에서 노출되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체; 및 상기 한 쌍의 도체 단부를 둘러싸는 도체 압착슬리브;를 구비하며, 상기 도체 압착슬리브는 외경이 상기 도체의 외경이 동일할 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 따른 직류 전력케이블 접속 방법은, 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층을 구비하며, 상기 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층이 순차적으로 노출된 각 단부가 대향하도록 구비된 한 쌍의 직류 전력 케이블을 서로 접속하는 방법에 있어서, 상기 노출된 한 쌍의 도체를 서로 전기적, 기계적으로 연결하여 도체 접속부를 형성하는 단계; 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 및 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지를 상기 케이블 절연층 외경까지 권취하여 제1 보강절연층을 형성하는 단계; 상기 제1 보강절연층 및 상기 노출된 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지를 권취하여 제2 보강절연층을 형성하는 단계; 및 상기 제2 보강절연층의

외면을 둘러싸는 접속함 외부반도전층을 형성하는 단계;를 구비하며, 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는 상기 제1 보강절연층 상에 세폭지 권취부 및 상기 세폭지 권취부를 이루는 절연지보다 폭이 큰 절연지로 이루어진 광폭지 권취부를 포함하는 절연지층을 복수개 적층하는 단계를 포함하고, 상기 제1 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 노출된 케이블 절연층의 단부 형상에 대응하도록 상기 제1 보강절연층 단부에 단일 경사면을 형성하는 단계와, 상기 세폭지 권취부의 절연지보다 폭이 크고 보다 크고, 광폭지 권취부의 절연지보다 폭이 작은 절연지를 권취하는 단계를 포함할 수 있다.

- [21] 본 발명에 있어서, 상기 제1 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 절연지는 반유침지이며, 상기 케이블 절연층에 권취된 절연지의 층수의 80% 이상 상기 반유침지를 권취할 수 있다.
- [22] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 제2 보강절연층의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부를 상기 절연지층에 인접한 절연지층의 세폭지 권취부와 소정의 거리만큼 이격시켜 배치할 수 있다.
- [23] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 제2 보강절연층의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부를 상기 절연지층에 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부와 서로 중첩되지 않도록 배치할 수 있다.
- [24] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 제2 보강절연층의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부를 상기 절연지층 상에 접하여 위치하거나 아래 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부까지의 이격된 거리는, 상기 절연지층에 접하는 절연지층 내에서 서로 인접한 광폭지 권취부들이 접하여 형성되는 맞대기부와 상기 절연지층의 세폭지 권취부 사이의 최단 거리보다 크거나 같도록 배치할 수 있다.
- [25] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 슬로프부에는 상기 세폭지 권취부를 배치하지 않을 수 있다.
- [26] 본 발명에 있어서, 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는, 상기 슬로프부에 상기 광폭지 권취부만을 배치할 수 있다.
- [27] 본 발명에 있어서, 상기 접속함 외부반도전층을 둘러싸도록 금속차폐층을 형성하는 단계; 상기 제2 보강절연층의 직선부의 일부를 둘러싸도록 스페이서를 형성하는 단계; 상기 보강절연층 및 상기 전력 케이블의 일부를 감싸는 동관을 설치하는 단계; 및 상기 동관에 절연유를 주입하고 가압하여 상기 보강절연층의 절연지를 함침시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [28] 본 발명에 있어서, 상기 금속차폐층을 형성하는 단계는, 금속선제가 상기 제2 보강절연층의 슬로프부를 둘러싸도록 권취하며, 천공된 금속판이 상기 제2 보강절연층의 직선부를 둘러싸도록 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [29] 본 발명에 있어서, 상기 금속차폐층을 형성하는 단계는, 상기 천공된 금속판이 상기 직선부를 둘러싸도록 중첩하고 접합할 수 있다.

- [30] 본 발명에 있어서, 상기 스페이서를 형성하는 단계는, 내부에 상기 제2 보강절연층의 외경보다 더 큰 내경을 갖는 관통공과, 그 외측부에는 상기 관통공을 향하는 오목부를 포함하며, 상기 오목부를 통해 상기 동관 내의 상기 절연유가 상기 중간접속함의 길이 방향으로 유동할 수 있는 것을 특징으로 하는 스페이서를 상기 제2 보강절연층의 직선부에 배치할 수 있다.
- [31] 본 발명에 있어서, 상기 도체 접속부를 형성하는 단계는, 상기 케이블에서 노출되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체 단부 사이에 필러금속을 충전할 수 있다.
- [32] 본 발명에 있어서, 상기 도체 접속부를 형성하는 단계는, 상기 케이블에서 노출되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체의 각 단부를 둘러싸도록 도체 압착슬리브 배치하고, 상기 도체압착슬리브의 외면을 압착하며, 상기 도체압착슬리브의 외경과 상기 도체의 외경이 동일하도록 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [33] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 보강절연층의 절연내력을 향상시킴으로써 절연성능을 확보하여, 제2 보강 절연층의 높이를 낮추고 동관의 크기를 축소시켜 보호동관 내 절연유의 양을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 종래의 중간접속함에 의해 접속된 케이블을 개략적으로 나타내는 단면도이다.
- [35] 도 2는 전력케이블의 내부 구성을 도시한 사시도이다.
- [36] 도 3은 중간접속함에 의해 접속된 케이블을 개략적으로 나타내는 부분 절개도이다.
- [37] 도 4는 도 3에 도시된 중간접속함의 제1 보강절연층과 제2 보강절연층을 보다 상세하게 도시한 단면도이다.
- [38] 도 5는 도 3에 도시된 중간접속함을 개략적으로 나타내는 횡단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 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 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [40] 일반적으로 절연유 함침 케이블은 수백m 내지는 수km 간격으로 중간접속함에 의해 접속이 이루어지며, 절연유 함침 케이블의 말단은 종단접속함에 의해 가공선과 접속이 이루어지게 된다. 이하에서는 먼저 절연유 함침 전력케이블의 구성에 대해서 살펴보고, 이어서 접속함의 연결과정을 살펴보기로 한다.
- [41] 도 2는 초고압 직류 전력케이블의 내부 구성을 도시한 일부 절개 사시도이다.

- [42] 도 2를 참조하면, 전력케이블(100)은 도체(11), 내부반도전층(12), 케이블 절연층(14), 외부반도전층(16)을 포함하여, 도체(11)를 따라 케이블 길이 방향으로만 전력을 전송하고, 케이블 반경 방향으로서는 전류가 누설되지 않도록 하는 케이블 코어부(10)를 구비한다.
- [43] 상기 도체(11)는 전력을 전송하기 위해 전류가 흐르는 통로 역할을 하며, 전력 손실을 최소화할 수 있도록 도전율이 우수하고 케이블 제조 및 사용에 적절한 강도와 유연성을 가진 소재, 예를 들어 구리 또는 알루미늄 등으로 이루어질 수 있다.
- [44] 상기 도체(11)는 도 2에 도시된 바와 같이, 원형의 중심소선(11a)과 상기 원형 중심소선(11a)을 감싸도록 연선된 평각소선(11b)으로 이루어진 평각소선층(11c)을 구비하며 전체적으로 원형의 단면을 가지는 평각도체일 수 있으며, 다른 예로서 복수개의 원형소선을 연선하여 원형으로 압축한 원형 압축도체일 수 있다. 상기 평각도체는 원형 압축도체에 비하여 점적율이 상대적으로 높아 케이블 외경을 축소할 수 있는 장점이 있다.
- [45] 상기 도체(11)는 복수개의 소선이 연선되어 형성되므로 그 표면이 평활하지 않아 전계가 불균일할 수 있으며, 부분적으로 코로나 방전이 일어나기 쉽다. 또한, 도체(11) 표면과 후술하는 케이블 절연층(14) 사이에 공극이 생기게 되면 절연성능이 저하될 수 있다.
- [46] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 상기 도체(11) 외부에는 내부반도전층(12)이 형성될 수 있다. 상기 내부반도전층(12)은 절연성 물질에 카본블랙, 카본 나노튜브, 카본나노플레이트, 그래파이트 등의 도전성 입자가 첨가되어 반도전성을 가질 수 있다.
- [47] 상기 내부반도전층(12)은 상기 도체(11)와 후술하는 케이블 절연층(14) 사이에서 급격한 전계변화가 발생하는 것을 방지하여 절연성능을 안정화하는 기능을 수행한다. 또한, 도체면의 불균일한 전하분포를 억제함으로써 전계를 균일하게 하고, 도체(11)와 케이블 절연층(14) 사이에 간격이 형성되는 것을 방지하여 코로나 방전, 절연파괴 등을 억제하는 역할도 하게 된다.
- [48] 상기 케이블 절연층(14)은 상기 내부반도전층(12)의 바깥쪽에 구비되어 도체(11)를 따라 흐르는 전류가 외부로 누설되지 않도록 외부와 전기적으로 절연시켜 준다.
- [49] 상기 케이블 절연층(14)은 절연유에 함침된 절연지로 형성될 수 있다. 즉, 상기 케이블 절연층(14)은 상기 내부반도전층(12)을 둘러싸도록 절연지가 다층으로 권취되고, 상기 케이블 코어부가 형성된 후 절연유에 함침시킴으로써 형성될 수 있다. 이와 같이 절연유가 절연지에 흡수되는바, 케이블 절연층(14)의 절연 특성이 향상될 수 있다.
- [50] 상기 절연유는 상기 절연지 내부의 공극 및 상기 절연지를 권취하여 형성된 층간의 틈에 충전되어 절연특성을 향상시키며, 케이블의 굽힘시 상기 절연지 간의 마찰력을 저감시켜 케이블의 굴곡 특성을 향상시킨다. 상기 절연유는 그

종류가 특별히 제한되지는 않지만, 상기 도체(11)를 구성하는 구리 또는 알루미늄과 접촉하여 열에 의해 산화되지 않아야 하며, 상기 절연지를 용이하게 함침할 수 있도록 함침온도, 예를 들어 100°C에서는 충분히 낮은 점도를 가지며, 60°C에서의 동점도가 10~500 센티스토크(centistoke)인 중점도 절연유 또는 60°C에서의 동점도가 500 센티스토크 이상인 고점도의 절연유를 사용하는 것이 바람직하다.

- [51] 상대적으로 점도가 낮은 저점도 절연유를 사용하는 경우, 절연지가 절연유에 함침된 상태를 유지시키고, 절연유의 유동에 의해 케이블 절연층에 공극이 생기는 것을 방지하기 위해 급유설비 등을 사용하여 절연유를 가압할 필요가 있다. 하지만, 중점도 또는 고점도 절연유를 사용하는 경우에는 절연유의 유동이 적기 때문에 절연유를 가압하기 위한 급유설비가 필요 없거나, 필요한 급유설비의 수를 줄일 수 있어 케이블 연장길이를 길게 할 수 있는 장점이 있다. 예를 들어, 상기 절연유는 나프텐계 절연유, 폴리스틸렌계 절연유, 광유, 알킬 벤젠이나 폴리부텐계 합성유, 중질 알켈레이트 등으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 절연유를 사용할 수 있다.
- [52] 상기 절연지는 크래프트 펄프(Kraft pulp)를 원료로 하여 펄프 중의 유기 전해질을 제거한 크래프트지(Kraft paper) 또는 플라스틱 필름의 일면 또는 양면에 크래프트지를 접착한 복합절연지일 수 있다. 상기 플라스틱 필름은 그 일면 또는 양면에 접착되는 크래프트지 보다 큰 저항률을 가져 함침공정 또는 케이블 작동시 절연유의 유동에 따라 크래프트지에 기포가 생성되더라도 그 기포에 분담되는 전압을 완화할 수 있으며, 폴리에틸렌(Polyethylen), 폴리프로필렌(Polypropylene), 폴리부틸렌(Polybutylen) 등의 폴리올레핀계 수지나 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로폴리프로필렌(Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene) 공중합체, 에틸렌-테트라플루오로에틸렌(Ethylen-tetrafluoroethylene) 공중합체 등의 불소 수지로 이루어질 수 있고, 바람직하게는 내열성이 우수한 폴리프로필렌 단독중합체 수지로 이루어질 수 있다.
- [53] 구체적으로, 상기 케이블 절연층(14)은 크래프트지만을 권취하고, 절연유에 함침시켜 형성될 수 있다. 이 경우 상기 절연유가 케이블 하중방향으로 절연유가 유동하여 공극이 발생할 수 있다. 반면, 복합 절연지를 권취하고, 절연유에 함침시켜 상기 케이블 절연층(14)을 형성하는 경우, 상기 폴리프로필렌 수지와 같은 열가소성 수지는 절연유에 함침되지 않으며, 케이블 제조시의 함침 온도 또는 케이블 작동시의 작동 온도에 따라 열팽창을 하게 된다. 열가소성 수지가 열팽창을 하게 되면 이에 적층된 크래프트지에 면압을 가하게 되어 절연유의 이동 통로를 협소하게 하므로 중력에 따른 절연유 유동 또는 온도에 따른 절연유의 수축/팽창에 유동을 억제할 수 있는 효과가 있다. 뿐만 아니라, 상기 복합 절연지는 크래프트지 보다 절연내력이 높아 케이블 외경을 축소할 수 있는 장점이 있다.

- [54] 한편, 상기 전력 케이블을 통전시키는 경우, 전류가 흐르는 통로 역할을 하는 도체에 열이 발생하며, 케이블 반경방향으로 내측에서 외측을 향해 온도가 점차 낮아지게 되어 상기 케이블 절연층(14)에서도 온도 차이가 발생한다. 따라서, 상기 도체 직상구간에 속하는 케이블 절연층, 즉 내부반도전층(12) 상에 형성되는 케이블 절연층의 절연유는 점도가 낮아지고 열팽창을 하여 바깥방향으로 이동하게 되며, 케이블 온도 하강시에는 이동한 절연유의 점도가 높아지고 원래대로 되돌아가지 않게 되어 도체 직상 구간의 케이블 절연층 부분에 공극이 발생하게 될 수 있다.
- [55] 또한, 상기 온도 차이에 따라 점차 전계가 역전되어 작용하는 전계가 점차 높아지는 금속시스 직하구간에 속하는 케이블 절연층, 즉 외부반도전층(16) 방향으로 형성되는 케이블 절연층에는 높은 전계가 작용하게 된다. 상기 도체 직상구간 및 금속시스 직하구간은 공극이 발생할 가능성이 높고, 케이블 내부의 온도 변화에 따라 고전계가 작용하는 영역으로 부분방전, 절연파괴 등의 기점이 되는 절연 취약부로 작용할 수 있다.
- [56] 상술한 문제점을 해결하기 위해, 상기 케이블 절연층(14) 중 상기 절연 취약부를 포함하는 영역에는 절연지로 크래프트지만을 사용할 수 있다. 즉, 상기 케이블 절연층(14)을 상기 내부반도전층(12)에서 후술하는 외부반도전층(16) 방향으로 제1 케이블 절연층, 제2 케이블 절연층 및 제3 케이블 절연층으로 구분하여 제1 케이블 절연층 및/또는 제3 케이블 절연층에는 크래프트지만을 사용하며, 제2 케이블 절연층에는 상기 복합 절연지를 사용할 수 있다.
- [57] 이 경우, 복합절연지가 권취된 제2 케이블 절연층과 크래프트지가 권취된 제1 케이블 절연층 및/또는 제3 케이블 절연층 간에 저항률 차이가 발생하며, 저항률이 낮은 크래프트지가 권취된 상기 케이블 절연층(14)의 제1 케이블 절연층 및/또는 제3 케이블 절연층은 저항률이 상대적으로 낮아 상기 절연 취약부에 분담되는 전계를 완화하는 작용을 한다. 구체적으로, 저항률에 따라 전계가 분포되는 직류 케이블의 저항성 전계분포 특성상 저항률이 높은 복합 절연지가 권취된 상기 제2 케이블 절연층에 높은 전계가 작용하며, 상기 제1 케이블 절연층 및/또는 제3 케이블 절연층에 포함된 도체 직상구간 및/또는 금속시스 직하구간에 상대적으로 낮은 전계가 작용하므로 절연 취약부에 작용하는 전계가 완화되어 절연 성능을 안정화할 수 있다.
- [58] 또한, 상기 케이블 절연층(14)은 제3 케이블 절연층을 제1 케이블 절연층 보다 두껍게 형성할 수 있다. 상기 케이블 절연층(14)의 외부에 후술하는 금속시스(22)를 형성하거나, 케이블 코어부가 내측부터 순차적으로 노출된 두 개의 전력 케이블을 접속한 후 금속시스(22)를 복원하는 경우 등에 있어서 가해지는 열이 상기 케이블 절연층(14)의 제2 케이블 절연층에 인가되어 상기 플라스틱 필름의 변형이 발생할 수 있기 때문에 상기 제1 케이블 절연층보다 제2 케이블 절연층을 두껍게 형성하여 제2 케이블 절연층의 플라스틱 필름을 열로부터 보호하는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 제1 케이블 절연층의 두께는

- 전력 케이블에 요구되는 임펄스 서지 전압 등을 고려하여 선정할 수 있다.
- [59] 상기 케이블 절연층(14)의 외부에는 외부반도전층(16)이 구비될 수 있다. 상기 외부반도전층(16)은 내부반도전층과 같이 절연성 물질에 도전성 입자, 예를 들면 카본블랙, 카본나노튜브, 카본나노플레이트, 그래파이트 등이 첨가되어 반도체성을 가지는 물질로 형성되어, 상기 케이블 절연층(14)과 후술하는 금속시스(22) 사이의 불균일한 전하 분포를 억제하여 절연 성능을 안정화한다. 또한, 상기 외부반도전층(16)은 케이블에 있어서 케이블 절연층(14)의 표면을 평활하게 하여 전계집중을 완화시켜 코로나 방전을 방지하며, 상기 케이블 절연층(14)을 물리적으로 보호하는 기능도 수행할 수 있다. 또한, 상기 외부반도전층(16)은 금속화지를 추가로 구비할 수 있다. 상기 금속화지는 크래프트지에 알루미늄 박막을 적층하여 형성할 수 있으며, 상기 케이블 절연층(14)의 절연유 함침이 용이하도록 복수개의 천공이 존재할 수 있다.
- [60] 상기 케이블 코어부(10)는 케이블에 수분이 침투하는 것을 방지하기 위한 수분 흡수부(21)를 추가적으로 구비할 수 있다. 상기 수분 흡수부는 상기 도체(11)의 연선된 소선 사이 및/또는 상기 도체(11)의 외부에 형성될 수 있으며, 케이블에 침투한 수분을 흡수하는 속도가 빠르고, 흡수 상태를 유지하는 능력이 우수한 고흡수성 수지(super absorbent polymer; SAP)를 포함하는 분말, 테이프, 코팅층 또는 필름 등의 형태로 구성되어 케이블 길이방향으로 수분이 침투하는 것을 방지하는 역할을 한다. 또한, 상기 수분 흡수부는 급격한 전계 변화를 방지하기 위하여 반도체성을 가질 수 있다.
- [61] 상기 케이블 코어부(10)의 외부에는 케이블 보호부(20)가 구비되며, 해저에 포설되는 전력케이블은 케이블 외장부(30)를 추가적으로 구비할 수 있다. 상기 케이블 보호부 및 케이블 외장부는 케이블의 전력 전송 성능에 영향을 미칠 수 있는 수분침투, 기계적 외상, 부식 등의 다양한 환경요인으로부터 코어부를 보호한다.
- [62] 상기 케이블 보호부(20)는 금속시스(22)와 고분자 시스(24)를 포함하여, 사고전류, 외력 내지 기타 외부환경 요인으로부터 케이블을 보호한다.
- [63] 상기 금속시스(22)는 상기 코어부(10)를 둘러싸도록 형성할 수 있다. 특히, 상기 전력 케이블이 해저와 같은 환경에 포설되는 경우, 수분과 같은 이물질이 상기 케이블 코어부(10)에 침입하는 것을 방지하기 위해 상기 케이블 코어부(10)를 실링하도록 형성할 수 있으며, 상기 케이블 코어부(10) 외부에 용융된 금속을 압출하여 이음새가 없는 연속적인 외면을 가지도록 형성하여 차수성능이 우수하게 할 수 있다. 상기 금속으로는 납(Lead) 또는 알루미늄을 사용하며, 해저에 포설되는 전력 케이블의 경우에는 해수에 대한 내식성이 우수한 납을 사용하는 것이 바람직하고, 기계적 성질을 보완하기 위해 금속 원소를 첨가한 합금연(Lead alloy)을 사용하는 것이 더욱 바람직하다. 또한, 상기 금속시스(22)는 전력 케이블 단부에서의 접지되어 지락 또는 단락 등의 사고 발생시 사고 전류가 흐르는 통로 역할을 하며, 외부의 충격으로부터 케이블을 보호하고, 전계가

케이블 외부로 방전되지 못하도록 할 수 있다.

- [64] 또한, 상기 금속시스(22)는 케이블의 내식성, 차수성 등을 추가로 향상시키고 상기 고분자시스(24)와의 접착력을 향상시키기 위해 표면에 부식 방지 컴파운드, 예를 들어, 블로운 아스팔트 등이 도포될 수 있다.
- [65] 뿐만 아니라, 상기 금속시스(22)와 상기 케이블 코어부(10) 사이에는 동선직입 테이프 내지 수분 흡수층(21)이 추가적으로 구비될 수 있다. 상기 동선직입 테이프는 동선(Copper wire)과 부직포 테이프 등으로 구성되어 외부반도전층(16)과 금속시스(22)간의 전기적 접촉을 원활히 하는 작용을 하며, 상기 수분흡수층은 케이블에 침투한 수분을 흡수하는 속도가 빠르고, 흡수 상태를 유지하는 능력이 우수한 고흡수성 수지(super absorbent polymer; SAP)를 포함하는 분말, 테이프, 코팅층 또는 필름 등의 형태로 구성되어 케이블 길이방향으로 수분이 침투하는 것을 방지하는 역할을 한다. 또한, 상기 동선직입 테이프와 수분 흡수층은 급격한 전계 변화를 방지하기 위해 반도체성을 가지는 것이 바람직하며, 통전 및 수분흡수 작용을 모두 할 수 있도록, 수분 흡수층에 동선을 포함시켜 구성할 수도 있다.
- [66] 상기 고분자시스(24)는 상기 금속시스(22)의 외부에 형성되어 케이블의 내식성, 차수성 등을 향상시키고, 기계적 외상 및 열, 자외선 등의 기타 외부 환경 요인으로부터 케이블을 보호하는 기능을 수행할 수 있다. 상기 고분자시스(24)는 폴리염화비닐(PVC), 폴리에틸렌 등과 같은 수지로 형성될 수 있으며, 해저에 포설되는 전력 케이블의 경우에는 차수성이 우수한 폴리에틸렌 수지를 사용하는 것이 바람직하며, 난연성이 요구되는 환경에서는 폴리염화비닐 수지를 사용하는 것이 바람직하다.
- [67] 상기 전력 케이블(100)은 상기 고분자시스의 내측 또는 외측에 아연도금 처리된 강철 테이프 등으로 구성되는 금속 보강층(26)을 구비하여, 상기 절연유의 팽창에 의해 상기 금속시스(22)가 팽창하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 상기 금속 보강층(26)의 상부 및/또는 하부에는 반도체성 부직포 테이프 등으로 이루어져 전력 케이블에 가해지는 외력을 완충하는 베딩층(미도시)을 구비할 수 있으며, 폴리염화비닐 내지 폴리에틸렌 등의 수지로 구성되는 외부시스(28)를 더 구비하여 전력 케이블의 내식성, 차수성 등을 더욱 향상시키고, 기계적 외상 및 열, 자외선 등의 기타 외부 환경 요인으로부터 케이블을 추가적으로 보호할 수 있다.
- [68] 또한, 해저에 포설되는 전력 케이블은 선박의 닻 등에 의해 외상을 입기 쉬우며, 해류나 파랑 등에 의한 굽힘력, 해저면과의 마찰력 등에 의해서도 파손될 수 있으므로 이를 막기 위하여 상기 케이블 보호부의 외부에 케이블 외장부(30)를 추가로 구비할 수 있다.
- [69] 상기 케이블 외장부는 아머층(34) 및 써빙층(38)을 포함할 수 있다. 상기 아머층(34)은 강철, 아연도금강, 구리, 황동, 청동 등으로 이루어지고 단면 형태가 원형, 평각형 등인 와이어를 횡권하여 적어도 1층 이상으로 구성할 수 있으며,

상기 전력 케이블의 기계적 특성과 성능을 강화하는 기능을 수행할 뿐만아니라 외력으로부터 케이블을 추가적으로 보호한다.

- [70] 폴리프로필렌 안 등으로 구성되는 상기 씨빙층(38)은 상기 아머층(34)의 상부 및/또는 하부에 1층 이상으로 형성되어 케이블을 보호하며, 최외곽에 형성되는 씨빙층(34)은 색상이 다른 2종 이상의 재료로 구성되어 해저에서 포설된 케이블의 가시성을 확보할 수 있다.

[71]

- [72] 도 3은 본 발명에 따른 중간접속함 및 이를 이용하여 한 쌍의 전력 케이블을 접속한 직류 전력케이블 중간접속시스템을 개략적으로 나타내는 부분 절개도이다. 상세하게는 중간접속함(200)에 의해 도 1과 같은 구성을 가지는 직류 전력 케이블(100A, 100B)이 서로 접속된 상태를 개략적으로 도시한 부분절개도이다.

- [73] 도 3를 참조하면, 도체(11A), 내부반도전층(12), 케이블 절연층(14) 및 외부반도전층(16)이 순차적으로 노출된 상기 한 쌍의 직류 전력케이블(100A, 100B)의 단부가 서로 대향하도록 구비되고, 상기 한 쌍의 도체(11A, 11B)의 단부를 서로 연결하는 도체 접속부, 상기 도체 접속부를 둘러싸도록 형성되는 보강절연층(210), 상기 보강절연층을 둘러싸도록 형성되며 상기 케이블의 외부반도전층(16) 내지 금속시스(22)와 통전되는 접속함 외부반도전층(230)을 포함하는 중간접속함이 형성된다.

- [74] 상기 도체접속부는 상기 노출된 한 쌍의 도체를 전기적, 기계적으로 연결하여 접속하며, 상기 한 쌍의 도체 단부 사이에 필러금속(M)을 충전하여 접속하거나, 도체 압착슬리브를 이용하여 상기 한 쌍의 도체 단부를 파지하여 접속할 수 있다.

- [75] 상기 필러금속(M)은 사선으로 절단된 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체 단부 사이에 브레이징 또는 아크 용접 등의 접합 공정을 이용하여 상기 도체(11A, 11B)의 직경에 비해 크게 필러 금속(Filler metal)을 녹여 붙인 후 그라인딩 등의 기계 가공을 하여 상기 한 쌍의 도체 단부 사이에 충전시킬 수 있다.

- [76] 상기 도체 압착슬리브를 이용하는 경우, 상기 도체 압착슬리브는 압착된 후의 외경이 상기 노출된 한 쌍의 도체(11A, 11B)의 외경과 대략 유사한 동경압착슬리브일 수 있으며, 상기 노출된 한 쌍의 도체(11A, 11B)의 각 단부에 도체 압착슬리브를 끼운 후 상기 도체 압착슬리브의 외면을 압착하여 형성할 수 있고, 상기 도체 압착슬리브의 외면을 압착한 후 그라인딩 등의 기계 가공을 하여 외면을 평활하게 할 수 있다. 상기 도체 압착슬리브는 상기 한 쌍의 도체(11A, 11B) 단부를 서로 고정하여, 상기 전력케이블 내지 상기 전력케이블 중간접속시스템이 포설되는 경우에 장력이 작용하더라도 상기 한 쌍의 도체가 서로 전기적으로 접속된 상태를 견고히 지지한다.

- [77] 필러금속(M)을 충전한 후 그라인딩을 하거나, 상기 동경압착슬리브를 압축한

후 표면을 다듬질하는 경우에는 상기 도체접속부가 상기 케이블 도체와 대략 동일한 외경을 가지게 되므로 상기 도체접속부 상에 형성되는 상기 보강절연층의 두께를 줄일 수 있다.

[78] 상기 노출된 케이블 절연층(14A)은 단일 경사면을 갖도록 펜슬링될 수 있다. 일 예로서 도 3 및 4에 도시된 바와 같이 케이블 절연층(14A)은 노출된 도체(11A)와의 각도가 둔각이 되는 단일 경사면(S)을 가질 수 있다.

[79] 상기 도체접속부를 형성하여 상기 절연유 함침 케이블(100A, 100B)의 각 도체(11A, 11B)를 접속한 후 상기 도체접속부를 비롯한 케이블 절연층(14A)의 적어도 일부를 감싸는 보강절연층(210)을 형성하여 상기 도체 및 도체접속부를 통해 흐르는 전류가 상기 중간접속시스템의 길이방향으로만 흐르고, 반경방향으로 누설되는 것을 방지한다.

[80] 상기 보강절연층(210)은 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 내지 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지를 권취하여 형성할 수 있으며, 상기 보강절연층(210)을 이루는 상기 절연지는 절연내력이 우수한 복합 절연지일 수 있고, 상기 복합 절연지보다 체적저항률이 낮은 절연지, 예를 들면 크래프트지를 더 포함하여 복합 절연지와 크래프트지의 체적저항률 차이를 이용한 전계제어를 할 수 있다.

[81] 상기 보강절연층(210)은 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 내지 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지가 권취되어 상기 케이블 절연층 외경까지 형성되는 제1 보강절연층(2101) 및 상기 제1 보강절연층(2101)과 상기 제1 보강절연층을 둘러싸도록 형성되는 제2 보강절연층(2102)으로 이루어질 수 있다.

[82] 상기 제2 보강절연층(2102)은 상기 제1 보강절연층(2101) 및 상기 노출된 케이블 절연층(14A)을 둘러싸도록 형성된다. 즉, 상기 제2 보강절연층(2102)은 케이블 절연층 외경 이상에 형성되어 상기 중간접속함의 절연 성능을 향상시킨다.

[83] 또한, 상기 제2 보강절연층(2102)은 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 상기 케이블의 방사방향으로 일정한 직선부(2102A)와, 상기 직선부의 양단에 형성되며 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 상기 케이블의 방사방향으로 감소하는 슬로프부(2102B)를 구비할 수 있다.

[84] 상기 슬로프부(2102B)는 상기 직선부(2102A)의 양단에 형성되며 후술하는 접속함 외부반도전층(230)의 형상을 결정하여 전계를 제어하는 역할을 한다. 구체적으로, 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 상기 케이블의 방사방향으로 감소하도록 형성되어 상기 케이블 측의 단부에서 상기 직선부 측의 단부를 향하여 상기 슬로프부의 두께가 두꺼워진다. 또한, 상기 두께의 증가율이 커질 수 있으며, 이 경우, 슬로프부는 곡면으로 형성되는 외면을 가질 수 있다. 즉, 상기 슬로프부(210B)는 케이블 도체(11A, 11B) 단부 방향으로 갈수록 슬로프부 외면의 기울기가 점점 커지도록 형성할 수 있다.

- [85] 상기 제2 보강절연층(2102)은 도 3 내지 도 4에 도시된 바와 같이 방사방향으로 적층된 복수의 절연지층(2102L)으로 형성될 수 있으며, 상기 절연지층(2102L)은 절연지를 권취하여 상기 케이블 내지 중간접속함의 방사방향으로 절연지를 적층함으로써 형성될 수 있다.
- [86] 상기 복수개의 절연지층(2102L)은 소정의 길이를 가지는 절연지가 길이 방향으로 연속되지 않아서 상기 케이블 내지 상기 중간접속함 방사방향으로 구분되어지는 절연지층으로 형성된 것을 의미한다. 구체적으로, 소정의 길이를 가지는 절연지가 길이방향으로 감겨진 절연지롤을 사용하여 절연지를 지권함으로써 하나의 절연지층을 형성할 수 있으며, 상기 소정의 길이를 가지는 절연지를 모두 권취하면, 다시 새로운 절연지롤을 사용하여 절연지를 권취하여 다른 절연지층을 형성하는 과정을 반복하며, 복수개의 절연지롤을 이용하여 복수개의 절연지층을 형성한다. 따라서, 상기 각각의 절연지층(2102L)은 권취된 절연지가 연속되지 않는바 상기 케이블 내지 중간접속함의 방사방향으로 구분지어 진다. 상기 하나의 절연지롤은 폭이 좁아지거나 커지는, 대략 사다리꼴의 형상을 가지는 절연지가 길이방향으로 감겨있을 수 있으며, 상기 복수개의 절연지롤 각각을 이루는 절연지는 서로 상기 폭의 변화율 또는 절연지의 길이가 상이할 수 있다. 즉 다양한 형상을 가지는 절연지를 사용하여 복수개의 절연지층(212L)을 형성하므로 상기 제2 보강절연층(2102)의 형상, 특히 상기 슬로프부(2102B)의 형상을 정밀하게 제어할 수 있다.
- [87] 상기 제2 보강절연층(2102)은 동일한 절연지층 내에서 절연지는 케이블 내지 접속함의 길이방향으로 연속되지 않아 구분되는 복수개의 절연지 권취부(W, N)를 포함할 수 있다. 즉, 하나의 절연지층(2102L)은 케이블의 길이방향으로 복수개의 절연지 권취부(W, N)로 구분될 수 있다. 절연유에 함침된 절연지를 포함하는 상기 제2 보강절연층(2102)에 있어서, 상기 복수개의 절연지 권취부(W, N)는 절연유 유동로의 역할을 한다. 특히, 상기 절연지가 플라스틱 필름을 포함하는 복합 절연지인 경우, 상기 절연유가 상기 플라스틱 필름을 통과하여 유동하지 못하므로, 절연유 함침시 내지 열에 의한 절연유 팽창시 상기 복수개의 절연지 권취부 사이로 절연유가 유동할 수 있는 장점이 있다.
- [88] 본 발명에 있어서, 상기 절연지 권취부(W, N)는 상면, 하면 내지 측면 중 적어도 한 부분에서 다른 절연지 권취부와 접할 수 있다. 구체적으로, 상기 절연지 권취부는 상면 내지 하면에서 다른 절연지층의 절연지 권취부와 접할 수 있거나, 측면에서 동일한 절연지층의 다른 절연지 권취부와 접할 수 있다. 이 때 임의의 절연지 권취부가 동일한 층을 구성하는 다른 절연지 권취부, 특히 측면에 접하고 있는 절연지 권취부에 비하여 폭이 현저히 작은 절연지가 횡권되어 케이블의 길이방향 및 방사방향으로 권취되어 있고, 상면 내지 하면 중 적어도 어느 한 부분에서 하나의 절연지 권취부와 접하고 있으면 이를 세폭지 권취부(N)라고 정의할 수 있으며, 상기 세폭지 권취부(N)를 이루고 있는 절연지 보다 현저히 큰 폭을 가지는 절연지를 포함하는 절연지 권취부를 광폭지 권취부(W)로 정의할 수

있다.

- [89] 상기 제2 보강절연층(2102)은 상기 세폭지 권취부(N)와 광폭지 권취부(W)를 포함하여 상기 슬로프부(2102B)의 형상을 정밀하게 구현할 수 있다. 특히, 상기 제2 보강절연층(2102)을 이루는 복수개의 절연지층 중 상기 제2 보강절연층의 최외곽층을 이루는 절연지층 보다 작은 외경을 가지는 절연지층 각각은 광폭지 권취부(W)와 적어도 하나 이상의 세폭지 권취부(N)로 형성되어 제2 보강절연층(2102)의 슬로프부(2102B)의 형상을 정밀하게 구현할 수 있다.
- [90] 구체적으로, 광폭지를 권취하여 상기 슬로프부 및 상기 직선부의 일부에 복수개의 광폭지 권취부(W)를 형성한 후 상기 광폭지 권취부(W)들 사이의 형성된 빈 공간을 세폭지로 권취하여 세폭지 권취부(N)를 형성할 수 있다.
- [91] 상기 광폭지 권취부(W)는 대략 사다리꼴 모양의 광폭지를 권취하여 미리 결정된 모양의 절연지 권취부, 특히 상기 슬로프면의 외면이 소정의 기울기를 가지도록 하는 미리 결정된 모양의 절연지 권취부를 형성할 수 있다. 따라서, 작업성이 우수하며, 상기 광폭지를 권취하여 상기 슬로프부(2102B)를 형성함으로써, 상기 슬로프부(2102B)의 외면 형상을 정밀하게 제어할 수 있다.
- [92] 다만, 광폭지를 권취하는 과정에서 오차가 발생하는 경우, 상기 광폭지 권취부(W)들 사이에 형성된 빈 공간에는 미리 결정된 모양을 가지는 절연지 권취부를 형성할 수 없다. 따라서, 상기 광폭지 권취부(W)들 사이에 형성된 빈 공간에는 상기 세폭지를 횡권하여 상기 케이블의 길이방향 및 방사방향으로 권취하여 세폭지 권취부(N)를 형성하는 것이 바람직하다. 즉, 미리 결정된 형태의 절연지 권취부를 형성하는 광폭지 권취부(W)와는 달리, 상기 세폭지 권취부(N)는 폭이 작은 절연지를 상기 케이블의 길이방향으로 횡권하며 방사방향으로 권취하여 형성되는바 상기 광폭지 권취부(W) 형성시 발생한 오차를 보상하여 상기 제2 보강절연층의 형상을 정밀하게 제어할 수 있다.
- [93] 상기 세폭지 권취부(N)는 광폭지에 비하여 상대적으로 그 폭이 작은 절연지를 중간접속함 길이방향 및 방사 방향으로 권취하여 형성하는바, 길이방향으로 권취된 절연지 사이의 틈이 많으며, 상기 틈이 밀집되어 있다. 상기 틈은 절연파괴의 시점이 될 수 있는 공극으로 작용할 가능성이 크며, 상기 공극이 밀집되는 경우에는 국부적인 체적저항률 변화로 전계왜곡이 발생할 우려가 있어 절연취약부로 작용할 수 있다. 따라서, 세폭지 권취부(N)는 슬로프부(2102B)가 아닌 상대적으로 절연지가 두껍게 권취되어 있는 직선부(2102A)에만 형성되는 것이 바람직하다.
- [94] 또한, 상기 슬로프부(2102B)의 각 절연지층은 하나의 광폭지 권취부(W)로 이루어질 수 있다. 즉 상기 슬로프부(2102B)에는 광폭지 권취부(W)와 그에 접하는 광폭지 권취부(W)가 만나는 맞대기부(C)가 형성되지 않을 수 있으며, 상기 슬로프부(2102B)를 형성하는 광폭지 권취부(W)는 제2 보강절연층(2102)의 직선부(2102A)로 연장될 수 있다. 광폭지 권취부(W)의 절연지 및 그에 접하는 광폭지 권취부의 절연지 사이에는 틈이 있을 수 있으며, 상기 틈은 공극으로

작용할 수 있는바, 상기 맞대기부(C)는 상대적으로 절연지가 두껍게 권취되어 있는 직선부(2102A)에만 형성되는 것이 바람직하다.

- [95] 상술한 바와 같이 상기 세폭지 권취부(N)는 상기 제2 보강절연층의 형상을 정밀하게 형성할 수 있는 반면, 절연취약부로 작용할 우려가 있다. 따라서, 제2 보강절연층(2102)의 절연지층(2102L) 각각은 세폭지 권취부(N)의 개수가 맞대기부(C) 개수 이하가 되도록 하여 세폭지 권취부의 개수를 최소화할 수 있다. 상기 맞대기부(C)는 같은 절연지층(2102L) 내에서 서로 다른 광폭지 권취부(W)가 접하는 계면을 의미한다.
- [96] 다만, 상기 제2 보강절연층(2102)의 최외곽 절연지층은 세폭지 권취부(N)의 개수가 맞대기부(C) 개수 이하가 아닐 수 있다. 즉, 제2 보강절연층(2102)의 최외곽 절연지층의 길이가 짧은 경우에는 광폭지 권취부(W)만으로 절연지층을 형성하거나, 맞대기부를 포함하지 않고 2개의 광폭지 권취부(W) 및 상기 2개의 광폭지 권취부 사이에 형성된 하나의 세폭지 권취부(N)만을 포함할 수도 있다.
- [97] 이와 같이 광폭지 권취부(W)에 비해 상대적으로 절연에 취약한 세폭지 권취부(N)를 최소로 하여 절연지층(2102L)을 형성함으로써 제2 보강절연층(2102)의 절연 성능을 향상시킬 수 있다.
- [98] 또한, 상기 제2 보강절연층(2102)은 서로 인접한 절연지층(2102L1, 2102L2) 각각에 형성된 세폭지 권취부(N1, N2)를 상하방향으로 중첩시키지 않고 소정의 거리(D1)만큼 서로 이격시켜 형성함으로써, 세폭지를 권취함으로써 발생할 수 있는 공극 밀집이 중첩되는 것을 방지하여 중간접속함의 절연성능을 보다 향상시킬 수 있다.
- [99] 구체적으로, 도 4에서와 같이 제2 보강절연층(2102)의 어느 한 절연지층(2102L)의 세폭지 권취부(N1)와 상기 어느 한 절연지층과 인접한 절연지층(2102L2)의 세폭지 권취부(N2)가 서로 이격된 거리(D1)는 상기 어느 한 절연지층(2102L1)의 세폭지 권취부(N1)와 상기 인접한 절연지층(2102L2)의 맞대기부(C1, C2)간의 거리(D2, D3) 중 최단거리(D2) 보다 크거나 같을 수 있다. 즉, 상기 절연지층(2102L1)에 인접한 절연지층(2102L2) 상에 한 개의 세폭지 권취부(N2)와 두 개의 맞대기부(C1, C2)가 존재하는 경우, 상기 절연지층(2102L1)의 세폭지 권취부(N1)와 상기 절연지층(2102L1)에 인접한 절연지층(2102L2)의 세폭지 권취부(N2) 사이의 거리(D1)는, 상기 절연지층(2102L1)의 세폭지 권취부(N1)와 상기 인접한 절연지층(2102L2)의 맞대기부(C1) 사이의 거리(D2)와, 상기 절연지층(2102L1)의 세폭지 권취부(N1)와 상기 인접한 절연지층(2102L2)의 맞대기부(C2) 사이의 거리(D3) 중 작은 거리보다 크거나 같을 수 있다.
- [100] 또한, 상기 어느 한 절연지층에 인접한 절연지층에 한 개의 세폭지 권취부와 한 개의 맞대기부만 존재하는 경우, 상기 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부와 상기 인접한 절연지층의 세폭지 권취부 사이의 거리는 상기 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부와 상기 인접한 절연지층의 맞대기부 사이의 거리보다 크거나

같을 수 있다.

- [101] 상술한 바와 같이, 서로 다른 절연지 층의 세폭지 권취부가 서로 중첩되지 않도록 하되, 절연유 유동로 역할을 할 수 있는 맞대기부를 세폭지 권취부에 근접하여 형성함으로써, 세폭지부에 절연유가 잘 함침되도록 할 수 있다.
- [102] 상기 제1 보강절연층(2101)은 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 및 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지가 권취되어 상기 케이블 절연층 외경까지 형성된다. 구체적으로 상기 제1 보강절연층(2101)은 서로 대향하도록 구비된 상기 한 쌍의 케이블에서 노출된 케이블 절연층 사이의 공간에 절연지를 횡권하여 상기 케이블의 길이방향으로 절연지를 권취하고 방사방향으로 절연지를 적층시킴으로써 형성할 수 있다.
- [103] 상기 제1 보강절연층(2101)은 길이방향에서의 양 단부에 경사면(S)을 가질 수 있다. 상기 제1 보강절연층(2101)은 서로 대향하도록 구비된 상기 한 쌍의 케이블에서 노출된 케이블 절연층 사이의 공간에 형성되므로, 상기 제1 보강절연층(2101)의 길이방향 양단부는 상기 노출된 케이블 절연층의 단부 형상에 대응하도록 형성될 수 있다. 도3 및 도4에 도시된 바와 같이 케이블 절연층의 단부에 단일 경사면을 형성한 경우, 상기 케이블 절연층의 단일 경사면에 대응하도록 제1 보강절연층(2101)의 단부에 단일 경사면(S)을 형성함으로써 상기 제1 보강절연층(2101)과 케이블 절연층(14A) 사이의 계면길이를 경사면이 없는 경우에 비해 증가시킬 수 있으므로 절연성능이 향상된다.
- [104] 다만, 상기한 바와 같이 계면 길이를 증가시키는 경우에는 상기 중간 접속함의 길이가 길어지게 되며, 고객사의 요구 스펙, 또는 제조 단가 상 중간접속함의 길이를 제한없이 길게 구성할 수 없다.
- [105] 또한, 계면 길이를 증가시키기 위해서 도 1에 도시된 종래 중간접속함에서와 같이 케이블 절연층을 펜슬링하여 단부에 다단 경사면을 형성하고, 이에 대응하는 다단 경사면을 단부에 가지는 제1 보강절연층을 형성할 수 있다. 다단 경사면을 가지는 상기 종래 중간접속함의 경우, 폭이 넓은 광폭지를 권취하여 형성하는 광폭지 권취부를 포함하여 작업성이 우수하며, 상기 광폭지에 비해 폭이 현저히 작은 세폭지가 케이블의 길이방향 및 방사방향으로 권취된 세폭지 권취부를 상기 다단 경사면에 형성함으로써, 상기 다단 경사면의 형상을 정밀하게 제어할 수 있다.
- [106] 하지만, 상기 세폭지 권취부는 광폭지에 비하여 그 폭이 현저히 작은 절연지를 중간접속함 길이방향 및 방사 방향으로 권취하여 형성하는바, 길이 방향으로 권취된 절연지 사이의 틈이 많으며, 상기 틈이 밀집되어 있다. 상기 틈은 절연파괴의 시점이 될 수 있는 공극으로 작용할 가능성이 크며, 상기 공극이 밀집되는 경우에는 국부적인 체적저항률 변화로 전계왜곡이 발생할 우려가 있는 절연취약부가 될 수 있다. 따라서, 종래 중간접속함은 경사면을 따라 형성된 세폭지 권취부와 광폭지 권취부가 형성된 부분과의 체적저항률 차이가

발생하여 다단 경사면에서 국부적으로 전계가 왜곡되어 절연파괴가 발생할 우려가 있다.

- [107] 본 발명의 일 실시예에 따른 중간접속함은 상기 제1 보강절연층에 세폭지 권취부를 포함하지 않으면서도 정밀하게 형성된 경사면을 구비할 수 있으며, 작업성도 우수하다. 또한, 직류 전력케이블용 중간접속함의 길이가 비교적 짧으면서도 상기 경사면, 특히 상기 케이블 절연층과 상기 제1 보강절연층간의 계면의 연면전계 특성을 일정 수준으로 유지할 수 있고, 절연성능이 우수한 중간 접속시스템을 제공할 수 있다.
- [108] 구체적으로, 상기 제1 보강절연층(2101)을 형성하는 절연지는 그 폭이 제2 보강절연층(2102)의 세폭지 권취부(N)를 형성하는 절연지의 폭보다는 크고, 제2 보강절연층(2102)의 광폭지 권취부(W)를 형성하는 절연지의 폭보다는 작을 수 있다. 또한, 상기 절연지를 케이블 길이방향으로 이격되도록 횡권하여 형성할 수 있다.
- [109] 상기 제1 보강절연층(2101)을 제2 보강절연층(2102)의 세폭지 권취부(N)에서와 같이 지나치게 폭이 좁은 절연지를 사용하여 형성하는 경우에는 절연지 지권의 작업성이 떨어질 뿐만 아니라 공극이 발생할 확률이 매우 높다. 상기 제1 보강절연층(2101)을 상기 제2 보강절연층(2102)의 세폭지 권취부(N)를 형성하는 절연지의 폭보다는 크고 제2 보강절연층(2102)의 광폭지 권취부(W)를 형성하는 절연지의 폭보다는 작은 절연지로 형성함에 따라 세폭지로 형성하는 경우에 비해 공극이 발생할 가능성을 낮춤으로써 절연성능을 향상시킬 수 있다.
- [110] 또한, 상기 제1 보강절연층(2101)은 상기 제2 보강절연층(2102)의 세폭지 권취부(N)를 형성하는 절연지의 폭보다는 크고 제2 보강절연층(2102)의 광폭지 권취부(W)를 형성하는 절연지의 폭보다는 작은 절연지를 상기 케이블의 길이방향으로 이격시켜 횡권하며 상기 케이블의 길이방향 및 방사방향으로 권취하여 형성할 수 있다. 즉, 케이블의 길이방향으로 이격되어 횡권되는 절연지 사이 사이에 갭(Gap)이 형성되고, 상기 절연지가 상기 케이블 방사방향으로도 권취되어 상기 갭의 상부 및/또는 하부를 덮게 된다. 따라서, 상기 절연지를 상기 케이블의 길이방향으로 이격시켜 횡권할 때 발생하는 상기 절연지 간의 갭을 조절하며 상기 제1 보강절연층(2101)을 형성할 수 있으므로 상기 제1 보강절연층의 형상을 정밀하게 제어할 수 있으면서도, 상기 세폭지 권취부(N)가 없으므로 공극을 밀집시키지 않고 분산시킬 수 있는바 국부적인 전계왜곡을 방지하여 절연 안정성을 향상시킬 수 있다.
- [111] 상기 제1 보강절연층(2101)을 이루는 상기 절연지 층수는 케이블 절연층(14A)에 지권된 절연지 층수의 90% 이상일 수 있으며, 상기 제1 보강절연층(2101)을 이루는 상기 절연지는 반함침지일 수 있다. 여기서 반함침지는 절연지를 절연유에 함침한 후 절연유를 드레인(drain)시킨 절연지를 의미한다.
- [112] 상기 중간접속함은 상기 케이블의 금속시스(22)와 후술하는 금속차폐층이

접하는 부분에 형성되는 연공부 등 기계적인 성질이 취약한 부분을 포함하고 있기 때문에 절연유에 함침되지 않은 절연지인 건지로 상기 제1 보강절연층(2101)을 형성하는 경우, 고점도의 절연유를 함침시키기 위한 충분한 압력을 가하는데 어려움이 있으며, 충분한 압력을 가하지 못함에 따라 미함침으로 절연파괴가 발생할 우려가 있다.

[113] 또한, 고점도의 절연유를 도포하며 상기 건지를 지권하거나, 고점도 절연유에 함침된 절연지인 유침지를 지권하는 경우, 기포 발생의 우려가 있을 뿐만 아니라, 권취된 절연지의 층수가 건지를 지권한 경우 대비 80% 수준으로 절연내력이 저하되는 문제가 있었다.

[114] 본 발명에 따르면, 유침지에서 1차적으로 기름을 제거한 반유침지를 지권하여 제1 보강절연층을 형성함으로써 건지를 권취한 경우에 비해 미함침 우려가 적고, 유침지를 권취한 경우 대비 상대적으로 많은 절연지를 지권할 수 있으므로 절연성능을 향상시킬 수 있다. 또한 상기 제1 보강절연층(2101)의 절연내력을 향상시킴으로써 상기 제2 보강절연층(2102)의 높이를 낮추고 보호동관(240)의 크기를 축소시켜 보호동관(240) 내 절연유 양을 감소시킬 수 있다.

[115] 상기 중간접속함 및 이를 이용한 중간접속 시스템은 접속함 외부반도전층(230)이 더 형성될 수 있다. 상기 접속함 외부반도전층(230)은 상기 보강절연층(210)을 둘러싸도록 형성되며, 상기 케이블의 외부반도전층(16) 내지 금속시스(22)와 통전된다.

[116] 상기 접속함 외부반도전층(230)은 제2 보강절연층(2102)의 슬로프부(2102B)의 외측면을 따라 형성되어 그 자체로 슬로프 형상을 가지는바, 케이블 절연층(14A)에서 중간접속함으로 연속되는 등전위선이 슬로프 형상을 갖는 상기 접속함 외부반도전층(230)의 기하학적인 형상에 따라 분포될 수 있다. 또한, 상기 접속함 외부반도전층(230)은 케이블 절연층(14A, 14B), 보강절연층(210)에 비해 체적 저항이 낮을 수 있다. 즉, 접속함 외부반도전층(230)의 슬로프 형상 및 체적저항률을 이용하여 전계 분포를 제어할 수 있다.

[117] 상기 접속함 외부반도전층(230)은 상기 제2 보강절연층의 슬로프부(2102B) 외면에 반도전테이프를 권취함으로써 형성될 수 있으며, 상기 케이블의 외부반도전층(16)과 통전될 수 있다. 또한 상기 제2 보강절연층(2102)의 직선부(2102A)를 둘러싸도록 형성될 수도 있다.

[118] 이어서, 상기 케이블(100A)의 금속시스(22)와 통전되는 금속차폐층이 상기 보강절연층(210) 상에 복원되고, 스페이서(250) 및 보호동관(240)이 씌워진다.

[119] 상기 금속차폐층은 상기 제2 보강절연층의 슬로프부(2102B)와 직선부(2102A) 및 상기 접속함 외부반도전층(230)을 둘러싸도록 형성된다.

[120] 상기 제2 보강절연층의 슬로프부(2102B)를 둘러싸도록 형성되는 금속차폐층은 금속선재로 형성되는 것이 바람직하다. 상기 금속선재는 상기 금속선재는 동선, 연동선 내지 주석도금연동선 등일 수 있으며, 상기 슬로프부(2102B)를 둘러싸도록 상기 금속선재를 권취하거나 상기 금속선재로

이루어진 편조체를 감아 형성할 수 있다. 상기 슬로프부(2102B)는 기울기가 일정하지 않을 수 있는 슬로프 형상의 외면을 가지므로 상기 금속선재 내지 편조체를 사용하여 상기 접속함 외부반도전층(230)과 상기 금속차폐층을 원활히 통전시킬 수 있다. 또한, 상기 금속선재 사이 사이로 절연유가 침투할 수 있으므로 후술하는 절연유 함침이 용이한 장점이 있다.

[121] 또한, 도 5에서와 같이 상기 중간접속함은 상기 제2 보강절연층의 직선부(2102A)를 둘러싸도록 형성되는 금속차폐층(250)을 포함할 수 있으며, 상기 금속차폐층(250)은 금속테이프 내지 금속판으로 이루어질 수 있다. 비교적 평활한 외면을 가지는 상기 제2 보강절연층의 직선부(2102B)에는 금속판을 중첩하여 접합하거나, 금속테이프를 권취함으로써 작업성을 향상시킬 수 있다. 다만, 후술하는 절연유 함침이 용이하도록 하기 위하여 상기 금속테이프 내지 금속판은 천공이 되어 있을 수 있다.

[122] 상기 스페이서는 내부에 관통공을 갖는 디스크 형상을 가지며, 알루미늄 등의 금속재질로 이루어질 수 있으며, 상기 제2 보강절연층의 직선부에 형성된다. 상기 스페이서는 상기 관통공을 통해 보강절연층(210) 외측에 끼워져서 후술하는 동관(240)과 상기 보강절연층(210) 사이의 간격을 유지시킬 수 있다. 특히, 스페이서(250)는 도 5에 도시된 바와 같이 외측면에는 반경방향으로 복수 개의 오목부(251)가 서로 이격되어 형성될 수 있다. 상기 오목부(251)를 통해 동관(240) 내의 절연유가 통과하게 된다. 즉 절연유 함침시 상기 동관(240)에 주입되는 절연유가 상기 오목부(251)를 통해 중간접속함(200)의 길이방향으로 원활히 이동할 수 있다. 또한, 절연유의 유동에 의해 상기 스페이서(250)가 움직이는 것을 방지하기 위해 상기 스페이서(250) 양측에 금속선재를 감아 고정시킬 수 있다.

[123] 상기 금속차폐층(260)과 스페이서(250) 사이에 금속차폐층 보호부(270)가 더 형성될 수 있다. 상기 금속차폐층 보호부(270)은 절연지를 상기 금속차폐층(260) 상에 권취하여 형성되며, 상기 스페이서(250)에 의해 금속차폐층(260)이 손상되는 것을 방지할 수 있다. 상세하게, 상기 스페이서(250)가 보강절연층(210) 외측에 끼워질 때 상기 보강절연층(210) 상에 형성된 금속차폐층(260)의 표면에 스크래치가 발생하거나, 중간접속함의 하중이 작용하여 스페이서(250)에 의해 금속차폐층(260)이 눌러 에지부가 발생할 수 있다. 이에 따라 스페이서(250)와 금속차폐층 사이에 상기 금속차폐층 보호부(270)를 형성하여 스페이서(250)에 의한 금속차폐층(260)의 손상을 방지하고, 에지부 발생 등과 같은 표면 손상 및 이에 의한 전계집중을 방지할 수 있다.

[124] 이어서, 보호동관(240)이 씌워진다. 상기 보호동관(240)은 외부로부터 접속함 내부를 보호하고, 상기 케이블(100)의 금속시스(22)와 통전되어 사고 전류의 통로 역할을 할 수 있다.

[125] 한편, 상기 중간접속 시스템은 상기 중간접속함에 절연유를 주유하여 절연성능을 담보할 필요가 있다. 구체적으로, 상기 보강절연층과 상기 보호동관

사이의 공간에 절연유를 충전하고, 특히, 반유침지를 권취하여 상기 보강절연층을 형성한 경우에는 상기 보강절연층을 절연유로 함침시켜 절연성능을 향상시킬 필요가 있다.

- [126] 본 발명의 상기 보호동관(240)은 절연유 유입관과 절연유 배출관을 구비할 수 있다. 상기 유입관 및 배출관은 상기 보호동관(240)의 외면에 서로 반대방향으로 형성되며, 절연유가 이동하는 통로역할을 한다.
- [127] 상기 유입관을 통해 상기 보호동관 내부로 공급되는 절연유가 상기 접속함 외부반도전층 및 금속차폐층을 통해 보강절연층(210)을 함침시키면서 상부의 배출관을 통해 외부로 배출된다. 또한, 질소 가스 등을 이용하여 상기 절연유를 가압함으로써, 보강절연층이 원활히 함침되도록 하여 절연성능을 향상시킬 수 있다.
- [128] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [129] 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [130] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [131]

청구범위

- [청구항 1] 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층을 구비하는 한 쌍의 직류 전력케이블과 상기 한 쌍의 직류 전력케이블을 서로 연결시키는 중간접속함을 포함하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템에 있어서, 상기 한 쌍의 직류 전력케이블은 상기 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층이 순차적으로 노출된 각 단부가 서로 대향하도록 구비되고, 상기 중간접속함은, 상기 노출된 한 쌍의 도체를 전기적, 기계적으로 연결하는 도체 접속부; 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 및 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지가 권취되어 상기 케이블 절연층 외경까지 형성되고, 길이방향에서의 양 단부에 경사면을 갖는 제1 보강절연층과, 상기 제1 보강절연층 및 상기 노출된 케이블 절연층을 둘러싸며 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 일정한 직선부와 상기 직선부의 양단에 형성되며 상기 케이블 길이방향으로의 폭이 상기 케이블의 방사방향으로 감소하는 슬로프부를 구비한 제2 보강절연층을 포함하는 보강절연층; 및 상기 제2 보강절연층의 슬로프부의 외측면을 따라 형성되어 그 자체로 슬로프 형상을 가지며, 반도체성 재질로 이루어진 접속함 외부반도전층을 구비하며, 상기 제1 보강절연층과 상기 케이블 절연층 사이의 계면은 단일 경사면으로 이루어지고, 상기 제2 보강절연층은 상기 제1 보강절연층 상에 적층되는 복수 개의 절연지층으로 이루어지며, 상기 절연지층 각각은 세폭지가 지권되어 형성되는 적어도 하나의 세폭지 권취부 및 상기 세폭지 보다 폭이 더 넓은 광폭지가 지권되어 형성되는 광폭지 권취부로 이루어지고, 상기 제1 보강절연층에 권취된 절연지는 그 폭이 상기 제2 보강절연층의 세폭지 권취부를 형성하는 절연지의 폭보다는 크고, 보강절연층의 광폭지 권취부를 형성하는 절연지의 폭보다는 작은 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제1 보강절연층에 지권된 절연지 층수는 상기 케이블 절연층에 지권된 절연지 층수의 80% 이상인 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 제2 보강절연층에서의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부는 상기 절연지층에 인접한 절연지층의 세폭지 권취부와 소정의 거리만큼

이격되어 배치되는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.

- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 제2 보강절연층에서의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부는 상기 절연지층 상에 접하여 위치하거나 아래 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부와 상하 방향에서 서로 중첩되지 않는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 제2 보강절연층에서의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부에서 상기 절연지층 상에 접하여 위치하거나 아래 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부까지의 이격된 거리는, 상기 절연지층에 접하는 절연지층 내에서 서로 인접한 광폭지 권취부들이 접하여 형성되는 맞대기부와 상기 절연지층의 세폭지 권취부 사이의 최단 거리보다 크거나 같은 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 세폭지 권취부는 상기 슬로프부에는 위치하지 않고 상기 직선부에 위치하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 슬로프부는 상기 광폭지 권취부로 이루어지는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 중간접속함은
상기 접속함 외부반도전층 상에 형성되는 금속차폐층;
상기 보강절연층 및 상기 전력 케이블의 일부를 감싸며 그 내부에 절연유를 포함하는 동관; 및
상기 동관과 상기 금속차폐층 사이의 간격을 유지시키는 스페이서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 도체접속부는,
사선으로 절단되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체; 및
상기 도체의 단부 사이에 형성된 필러금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 도체접속부는,
상기 케이블에서 노출되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체; 및
상기 한 쌍의 도체 단부를 둘러싸는 도체 압착슬리브;를 구비하며,

상기 도체 압착슬리브는 외경이 상기 도체의 외경이 동일한 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 중간접속 시스템.

- [청구항 11] 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층을 구비하며, 상기 도체, 내부반도전층, 케이블 절연층 및 외부반도전층이 순차적으로 노출된 각 단부가 대향하도록 구비된 한 쌍의 직류 전력 케이블을 서로 접속하는 방법에 있어서,
 상기 노출된 한 쌍의 도체를 서로 전기적, 기계적으로 연결하여 도체 접속부를 형성하는 단계;
 상기 도체 접속부, 상기 노출된 내부반도전층 및 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지를 상기 케이블 절연층 외경까지 권취하여 제1 보강절연층을 형성하는 단계;
 상기 제1 보강절연층 및 상기 노출된 케이블 절연층을 둘러싸도록 절연지를 권취하여 제2 보강절연층을 형성하는 단계; 및
 상기 제2 보강절연층의 외면을 둘러싸는 접속함 외부반도전층을 형성하는 단계;를 구비하며,
 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는 상기 제1 보강절연층 상에 세폭지 권취부 및 상기 세폭지 권취부를 이루는 절연지보다 폭이 큰 절연지로 이루어진 광폭지 권취부를 포함하는 절연지층을 복수개 적층하는 단계를 포함하고,
 상기 제1 보강절연층을 형성하는 단계는,
 상기 노출된 케이블 절연층의 단부 형상에 대응하도록 상기 제1 보강절연층 단부에 단일 경사면을 형성하는 단계와, 상기 세폭지 권취부의 절연지보다 폭이 크고 보다 크고, 광폭지 권취부의 절연지보다 폭이 작은 절연지를 권취하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.

- [청구항 12] 제 11항에 있어서,
 상기 제1 보강절연층을 형성하는 단계는
 상기 절연지는 반유침지이며,
 상기 케이블 절연층에 권취된 절연지의 층수의 80% 이상 상기 반유침지를 권취하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.

- [청구항 13] 제11항에 있어서,
 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는,
 상기 제2 보강절연층의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부를 상기 절연지층에 인접한 절연지층의 세폭지 권취부와 소정의 거리만큼 이격시켜 배치하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.

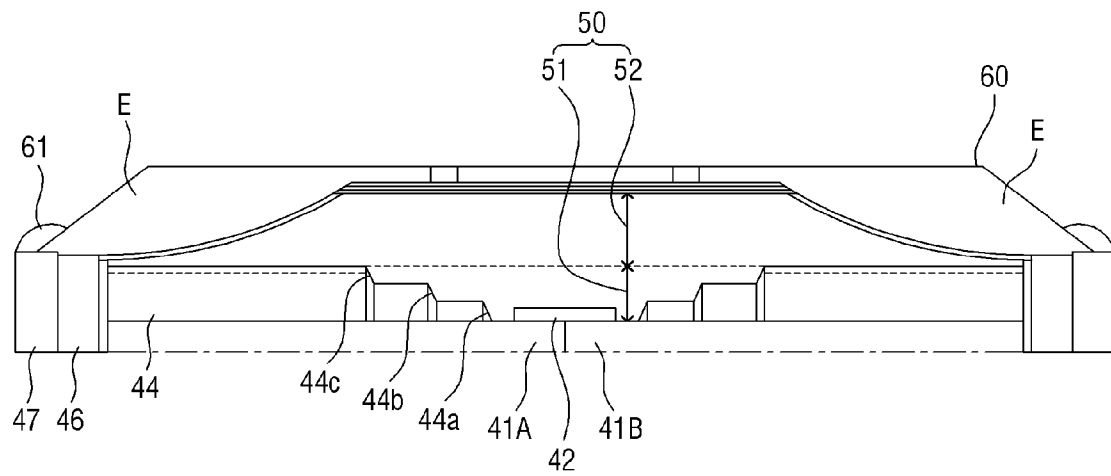
- [청구항 14] 제11항에 있어서,
 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는,
 상기 제2 보강절연층의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부를 상기

절연지층에 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부와 서로 중첩되지 않도록 배치하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.

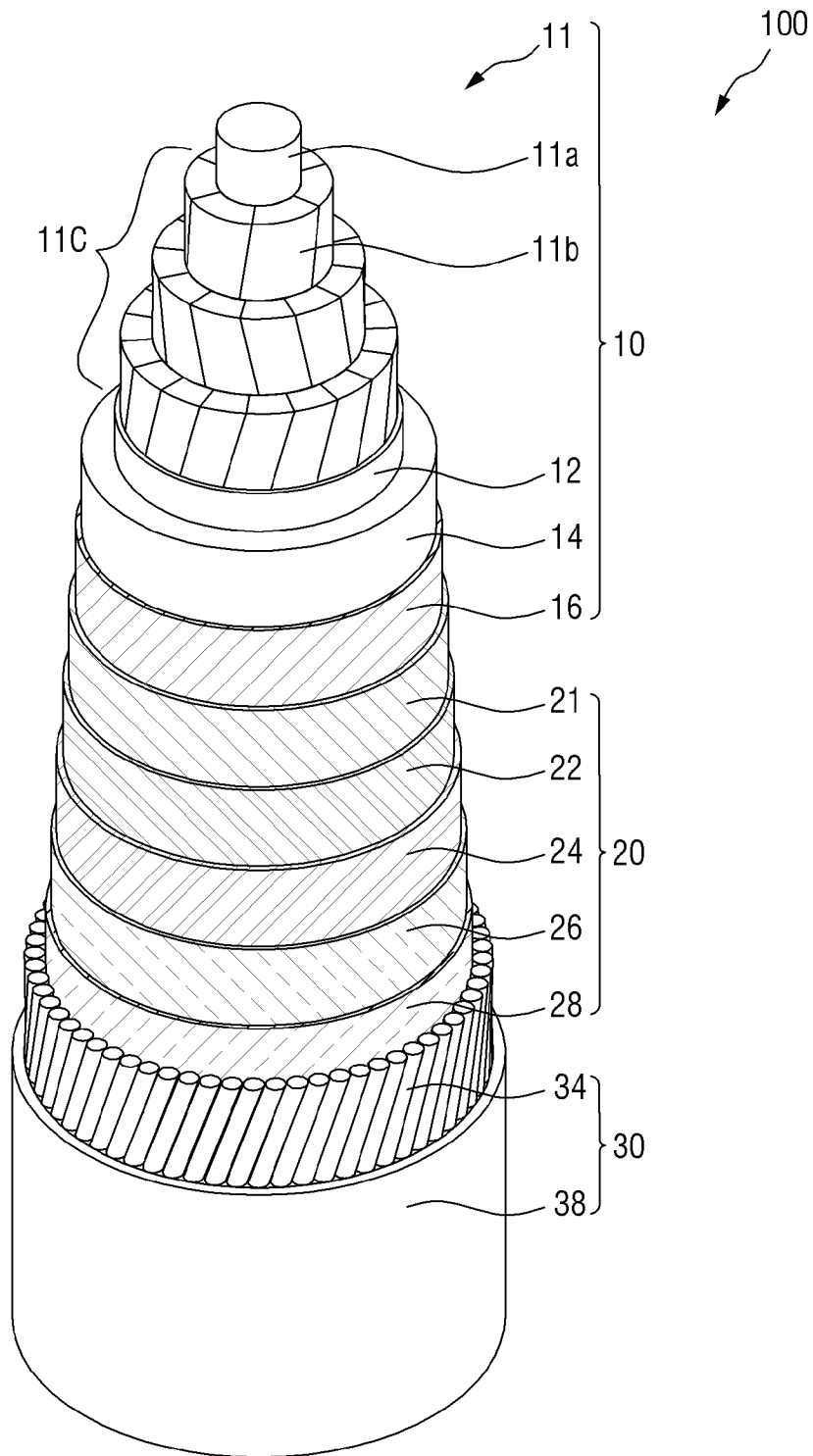
- [청구항 15] 제11항에 있어서,
 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는,
 상기 제2 보강절연층의 어느 한 절연지층의 세폭지 권취부를 상기 절연지층 상에 접하여 위치하거나 아래 접하여 위치하는 다른 절연지층의 세폭지 권취부까지의 이격된 거리는, 상기 절연지층에 접하는 절연지층 내에서 서로 인접한 광폭지 권취부들이 접하여 형성되는 맞대기부와 상기 절연지층의 세폭지 권취부 사이의 최단 거리보다 크거나 같도록 배치하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.
- [청구항 16] 제11항에 있어서,
 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는,
 상기 슬로프부에는 상기 세폭지 권취부를 배치하지 않는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.
- [청구항 17] 제11항에 있어서,
 상기 제2 보강절연층을 형성하는 단계는,
 상기 슬로프부에 상기 광폭지 권취부만을 배치하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.
- [청구항 18] 제11항에 있어서,
 상기 접속함 외부반도전층을 둘러싸도록 금속차폐층을 형성하는 단계;
 상기 제2 보강절연층의 직선부의 일부를 둘러싸도록 스페이서를 형성하는 단계;
 상기 보강절연층 및 상기 전력 케이블의 일부를 감싸는 동관을 설치하는 단계; 및
 상기 동관에 절연유를 주입하고 가압하여 상기 보강절연층의 절연지를 함침시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
 상기 금속차폐층을 형성하는 단계는,
 금속선재가 상기 제2 보강절연층의 슬로프부를 둘러싸도록 권취하며, 천공된 금속판이 상기 제2 보강절연층의 직선부를 둘러싸도록 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
 상기 금속차폐층을 형성하는 단계는,
 상기 천공된 금속판이 상기 직선부를 둘러싸도록 중첩하고 접합하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.

- [청구항 21] 제18항에 있어서,
상기 스페이서를 형성하는 단계는,
내부에 상기 제2 보강절연층의 외경보다 더 큰 내경을 갖는 관통공과, 그
외측부에는 상기 관통공을 향하는 오목부를 포함하며, 상기 오목부를
통해 상기 동관 내의 상기 절연유가 상기 중간접속함의 길이 방향으로
유동할 수 있는 것을 특징으로 하는 스페이서를 상기 제2 보강절연층의
직선부에 배치하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블 접속 방법.
- [청구항 22] 제11항에 있어서,
상기 도체 접속부를 형성하는 단계는,
상기 케이블에서 노출되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의 도체
단부 사이에 필러금속을 충전하는 것을 특징으로 하는 직류 전력케이블
접속 방법.
- [청구항 23] 제11항에 있어서,
상기 도체 접속부를 형성하는 단계는,
상기 케이블에서 노출되어 단부가 서로 대향하도록 구비된 한 쌍의
도체의 각 단부를 둘러싸도록 도체 압착슬리브 배치하고, 상기
도체압착슬리브의 외면을 압착하며, 상기 도체압착슬리브의 외경과 상기
도체의 외경이 동일하도록 형성하는 것을 특징으로 하는 직류
전력케이블 중간접속 방법.

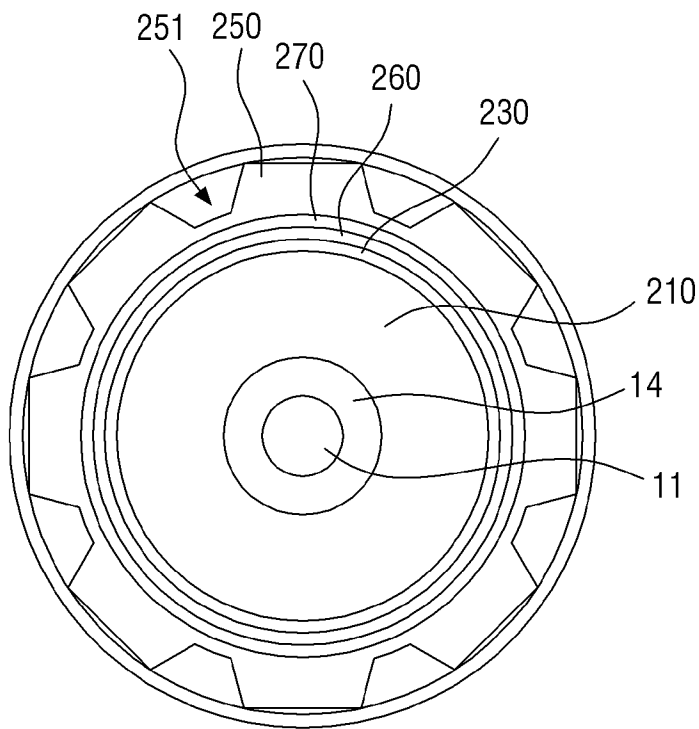
[도1]



[도2]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/003604**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H01B 9/02(2006.01)i, H01B 7/02(2006.01)i, H01B 3/20(2006.01)i, H02G 15/18(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; H02G 15/34; H01B 7/00; H02G 15/08; H02G 15/18; H01B 12/02; H02G 15/10; H01R 4/68; H01B 11/20; H01B 7/02; H01B 3/20

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, joint box, insulation layer, reinforced insulation layer, inclined plane, narrow-width sheet, wide-width sheet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013-157513 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. et al.) 24 October 2013 See paragraphs [3]-[33] and figures 1, 2.	1-18,22,23
A		19-21
Y	JP 2005-353379 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 22 December 2005 See paragraph [15] and figure 1.	1-18,22,23
Y	KR 10-2015-0106639 A (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 22 September 2015 See paragraphs [28], [60], [62] and figure 5.	8,18
Y	JP 2006-196418 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 27 July 2006 See paragraphs [13], [14] and figure 1.	9,22
A	KR 10-2016-0084920 A (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 15 July 2016 See paragraphs [38]-[40], claim 1 and figure 2.	1-23



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

16 OCTOBER 2017 (16.10.2017)

Date of mailing of the international search report

18 OCTOBER 2017 (18.10.2017)

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/KR2017/003604

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2013-157513 A1	24/10/2013	CN 103688433 A EP 2728689 A1 EP 2728689 A4 JP 2015-157513 A1 US 2015-0031546 A1 US 9123455 B2	26/03/2014 07/05/2014 11/11/2015 21/12/2015 29/01/2015 01/09/2015
JP 2005-353379 A	22/12/2005	JP 4374613 B2	02/12/2009
KR 10-2015-0106639 A	22/09/2015	NONE	
JP 2006-196418 A	27/07/2006	NONE	
KR 10-2016-0084920 A	15/07/2016	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01B 9/02(2006.01)i, H01B 7/02(2006.01)i, H01B 3/20(2006.01)i, H02G 15/18(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01B 9/02; H02G 15/34; H01B 7/00; H02G 15/08; H02G 15/18; H01B 12/02; H02G 15/10; H01R 4/68; H01B 11/20; H01B 7/02; H01B 3/20

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: 전력케이블, 중간접속함, 절연층, 보강절연층, 경사면, 세폭지, 광폭지

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	WO 2013-157513 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. 등) 2013.10.24 문단번호 [3]-[33] 및 도면 1,2 참조.	1-18,22,23
A		19-21
Y	JP 2005-353379 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 2005.12.22 문단번호 [15] 및 도면 1 참조.	1-18,22,23
Y	KR 10-2015-0106639 A (엘에스전선 주식회사) 2015.09.22 문단번호 [28],[60],[62] 및 도면 5 참조.	8,18
Y	JP 2006-196418 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 2006.07.27 문단번호 [13],[14] 및 도면 1 참조.	9,22
A	KR 10-2016-0084920 A (엘에스전선 주식회사) 2016.07.15 문단번호 [38]-[40], 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-23

☐ 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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 10월 16일 (16.10.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 10월 18일 (18.10.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연정

전화번호 +82-42-481-3325



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2013-157513 A1	2013/10/24	CN 103688433 A EP 2728689 A1 EP 2728689 A4 JP 2015-157513 A1 US 2015-0031546 A1 US 9123455 B2	2014/03/26 2014/05/07 2015/11/11 2015/12/21 2015/01/29 2015/09/01
JP 2005-353379 A	2005/12/22	JP 4374613 B2	2009/12/02
KR 10-2015-0106639 A	2015/09/22	없음	
JP 2006-196418 A	2006/07/27	없음	
KR 10-2016-0084920 A	2016/07/15	없음	