(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월22일
(11) 등록번호 10-1750131
(24) 등록일자 2017년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01R 4/20 (2006.01) *F16G 11/02* (2006.01)
H01B 5/10 (2006.01) *H01R 4/62* (2006.01)
H02G 7/05 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7023825
(22) 출원일자(국제) 2011년02월11일
심사청구일자 2015년12월24일
(85) 번역문제출일자 2012년09월12일
(65) 공개번호 10-2012-0138763
(43) 공개일자 2012년12월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/024488
(87) 국제공개번호 WO 2011/103036
국제공개일자 2011년08월25일
(30) 우선권주장
61/305,935 2010년02월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20030194916 A1*
KR1020030016398 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
맥컬로 콜린
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
디브 허브 이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
그레더 마이클 에프
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
양영준, 김영

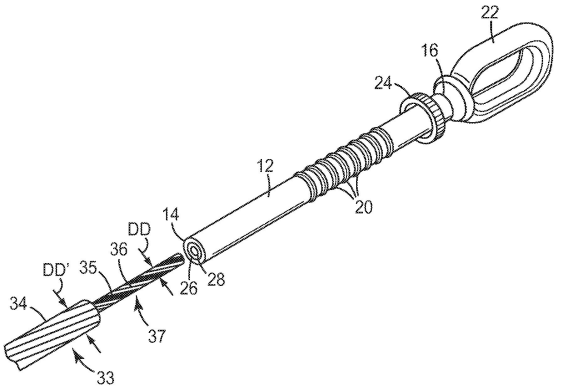
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 진수영

(54) 발명의 명칭 **복합 케이블을 위한 압축 커넥터 및 조립체와 이를 제조 및 사용하기 위한 방법**

(57) 요 약

압축 커넥터 및 조립체는 긴 내부 중공형 관, 및 적어도 하나의 관형 슬리브를 포함하고, 관은 제1 축방향 압출 속도를 나타내는 제1 재료를 포함하고 슬리브를 제2 축방향 압출 속도를 나타내는 제2 재료를 포함하며, 여기서 슬리브 벽 두께는, 관 내로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하도록 선택된다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 슬리브 벽 두께는 얇도록 선택될 수 있거나, 슬리브는 외부 표면 또는 내부 표면 중 적어도 하나에 형성된 다수의 축방향으로 이격된 주름을 포함할 수 있다. 조립체는 연선 복합 와이어를 포함할 수 있으며, 선택적으로 이때 테이프가 복합 와이어의 일부분만을 덮는다. 압축 커넥터를 제조하는 방법이 또한 기재된다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

중심 종축, 제1 반경방향 치수에 의해 한정되는 내부 표면, 제1 반경방향 치수보다 큰 제2 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 한정하며, 제1 축방향 압출 속도를 나타내는 제1 재료를 포함하는 긴 내부 중공형 내측 관;

제2 축방향 압출 속도를 나타내는 제2 재료를 포함하며, 길이, 및 제1 반경방향 치수보다 작은 제3 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 제3 반경방향 치수보다 작은 제4 반경방향 치수를 갖는 내부 중공형 부분을 한정하는 내부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 적어도 하나의 관형 슬리브(sleeve)를 포함하며, 제3 반경방향 치수와 제4 반경방향 치수 사이의 차이는 적어도 하나의 슬리브가, 중공형 관의 제1 말단부 또는 제2 말단부를 통해 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하는 벽 두께를 한정하도록 선택되는 압축 커넥터(compression connector).

청구항 2

제1항에 있어서, 제2 반경방향 치수보다 큰 제5 반경방향 치수에 의해 한정되는 내부 표면, 및 제5 반경방향 치수보다 큰 제6 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 가지며, 내측 관 위에 활주가능하게 결합되는 내부 중공형의 외측 관형 몸체를 추가로 포함하는 압축 커넥터.

청구항 3

제2항에 있어서, 외측 관형 몸체의 제5 반경방향 치수보다 작은 외부 반경을 갖는 연선 복합 케이블(stranded composite cable)을 추가로 포함하며, 연선 복합 케이블은 중심 종축을 한정하는 단일 코어 와이어, 단일 코어 와이어의 둘레에 연선된 적어도 제1 복수의 복합 와이어, 및 제1 복수의 복합 와이어의 둘레에 연선된 적어도 제2 복수의 와이어를 추가로 포함하는 복합 코어를 포함하고, 또한 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분이 적어도 제2 복수의 와이어의 말단 부분을 넘어서 종방향으로 연장되며, 또한 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분의 적어도 일부분이 슬리브의 제4 반경방향 치수의 2배보다 작은 직경을 갖고, 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 연장되는 압축 커넥터.

청구항 4

제3항에 따른 압축 커넥터를 사용해 압축 커넥터 조립체를 제조하는 방법으로서,

슬리브를 관의 내부 중공형 부분 내로 축방향으로 삽입하는 단계;

단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분을 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 삽입하는 단계;

단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분을 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 삽입하는 단계 및 슬리브를 내측 관의 내부 중공형 부분 내로 축방향으로 삽입하는 단계 후에, 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향에서 내측 관을 기계적으로 압축하여서, 내측 관 및 슬리브를 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 개시 내용이 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는 2010년 2월 18일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/305,935호의 이익을 주장한다.

[0003] 본 발명은 일반적으로 복합 케이블에 대한 연결부를 형성하기 위한 시스템, 조립체 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 복합 송전 케이블을 위한 압축 연결부, 및 이를 제조 및 사용하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 복합재이고 따라서 새로운 형상으로 용이하게 소성 변형될 수 없는 재료로부터의 유용한 와이어 물품이 최근에 소개되고 있다. 이들 재료의 통상적인 예는 금속에 비해 개선된 기계적 특성으로 인해 매력적이지만 응력 변형 응답에서 주로 탄성적인 섬유 강화 복합재를 포함한다. 세라믹 섬유 강화 금속 와이어를 포함하는 복합 케이블이 당업계에 공지되어 있는 것과 같이, 섬유 강화 중합체 와이어를 포함하는 복합 케이블이 당업계에 공지되어 있으며, 예를 들어 미국 특허 제6,559,385호 및 제7,093,416호와, PCT 출원 공개 WO 97/00976호를 참조한다. 복합 케이블(예를 들어, 중합체 매트릭스 복합재 또는 금속 매트릭스 복합 와이어를 포함하는 케이블)의 하나의

용도는 지상 송전을 위해 사용되는 노출형(bare)(즉, 비-절연) 케이블에 보강 부재로서 사용하는 것이다.

[0005] 또한, 일부 응용에서, 송전을 위해 연선 복합 케이블(stranded composite cable)을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 케이블 연선 가공(stranding)은 개개의 연성 와이어들이 전형적으로 나선형 배열로 조합되어 완성된 케이블을 제조하는 공정이다. 예를 들어 미국 특허 제5,171,942호 및 제5,554,826호를 참조한다. 나선형으로 연선된 송전 케이블은 전형적으로 강철, 알루미늄, 또는 구리와 같은 연성 금속으로 제조된다. 노출형 가공(overhead) 송전 케이블과 같은 일부 경우에, 나선형으로 연선된 와이어 코어가 와이어 도체 층에 의해 둘러싸인다. 나선형으로 연선된 와이어 코어는 예를 들어 강철과 같은 제1 재료로 제조된 연성 금속 와이어를 포함할 수 있고, 외측 전력 전도 층은 예를 들어 알루미늄과 같은 다른 재료로 제조된 연성 금속 와이어를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 나선형으로 연선된 와이어 코어는 더 큰 직경의 송전 케이블의 제조에 투입 재료로서 사용되는 사전-연선된 복합 케이블일 수 있다. 나선형으로 연선된 복합 케이블은 일반적으로 겨우 7개의 개별 와이어 내지 50개 이상의 와이어를 포함하는 더 통상적인 구성을 포함할 수 있다.

[0006] 응용시, 주어진 길이의 전력 케이블의 연장 단부를 절연되면서도 효과적인 전류 전도 방식으로, 그리고 예를 들어 후속의 상호연결되는 길이의 케이블에 연결하는 것이 바람직하다. 케이블 대 케이블 연결은 전형적으로 통합(union) 또는 스플라이스(splice) 연결부로 이루어진다. 대안적으로, 고전류 전달 송전 선로를 위한 종래에 알려진 다른 연결부는 가공 타워 또는 송전 지지 구조물과 결합된 애자련(insulator string)이다. 그러한 연결부는 "데드-엔드(dead-end)" 또는 연결부 또는 종단부(termination)로서 종래에 알려져 있다. 고전류 전달(즉, 전력) 송전 선로 응용에 사용되는 종래의 비-복합 케이블을 위한 커넥터 조립체가 일반적으로 당업계에 알려져 있으며, 예를 들어 미국 특허 제3,384,704호 및 제5,647,046호를 참조한다.

[0007] 예시적인 압축 케이블 커넥터가 미국 특허 제6,805,596호에 개시되어 있다. 예시적인 데드-엔드 압축 연결 조립체가 도 1에 도시되어 있다. 긴 내부 중공형 금속 관(12)이 제공되며, 관은 제1 단부(14), 및 제2 단부(16), 및 원하는 다각형(육각형, 원형 등) 단면 형상을 갖는다. 금속 관(12)은 선택된 내경(18), 및 관(12)의 선택된 축방향 길이를 따라 연장되는 복수의 이격되고 아코디언과 유사한 주름(20)을 갖는다. 튼튼한 아일렛(eyelet)(22)이 제2 단부(16)와 일체로 형성되어 이로부터 연장되고, 펠트 와셔(felt washer)(24)가 금속 관(12) 위에 활주가능하게 결합되고 이격된 주름(20)들 사이에 개재된다. 알루미늄 슬리브(sleeve)(26)가 제공되며, 제1 단부(28) 및 제2 단부(30)를 포함한다. 슬리브(26)는 또한 관(12)의 내경(18)보다 크지 않은 선택된 외경을 나타내, 슬리브(26)가 선택된 단부를 통해 관(12) 내로 축방향으로 삽입될 수 있게 한다.

발명의 내용

[0008] 일 태양에서, 본 발명은 중심 종축, 제1 반경방향 치수에 의해 한정되는 내부 표면, 제1 반경방향 치수보다 큰 제2 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 한정하며, 제1 축방향 압출 속도를 나타내는 제1 재료를 포함하는 긴 내부 중공형 내측 관; 제2 축방향 압출 속도를 나타내는 제2 재료를 포함하며, 길이, 및 제1 반경방향 치수보다 작은 제3 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 제3 반경방향 치수보다 작은 제4 반경방향 치수를 갖는 내부 중공형 부분을 한정하는 내부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 적어도 하나의 관형 슬리브를 포함하는 압축 커넥터 및 조립체를 제공하며, 여기서 제3 반경방향 치수와 제4 반경방향 치수 사이의 차이는 적어도 하나의 슬리브가, 중공형 관의 제1 말단부 또는 제2 말단부를 통해 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하는 벽 두께를 한정하도록 선택된다.

[0009] 압축 커넥터 및 조립체의 일부 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 슬리브의 벽 두께는 약 0.5 ㎜ 내지 약 6 ㎜이도록 선택된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 슬리브는 외부 표면 또는 내부 표면 중 적어도 하나에 형성된 다수의 축방향으로 이격된 주름을 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 다수의 축방향으로 이격된 주름은 약 1 내지 약 5 ㎜만큼 축방향으로 이격된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 다수의 축방향으로 이격된 주름은 각각 약 5 ㎜ 내지 약 50 ㎜의 축방향의 폭을 갖는다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 축방향으로 이격된 주름은 약 2개 내지 약 30개의 주름이다. 현재 바람직한 일부 예시적인 실시 형태에서, 제1 재료 및 제2 재료는 적어도 하나의 금속을 포함하며, 여기서 제1 재료는 약 206 ㎫ 이상(약 30 kpsi 이상)의 항복 응력을 나타내고 제2 재료는 약 56 ㎫ 이하(약 8 kpsi 이하)의 항복 응력을 나타낸다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 재료는 탄소강을 포함하고, 제2 재료는 알루미늄을 포함한다.

[0010] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 전술된 바와 같은 압축 커넥터 및 조립체는 제2 반경방향 치수보다 큰 제5 반경방향 치수에 의해 한정되는 내부 표면, 및 제5 반경방향 치수보다 큰 제6 반경방향 치수에 의해 한정되는 외

부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 가지며, 내측 관 위에 활주가능하게 결합되는 내부 중공형의 외측 관형 몸체를 포함할 수 있으며, 선택적으로 여기서 외측 관형 몸체는 금속을 포함한다.

[0011] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체는 외측 관형 몸체의 제5 반경방향 치수보다 작은 외부 반경을 갖는 연선 복합 케이블을 포함할 수 있으며, 여기서 연선 복합 케이블은 중심 종축을 한정하는 단일 코어 와이어, 단일 코어 와이어의 둘레에 연선된 적어도 제1 복수의 복합 와이어, 및 제1 복수의 복합 와이어의 둘레에 연선된 적어도 제2 복수의 와이어를 추가로 포함하는 복합 코어를 포함하고, 또한 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분이 적어도 제2 복수의 와이어의 말단 부분을 넘어서 종방향으로 연장되며, 또한 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분의 적어도 일부분이 슬리브의 제4 반경방향 치수의 2배보다 작은 직경을 갖고, 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 연장된다.

[0012] 일부 예시적인 실시 형태, 예를 들어 적어도 하나의 슬리브의 벽 두께가 약 0.5 ㎜ 내지 약 6 ㎜이도록 선택되는 실시 형태에서, 전술된 압축 커넥터 조립체는 제1 다수의 복합 와이어의 둘레 주위에 래핑(wrapping)되고 제1 다수의 복합 와이어의 일부분만을 덮는 테이프를 포함할 수 있으며, 여기서 적어도 제2 다수의 와이어는 제1 복수의 복합 와이어 및 테이프의 둘레에 연선된다.

[0013] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 테이프는 제1 다수의 복합 와이어의 외측 주연 표면의 최대 70%를 덮는다. 다른 예시적인 실시 형태, 예를 들어 적어도 하나의 슬리브가 외부 표면 또는 내부 표면 중 적어도 하나에 형성된 다수의 축방향으로 이격된 주름을 추가로 포함하는 실시 형태에서, 테이프는 제1 다수의 복합 와이어의 외측 주연 표면의 약 30% 내지 약 50%를 덮을 수 있다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 테이프는 제1 다수의 복합 와이어의 외측 주연 표면의 약 1% 내지 약 30%를 덮는다.

[0014] 전술된 바와 같은 복합 케이블 및 복합 코어를 포함하는 압축 커넥터 조립체의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 단일 와이어는 금속 도체 와이어 또는 복합 와이어를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 단일 와이어는 적어도 하나의 광섬유를 포함한다. 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 다수의 복합 와이어 중 적어도 일부가 단면에서 볼 때 중심 종축의 둘레에 형성된 적어도 하나의 원통형 층 내에, 단일 와이어의 둘레에 나선형으로 연선된다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 다수의 복합 와이어는 반경방향 단면에서 볼 때 중심 종축의 둘레에 형성된 적어도 2개의 원통형 층 내에, 단일 와이어의 둘레에 나선형으로 연선된다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 원통형 층은 각각의 인접 원통형 층에 대한 꼬임 방향(lay direction)과 동일한 꼬임 방향으로 소정의 꼬임 각도로 연선된다. 현재 바람직한 추가의 예시적인 실시 형태에서, 각각의 인접 원통형 층에 대한 꼬임 각도들 사이의 상대적인 차이는 0° 초과이고 약 4° 이하이다.

[0015] 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 제1 다수의 복합 와이어는 원형, 타원형, 및 사다리꼴로 이루어진 군으로부터 선택되는 단면 형상을 갖는다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 다수의 복합 와이어 각각은 섬유 강화 복합 와이어이다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 섬유 강화 복합 와이어들 중 적어도 하나는 섬유 토우(fiber tow) 또는 모노필라멘트 섬유(monofilament fiber) 중 하나로 강화된다.

[0016] 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 제1 다수의 복합 와이어 각각은 금속 매트릭스 복합 와이어 및 중합체 복합 와이어로 이루어진 군으로부터 선택된다. 그러한 예시적인 실시 형태에서, 중합체 복합 와이어는 중합체 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함할 수 있다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 금속, 탄소, 세라믹, 유리, 또는 이들의 조합을 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 티타늄, 텅스텐, 붕소, 형상 기억 합금, 탄소, 탄소 나노튜브, 흑연, 탄화규소, 아라미드, 폴리(p-페닐렌-2,6-벤조비스옥사졸), 또는 이들의 조합을 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 중합체 매트릭스는 에폭시, 에스테르, 비닐 에스테르, 폴리이미드, 폴리에스테르, 시아네이트 에스테르, 페놀 수지, 비스-말레이미드 수지, 폴리에테르에테르케톤, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 (공)중합체를 포함한다.

[0017] 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 다른 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스 복합 와이어는 금속 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 세라믹, 유리, 탄소 나노튜브, 탄소, 탄화규소, 붕소, 철, 강철, 철 합금, 텅스텐, 티타늄, 형상 기억 합금, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 알루미늄, 아연, 주석, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함한다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 알루미늄을 포함하고, 적어도 하나의 연속 섬유는 세라믹 섬유를 포

함한다. 현재 바람직한 일부 예시적인 실시 형태에서, 세라믹 섬유는 다결정 α-Al_2O_3를 포함한다.

[0018] 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 절연 시스(insulative sheath)가 복합 케이블의 외측 표면을 형성한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 절연 시스는 세라믹, 유리, (공)중합체, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함한다.

[0019] 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 다른 예시적인 실시 형태에서, 복합 케이블 커넥터는 데드 엔드 케이블 커넥터(dead end cable connector) 또는 케이블 스플라이스 커넥터(cable splice connector)이다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복합 커넥터 조립체는 데드 엔드 커넥터이고, 외측 관형 몸체는 외측 관형 몸체의 선택된 단부로부터 연장되는 단자 응용 설부(terminal application tongue)를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 아일렛이 관의 선택된 단부로부터 그리고 외측 관형 몸체를 넘어서 연장될 수 있다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 아일렛은 송전 선로와 결합된 애자련과 결합하도록 구성된 선택된 형상 및 치수를 갖는 강철 아이 단조물(steel eye forging)을 포함한다.

[0020] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 압축 커넥터는 케이블 스플라이스 커넥터이고, 적어도 하나의 슬리브는 2개의 슬리브로 본질적으로 이루어진다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 외측 관형 몸체는 조인트 커넥터(joint connector) 몸체를 포함한다. 그러한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 외측 관형 몸체는 적어도 하나의 금속을 포함한다.

[0021] 다른 태양에서, 본 발명은 슬리브를 관의 내부 중공형 부분 내로 축방향으로 삽입하는 단계, 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분을 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 삽입하는 단계, 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분을 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 삽입하는 단계 및 슬리브를 관의 내부 중공형 부분 내로 축방향으로 삽입하는 단계 후에, 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향에서 관을 기계적으로 압축하여서, 관 및 슬리브를 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형시키는 단계, 및 선택적으로 그 후에 관을 적어도 부분적으로 덮도록 외측 관형 몸체를 관 위에 활주가능하게 결합시키는 단계를 포함하는, 전술된 바와 같은 압축 커넥터를 구성하는 방법을 제공한다.

[0022] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향에서 관을 기계적으로 압축하는 단계는 단조 다이 내에서 긴 관을 기계적으로 압축하는 단계를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 단조 다이는 내측 관의 일부분만을 기계적으로 압축한다. 현재 바람직한 소정 실시 형태에서, 단조 다이는 슬리브의 실질적으로 길이 전체를 기계적으로 압축한다. 현재 바람직한 추가의 예시적인 실시 형태에서, 단조 다이는 길이를 갖고, 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분은 직경을 갖는 원통형 복합 코어를 형성하며, 여기서 복합 코어 직경에 대한 단조 다이 길이의 비(ratio)는 약 6 이하이다.

[0023] 본 발명의 소정 실시 형태는 송전 케이블에, 압축 커넥터에 연결되는 적어도 복합 와이어 코어 케이블을 포함하는 압축 연결 조립체를 제공하는 것에 관한 것이다. 종단부 또는 "데드-엔드" 압축 커넥터 조립체는 전형적으로 복합 케이블 도체를 송전 타워(transmission tower) 및 전력망(electrical power grid)에 연결하는 데 사용된다.

[0024] 종단부의 하나의 예시적인 유형은 압축-스타일의 데드 엔드 커넥터의 사용을 수반한다. 일부 상황 하에서, 상이한 크기의 복합 도체는 상이한 압축-스타일의 데드 엔드 커넥터에서 다르게 거동할 수 있다. 거동의 가변성은 심지어 동일한 데드 엔드 연결부와 함께 사용되는 동일한 복합 도체 크기에서도 일어날 수 있다. 거동의 차이는 압축 연결 조립체를 형성하기 위한 압축 또는 단조 동안의 복합 코어 와이어의 파괴, 또는 낮은 하중에서 압축 커넥터의 복합 압축 커넥터 조립체로부터 복합 와이어 코어의 빠짐으로서 나타날 수 있다.

[0025] 놀랍게도, 일부 예시적인 실시 형태에서, 이들 문제가 극복될 수 있음을 알게 되었다. 따라서, 본 발명의 일부 예시적인 실시 형태에서, 압축 커넥터 및 조립체는 복합 와이어 파괴, 또는 하중 하에서 커넥터 조립체로부터의 복합 코어 와이어의 빠짐의 위험을 감소시키거나 제거하여서, 압축 커넥터 조립체의 신뢰성을 개선시킨다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 압축 커넥터 조립체는 사용 중에 요구되는 기계적 장력을 용이하게 견뎌 낼 수 있어서, 압축 연결 조립체의 총 사용 신뢰도를 증가시키고 파괴된 와이어 또는 파손된 압축 연결부를 조사하는 어려움 및 비용을 감소시킨다.

[0026] 본 발명의 예시적인 실시 형태의 다양한 태양 및 이점을 요약하였다. 상기의 요약은 본 발명의 각각의 예시된 실시 형태 또는 이 소정의 예시적인 실시 형태의 모든 구현예를 기술하고자 하는 것은 아니다. 하기의 도면 및 상세한 설명은 본 명세서에 개시된 원리를 사용하는 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태를 더 구체적으로

예시한다.

도면의 간단한 설명

[0027] 본 발명의 예시적인 실시 형태가 첨부 도면을 참조하여 추가로 설명된다.

<도 1>

도 1은 종래 기술의 압축 데드 엔드 커넥터의 부분 분해 방식의 사시도.

<도 2>

도 2는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 연선 복합 케이블과 함께 사용하기 위한 예시적인 압축 데드 엔드 커넥터 조립체의 부분 분해 방식의 사시도.

<도 3a>

도 3a는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 예시적인 압축 커넥터 조립체를 제조하는 데 유용한, 제1 복수의 복합 와이어 및 제1 복수의 복합 와이어의 단지 일부분의 둘레에 감겨 덮고 있는 테이프 형태의 유지 수단을 포함하는 예시적인 연선 복합 케이블의 측면도.

<도 3b>

도 3b는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 예시적인 압축 커넥터 조립체를 제조하는 데 유용한, 제1 복수의 복합 와이어 및 제1 복수의 복합 와이어의 단지 일부분의 둘레에 감겨 덮고 있는 테이프 형태의 유지 수단과, 제1 복수의 복합 와이어 및 테이프의 둘레에 연선된 적어도 제2 복수의 와이어를 포함하는 예시적인 연선 복합 케이블의 단면 단부도(end view).

<도 3c>

도 3c는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 예시적인 압축 커넥터 조립체를 제조하는 데 유용한, 복수의 축 방향으로 이격된 주름을 포함하는 외측 부분을 포함하는 예시적인 주름형 슬리브의 측면도.

<도 3d>

도 3d는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 예시적인 압축 커넥터 조립체를 제조하는 데 유용한, 복수의 축 방향으로 이격된 주름을 포함하는 내측 부분을 포함하는 예시적인 주름형 슬리브의 측면도.

<도 4>

도 4는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 케이블 종단부를 형성하도록 연선 복합 케이블과 함께 사용하기 위한 예시적인 압축 데드 엔드 커넥터 조립체의 분해 사시도.

<도 5a 내지 도 5c>

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 케이블 스플라이스를 형성하도록 2개의 연선 복합 케이블과 함께 사용하기 위한 예시적인 압축 조인트 커넥터 조립체의 계속되는 부분 분해 사시도들.

<도 6>

도 6은 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 케이블 종단부를 형성하는 데 사용되는, 도 4의 완전히 조립된 예시적인 압축 데드 엔드 커넥터 조립체의 단면 절단도.

<도 7>

도 7은 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 케이블 스플라이스를 형성하는 데 사용되는, 도 5a 내지 도 5c의 완전히 조립된 예시적인 압축 조인트 커넥터 조립체의 단면 절단도.

<도 8a>

도 8a는 본 발명에 따라 제조된, 예시적인 복합 케이블을 위한 예시적인 압축 커넥터 조립체에 대한 금속 슬리브 경도의 함수로서, 복합 케이블 코어의 정격 파괴 강도(rated breaking strength, RBS)의 백분율로 표현된, 응력의 막대 그래프 플롯을 도시하는 그래프.

<도 8b>

도 8b는 본 발명에 따라 제조된, 예시적인 복합 케이블을 위한 예시적인 압축 커넥터 조립체에 대한, 테이프 피복률(coverage)의 함수로서, 복합 케이블 코어의 정격 파괴 강도(RBS)의 백분율로 표현된, 피크 응력의 플롯을 도시하는 그래프.

<도 8c>

도 8c는 본 발명에 따라 제조된, 예시적인 복합 케이블을 위한 예시적인 압축 커넥터 조립체에 대한, 파라미터로서의 테이프 피복률을 갖는, 압축된 복합 코어 직경에 대한 단조 다이 길이의 비의 함수로서, 압축 연결부를 형성하기 위한 단조 동안의 최대 코어 변형률의 플롯을 도시하는 그래프.

<도 9>

도 9는 본 발명에 따라 제조된, 예시적인 복합 케이블을 위한 압축 커넥터 조립체의 예시적인 실시예 및 비교예에 대한 적용된 변형률의 함수로서, 측정된 응력의 플롯을 도시하는 그래프.

도면에서 유사한 도면 부호는 유사한 요소를 지시한다. 본 명세서의 도면은 축척대로 도시되어 있지 않으며, 도면에서 복합 케이블의 구성요소는 선택된 특징부를 강조하도록 크기설정되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 대부분이 잘 알려져 있지만 약간의 설명을 필요로 할 수 있는 소정의 용어들이 상세한 설명 및 특허청구범위 전체에 걸쳐 사용되고 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "와이어"가 "취성"이 있다라고 말할 때, 이는 와이어가 인장 하중 하에서 최소의 소성 변형으로 파쇄된다는 것을 의미함을 이해하여야 한다.

[0029] 와이어의 변형을 말하는 데 사용될 때 용어 "연성"은 와이어가 인장 하중 또는 굽힘 동안에 파쇄 또는 파괴 없이 소성 변형을 실질적으로 겪는다는 것을 의미한다.

[0030] 용어 "복합 와이어"는 함께 결합되고 취성 또는 비-연성 거동을 나타내는, 조성 또는 형태가 상이한 재료들의 조합으로부터 형성된 와이어를 말한다.

[0031] 용어 "금속 매트릭스 복합 와이어"는 하나 이상의 연성 금속 상(metal phase)으로 이루어진 매트릭스로 결합된 하나 이상의 보강 재료를 포함하는 복합 와이어를 말한다.

[0032] 용어 "중합체 매트릭스 복합 와이어"는 유사하게, 하나 이상의 중합체 상(polymeric phase)으로 이루어진 매트릭스로 결합된 하나 이상의 보강 재료를 포함하는 복합 와이어를 말한다.

[0033] 와이어의 변형을 말하는 데 사용될 때 용어 "굽힘" 또는 "구부림"은 연선 가공 동안에 와이어를 나선형으로 구부리는 것과 같은 2차원 및/또는 3차원 굽힘 변형을 포함한다. 와이어가 굽힘 변형을 갖는다라고 말할 때, 이는 와이어가 또한 인장력 및/또는 비틀림력으로부터 유래하는 변형을 가질 가능성을 배제하지 않는다.

[0034] "상당한 탄성 굽힘" 변형은 와이어가 와이어의 반경의 최대 10,000배의 곡률 반경으로 구부려질 때 발생하는 굽힘 변형을 의미한다. 원형 단면 와이어에 적용될 때, 이러한 상당한 탄성 굽힘 변형은 와이어의 외측 섬유에 0.01% 이상의 변형률을 부여할 것이다.

[0035] "케이블 가공된" 및 "연선 가공된"이 상호 교환가능하게 사용되는 것과 같이, 용어 "케이블 가공(cabling)" 및 "연선 가공"이 상호 교환가능하게 사용된다.

[0036] 용어 "꼬임"은 나선형으로 연선된 복합 케이블의 연선 층 내의 와이어들이 나선으로 권취되는 방식을 말한다.

[0037] 용어 "꼬임 방향"은 나선형으로 연선된 층 내의 와이어들의 연선 방향을 말한다. 나선형으로 연선된 층의 꼬임 방향을 결정하기 위해, 케이블이 관찰자로부터 멀어지는 쪽을 향하는 상태로 관찰자가 나선형으로 연선된 와이어 층의 표면을 바라본다. 와이어들이 관찰자로부터 멀어지는 쪽으로 진행됨에 따라 와이어들이 시계 방향으로 회전하는 것처럼 보이는 경우, 케이블은 "오른쪽 꼬임"을 갖는다라고 지칭된다. 와이어들이 관찰자로부터 멀어지는 쪽으로 진행됨에 따라 와이어들이 반시계 방향으로 회전하는 것처럼 보이는 경우, 케이블은 "왼쪽 꼬임"을 갖는다라고 지칭된다.

[0038] 용어 "중심축" 및 "중심 종축"은 반경방향에 있어서 나선형으로 연선된 다층 복합 케이블의 중심에 위치된 공통의 종축을 나타내기 위해 상호 교환가능하게 사용된다.

[0039] 용어 "꼬임 각도"는 나선형으로 연선된 복합 케이블의 중심 종축에 대한, 연선 와이어에 의해 형성되는, 각도를

말한다.

[0040] 용어 "교차 각도"는 나선형으로 연선된 와이어 케이블의 인접 와이어 층들의 꼬임 각도들 사이의 상대적인(절대적인) 차이를 의미한다.

[0041] 용어 "꼬임 길이"는 나선형으로 연선된 층 내의 단일 와이어가 나선형으로 연선된 복합 케이블의 중심 종축의 둘레에서 완전한 한 바퀴 나선형 회전을 완성하는 연선 복합 케이블의 길이를 말한다.

[0042] 용어 "세라믹"은 유리, 결정질 세라믹, 유리-세라믹, 및 이들의 조합을 의미한다.

[0043] 용어 "다결정"은 입자 크기가 그 입자가 내부에 존재하는 섬유의 직경보다 작은 복수의 결정질 입자를 주로 갖는 재료를 의미한다.

[0044] 용어 "연속 섬유"는 평균 섬유 직경과 비교할 때 상대적으로 무한한 길이를 갖는 섬유를 의미한다. 전형적으로, 이는 섬유가 1 x 10^5 이상(일부 실시 형태에서, 1 x 10^6 이상, 또는 심지어 1 x 10^7 이상)의 종횡비(aspect ratio)(즉, 섬유의 평균 직경에 대한 섬유의 길이의 비)를 갖는다는 것을 의미한다. 전형적으로, 그러한 섬유는 약 15 ㎝ 이상 내지 수 미터 이상 정도의 길이를 가지며, 심지어 수 킬로미터 이상 정도의 길이를 가질 수 있다.

[0045] 용어 "실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출된다"는 적어도 하나의 슬리브가, 압축 커넥터의 중공형 내측 관의 제1 말단부 또는 제2 말단부를 통해 축방향으로 삽입되고 내측 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, (내측 관을 구성하는) 제1 재료 및 (슬리브를 구성하는) 제2 재료가 실질적으로 동일한 양만큼 축방향에서 변형되도록 변형됨을 의미한다. 따라서, 슬리브 및 내측 관이 기계적 압축 전에 실질적으로 동일한 길이인 경우, 내측 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축 후에, 슬리브는 내측 관의 하나 또는 둘 모두의 말단부를 넘어서 약 2 ㎜ 이하만큼 외향으로 연장될 것이다.

[0046] 압축 데드 엔드 종단부 및 스플라이스(즉, 조인트 종단부)는 보통 금속 송전 도체 케이블을 전력망에 연결시키는 데 사용된다. 금속 도체 케이블은 전형적으로 연선 알루미늄 금속 와이어의 층에 의해 둘러싸인 연선 강철 와이어의 코어를 포함한다. 종단부에서, 도체의 단부의 섹션은 알루미늄 와이어가 제거되어 강철 코어를 노출시킨다. 이어서 강철로 제조된 복합 압축 커넥터 조립체가 강철 관(풀링 아이(pulling eye)에 부착됨)을 코어 와이어의 둘레에 압축시킴으로써 부착된다. 압축은 적절한 양의 반경방향 압축을 제공하는 정확하게-크기설정된 다이를 장착한 유압-구동식 프레스의 사용에 의해 성취된다. 이는 강철이 종단부의 강도에 기여하는 것을 보장한다. 코어와 연결되는 강철 단조 몸체는 데드 엔드 종단부와 스플라이스 둘 모두에 대해 동일하다. 상기 유형의 연결들 중 어느 하나를 형성할 때, 전형적으로 강철로 구성되고 커넥터 조립체와 결합된 포위(encircling) 관 또는 배럴을 압축시키는 것이 또한 바람직하다.

[0047] 복합 도체의 경우, 복합 코어 와이어 재료는 전형적으로 알루미늄 매트릭스 복합재이다. 강철 관을 복합 코어 와이어 상으로 직접 단조하는 것은 일반적으로 바람직하지 않은데, 그 이유는 강철을 변형시키기 위해 필요한 힘이 너무 크고 그 힘이 복합 코어를 파괴시키기 때문이다. 전류 전달 선로의 복합 코어가 강철 배럴의 하나의 단부 내로 삽입되며, 배럴은 후속적으로 69 ㎫(약 10,000 psi) 이상의 압력에서 작동하고 삽입시 배럴이 한 쌍의 강력한 압축 다이들 사이에 위치되는 면적 감소/압축 단조 공정을 받는다. 이러한 작업의 목적은 전류 전도성 복합 코어 와이어를 강철 재킷(jacket) 내에 그리고 후속의 케이블 또는 데드-엔드 커넥터에 대해 원하는 전류 전달 방식으로 단단히 고정시키는 것이다.

[0048] 강철 배럴의 압축에서 나타나는 특정 문제는 설치 후에 그리고 사용 중에 코어가 그의 후속 인장의 결과로서 손상되거나 파쇄되는 경향이 있다는 것이다. 사용시 코어에 대한 인장 파지(tensioning grip)를 그의 정격 강도의 95%까지 설정하는 것이 바람직한 것으로 또한 결정되었다. 코어는 추가로 초기의 기계적 다이 압축 동안에 실질적으로 선형인 연장 방식으로 유지되어야 하며, 그렇지 않으면 후속적으로 인가된 장력이 코어의 와이어들 중 일부에만 집중되어, 코어의 압착, 노칭(notching) 또는 굽힘에 의한 손상을 야기할 것이다.

[0049] 복합 코어가 상당히 낮은 연성 신장 특성을 나타내기 때문에, 복합 케이블의 외측 와이어가 코어의 와이어에 앞서 로딩되는 것이 요구되며, 그렇지 않으면 코어의 조기 파손이 일어날 수 있는 것으로 또한 결정되었다. 압축 커넥터의 추가 요건은 복합 케이블의 95%의 원하는 정격 강도를 성취하기 위해 압축 커넥터가 복합 케이블의 외측 와이어(이는 연성의 금속 도체 와이어일 수 있음)를 손상 없이 보유하도록 설계되어야 한다는 것이다.

[0050] 또한, 일부 상황 하에서, 상이한 크기의 복합 도체는 상이한 압축-스타일의 데드 엔드 커넥터에서 다르게 거동할 수 있다. 거동의 가변성은 심지어 동일한 데드 엔드 연결부와 함께 사용되는 동일한 복합 도체 크기에서도

일어날 수 있다. 거동의 차이는 압축 연결 조립체를 형성하기 위한 압축 또는 단조 동안의 복합 코어 와이어의 파괴, 또는 낮은 하중에서 압축 커넥터의 복합 압축 커넥터 조립체로부터 복합 와이어 코어의 빠짐으로서 나타날 수 있다.

[0051] 놀랍게도, 일부 예시적인 실시 형태에서, 이들 문제가 하기의 변경들 중 하나 이상에 의해 극복될 수 있음을 알게 되었다:

[0052] (i) 슬리브가, 중공형 외측 관 내로 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 슬리브 재료 및 관 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하도록 슬리브 재료 및 관 재료를 선택함;

[0053] (ii) 슬리브가, 중공형 외측 관 내로 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 슬리브 재료 및 관 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 할 정도로 얇은(예를 들어, 약 0.5 ㎜ 내지 약 6 ㎜) 슬리브 벽 두께를 선택함;

[0054] (iii) 슬리브가, 중공형 외측 관 내로 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 슬리브 재료 및 관 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하도록, 슬리브의 외부 표면 또는 내부 표면 중 적어도 하나에 형성된 다수의 축방향으로 이격된 반경방향 주름을 슬리브에 제공함;

[0055] (iv) 슬리브가, 중공형 외측 관 내로 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 슬리브 재료 및 관 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하도록, 약 206 ㎫ 이상(약 30 kpsi 이상)의 항복 응력을 나타내는 제1 재료로부터 금속 내측 관 재료를 선택하고, 약 56 ㎫ 이하(약 8 kpsi 이하)의 항복 응력을 나타내는 제2 재료로부터 금속 슬리브 재료를 선택함; 및

[0056] (v) 슬리브가, 중공형 외측 관 내로 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 슬리브 재료 및 관 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하도록, 복합 케이블의 코어 직경에 대한 다이 길이의 비가 약 6 이하가 되도록 압축 다이를 선택함.

[0057] 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 압축 커넥터 조립체는 사용 중에 요구되는 기계적 장력을 견뎌 낼 수 있어서, 복합 송전 케이블의 총 사용 신뢰도를 증가시키고, 파괴된 와이어 또는 파손된 압축 연결부를 조사하는 어려움 및 비용을 감소시킨다.

[0058] 또한, 복합 와이어는 일반적으로 취성이 있고 비-연성이며, 이에 따라서 종래의 케이블 연선 가공 공정 동안에 와이어를 파괴함이 없이 그의 나선형 배열을 유지하는 방식으로는 충분히 변형되지 않을 수 있다. 따라서, 본 발명은 소정 실시 형태에서 더 높은 인장 강도의 연선 복합 케이블을 제공하며, 또한 일부 실시 형태에서 연선 복합 케이블 코어 내의 와이어의 나선형 배열을 유지하기 위한 접착 테이프 수단을 제공한다.

[0059] 본 발명의 다양한 예시적인 실시 형태가 이제 특히 도면을 참조하여 설명될 것이다. 본 발명의 예시적인 실시 형태는 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 변형 및 변경을 취할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 형태는 하기에 설명되는 예시적인 실시 형태로 제한되는 것이 아니라, 특허청구범위에 기재된 한정 및 그의 임의의 등가물에 의해 제한되어야 함을 이해하여야 한다.

[0060] 따라서, 일 태양에서, 본 발명은 중심 종축, 제1 반경방향 치수에 의해 한정되는 내부 표면, 제1 반경방향 치수보다 큰 제2 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 한정하며, 제1 축방향 압출 속도를 나타내는 제1 재료를 포함하는 긴 내부 중공형 내측 관; 및 제2 축방향 압출 속도를 나타내는 제2 재료를 포함하며, 길이, 및 제1 반경방향 치수보다 작은 제3 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 제3 반경방향 치수보다 작은 제4 반경방향 치수를 갖는 내부 중공형 부분을 한정하는 내부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 적어도 하나의 관형 슬리브를 포함하는 압축 커넥터 및 조립체를 제공하며, 여기서 제3 반경방향 치수와 제4 반경방향 치수 사이의 차이는 적어도 하나의 슬리브가, 중공형 관의 제1 말단부 또는 제2 말단부를 통해 축방향으로 삽입되고 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향의 기계적 압축을 받을 때, 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형되게 하는 벽 두께를 한정하도록 선택된다.

[0061] 이제 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1 예시적인 실시 형태에 따른 예시적인 압축 데드 엔드 커넥터 조립체가 도시되어 있다. 긴 내부 중공형 내측 관(12)이 제공되며, 내측 관은 제1 단부(14), 및 제2 단부(16), 및 원하는 다각형(도시된 바와 같은 원형, 육각형, 직사각형 등) 단면 형상을 갖는다. 현재 바람직한 실시 형태의 내측

관(12)은 적합한 탄소강 재료로 구성되지만, 다른 예시적인 실시 형태에서 관(12)은 지정된 연성, 항복 응력 및 축방향 압출 속도를 갖는 임의의 금속성이고 전도성인 재료로 구성될 수 있다.

[0062] 슬리브(26)가 제공되며, 제1 단부(28) 및 제2 단부(30)를 포함한다(도 1 참조). 슬리브(26)는 선택된 반경방향 치수(예를 들어, 내측 관(12)의 내경(D'))보다 크지 않은 선택된 반경방향 치수(예를 들어, 외경(D))를 추가로 나타내, 슬리브(26)가 거의 힘들이지 않거나 전혀 힘들이지 않고 선택된 단부를 통해 그리고 관 내로 축방향으로 삽입될 수 있게 한다. 슬리브(26)는 현재 바람직한 예시적인 실시 형태에서 적합한 알루미늄 재료로 구성되지만, 다른 예시적인 실시 형태에서 관(12)은 지정된 연성, 항복 응력 및 축방향 압출 속도를 갖는 임의의 금속성이고 전도성인 재료로 구성될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 슬리브(26)는 내측 관(12)의 관련 단부(14) 내로 삽입되어 도시되어 있다.

[0063] 도 2에 도시된 이러한 제1 예시적인 실시 형태에 따른 관(12)은 복합 케이블 코어를 가공 타워 또는 폴(pole)에 연결하는 데 유용한 데드-엔드 커넥터 조립체(도 4의 10 참조)에 대한 특정 응용을 위해 구성된다. 관(12)은 선택된 내경(26)(도 2의 절단 부분 참조), 및 선택적으로 관(12)의 선택된 축방향 길이를 따라 연장되는 복수의 이격되고 아코디언과 유사한 주름(20)과 같은 특정 특징부를 포함한다. 또 다른 추가의 선택적인 특징부는 튼튼한 아일렛(22), 예를 들어 관의 제2 단부(16)와 일체로 형성되고 이로부터 연장되는 강철 아이 단조물뿐만 아니라, 관 위에 활주가능하게 결합되고 이격된 주름(20)들 사이에 개재되는 펠트 와셔(24)를 포함한다.

[0064] 다시 도 2를 참조하면, 복합 도체 케이블(33)이 제공되며, 반경방향 치수(직경(DD'))를 갖는 외부 표면을 한정하는 복수의, 전형적으로 나선형으로 권취된, 외측 와이어(34)(이는 예를 들어 연성 금속 와이어일 수 있음), 및 반경방향 치수(직경(DD))를 갖는 외부 표면을 한정하는 중심에서 연장되는 복수의 내측 연선 복합 와이어(36)(내측 복합 코어(37)로도 지칭됨)를 포함한다. 복합 코어(37)의 직경(DD)은 슬리브(26)의 내경(D')(예를 들어, 도 3c 및 도 3d 참조)보다 작도록 선택된다. 테이프(35)가, 일부 예시적인 실시 형태에서, 각각의 연속하는 랩(wrap)이 간극 없이 그리고 중첩됨이 없이 이전의 랩과 맞닿도록 래핑될 수 있다(도면에는 도시되지 않음). 대안적으로, 일부 예시적인 실시 형태에서, 연속하는 테이프(35) 랩들이 도 2에 도시된 바와 같이 각각의 랩 사이에 간극을 남겨 두도록 이격될 수 있다.

[0065] 하나의 예시적인 실시 형태에서, 복합 도체는 전형적으로 연선된 복수의 와이어(34)에 고온 알루미늄 합금 와이어를 포함하는 반면, 내측의 연장되는 복합 와이어(36) 또는 복합 코어(37)는 알루미늄 매트릭스 복합 와이어로 구성된다. 케이블의 외측 와이어(34) 및 내측 복합 와이어(36)의 재료 구성 및 조성물은 요구되는 응용에 따라 달라질 수 있음이 또한 이해된다.

[0066] 도 2에 또한 도시된 바와 같이, 연장되는 중심의 복수의 와이어(36)(복합 코어(37)로 또한 알려짐)는 예를 들어 외측 강철 관(12)의 동축으로 그리고 외측에 배치된 단부(14)에 인접한 알루미늄 슬리브(26)의 단부(28) 내에 삽입된다. 이 시점에서, 기계적 압축 작업이 외측 강철 관(12), 내부에 유지된 알루미늄 슬리브(26), 및 중심에 삽입된 연장되는 복수의 복합 와이어(36)에 대해 수행된다. 도시되어 있지 않을지라도, 적합한 압축기는 외측 강철 관(12)을 사이에 수용하기 위한 대향하고 정합하는 제1 다이 및 제2 다이(도시되지 않음)를 포함할 수 있음이 이해된다. 기계적 압축기는 69 ㎫(약 10,000 파운드/제곱인치(psi))을 초과할 수 있을 정도의 임의의 적합한 압력 인가에 맞추어 규격이 정해질 수 있으며, 기계적 압축 성형 작업이 또한 강철 관(12)의 총 면적을 감소시키는 효과를 제공함이 또한 이해된다.

[0067] 복합 와이어들은 그들이 종래의 케이블 가공 장비로 연선 가공될 때 상당한 양의 탄성 굽힘 변형을 갖는다는 것이 이해될 것이다. 와이어들의 나선형 배열을 유지하기 위한 유지 수단이 없는 경우, 이러한 상당한 탄성 굽힘 변형은 와이어들이 그들의 비-연선 또는 비굽힘 형상으로 복귀하게 할 것이다. 따라서, 일부 실시 형태에서, 복수의 연선 복합 와이어의 상당한 탄성 굽힘 변형을 유지하도록 유지 수단이 선택된다.

[0068] 도 2에 의해 도시된 일부 예시적인 실시 형태에서, 연선 복합 케이블 코어는 도 3a에 의해 도시된 바와 같이 복합 케이블 코어 조립체 전체의 둘레에 테이프가 나선형으로 래핑된 복수의 연선 복합 와이어를 포함한다. 이는 코어 연선 가공 작업과 알루미늄 연선 가공 작업 사이의 전환을 허용하는 제조 보조물이다. 이것이 없는 경우, 코어는 그의 나선형으로 연선된 형상을 유지하지 않을 것이다. 사용되는 테이프의 양은 달라질 수 있다. 이는 %테이프 피복률, 또는 노출된 코어의 총 면적에 비한, 테이프에 의해 덮인 주어진 길이의 코어의 면적으로서 특성화된다. 이러한 파라미터는 코어의 정확한 단조에서 중요한 것으로 확인되었다.

[0069] 도 3a에 의해 도시된 소정의 예시적인 실시 형태에서, 유지 수단, 예를 들어 테이프(35)는 각각의 연속하는 랩이 간극 없이 그리고 중첩됨이 없이 이전의 랩과 맞닿도록 래핑될 수 있다. 대안적으로, 현재 바람직한 일부

예시적인 실시 형태에서, 연속하는 랩들이 각각의 랩 사이에 간극을 남겨 두도록 이격될 수 있다. 현재 바람직한 하나의 실시 형태에서, 테이프(35)는 하나 이상의 랩 사이에 간극이 남아 있도록 래핑된다. 특히 바람직한 하나의 실시 형태에서, 테이프는 연선 복합 와이어의 표면의 약 60% 이하, 더 바람직하게는 50% 이하, 그리고 더욱더 바람직하게는 40% 이하를 덮도록 래핑된다. 현재 바람직한 추가의 실시 형태에서, 테이프는 연선 복합 와이어의 표면의 약 10% 이상, 더 바람직하게는 약 20% 이상, 그리고 더욱더 바람직하게는 약 30% 이하를 덮도록 래핑된다.

[0070] 도 3a는 접착제를 갖는 배킹(backing)(도시되지 않음)을 포함할 수 있는 테이프(35)인 유지 수단을 도시하고 있다. 이러한 예시적인 실시 형태에서, 적합한 접착제는 예를 들어 (메트)아크릴레이트 (공)중합체계 접착제, 폴리(α-올레핀) 접착제, 블록 공중합체계 접착제, 천연 고무계 접착제, 실리콘계 접착제, 및 고온 용융 접착제를 포함한다. 감압 접착제가 소정 실시 형태에서 바람직할 수 있다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 테이프(35)는 복합 케이블을 둘러싸는 절연 시스로서 작용할 수 있다.

[0071] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 테이프(35)가 탄성 굽힘 변형을 유지하기에 충분히 강하고, 단독으로 그의 래핑된 형상을 유지할 수 있거나, 필요한 경우 충분히 억제된다면, 테이프(35) 배킹에 적합한 재료는 금속 포일(foil), 특히 알루미늄; 폴리에스테르; 폴리이미드; 및 유리 강화 배킹을 포함한다. 특히 바람직한 하나의 배킹(20)은 알루미늄이다. 그러한 배킹은 바람직하게는 0.05 내지 0.13 ㎜(0.002 내지 0.005 인치)의 두께, 및 연선 복합 케이블(10)의 직경에 기초해 선택된 폭을 갖는다. 예를 들어, 도 3a에 도시된 것과 같은 연선 복합 와이어의 2개의 층을 갖는, 그리고 직경이 약 1.3 ㎝(0.5 인치)인 연선 복합 케이블(10)의 경우, 폭이 2.5 ㎝(1.0 인치)인 알루미늄 테이프가 바람직하다.

[0072] 현재 바람직한 몇몇 구매가능한 테이프는 하기의 금속 포일 테이프(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가능함)를 포함한다: 테이프 438, 아크릴 접착제를 갖는 0.13 ㎜(0.005 인치) 두께의 알루미늄 배킹, 및 0.18 ㎜(0.0026 인치)의 총 테이프 두께; 테이프 431, 아크릴 접착제를 갖는 0.05 ㎜(0.0019 인치) 두께의 알루미늄 배킹, 및 0.08 ㎜(0.0031 인치)의 총 테이프 두께; 그리고 테이프 433, 실리콘 접착제를 갖는 0.05 ㎜(0.002 인치) 두께의 알루미늄 배킹, 및 0.09 ㎜(0.0036 인치)의 총 테이프 두께. 적합한 금속 포일/유리 천 테이프는 실시예에 기재된 바와 같이 테이프 363(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)이다. 적합한 폴리에스테르 배킹 테이프는 0.03 ㎜(0.001 인치) 두께의 폴리에스테르 배킹, 실리콘계 접착제, 및 0.03 ㎜(0.0018 인치)의 총 테이프 두께를 갖는 폴리에스테르 테이프 8402(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)를 포함한다.

[0073] 접착제를 갖거나 갖지 않는 테이프(35)를 유지 수단으로서 사용할 때, 테이프는 당업계에 공지된 바와 같은 종래의 테이프 래핑 장치에 의해 연선 복합 케이블에 적용될 수 있다. 적합한 테이핑 기계는 미국 뉴저지주 패터슨 소재의 와스톤 머신, 인터내셔널(Watson Machine, International)로부터 입수가능한 것, 예를 들어 모델 번호 CT-300 콘센트릭 테이핑 헤드(Concentric Taping Head)를 포함한다. 테이프 오버랩 스테이션(tape overwrap station)이 일반적으로 케이블 연선 가공 장치의 출구에 위치되고, 케이블(10)이 권취 스풀(take up spool) 상으로 권취되기 전에 나선형으로 연선된 복합 와이어에 적용된다. 테이프(35)는 탄성 변형된 복합 와이어의 연선 배열을 유지하도록 선택된다.

[0074] 또한, 연선 복합 케이블에 대한 의도된 응용은 소정의 유지 수단이 그 응용에 더 적합하다는 것을 시사할 수 있다. 예를 들어, 연선 복합 케이블이 잠수형 또는 지하 송전 케이블로서 사용될 때, 테이프는 이러한 응용에서 겪게 되는 온도, 깊이, 및 다른 조건에서 송전에 악영향을 미치지 않도록 선택되어야 한다. 접착 테이프(35)가 유지 수단으로서 사용될 때, 접착제와 배킹 둘 모두는 의도된 응용에 적합하도록 선택되어야 한다.

[0075] 이제 도 3b를 참조하면, 도 3a의 예시적인 연선 복합 케이블(33)의 단부도가 도시되어 있다. 예시적인 실시 형태에서, 압축 커넥터 조립체는 공통의 종축을 한정하는 단일 와이어(36a)(이는 도 3b에 도시된 바와 같은 복합 와이어일 수 있거나, 연성 금속 와이어(34) 또는 광섬유 "와이어" 다발일 수 있음), 와이어 코어 둘레의 복수의 복합 와이어(36b, 36c), 및 선택적으로 복수의 복합 와이어(36a, 36b)의 둘레에 래핑된 테이프(35)를 포함하는 복합 코어(37)를 포함하는 복합 케이블(33)을 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 복수의 복합 와이어(36a, 36b) 중 적어도 일부는 반경방향 단면에서 볼 때 공통의 종축 둘레에 형성된 적어도 하나의 원통형 층 내에, 공통의 종축을 한정하는 단일 와이어 코어(36a)의 둘레에 배열된다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 단일 와이어 코어는 금속 도체 와이어(34) 또는 복합 와이어(36) 중 적어도 하나를 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 2개의 원통형 층 중 적어도 하나는 복합 와이어(36)만을 포함한다. 소정의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 2개의 원통형 층 중 적어도 하나는 적어도 하나의 연성 금속 와이어(34)를 추가로 포함

한다.

[0076] 전술된 바와 같이, 예시적인 실시 형태에서, 복합 코어(37, 37')는 복수의 복합 와이어(36, 36')를 포함할 수 있다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 복합 와이어 중 적어도 일부는 공통의 종축을 한정하는 단일 와이어(이는 연성 금속 와이어, 복합 와이어, 또는 광섬유 다발일 수 있음)의 둘레에 연선된다. 적합한 연선 가공 방법, 구성 및 재료가 미국 특허 출원 공개 제2010-0038112호에 개시되어 있다.

[0077] 추가의 예시적인 실시 형태(도시되지 않음)에서, 연선 복합 케이블은 제3 복수의 복합 와이어(8)의 둘레에 제1 꼬임 방향으로 공통의 종축에 대해 규정된 꼬임 각도로 연선된 복합 와이어의 추가의(예를 들어, 후속) 층들(예를 들어, 제4, 제5, 또는 다른 후속 층)을 추가로 포함할 수 있으며, 여기서 각각의 층 내의 복합 와이어는 특징적인 꼬임 길이를 갖고, 제3 꼬임 각도와 제4 또는 후속 꼬임 각도 사이의 상대적인 차이는 약 4° 이하이다. 연선 복합 와이어의 4개 이상의 층이 채용되는 실시 형태는 바람직하게는 직경이 0.5 ㎜ 이하인 복합 와이어를 사용한다.

[0078] 일부 예시적인 실시 형태에서, 제1 꼬임 각도와 제2 꼬임 각도 사이의 상대적인(절대적인) 차이는 0° 초과이고 약 4° 이하이다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 꼬임 각도와 제2 꼬임 각도 사이, 제2 꼬임 각도와 제3 꼬임 각도 사이 중 하나 이상의 상대적인(절대적인) 차이는 4° 이하, 3° 이하, 2° 이하, 1° 이하, 또는 0.5° 이하이다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 꼬임 각도가 제2 꼬임 각도와 같음, 제2 꼬임 각도가 제3 꼬임 각도와 같음, 그리고/또는 각각의 후속 꼬임 각도가 바로 이전의 꼬임 각도와 같음 중 하나 이상이다.

[0079] 추가의 실시 형태에서, 제1 꼬임 길이가 제2 꼬임 길이 이하임, 제2 꼬임 길이가 제3 꼬임 길이 이하임, 제4 꼬임 길이가 바로 다음의 꼬임 길이 이하임, 그리고/또는 각각의 후속 꼬임 길이가 바로 이전의 꼬임 길이 이하임 중 하나 이상이다, 다른 실시 형태에서, 제1 꼬임 길이가 제2 꼬임 길이와 같음, 제2 꼬임 길이가 제3 꼬임 길이와 같음, 그리고/또는 각각의 후속 꼬임 길이가 바로 이전의 꼬임 길이와 같음 중 하나 이상이다. 일부 실시 형태에서, 당업계에 공지된 바와 같이 평행 꼬임(parallel lay)을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

[0080] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 케이블은 적어도 하나의, 그리고 일부 실시 형태에서 복수의, 비-복합 와이어를 추가로 포함할 수 있다. 일부 특정의 예시적인 실시 형태에서, 연선 복합 케이블은 전체적으로 복합이든지, 부분적으로 복합이든지 또는 전체적으로 비-복합이든지 간에 나선형으로 연선될 수 있다. 다른 추가의 예시적인 실시 형태에서, 각각의 원통형 층은 각각의 인접 원통형 층에 대한 꼬임 방향과 동일한 꼬임 방향으로 소정의 꼬임 각도로 연선된다. 현재 바람직한 소정 실시 형태에서, 각각의 인접 원통형 층에 대한 꼬임 각도들 사이의 상대적인 차이는 약 4° 이하이다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어 및/또는 비-복합 와이어는 원형, 타원형, 및 사다리꼴로부터 선택된 단면 형상을 갖는다.

[0081] 소정의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 케이블은 복수의 연성 금속 와이어(34), 및 선택적으로 복수의 복합 및 연성 와이어를 둘러싸는 절연 시스(도시되지 않음)를 추가로 포함할 수 있다. 현재 바람직한 일부 예시적인 실시 형태에서, 연성 금속 도체 와이어는 예시적인 복합 케이블 코어의 둘레에 연선, 더 바람직하게는 나선형으로 연선된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 복수의 연성 와이어(34a)는 인접한 반경방향 층, 예를 들어 제2 복수의 복합 와이어(34c) 및/또는 제2 복수의 연성 와이어(34b)를 포함하는 복합 코어(37)의 외측 층의 꼬임 방향과 반대의 꼬임 방향으로 연선된다.

[0082] 다른 예시적인 실시 형태에서, 제1 복수의 연성 와이어(34a)는 인접한 반경방향 층, 예를 들어 제2 복수의 복합 와이어(36c) 및/또는 제2 복수의 연성 와이어(34b)를 포함하는 외측 층의 꼬임 방향과 동일한 꼬임 방향으로 연선된다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 제1 복수의 연성 와이어(34a), 제2 복수의 연성 와이어(34b), 또는 선택적인 제3, 제4 또는 후속의 복수의 연성 와이어(도시되지 않음) 중 적어도 하나는 인접한 반경방향 층의 꼬임 방향과 반대의 꼬임 방향으로 연선되는데, 예를 들어 연성 와이어(34b)의 제2 층이 제1 복수의 연성 와이어(34a)의 꼬임 방향과 반대의 꼬임 방향으로 연선될 수 있다.

[0083] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 각각의 연성 와이어는 중심 종축에 실질적으로 수직인 방향에서 원형, 타원형, 또는 사다리꼴로부터 선택된 단면 형상을 갖는다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 연성 와이어(34a, 34b) 중 일부 또는 전부는 중심 종축에 실질적으로 수직인 방향에서 "Z"자 또는 "S"자 형상(도시되지 않음)인 단면 형상을 가질 수 있다. 그러한 형상의 와이어는 당업계에 공지되어 있으며, 예를 들어 케이블의 상호맞물림(interlocking) 외측 층을 형성하는 데 바람직할 수 있다.

[0084] 추가의 실시 형태에서, 연성 와이어는 구리, 알루미늄, 철, 아연, 코발트, 니켈, 크롬, 티타늄, 텅스텐, 바나듐, 지르코늄, 망간, 규소, 이들의 합금, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의

금속을 포함한다.

[0085] 도 3b가 중심 종축을 한정하는 단일의 중심 복합 코어 와이어(36a)를 도시하고 있을지라도, 단일의 중심 복합 코어 와이어(36a)가 대안적으로 연성 금속 와이어일 수 있음이 또한 이해된다. 복합 와이어의 각각의 층이 소정의 꼬임 길이를 나타내고, 복합 와이어의 각각의 층의 꼬임 길이가 상이하거나, 바람직하게는 동일한 꼬임 길이일 수 있음이 또한 이해된다.

[0086] 더욱이, 일부 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어(36a 내지 36c) 각각이 중심 종축에 실질적으로 수직인 방향에서 대체로 원형, 타원형, 또는 사다리꼴인 단면 형상을 갖는 것이 이해된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 대체로 원형인 단면 형상을 갖고, 각각의 복합 와이어의 직경은 약 0.1 ㎜ 이상, 더 바람직하게는 0.5 ㎜ 이상, 더욱더 바람직하게는 1 ㎜ 이상, 더더욱 바람직하게는 2 ㎜ 이상, 가장 바람직하게는 3 ㎜ 이상, 그리고 약 15 ㎜ 이하, 더 바람직하게는 10 ㎜ 이하, 더욱더 바람직하게는 5 ㎜ 이하, 더더욱 바람직하게는 4 ㎜ 이하, 가장 바람직하게는 3 ㎜ 이하이다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 각각의 복합 와이어의 직경은 1 ㎜ 미만, 또는 5 ㎜ 초과일 수 있다.

[0087] 전형적으로, 대체로 원형인 단면 형상을 갖는 단일 중심 와이어(36a)의 평균 직경은 약 0.1 ㎜ 내지 약 15 ㎜의 범위 내이다. 일부 실시 형태에서, 단일 중심 와이어의 평균 직경은 바람직하게는 약 0.1 ㎜ 이상, 0.5 ㎜ 이상, 1 ㎜ 이상, 2 ㎜ 이상, 3 ㎜ 이상, 4 ㎜ 이상, 또는 심지어 최대 약 5 ㎜이다. 다른 실시 형태에서, 단일 중심 와이어의 평균 직경은 약 0.5 ㎜ 미만, 1 ㎜ 미만, 3 ㎜ 미만, 5 ㎜ 미만, 10 ㎜ 미만, 또는 15 ㎜ 미만이다.

[0088] 다시 도 2를 참조하면, 압축 커넥터 및 조립체의 일부 예시적인 실시 형태에서, 종래의 관형 슬리브가 사용될 수 있지만, 적어도 하나의 슬리브(26)의 벽 두께는 얇도록, 즉 약 0.5 ㎜ 내지 약 6 ㎜이도록 선택된다. 바람직하게는, 얇은 벽 두께, 바람직하게는 약 4 ㎜ 이하, 더 바람직하게는 약 3 ㎜ 이하, 더욱더 바람직하게는 약 2.5 ㎜ 이하, 그리고 가장 바람직하게는 약 2 ㎜ 미만의 벽 두께를 갖는 슬리브가 선택된다. 이는 압축 연결부를 형성하기 위한 단조 공정 동안에 응력 완화를 제공할 수 있다.

[0089] 내측 관(12), 삽입된 슬리브(26), 및 복합 케이블(33)의 내향으로 연장되는 중심 복합 코어(37)(복수의 복합 와이어(36))의 개괄적인 설명이 위에서 제공되었으며, 이제 내측 관(12)의 기계적 압축 동안의 슬리브(26)의 특성에 대해 설명이 제공될 것이다. 따라서, 그리고 압축 및 면적 감소 힘이 단조 장치(도시되지 않음)의 다이에 의해 내측 관(12)에 인가될 때, 슬리브(26)는 내측 관(12)과 실질적으로 동일한 축방향 압출 속도로 압출되어, 슬리브(26)와 관련된 재료가 중심에서 연장되는 내측 와이어(36)들 사이에 존재하는 임의의 불규칙 및 공극을 실질적으로 충전하게 한다.

[0090] 도 3c 및 도 3d에 의해 도시된 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 슬리브는 외부 표면(도 3c) 또는 내부 표면(도 3d) 중 적어도 하나에 형성된 다수의 축방향으로 이격된 주름(27, 27')을 포함한다. 적어도 하나의 관형 슬리브는 길이(L, L'), 및 내측 관(14)(도 2)의 제1 반경방향 치수보다 작은 제3 반경방향 치수(직경(D))에 의해 한정되는 외부 표면, 및 제3 반경방향 치수보다 작은 제4 반경방향 치수(직경(D'))를 갖는 내부 중공형 부분을 한정하는 내부 표면, 및 대향하는 제1 말단부(30', 30") 및 제2 말단부(28', 28")를 가지며, 여기서 제3 반경방향 치수와 제4 반경방향 치수 사이의 차이는 적어도 하나의 슬리브가 내측 관(14)(도 2)의 내부 중공형 부분 내로 삽입될 수 있게 하는 벽 두께(C, C')를 한정하도록 선택된다.

[0091] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 축방향으로 이격된 주름(27, 27')은 약 0.5 ㎜ 내지 약 6 ㎜의 슬리브 벽 두께(C, C')를 한정할 수 있다. 바람직하게는, 얇은 벽 두께, 바람직하게는 약 4 ㎜ 이하, 더 바람직하게는 약 3 ㎜ 이하, 더욱더 바람직하게는 약 2.5 ㎜ 이하, 그리고 가장 바람직하게는 약 2 ㎜ 미만의 벽 두께를 갖는 슬리브가 선택된다. 축방향으로 이격된 주름(27, 27')은 압축 연결부를 형성하기 위한 단조 공정 동안에 응력 완화를 제공할 수 있다.

[0092] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 다수의 축방향으로 이격된 주름(27, 27')은 약 1 ㎜ 이상, 2 ㎜ 이상, 3 ㎜ 이상; 약 5 ㎜ 이하, 4 ㎜ 이하, 3 ㎜ 이하; 또는 약 1 ㎜ 내지 약 5 ㎜, 더 바람직하게는 약 2 ㎜ 내지 약 4 ㎜의 거리(B, B')만큼 축방향으로 이격된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 다수의 축방향으로 이격된 주름(27, 27')은 각각 약 5 ㎜, 10 ㎜ 또는 15 ㎜ 이상; 약 50 ㎜, 45 ㎜, 또는 40 ㎜ 이하; 또는 약 5 ㎜ 내지 약 50 ㎜, 더 바람직하게는 약 10 ㎜ 내지 약 40 ㎜의 축방향의 폭(A, A')을 갖는다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 축방향으로 이격된 주름은 적어도 2개, 4개, 6개, 8개 또는 10개의 주름(27, 27'); 최대 30개, 28개, 26개, 24개, 또는 22개의 주름(27, 27'); 그리고 바람직하게는 약 2개 내지 약 30개의 주름(27, 27'); 더

바람직하게는 약 5개 내지 약 25개의 주름(27, 27'), 가장 바람직하게는 약 8개 내지 약 20개의 주름(27, 27')에 달한다.

[0093] 현재 바람직한 일부 예시적인 실시 형태에서, 제1 재료 및 제2 재료는 적어도 하나의 금속을 포함하며, 여기서 제1 재료는 약 206 ㎫ 이상(약 30 kpsi 이상), 더 바람직하게는 약 241 ㎫ 이상(약 35 kpsi 이상), 더욱더 바람직하게는 약 275 ㎫ 이상(약 40 kpsi 이상)의 항복 응력을 나타내고; 제2 재료는 약 56 ㎫ 이하(약 8 kpsi 이하), 더 바람직하게는 약 42 ㎫ 이하(약 6 kpsi 이하), 더욱더 바람직하게는 약 28 ㎫ 아하(약 4 kpsi 이하)의 항복 응력을 나타낸다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 재료는 탄소강을 포함하고, 제2 재료는 알루미늄을 포함한다.

[0094] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 전술된 바와 같은 압축 커넥터 및 조립체는 제2 반경방향 치수보다 큰 제5 반경방향 치수에 의해 한정되는 내부 표면, 및 제5 반경방향 치수보다 큰 제6 반경방향 치수에 의해 한정되는 외부 표면, 및 대향하는 제1 말단부 및 제2 말단부를 가지며, 내측 관 위에 활주가능하게 결합되는 내부 중공형의 외측 관형 몸체를 포함할 수 있으며, 선택적으로 여기서 외측 관형 몸체는 금속을 포함한다.

[0095] 따라서, 추가의 예시적인 실시 형태에서, 본 명세서에 기재된 압축 커넥터 조립체는 외측 관형 몸체의 제5 반경방향 치수보다 작은 외부 반경을 갖는 연선 복합 케이블을 포함할 수 있으며, 여기서 연선 복합 케이블은 중심 종축을 한정하는 단일 코어 와이어, 단일 코어 와이어의 둘레에 연선된 적어도 제1 복수의 복합 와이어, 및 제1 복수의 복합 와이어의 둘레에 연선된 적어도 제2 복수의 와이어를 추가로 포함하는 복합 코어를 포함하고, 또한 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분이 적어도 제2 복수의 와이어의 말단 부분을 넘어서 종방향으로 연장되며, 또한 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분의 적어도 일부분이 슬리브의 제4 반경방향 치수의 2배보다 작은 직경을 갖고, 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 연장된다.

[0096] 일부 예시적인 실시 형태, 예를 들어 적어도 하나의 슬리브의 벽 두께가 약 0.5 ㎜ 내지 약 6 ㎜이도록 선택되는 실시 형태에서, 전술된 압축 커넥터 조립체는 바람직하게는 제1 다수의 복합 와이어의 둘레 주위에 래핑되고 제1 다수의 복합 와이어의 일부분만을 덮는 테이프를 포함할 수 있으며, 여기서 적어도 제2 다수의 와이어는 제1 복수의 복합 와이어 및 테이프의 둘레에 연선된다.

[0097] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 테이프는 제1 다수의 복합 와이어의 외측 주연 표면의 최대 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10%, 5% 또는 심지어 1%를 덮는다. 다른 예시적인 실시 형태, 예를 들어 적어도 하나의 슬리브가 외부 표면 또는 내부 표면 중 적어도 하나에 형성된 다수의 축방향으로 이격된 주름을 추가로 포함하는 실시 형태에서, 테이프는 제1 다수의 복합 와이어의 외측 주연 표면의 약 30% 내지 약 50%를 덮을 수 있다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 테이프는 제1 다수의 복합 와이어의 외측 주연 표면의 약 1% 내지 약 30%를 덮는다. 물론, 일부 예시적인 실시 형태에서 압축 커넥터 조립체를 형성하는 데 테이프 래핑이 사용되지 않을 수 있음이 이해될 것이다.

[0098] 전술된 바와 같은 압축 커넥터 조립체의 소정의 특정한 예시적인 실시 형태에서, 복합 케이블 커넥터는 데드 엔드 케이블 커넥터 또는 케이블 스플라이스 커넥터이다. 따라서, 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복합 커넥터 조립체(10)는 데드 엔드 커넥터이고, 외측 관형 몸체는 외측 관형 몸체의 선택된 단부로부터 연장되는 단자 응용 설부를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 아일렛이 관의 선택된 단부로부터 그리고 외측 관형 몸체를 넘어서 연장될 수 있다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 아일렛은 송전 선로와 결합된 애자련과 결합하도록 구성된 선택된 형상 및 치수를 갖는 강철 아이 단조물을 포함한다.

[0099] 이제 도 4의 사시도를 참조하면, 외측 관형 몸체(38)가 제공되며, 제1 단부(40), 제2 단부(42) 및 지정된 내경(44)을 포함한다. 외측 몸체(38)는 적합한 금속성 및 전류 전도성 재료, 예를 들어 바람직하게는 알루미늄으로 구성되고, 이러한 실시 형태에서 외측 데드-엔드 커넥터 몸체로 또한 알려져 있다. 관형 몸체(38)의 내경(44)은 또한 바람직하게는 슬리브(44)의 제공을 포함하며, 이 슬리브는 또한 바람직하게는 알루미늄으로 구성되고 외측 관형 몸체(38)의 초기 조립 동안에 공장에서 설치될 수 있다. 설부(46)가 또한 도시되어 있으며, 이 설부는 전형적으로 외측 몸체(38)의 용접된 부분이고, 또한 현재 바람직한 소정 실시 형태에서 알루미늄으로 구성되고 하기에 설명되는 바와 같이 전류 전달 단자로서 작동한다.

[0100] 내측 관(12), 슬리브(26), 및 복합 케이블 코어(37)의 연장되는 중심 복합 와이어의 초기 적용 및 압축 성형 동안에, 외측 데드 엔드 몸체(38)가 전형적으로 복합 케이블(33)의 외측 와이어(34) 위에 동축 방식으로 사전-적용되고, 전형적으로 연장되는 중심 복합 코어(37)로부터 적합한 거리에 위치된다. 내측 관(12) 및 슬리브(26)에 대해 수행된 기계적 압축 및 면적 감소 작업(여기서 내측 관은 도 2의 원형 단면으로부터 도 4의 실질적으로

육각형인 압축 및 성형된 형상으로 기계적으로 형상화됨)에 이어서, 외측 데드 엔드 및 관형 몸체(38)가 도 2, 도 4 및 도 6의 단면 절단도에 실질적으로 도시된 방식으로 조립된 관 및 슬리브 위에 활주가능하게 결합된다.

[0101] 후속의 기계적으로 압축하는 작업이 43, 45 및 47로 지시된 축방향으로 이격된 위치들에서 그리고 외측 몸체(38)의 길이를 따라 적용된다. 압축 작업들은 전형적으로 몸체(38)의 축방향 길이를 따라, 그의 단부(40, 42)로, 그리고 조립체에 축적된 응력을 완화시키도록 진행되지만, 축방향 위치(43, 45)들 사이 - 이는 내부에 삽입된 관(12) 및 슬리브(26)의 위치설정에 대응함 - 에는 압축력이 인가되지 않음이 이해된다. 이어서 또 다른 추가의 압축 작업이 외측 몸체의 에지에 인접하고 내향으로 테이퍼 형성된 섹션(도 4의 48 참조)에 대해 수행될 수 있으며, 43, 45 및 47의 압축 작업에서와 같이 외측 관형 몸체(38)를 복합 도체 케이블의 연장되는 외측 와이어(34) 둘레에 기계적으로 고정시킬 뿐만 아니라 조립체를 따라 응력 힘을 완화시킨다.

[0102] 도 6의 단면 절단도에 도시된, 조립된 압축 데드 엔드 커넥터를 다시 한번 참조하여, 강철 관(12) 상의 선택적인 축방향으로 배치된 주름(20)들이 압축되고 반경방향 외향으로 편향되어 외측 관형 몸체(38)의 대향하는 내측 환형 표면과 상호-결합되는 방식에 대해 추가로 언급된다. 이는 전형적으로 지정된 내향 압축 및 축방향 힘을 관(12)에 그리고 튼튼한 단부 연장되는 아일렛(22)으로부터 인가하는 것을 통해 성취된다.

[0103] 작동시, 그리고 압축 데드 엔드 커넥터의 조립 완료시, 점퍼 단자(jumper terminal)(도시되지 않음)가 외측 데드 엔드 몸체(38)의 연장되는 설부(46)에 연결된다. 애자련(도시되지 않음)이 또한 데드 엔드 연결부에서 공중 타워 또는 폴(이 또한 도시되지 않음)과 결합되고, 그의 절연 특성에 의해 전류가 강철 아일렛 단조물(22)로부터 그리고 폴 또는 타워 내로 흐르는 것을 방지한다. 따라서, 전류 전달은 복합 케이블로부터, 조립체를 통해 그리고 외측 관형 몸체를 가로질러, 그리고 최종적으로 설부를 통해 그리고 연결된 점퍼 단자로 발생된다.

[0104] 외측 관(38)의 단면 형상은 다각형, 예를 들어 육각형일 수 있으며, 원형 및 다른 형상이 또한 가능함이 또한 이해된다. 이러한 단면에서 또한 이해되는 바와 같이, 외측 관(38)은 복합 커넥터 케이블의 외측 알루미늄 와이어(34)의 강도를 유지하도록 설계되고, 도체로부터의 전류를 전달하기 위해 필요한 전류 전달 특성을 추가로 나타낸다.

[0105] 관 및 도체 조합은 각각이 설정된 한계 내에 있는 면적 감소 및 면적 압축의 원하는 백분율을 나타내는 동시에, 이러한 위치의 단면에는 습기가 도체 위에서 그리고 조립체 내로 이동하게 하는 경향이 있는 임의의 공극이 없도록 설계되는 것으로 이해된다. 도체에 걸친 압축의 길이가 빠짐을 갖는 파지를 유지하기에 적정해야 함이 요구되며, 그러한 것은 도체가 사용시 그의 정격 강도의 95%까지 인장될 때 발생한다. 이러한 방식으로, 각각의 그리고 모든 조립체를 반복하여 시험해야 할 필요성 없이 커넥터가 전기 및 기계적 성능 요건을 충족시키는 것이 바람직하게 보장된다.

[0106] 일부 예시적인 실시 형태에서, 커넥터 조립체의 코어 하중 전달 섹션은 특정 장력에서 항복하거나 신장되어서, 코어를 효과적으로 "로딩"하도록 설계된다. 관 단면은, 정격 파괴 강도(RBS)에 있는 것으로 결정된 하중이 도체에 인가될 때, 생성되는 코어(와이어(36)) 변형이 전형적으로 0.002 내지 0.006 인치/인치의 면적에서 발생하여서, 코어가 높은 인장 하중에서 로딩되는 것을 보장하도록 또한 설계되어야 한다.

[0107] 외측 데드 엔드 관형 몸체(38)와 복합 단자 케이블의 연장되는 외측 와이어(34) 사이에 형성된 압축 연결에서와 같이, 관(12), 슬리브(26) 및 코어(36)는 설정된 한계 내에 있는 %감소 면적 및 %압축 면적을 갖도록 그리고 압축 연결의 기계적 성능을 보장하도록 설계된다. 또한, 이러한 위치의 단면에는 바람직하게는 공극이 없어서, 특히 기계적 압축 및 면적 감소 동안에 관이 구부러지거나 좌굴되는 경향이 없게 한다. 또한, 코어 와이어(36)에 걸친 압축의 길이는 케이블의 그의 정격 강도의 95%까지 인장될 때 빠짐 없이 도체 코어에 대한 파지를 유지하기에 적정해야 한다.

[0108] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 압축 커넥터는 도 5a 내지 도 5c 및 도 7에 도시된 바와 같은 케이블 스플라이스 커넥터이고, 적어도 하나의 슬리브는 2개의 슬리브(26", 26''')로 본질적으로 이루어진다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 외측 관형 몸체(84)(도 5c)는 조인트 커넥터 몸체를 포함한다. 그러한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 외측 관형 몸체(84)는 적어도 하나의 금속을 포함한다. 이제 도 5a, 도 5b 및 도 5c의 사시도뿐만 아니라 도 7의 완전히 조립된 단면 절단도를 참조하면, 현재 바람직한 제2 실시 형태에 따른 압축 커넥터 조립체(스플라이스)(62)가 도시되어 있다(특히 도 5c 및 도 7 참조). 압축 스플라이스 커넥터 조립체(62)는 2개의 복합 케이블(76, 80)을 함께 스플라이싱하기 위한 압축 조인트 커넥터로서 작동하고, 따라서 데드-엔드 커넥터 조립체(10)와 대조를 이룬다. 조립체(62)는 대신에 제1 복합 단자 및 제2 복합 단자를 이제 설명되는 방식으로 상호연결하고자 하는 것이다. 특히, 내측 관(64)이 또한 제공되며, 제1 단부(66), 제2 단부(68), 및 지정된 내

경(D')을 포함한다. 한 쌍의 슬리브(26", 26''')가 실질적으로 슬리브(26)로서 전술된 바와 같이 제공되어, 슬리브(26", 26''')가 강철 관(64)의 대향 단부(66, 68)들 내에 삽입되게 한다.

[0109] 도 5a 및 도 5b는 말단부(각각 28", 30" 및 28''', 30''')를 갖는 한 쌍의 슬리브(26", 26''')를 도시하고 있다. 슬리브(26", 26''')는 각각 내부 반경방향 치수(직경(D''))를 갖는 관(64) 내에 반대편 단부가 삽입되는 방식으로 반경방향 치수(외경(D))를 갖는다. 도 5b는 제1 복합 송전 케이블(반경방향 치수(직경(DD''))를 한정하는 외부 표면을 갖는 외측 와이어(34') 및 선택적인 절연 층(76)과, 전술된 바와 같은 선택적인 테이프 랩(35')과 함께 도시된, 반경방향 치수(직경(DD))를 한정하는 복합 코어(37')를 형성하는 연장되는 중심 복합 와이어(36') 참조), 및 제2 복합 송전 케이블(반경방향 치수(직경(DD''))를 한정하는 외측 와이어(34") 및 선택적인 절연 층(81)과, 전술된 바와 같은 선택적인 테이프 랩(35")과 함께 도시된, 반경방향 치수(직경(DD))를 한정하는 복합 코어(37")를 형성하는 연장되는 중심 복합 와이어(36") 참조)의 삽입 방법을 부분 분해 방식으로 추가로 도시하고 있다.

[0110] 이제 도 5c 및 도 7을 참조하면, 조인트 연결부와 관련된 외측 관형 몸체(84) 내에 조립된 커넥터를 축방향 단부 삽입하는 것이 도시되어 있다. 현재 바람직한 제1 실시 형태의 대응하는 외측 데드 엔드 커넥터 몸체(38)에서와 같이, 조인트 커넥터 외측 몸체(84)는 금속(전형적으로 알루미늄) 재료로 구성되며, 삽입된 알루미늄 슬리브(26", 26''') 및 단자의 삽입된 중심 와이어(코어)(78, 82) 둘레에서의 외측 관(64)의 초기의 기계적 압축 및 면적 감소 이전에 선택된 송전 커넥터의 외측 와이어(76, 80) 위에 미리 동축으로 적용된다.

[0111] 전형적으로 얇은 벽의 그리고 또한 바람직하게는 알루미늄으로 구성되는 보조 슬리브(81)가 도 5c에 분해된 방식으로 그리고 도 7에 조립된 방식으로 도시된 바와 같이 송전 케이블(외측 와이어(34', 34")) 위에 활주가능하게 결합될 수 있다. 최종 조립 동안에, 슬리브(81)는 외측 관형 몸체(84)의 관련 단부(90) 내로 활주하고 이 단부와 동일 평면에 있게 된다.

[0112] 데드-엔드 압축 커넥터 조립체의 제1 예시적인 실시 형태에서와 같이, 외측 관(64)은 예를 들어 초기의 원형 구성으로부터 후속의 육각형의 압축된/면적 감소된 형상 구성으로 기계적으로 압축되고 면적 감소된다. 강철 외측 관(64)에 대한 한 쌍의 삽입된 슬리브(26", 26''')의 압출 특성은 데드-엔드 커넥터 구성의 슬리브(26)와 관련하여 기술된 것과 동일하여서, 슬리브들이 결합된 단자 커넥터들의 대향하여 연장되는 중심 복합 와이어/코어(35', 35")들 둘 모두에서 발생하는 공극과 불규칙 둘 모두를 충전하도록 결합될 뿐만 아니라, 복합 코어(35', 35")와 압축된 외측 관(84) 사이에 응력 완화를 제공하도록 외측 관(64)의 대향 단부들로부터 추가로 연장되게 한다.

[0113] 외측 조인트 커넥터 몸체(84)의 단부 테이퍼 형성된 섹션(86, 86')(그리고 이들은 몸체(84)의 대향 단부들에 인접함)은 (제1 바람직한 실시 형태의 데드 엔드 관형 몸체(38)의 에지 섹션(48)과 관련하여 전술된 것과 꼭 마찬가지로) 이차의 기계적 작업에서 동시에 압축되어, 외측 관을 각각의 단자 복합 케이블(33', 33")의 결합된 외측 와이어(각각 34', 34")에 고정시킬 뿐만 아니라, 조립체를 따른 응력을 완화시킨다. 작동시, 압축 조인트 커넥터(62)는 대응 데드-엔드 커넥터와 동일한 방식으로 기능을 하며, 동일한 성능 등급 및 요건을 갖는다. 제1 예시적인 실시 형태의 개시 내용에 대해 또한 언급된 바와 같이, 코어(37', 37")(또한 중심의 연장되는 그리고 권취된 복수의 복합 와이어(36', 36"))의 정격 강도의 원하는 95%가 사용시 생성되는 후속 인장 동안에 요구된다.

[0114] 도면에 의해 도시되지 않은 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 케이블 압축 연결 조립체는 중심 종축을 한정하는 단일 와이어 둘레에 복합 와이어들의 3개 초과의 연선 층을 갖는 연선 복합 코어 케이블을 포함할 수 있다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복합 케이블의 각각의 층 내의 복합 와이어들 각각은 동일한 구성 및 형상일 수 있지만, 이는 본 명세서에 기재된 이득을 성취하기 위해 요구되지는 않는다.

[0115] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 연선 복합 와이어들은 각각 나중에 더 상세하게 논의되는 바와 같이 매트릭스 내에 복수의 연속 섬유를 포함한다. 와이어들이 복합재이기 때문에, 그들은 일반적으로 케이블 가공 또는 연선 가공 작업 동안에 소성 변형을 받아들이지 않으며, 이 소성 변형은 연성 금속 와이어의 경우에 가능할 것이다. 예를 들어, 연성 와이어를 포함하는 종래 기술의 배열에서, 종래의 케이블 가공 공정은 복합 와이어들을 그들의 나선형 배열로 영구적으로 소성 변형시키도록 수행될 수 있다. 본 발명은 종래의 연성 금속 와이어에 비해 우수한 요구되는 특성을 제공할 수 있는 복합 와이어의 사용을 허용한다.

[0116] 일부 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 섬유 강화 복합 와이어이다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 섬유 강화 복합 와이어들 중 적어도 하나는 섬유 토우 또는 모노필라멘트 섬유 중 하나로 강화된다. 추

가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 금속 매트릭스 복합 와이어 및 중합체 복합 와이어로 이루어진 군으로부터 선택된다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 중합체 복합 와이어는 중합체 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 금속, 탄소, 세라믹, 유리, 또는 이들의 조합을 포함한다. 예시적인 특정 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 티타늄, 텅스텐, 붕소, 형상 기억 합금, 탄소, 탄소 나노튜브, 흑연, 탄화규소, 아라미드, 폴리(p-페닐렌-2,6-벤조비스옥사졸), 또는 이들의 조합을 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 중합체 매트릭스는 에폭시, 에스테르, 비닐 에스테르, 폴리이미드, 폴리에스테르, 시아네이트 에스테르, 페놀 수지, 비스-말레이미드 수지, 폴리에테르에테르케톤, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 (공)중합체를 포함한다.

[0117] 다른 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스 복합 와이어는 금속 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 세라믹, 유리, 탄소 나노튜브, 탄소, 탄화규소, 붕소, 철, 강철, 철 합금, 텅스텐, 티타늄, 형상 기억 합금, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 알루미늄, 아연, 주석, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함한다. 소정 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 알루미늄을 포함하고, 적어도 하나의 연속 섬유는 세라믹 섬유를 포함한다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 세라믹 섬유는 다결정 α-Al_2O_3를 포함한다.

[0118] 금속 매트릭스 복합 와이어가 방호 요소를 제공하는 데 사용되는 소정 실시 형태에서, 섬유는 바람직하게는 폴리(아라미드) 섬유, 세라믹 섬유, 붕소 섬유, 탄소 섬유, 금속 섬유, 유리 섬유, 및 이들의 조합으로부터 선택된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 방호 요소는 원통형 층으로 코어 복합 케이블을 둘러싸는 복수의 와이어를 포함한다. 바람직하게는, 와이어는 금속 방호 와이어, 금속 매트릭스 복합 와이어, 및 이들의 조합으로부터 선택된다.

[0119] 도 3b에 의해 도시된 소정의 예시적인 실시 형태에서, 코어를 포함하는 연선 복합 케이블 및/또는 전기 전도성 비-복합 케이블은 외측 와이어 층 내에 적어도 하나의, 그리고 바람직하게는 복수의 연성 금속 와이어를 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 금속 와이어 각각은 반경방향 단면에서 볼 때 원형, 타원형, 사다리꼴, S-형상, 및 Z-형상으로 이루어진 군으로부터 선택되는 단면 형상을 갖는다. 일부 예시적인 특정 실시 형태에서, 복수의 금속 와이어는 철, 강철, 지르코늄, 구리, 주석, 카드뮴, 알루미늄, 망간, 아연, 코발트, 니켈, 크롬, 티타늄, 텅스텐, 바나듐, 이들 상호간의 합금, 다른 금속과의 이들의 합금, 규소와의 이들의 합금, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 금속을 포함한다.

[0120] 일부 추가의 예시적인 특정 실시 형태에서, 복합 케이블들 중 적어도 하나는 반경방향 단면에서 볼 때 적어도 하나의 복합 케이블의 중심 종축의 둘레에 연선된 복합 와이어들의 복수의 원통형 층을 포함하는 연선 복합 케이블이다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연선 복합 케이블은 나선형으로 연선된다. 소정의 특정 실시 형태에서, 각각의 원통형 층은 각각의 인접 원통형 층에 대한 꼬임 방향과 동일한 꼬임 방향으로 소정의 꼬임 각도로 연선된다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 각각의 인접 원통형 층에 대한 꼬임 각도들 사이의 상대적인 차이는 3° 이하이다.

[0121] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어는 원형, 타원형, 및 사다리꼴로 이루어진 군으로부터 선택되는 단면 형상을 갖는다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 섬유 강화 복합 와이어이다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 섬유 강화 복합 와이어들 중 적어도 하나는 섬유 토우 또는 모노필라멘트 섬유 중 하나로 강화된다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 금속 매트릭스 복합 와이어 및 중합체 복합 와이어로 이루어진 군으로부터 선택된다. 소정의 다른 예시적인 실시 형태에서, 중합체 복합 와이어는 중합체 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 금속, 탄소, 세라믹, 유리, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0122] 일부 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 티타늄, 텅스텐, 붕소, 형상 기억 합금, 탄소, 탄소 나노튜브, 흑연, 탄화규소, 폴리(아라미드), 폴리(p-페닐렌-2,6-벤조비스옥사졸), 또는 이들의 조합을 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 중합체 매트릭스는 에폭시, 에스테르, 비닐 에스테르, 폴리이미드, 폴리에스테르, 시아네이트 에스테르, 페놀 수지, 비스-말레이미드 수지, 폴리에테르에테르케톤, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 (공)중합체를 포함한다.

[0123] 다른 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스 복합 와이어는 금속 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 세라믹, 유리, 탄소 나노튜브, 탄소, 탄화규소, 붕소, 철, 강철, 철 합금, 텅스텐, 티타늄, 형상 기억 합금, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터

선택되는 재료를 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 알루미늄, 아연, 주석, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함한다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 알루미늄을 포함하고, 적어도 하나의 연속 섬유는 세라믹 섬유를 포함한다. 현재 바람직한 일부 특정의 예시적인 실시 형태에서, 세라믹 섬유는 다결정 α-Al_2O_3를 포함한다.

[0124] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 절연 시스는 잠수형 또는 지하 복합 케이블의 외측 표면을 형성한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 절연 시스는 세라믹, 유리, (공)중합체, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함한다.

[0125] 본 발명이 임의의 적합한 복합 와이어로 실시될 수 있지만, 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 매트릭스 내에 연속 섬유 토우 또는 연속 모노필라멘트 섬유 중 적어도 하나를 포함하는 섬유 강화 복합 와이어이도록 선택된다.

[0126] 복합 와이어에 대한 바람직한 실시 형태는 매트릭스 내에 복수의 연속 섬유를 포함한다. 바람직한 섬유는 다결정 α-Al_2O_3를 포함한다. 복합 와이어에 대한 이들 바람직한 실시 형태는 바람직하게는 0.4% 이상, 더 바람직하게는 0.7% 이상의 파손 인장 변형률을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 금속 매트릭스 복합 코어 내의 섬유의 개수를 기준으로 85% 이상(일부 실시 형태에서, 90% 이상, 또는 심지어 95% 이상)이 연속적인 것이다.

[0127] 본 발명과 함께 사용될 수 있는 다른 복합 와이어는 유리/에폭시 와이어, 탄화규소/알루미늄 복합 와이어, 탄소/알루미늄 복합 와이어, 탄소/에폭시 복합 와이어, 탄소/폴리에테르에테르케톤(PEEK) 와이어, 탄소/(공)중합체 와이어, 및 그러한 복합 와이어들의 조합을 포함한다.

[0128] 적합한 유리 섬유의 예는 당업계에 공지된 바와 같은 A-유리, B-유리, C-유리, D-유리, S-유리, AR-유리, R-유리, 섬유유리 및 파라유리(paraglass)를 포함한다. 다른 유리 섬유가 또한 사용될 수 있고, 이러한 목록은 제한되지 않으며, 예를 들어 코닝 글래스 컴퍼니(Corning Glass Company)(미국 뉴욕주 코닝 소재)로부터 구매가능한 많은 다양한 유형의 유리 섬유가 있다.

[0129] 일부 예시적인 실시 형태에서, 연속 유리 섬유가 바람직할 수 있다. 전형적으로, 연속 유리 섬유는 평균 섬유 직경이 약 3 마이크로미터 내지 약 19 마이크로미터의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 유리 섬유는 평균 인장 강도가 3 GPa, 4 GPa 이상 그리고/또는 심지어 5 GPa 이상이다. 일부 실시 형태에서, 유리 섬유는 계수(modulus)가 약 60 GPa 내지 95 GPa, 또는 약 60 GPa 내지 약 90 GPa의 범위이다.

[0130] 적합한 세라믹 섬유의 예는 금속 산화물(예를 들어, 알루미나) 섬유, 질화 붕소 섬유, 탄화규소 섬유, 및 이들 섬유 중 임의의 것의 조합을 포함한다. 전형적으로, 세라믹 산화물 섬유는 결정질 세라믹, 및/또는 결정질 세라믹과 유리의 혼합물이다(즉, 섬유는 결정질 세라믹과 유리 상 둘 모두를 포함할 수 있다). 전형적으로, 그러한 섬유는 길이가 50 미터 이상 정도이고, 심지어 길이가 수 킬로미터 이상 정도일 수 있다. 전형적으로, 연속 세라믹 섬유는 평균 섬유 직경이 약 5 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터, 약 5 마이크로미터 내지 약 25 마이크로미터, 약 8 마이크로미터 내지 약 25 마이크로미터, 또는 심지어 약 8 마이크로미터 내지 약 20 마이크로미터의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 결정질 세라믹 섬유는 평균 인장 강도가 1.4 GPa 이상, 1.7 GPa 이상, 2.1 GPa 이상, 및/또는 심지어 2.8 GPa 이상이다. 일부 실시 형태에서, 결정질 세라믹 섬유는 계수가 70 GPa 초과 내지 대략 1000 GPa 이하, 또는 심지어 420 GPa 이하이다.

[0131] 적합한 모노필라멘트 세라믹 섬유의 예는 탄화규소 섬유를 포함한다. 전형적으로, 탄화규소 모노필라멘트 섬유는 결정질이고/이거나, 결정질 세라믹과 유리의 혼합물이다(즉, 섬유가 결정질 세라믹과 유리 상 둘 모두를 포함할 수 있음). 전형적으로, 그러한 섬유는 길이가 50 미터 이상 정도이며, 심지어 길이가 수 킬로미터 이상 정도일 수 있다. 전형적으로, 연속 탄화규소 모노필라멘트 섬유는 평균 섬유 직경이 약 100 마이크로미터 내지 약 250 마이크로미터의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 결정질 세라믹 섬유는 평균 인장 강도가 2.8 GPa 이상, 3.5 GPa 이상, 4.2 GPa 이상, 및/또는 심지어 6 GPa 이상이다. 일부 실시 형태에서, 결정질 세라믹 섬유는 계수가 250 GPa 초과 내지 대략 500 GPa 이하, 또는 심지어 430 GPa 이하이다.

[0132] 적합한 알루미나 섬유가, 예를 들어 미국 특허 제4,954,462호(우드(Wood) 등) 및 제5,185,299호(우드 등)에 기재되어 있다. 일부 실시 형태에서, 알루미나 섬유는 다결정 알파 알루미나 섬유이고, 이론상 산화물에 기초하여, 알루미나 섬유의 총 중량을 기준으로 99 중량% 초과의 Al_2O_3 및 0.2 내지 0.5 중량%의 SiO_2를 포함한다. 다른 태양에서, 일부 바람직한 다결정 알파 알루미나 섬유는 평균 입자 크기가 1 마이크로미터 미만(또는 심지어 일부 실시 형태에서 0.5 마이크로미터 미만)인 알파 알루미나를 포함한다. 다른 태양에서, 일부 실시

형태에서, 다결정 알파 알루미나 섬유는 평균 인장 강도가 1.6 GPa 이상(일부 실시 형태에서, 2.1 GPa 이상, 또는 심지어 2.8 GPa 이상)이다. 예시적인 알파 알루미나 섬유가 상표명 "넥스텔(NEXTEL) 610"(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니)으로 시판된다.

[0133] 적합한 알루미노실리케이트(aluminosilicate) 섬유가 예를 들어 미국 특허 제4,047,965호(칼스트(Karst) 등)에 기재되어 있다. 예시적인 알루미노실리케이트 섬유가 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니에 의해 상표명 "넥스텔 440", "넥스텔 550" 및 "넥스텔 26"0"으로 시판되고 있다. 알루미노보로실리케이트(aluminoborosilicate) 섬유가 예를 들어 미국 특허 제3,795,524호(소우맨(Sowman))에 기재되어 있다. 예시적인 알루미노보로실리케이트 섬유가 쓰리엠 컴퍼니에 의해 상표명 "넥스텔 312"로 시판된다. 질화 붕소 섬유는 예를 들어 미국 특허 제3,429,26"2호(이코노미(Economy)) 및 제5,780,154호(오카노(Okano) 등)에 기재된 바와 같이 제조될 수 있다. 예시적인 탄화규소 섬유가, 예를 들어 미국 캘리포니아주 샌디에고 소재의 씨오아이 세라믹스(COI Ceramics)에 의해 500개 섬유의 토우로 상표명 "니칼론(NICALON)"으로, 일본 소재의 우베 인더스트리즈(Ube Industries)로부터 상표명 "타이라노(TYRANNO)"로, 그리고 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 코닝(Dow Corning)으로부터 상표명 "실라믹(SYLRAMIC)"으로 시판된다.

[0134] 적합한 탄소 섬유는 패넥스(PANEX)(등록상표) 및 파이론(PYRON)(등록상표)(미국 미주리주 브리지톤 소재의 졸텍(ZOLTEK)으로부터 입수가능함), 쏘르넬(THORNEL)(미국 뉴저지주 웨스트 패터슨 소재의 싸이텍 인더스트리즈, 인크.(CYTEC Industries, Inc.)로부터 입수가능함), 헥스토우(HEXTOW)(미국 코네티컷주 사우스베리 소재의 헥셀, 인크.(HEXCEL, Inc.)로부터 입수가능함), 그리고 토레이카(TORAYCA)(일본 도쿄 소재의 토레이 인더스트리즈, 엘티디.(TORAY Industries, Ltd.)로부터 입수가능함)로 지칭되는 섬유와 같은 구매가능한 탄소 섬유를 포함한다. 그러한 탄소 섬유는 폴리아크릴로니트릴(PAN) 전구체로부터 유도될 수 있다. 다른 적합한 탄소 섬유는 당업계에 공지된 바와 같은 PAN-IM, PAN-HM, PAN UHM, PITCH 또는 레이온 부산물을 포함한다.

[0135] 추가의 적합한 구매가능한 섬유는 알텍스(ALTEX)(일본 오사카 소재의 스미토모 케미칼 컴퍼니(Sumitomo Chemical Company)로부터 입수가능함), 및 알센(ALCEN)(일본 도쿄 소재의 니티비 컴퍼니, 엘티디.(Nitivy Company, Ltd.)로부터 입수가능함)을 포함한다.

[0136] 적합한 섬유는 또한 형상 기억 합금(즉, 금속 합금이 변태 온도 미만에서 쌍정 형성 메커니즘(twinning mechanism)에 의해 변형가능하도록 마르텐사이트 변태(Martensitic transformation)를 겪는 금속 합금, 여기서 그러한 변형은 쌍정 구조(twin structure)가 변태 온도를 초과하여 가열할 때 원래의 상으로 되돌아가는 경우 가역적임)을 포함한다. 구매가능한 형상 기억 합금 섬유는, 예를 들어 존슨 매티 컴퍼니(Johnson Matthey Company)(미국 펜실베이니아주 웨스트 화이트랜드 소재)로부터 입수가능하다.

[0137] 일부 실시 형태에서, 세라믹 섬유는 토우로 되어 있다. 토우는 섬유 분야에 공지되어 있으며, 조방사(roving)와 유사한 형태로 수집된 복수의 (개별) 섬유(전형적으로 적어도 100개의 섬유, 더 전형적으로 적어도 400개의 섬유)를 지칭한다. 일부 실시 형태에서, 토우는 토우당 적어도 780개의 개별 섬유, 일부 경우에 토우당 적어도 2600개의 개별 섬유, 그리고 다른 경우에 토우당 적어도 5200개의 개별 섬유를 포함한다. 세라믹 섬유의 토우는 일반적으로 300 미터, 500 미터, 750 미터, 1000 미터, 1500 미터, 2500 미터, 5000 미터, 7500 미터, 및 그보다 긴 길이를 포함한 다양한 길이로 입수가능하다. 섬유는 원형 또는 타원형인 단면 형상을 가질 수 있다.

[0138] 구매가능한 섬유는 전형적으로 취급 동안에 섬유 와이어를 보호하기 위해 그리고 윤활성을 제공하기 위해 제조 동안에 섬유에 부가되는 유기 사이징 재료(organic sizing material)를 포함할 수 있다. 사이징은 예를 들어 섬유로부터 사이징을 용해시키거나 연소시킴으로써 제거될 수 있다. 전형적으로, 금속 매트릭스 복합 와이어를 형성하기 전에 사이징을 제거하는 것이 바람직하다. 섬유는 또한 예를 들어 섬유의 습윤성(wettability)을 향상시키기 위해, 섬유와 용융 금속 매트릭스 재료 사이의 반응을 감소시키거나 방지하기 위해 사용되는 코팅을 가질 수 있다. 그러한 코팅 및 그러한 코팅을 제공하기 위한 기술은 섬유 및 복합재 분야에 공지되어 있다.

[0139] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어들 각각은 금속 매트릭스 복합 와이어 및 중합체 복합 와이어로부터 선택된다. 적합한 복합 와이어가 예를 들어 미국 특허 제6,180,232호, 제6,245,425호, 제6,329,056호, 제6,336,495호, 제6,344,270호, 제6,447,927호, 제6,460,597호, 제6,544,645호, 제6,559,385호, 제6,26''3,451호, 및 제7,093,416호에 개시되어 있다.

[0140] 현재 바람직한 하나의 섬유 강화 금속 매트릭스 복합 와이어는 세라믹 섬유 강화 알루미늄 매트릭스 복합 와이어이다. 세라믹 섬유 강화 알루미늄 매트릭스 복합 와이어는 바람직하게는 실질적으로 순수한 원소 알루미늄의 매트릭스, 또는 순수 알루미늄과 매트릭스의 총 중량을 기준으로 최대 약 2 중량%의 구리의 합금의 매트릭스 내

에 캡슐화된 다결정 α-Al_2O_3의 연속 섬유를 포함한다. 바람직한 섬유는 크기가 약 100 ㎚ 미만인 등축정(equiaxed grain), 및 약 1 내지 50 마이크로미터 범위의 섬유 직경을 포함한다. 약 5 내지 25 마이크로미터 범위의 섬유 직경이 바람직하며, 약 5 내지 15 마이크로미터의 범위가 가장 바람직하다.

[0141] 본 발명에 대해 바람직한 섬유 강화 복합 와이어는 섬유 밀도가 세제곱센티미터당 약 3.90 내지 3.95 그램이다. 미국 특허 제4,954,462호(우드 등, 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩처링 컴퍼니(Minnesota Mining and Manufacturing Company)로 양도됨)에 기재되어 있는 것이 바람직한 섬유들 중 하나이다. 바람직한 섬유는 상표명 "넥스텔 610" 알파 알루미나계 섬유(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)로 구매가능하다. 캡슐화 매트릭스는 그것이 섬유 재료와 화학적으로 크게 반응하지 않도록(즉, 섬유 재료에 대해 비교적 화학적으로 불활성이도록) 선택되어서, 섬유 외부에 보호 코팅을 제공할 필요성을 제거한다.

[0142] 복합 와이어의 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 실질적으로 순수한 원소 알루미늄을 포함하는 매트릭스, 또는 원소 알루미늄과 매트릭스의 총 중량을 기준으로 최대 약 2 중량%의 구리의 합금을 포함하는 매트릭스의 사용은 성공적인 와이어를 제조하는 것으로 밝혀졌다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "실질적으로 순수한 원소 알루미늄", "순수 알루미늄" 및 "원소 알루미늄"은 상호 교환가능하며, 약 0.05 중량% 미만의 불순물을 함유하는 알루미늄을 의미하고자 한다.

[0143] 현재 바람직한 일 실시 형태에서, 복합 와이어는, 실질적으로 원소인 알루미늄 매트릭스 내에, 복합 와이어의 총 체적을 기준으로 약 30 내지 70 체적%의 다결정 α-Al_2O_3 섬유를 포함한다. 매트릭스가 매트릭스의 총 중량을 기준으로 약 0.03 중량% 미만의 철, 그리고 가장 바람직하게는 약 0.01 중량% 미만의 철을 함유하는 것이 현재 바람직하다. 약 40 내지 60%의 다결정 α-Al_2O_3 섬유의 섬유 함유량이 바람직하다. 항복 강도가 약 20 ㎫ 미만인 매트릭스와 종방향 인장 강도가 약 2.8 ㎬ 이상인 섬유로 형성된 그러한 복합 와이어가 우수한 강도 특성을 갖는 것으로 확인되었다.

[0144] 매트릭스는 또한 원소 알루미늄과 매트릭스의 총 중량을 기준으로 최대 약 2 중량%의 구리의 합금으로 형성될 수 있다. 실질적으로 순수한 원소 알루미늄 매트릭스가 사용되는 실시 형태에서와 같이, 알루미늄/구리 합금 매트릭스를 갖는 복합 와이어는 바람직하게는 복합재의 총 체적을 기준으로 약 30 내지 70 체적%의 다결정 α-Al_2O_3 섬유, 그리고 따라서 더 바람직하게는 약 40 내지 60 체적%의 다결정 α-Al_2O_3 섬유를 포함한다. 또한, 매트릭스는 바람직하게는 매트릭스의 총 중량을 기준으로 약 0.03 중량% 미만의 철, 그리고 가장 바람직하게는 약 0.01 중량% 미만의 철을 함유한다. 알루미늄/구리 매트릭스는 바람직하게는 항복 강도가 약 90 ㎫ 미만이고, 상기와 같이, 다결정 α-Al_2O_3 섬유는 길이방향 인장 강도가 약 2.8 ㎬ 이상이다.

[0145] 복합 와이어는 바람직하게는 전술된 실질적으로 순수한 원소 알루미늄 매트릭스, 또는 원소 알루미늄과 최대 약 2 중량%의 구리의 합금으로 형성된 매트릭스 내에 포함된 실질적으로 연속적인 다결정 α-Al_2O_3 섬유로 형성된다. 그러한 와이어는 일반적으로 섬유 토우로 배열된, 실질적으로 연속적인 다결정 α-Al_2O_3 섬유의 스풀(spool)이 용융 매트릭스 재료의 조(bath)를 통해 잡아 당겨지는 공정에 의해 제조된다. 이어서 생성된 세그먼트가 응고되어서, 매트릭스 내에 캡슐화된 섬유를 제공한다.

[0146] 예시적인 금속 매트릭스 재료는 알루미늄(예를 들어, 고순도(예를 들어, 99.95% 초과) 원소 알루미늄), 아연, 주석, 마그네슘, 및 이들의 합금(예를 들어, 알루미늄과 구리의 합금)을 포함한다. 전형적으로, 매트릭스 재료는, 예를 들어 섬유 외부에 보호 코팅을 제공할 필요성을 제거하기 위해, 매트릭스 재료가 섬유와 화학적으로 크게 반응하지 않도록(즉, 섬유 재료에 대해 비교적 화학적으로 불활성이도록) 선택된다. 일부 실시 형태에서, 매트릭스 재료는 바람직하게는 알루미늄 및 그의 합금을 포함한다.

[0147] 일부 실시 형태에서, 금속 매트릭스는 98 중량% 이상의 알루미늄, 99 중량% 이상의 알루미늄, 99.9 중량% 초과의 알루미늄, 또는 심지어 99.95 중량% 초과의 알루미늄을 포함한다. 알루미늄과 구리의 예시적인 알루미늄 합금은 98 중량% 이상의 Al과 최대 2 중량%의 Cu를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 유용한 합금은 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 및/또는 8000 시리즈 알루미늄 합금(미국 알루미늄 협회 명명법)이다. 더 높은 순도의 금속이 더 높은 인장 강도의 와이어를 제조하기에 바람직한 경향이 있을지라도, 덜 순수한 금속의 형태가 또한 유용하다.

[0148] 적합한 금속이 구매가능하다. 예를 들어, 알루미늄은 미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 알코아(Alcoa)로부터 상표명 "슈퍼 퓨어 알루미늄(SUPER PURE ALUMINUM); 99.99% Al"로 입수가능하다. 알루미늄 합금(예를

들어, Al - 2 중량% Cu(0.03 중량% 불순물))은 예를 들어 미국 뉴욕주 뉴욕 소재의 벨몬트 메탈즈(Belmont Metals)로부터 획득될 수 있다. 아연 및 주석은 예를 들어 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 메탈 서비스즈(Metal Services)로부터 입수가능하다("순수 아연"; 99.999% 순도 및 "순수 주석"; 99.95% 순도). 예를 들어, 마그네슘은 영국 맨체스터 소재의 마그네슘 일렉트론(Magnesium Elektron)으로부터 상표명 "퓨어(PURE)"로 입수가능하다. 마그네슘 합금(예를 들어, WE43A, EZ33A, AZ81A, 및 ZE41A)은 예를 들어 미국 콜로라도주 덴버 소재의 티메트(TIMET)로부터 획득될 수 있다.

[0149] 금속 매트릭스 복합 와이어는 전형적으로, 섬유 및 매트릭스 재료의 조합된 총 체적을 기준으로, 15 체적% 이상(일부 실시 형태에서, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 또는 심지어 50 체적% 이상)의 섬유를 포함한다. 더 전형적으로, 복합 코어 및 와이어는, 섬유와 매트릭스 재료의 조합된 총 체적을 기준으로, 40 내지 75(일부 실시 형태에서, 45 내지 70) 체적% 범위의 섬유를 포함한다.

[0150] 금속 매트릭스 복합 와이어는 당업계에 공지된 기술을 사용해 제조될 수 있다. 연속 금속 매트릭스 복합 와이어는, 예를 들어 연속 금속 매트릭스 침투 공정에 의해 제조될 수 있다. 하나의 적합한 공정이, 예를 들어 미국 특허 제6,485,796호(카펜터(Carpenter) 등)에 기재되어 있다. 중합체 및 섬유를 포함하는 와이어는 당업계에 공지된 인발 성형 공정에 의해 제조될 수 있다.

[0151] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 복합 와이어는 중합체 복합 와이어를 포함하도록 선택된다. 중합체 복합 와이어는 중합체 매트릭스 내에 적어도 하나의 연속 섬유를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 금속, 탄소, 세라믹, 유리, 및 이들의 조합을 포함한다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 적어도 하나의 연속 섬유는 티타늄, 텅스텐, 붕소, 형상 기억 합금, 탄소 나노튜브, 흑연, 탄화규소, 붕소, 폴리(아라미드), 폴리(p-페닐렌-2,6-벤조비스옥사졸)3, 및 이들의 조합을 포함한다. 현재 바람직한 추가의 예시적인 실시 형태에서, 중합체 매트릭스는 에폭시, 에스테르, 비닐 에스테르, 폴리이미드, 폴리에스테르, 시아네이트 에스테르, 페놀 수지, 비스-말레이미드 수지, 및 이들의 조합으로부터 선택되는 (공)중합체를 포함한다.

[0152] 복합 케이블, 예를 들어 본 발명의 소정 실시 형태에 따른 송전 케이블을 제공하기 위해 복합 코어의 둘레에 연선 가공하기 위한 연성 금속 와이어가 당업계에 공지되어 있다. 바람직한 연성 금속은 철, 강철, 지르코늄, 구리, 주석, 카드뮴, 알루미늄, 망간, 및 아연; 다른 금속 및/또는 규소와의 이들의 합금 등을 포함한다. 구리 와이어는 예를 들어 미국 조지아주 캐롤턴 소재의 사우스와이어 컴퍼니(Southwire Company)로부터 구매가능하다. 알루미늄 와이어는 예를 들어 캐나다 웨이번 소재의 넥산스(Nexans) 또는 미국 조지아주 캐롤턴 소재의 사우스와이어 컴퍼니로부터 상표명 "1350-H19 알루미늄(ALUMINUM)" 및 "1350-HO 알루미늄"으로 구매가능하다.

[0153] 전형적으로, 구리 와이어는 적어도 약 20℃ 내지 약 800℃의 온도 범위에 걸쳐 약 12 ppm/℃ 내지 약 18 ppm/℃ 범위의 열팽창 계수를 갖는다. 구리 합금(예를 들어, 예를 들어 미국 조지아주 캐롤턴 소재의 사우스와이어 컴퍼니로부터 구매가능한 Cu-Si-X, Cu-Al-X, Cu-Sn-X, Cu-Cd - 여기서, X = Fe, Mn, Zn, Sn 및/또는 Si - 와 같은 구리 청동; 예를 들어 미국 노스캐롤라이나주 리서치 트라이앵글 파크 소재의 오엠지 아메리카스 코포레이션(OMG Americas Corporation)으로부터 상표명 "글리드콥(GLIDCOP)"으로 입수가능한 산화물 분산 강화 구리) 와이어. 일부 실시 형태에서, 구리 합금 와이어는 적어도 약 20℃ 내지 약 800℃의 온도 범위에 걸쳐 약 10 ppm/℃ 내지 약 25 ppm/℃ 범위의 열팽창 계수를 갖는다. 와이어는 다양한 형상들(예를 들어, 원형, 타원형, 및 사다리꼴) 중 임의의 것일 수 있다.

[0154] 전형적으로, 알루미늄 와이어는 적어도 약 20℃ 내지 약 500℃의 온도 범위에 걸쳐 약 20 ppm/℃ 내지 약 25 ppm/℃ 범위의 열팽창 계수를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 알루미늄 와이어(예를 들어, "1350-H19 알루미늄")는 인장 파괴 강도가 138 MPa(20 kpsi) 이상, 158 MPa(23 kpsi) 이상, 126" MPa(25 kpsi) 이상, 또는 186 MPa(27 kpsi) 이상, 또는 200 MPa(29 kpsi) 이상이다. 일부 실시 형태에서, 알루미늄 와이어(예를 들어, "1350-HO 알루미늄")는 인장 파괴 강도가 41 MPa(6 kpsi) 초과 내지 97 MPa(14 kpsi) 이하, 또는 심지어 83 MPa(12 kpsi) 이하이다.

[0155] 알루미늄 합금 와이어는 구매가능한, 예를 들어 상표명 "제트티에이엘(ZTAL)", "엑스티에이엘(XTAL)", 및 "케이티에이엘(KTAL)"(일본 오사카 소재의 스미토모 일렉트릭 인더스트리즈(Sumitomo Electric Industries)로부터 입수가능함), 또는 "6201"(미국 조지아주 캐롤턴 소재의 사우스와이어 컴퍼니로부터 입수가능함)로 판매되는 알루미늄-지르코늄 합금 와이어이다. 일부 실시 형태에서, 알루미늄 합금 와이어는 적어도 약 20℃ 내지 약 500℃의 온도 범위에 걸쳐 약 20 ppm/℃ 내지 약 25 ppm/℃ 범위의 열팽창 계수를 갖는다.

[0156] 잠수형 또는 지하 복합 케이블 내의 복합 와이어의 중량%는 잠수형 또는 지하 케이블의 설계 및 그의 의도된 사용의 조건에 좌우될 것이다. 연선 복합 케이블이 잠수형 또는 지하 복합 케이블에 구성요소로서 사용되는 대부분의 응용에서, 연선 복합 케이블에는 복수의 복합 케이블의 둘레에 전력 도체 층이 없는 것이 바람직하다. 현재 바람직한 소정의 예시적인 실시 형태에서, 잠수형 또는 지하 복합 케이블은 0.5% 이상의 파괴 변형률 한계를 나타낸다.

[0157] 본 발명은 바람직하게는 매우 긴 잠수형 또는 지하 복합 케이블을 제공하도록 수행된다. 연선 복합 케이블(10) 내의 복합 와이어 자체가 연선 복합 케이블의 길이 전체에 걸쳐 연속적인 것이 또한 바람직하다. 하나의 바람직한 실시 형태에서, 복합 와이어는 실질적으로 연속적이고 길이가 150 미터 이상이다. 더 바람직하게는, 복합 와이어는 연선 복합 케이블(10) 내에서 연속적이고 길이가 250 미터 이상, 더 바람직하게는 500 미터 이상, 더욱더 바람직하게는 750 미터 이상, 그리고 가장 바람직하게는 길이가 1000 미터 이상이다.

[0158] 다른 태양에서, 본 발명은 슬리브를 관의 내부 중공형 부분 내로 축방향으로 삽입하는 단계, 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분을 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 삽입하는 단계, 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분을 슬리브의 내부 중공형 부분 내로 삽입하는 단계 및 슬리브를 관의 내부 중공형 부분 내로 축방향으로 삽입하는 단계 후에, 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향에서 관을 기계적으로 압축하여서, 관 및 슬리브를 제1 재료 및 제2 재료가 실질적으로 동일한 속도로 축방향으로 압출되도록 변형시키는 단계, 및 선택적으로 그 후에 관을 적어도 부분적으로 덮도록 외측 관형 몸체를 관 위에 활주가능하게 결합시키는 단계를 포함하는, 전술된 바와 같은 압축 커넥터를 구성하는 방법을 제공한다.

[0159] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 관의 외부 표면에 실질적으로 직교인 방향에서 관을 기계적으로 압축하는 단계는 단조 다이 내에서 긴 관을 기계적으로 압축하는 단계를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 단조 다이는 내측 관의 일부분만을 기계적으로 압축한다. 현재 바람직한 소정 실시 형태에서, 단조 다이는 슬리브의 실질적으로 길이 전체를 기계적으로 압축한다. 현재 바람직한 추가의 예시적인 실시 형태에서, 단조 다이는 길이를 갖고, 단일 코어 와이어 및 적어도 제1 복수의 복합 와이어의 말단 부분은 직경을 갖는 원통형 복합 코어를 형성하며, 여기서 복합 코어 직경에 대한 단조 다이 길이의 비는 약 6 이하이다.

[0160] 추가의 선택적인 방법 단계는 외측 관형 몸체를 복합 케이블의 외측 와이어에 대항하여 기계적으로 압축하는 단계, 단자 응용 설부를 데드-엔드 압축 연결부의 외측 관형 몸체의 선택된 단부에 고정시키는 단계뿐만 아니라, 압축 내측 관의 외경을 따라 복수의 축방향으로 이격된 주름을, 이 복수의 이격된 주름에 인접한 내측 관의 선택된 단부로부터 연장되는 선택적인 아일렛과 함께 형성하는 단계를 포함한다. 내측 관을 축방향으로 압축하여, 주름들이 압축되고 반경방향으로 확대되어 외측 관형 몸체의 내경에 맞대어져 고정식으로 결합되게 하는 단계는 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태에 따른 복합 케이블 압축 커넥터(데드-엔드 커넥터)의 조립 방법을 완료할 수 있다.

[0161] 실시예

[0162] 본 발명의 예시적인 실시 형태가 위에서 기술되었고 하기의 실시예를 통해 아래에서 추가로 설명되며, 이 실시예는 어떤 방식으로든 본 발명의 범주에 제한을 가하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 반대로, 본 명세서의 설명을 읽은 후, 본 발명의 사상 및/또는 첨부된 특허청구범위의 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에게 떠오를 수 있는 다양한 다른 실시 형태, 변경, 및 그의 등가물이 강구될 수 있음이 명백히 이해되어야 한다.

[0163] 또한, 본 발명의 넓은 범주를 기재하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 특정 실시예에 기재된 수치는 가능한 한 정확하게 보고된다. 그러나, 임의의 수치는 그의 각각의 시험 측정에서 발견되는 표준 편차로부터 필연적으로 유래하는 소정의 오차를 본질적으로 포함한다. 최소한, 그리고 특허청구범위의 범주에 대한 균등론의 적용을 제한하려고 시도함이 없이, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 수의 관점에서 그리고 통상의 반올림 기법을 적용함으로써 해석되어야 한다.

[0164] 복합 케이블 압축 연결 조립체의 제조

[0165] 압축 연결 피팅(fitting)(예를 들어, 도 4에 개괄적으로 도시된 바와 같은 데드-엔드 커넥터 구성요소, 및 도 5a 내지 도 5c에 도시된 바와 같은 케이블 스플라이스 커넥터 구성요소)을 에이씨에이 컨덕터 액세서리즈(ACA Conductor Accessories)(미국 사우스캐롤라이나주 던컨)로부터 획득하였다. 공급자 추천의 유압-구동식 프레스 및 다이를 단조 작업에 사용하였다. 복합 케이블 압축 연결 조립체의 단조는 복합 코어/압축 커넥터 상으로의 다중 "바이트(bite)" 또는 압축을 필요로 하였다. 압축 커넥터를 복합 압축 커넥터 조립체의 하나의 단부로부터 다른 단부로(데드-엔드 커넥터의 경우), 또는 중간 부분으로부터 각각의 단부로(스플라이스 커넥터의 경우)

이동시키면서 다이의 각각의 바이트를 이전의 바이트와 중첩시켰다. 단조 동안에, 다이가 코어 와이어의 파쇄에 대응하는 완전 폐쇄에 도달할 때 가청의 "딸깍" 또는 "탁" 소리에 귀를 기울였다. 부가적으로, 코어 또는 도체 샘플을 잡고 있고 코어 와이어의 파쇄에 대응하는 "경련" 또는 "점프"를 감지하려고 하였다.

[0166] 복합 케이블 압축 연결 조립체의 시험

[0167] 완성된 복합 케이블 압축 연결 조립체의 인장 시험을 다음과 같이 수행하였다. 10 피트(3.05 m) 길이의 복합 코어 케이블을 사용해, 압축 커넥터가 복합 케이블 데드 엔드 커넥터인지 또는 복합 케이블 스플라이스 커넥터인지에 따라, 2개의 가능한 인장 시험 샘플 중 하나를 제조하였다. 데드 엔드 커넥터의 경우, 복합 압축 커넥터 조립체를 복합 코어 케이블의 하나의 단부 상으로 단조하고 이어서 복합 코어 케이블의 다른 단부 상에 수지 콘(resin cone)을 적용함으로써 인장 시험 샘플을 제조하였다. 케이블 스플라이스 커넥터의 경우, 복합 코어 케이블을 절반으로 절단하고, 이어서 스플라이스 복합 압축 커넥터 조립체를 사용해 절단 단부들을 재연결함으로써 인장 시험 샘플을 제조하였다. 이어서 수지 콘을 스플라이싱된 복합 코어 케이블의 2개의 자유 단부에 적용하고, 이 샘플을 인스트론 시험기(Instron tester) 내에서 인장 시험을 받도록 하였다.

[0168] 샘플이 인장 시험될 때, 보고된 주요 측정값은 복합 압축 커넥터 조립체가 지지할 최대 축방향 힘이다. 파손은 보통 고 하중에서 복합 압축 커넥터 조립체 내부에서의 복합 코어의 파손에 의하거나, 비교적 더 낮은 하중에서 복합 압축 커넥터 조립체로부터의 복합 코어의 활주에 의하거나, 복합 코어는 단조 동안에 복합 압축 커넥터 조립체 내부에서 사전-파괴되고 짧은 길이의 복합 와이어는 초저 하중에서 압축 커넥터 조립체로부터 활주한다.

[0169] 비커스 경도(Vickers Hardness)의 측정

[0170] 하기의 실시예들 중 일부에서, 알루미늄 슬리브(삽입체)(슬리브)의 비커스 경도를 측정하였다. 대응 경도 값은 200 그램 하중이 인가될 때의 비커스 경도, HV(200g)의 단위로 표현된다. 알루미늄 관의 비커스 경도와 1% 변형률에서의 인장 응력 사이의 관계를 이러한 방식으로 결정하였다. 1% 변형률에서의 응력($S_{1\%}$)은 하기의 수학식에 의해 근사치가 계산된다(강도 단위의 단위는 kpsi, 여기서 1 kpsi = 약 6.9 MPa):

[0171] [수학식 1]

[0172] $S_{1\%} = 0.4\ HV(200g) - 2$

[0173] 실시예 1 : 알루미늄 슬리브 경도 연구(795 복합 코어 케이블)

[0174] 2개의 (스플라이스) 복합 압축 커넥터 조립체를 795 ACCR 복합 코어 와이어(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)를 사용해 단조하였다. 이는 19 v 0.21 ㎝(0.083 인치)의 종래의 연선 복합 코어 케이블 구조물이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0175] 감소 비율 = 8%

[0176] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0177] 사용된 다이 = 10018SH-LG

[0178] 다이 바이트 길이 = 5.3 ㎝(2.1 인치)(대략)

[0179] 코어 상의 테이프 피복률 = 65 내지 70%

[0180] 스플라이스의 한 쪽당 바이트의 수 = 3

[0181] 바이트의 중첩 = 2.54 ㎝(1 인치)

[0182] 결과:

[0183] 복합 압축 커넥터 조립체 #1

[0184] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 35.5 HV(200g)였다. 인장 시험에서 지지된 최대 하중은 1275 kg(2,805 파운드) 또는 정격 파괴 강도(RBS)의 약 14.9%였다. 스플라이스로부터 코어 잡아당김(복합 코어의 5.1 ㎝(약 2 인치) 길이 부분이 압축 커넥터로부터 잡아당겨짐)에 의해 파손이 발생하였다. 복합 코어는 하중의 인가시 거의 즉시 빠지기 시작했다. 압축 커넥터의 압축에 의한 단조 동안에 복합 코어 와이어가 파괴되었다고 결론을 내렸다(파괴는 두 번째 다이 바이트의 중심에서 일어남).

[0185] 복합 압축 커넥터 조립체 #2

[0186] 복합 압축 커넥터 조립체 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 22.5 HV(200g)였다. 지지된 최대 하중은 6386.6 kg(14,080 파운드) 또는 RBS의 약 26'''.9%였다. 시험 동안에 스플라이스 내에서의 복합 코어 파쇄에 의해 파손이 발생하였다. 복합 코어는 파손 전에 대략 1.27 ㎝(0.5 인치)만큼 빠져나왔다. 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 알루미늄 슬리브 삽입체의 특성 때문에 연질 알루미늄이 경질 알루미늄보다 더 나은 선택이다. 경질 알루미늄은 복합 코어의 파손을 야기할 수 있는 한편, 연질 알루미늄은 명백히 그렇지 않다.

[0187] 실시예 2 : 테이프 래핑 연구(795 복합 코어 케이블)

[0188] 7개의 (스플라이스) 복합 압축 커넥터 조립체를 795 ACCR 복합 코어 와이어(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)를 사용해 단조하였다. 이는 19 v 0.21 ㎝(0.083 인치) 코어 구조물이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0189] 감소 비율 = 8%

[0190] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0191] 사용된 다이 = 10018SH-LG

[0192] 다이 바이트 길이 = 5.3 ㎝(2.1 인치)(대략)

[0193] 코어 상의 테이프 피복률 = 가변

[0194] 스플라이스의 한 쪽당 바이트의 수 = 3

[0195] 바이트의 중첩 = 2.54 ㎝(1 인치)

[0196] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 35.5 HV(200g)였다. 결과가 표 1에 요약되어 있다.

표 1

[0197]

샘플	%테이프 피복률	첫 번째 바이트	두 번째 바이트	세 번째 바이트	해설
1	60%	OK	파괴	OK	파괴된 코어
2	65%	OK	파괴	OK	파괴된 코어
3	71%	OK	파괴	OK	파괴된 코어
4	75%	OK	OK	OK	온전함
5	80%	OK	OK	OK	온전함
6	100%	OK	OK	OK	온전함
7	100%	OK	OK	OK	온전함

[0198] 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 복합 코어의 외부 표면을 둘러싸는 테이프 래핑의 양을 증가시킴으로써, 단조 동안의 코어 파괴가 억제될 수 있다.

[0199] 실시예 3 : 테이프 래핑 연구(795 복합 코어 케이블)

[0200] 하나의 (스플라이스) 복합 압축 커넥터 조립체를 795 ACCR 복합 와이어 코어 케이블(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용해 단조하였다. 이는 19 x 0.21 ㎝(0.083 인치) 코어 구조물이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0201] 감소 비율 = 8%

[0202] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0203] 사용된 다이 = 10018SH-LG

[0204] 다이 바이트 길이 = 5.3 ㎝(2.1 인치)(대략)

[0205] 코어 상의 테이프 피복률 = 90%

[0206] 스플라이스의 한 쪽당 바이트의 수 = 3

[0207] 바이트의 중첩 = 2.54 ㎝(1 인치)

[0208] 결과:

[0209] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 35.5 HV(200g)였다. 인장 시험에서 지지된 최대 하중은 5243.5 kg(11560 파운드)(61.5% RBS)였다. 스플라이스로부터의 코어 잡아당김(12.7 ㎝(5 인치) 전부가 빠져나옴)에 의해 파손이 발생하였다. 복합 코어는 파손 전에 대략 1.3 ㎝(0.5 인치)만큼 빠져나왔다.

[0210] 따라서, 복합 코어 와이어가 온전하게 유지되었을지라도, 유지 강도는 90% 테이프 피복률에서 감소되었다(80% RBS 미만). 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 복합 코어 완전성을 유지하면서 더 많은 테이프를 부가하는 것은 또한 복합 와이어 빠짐을 촉진시킨다.

[0211] 실시예 4 : 테이프 래핑 연구(795 복합 코어 케이블)

[0212] 7개의 (스플라이스) 복합 압축 커넥터 조립체를 795 ACCR 복합 와이어 코어 케이블(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용해 단조하였다. 이는 19 v 0.21 ㎝(0.083 인치) 코어 구조물이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0213] 감소 비율 = 8%

[0214] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0215] 사용된 다이 = 10018SH-LG

[0216] 다이 바이트 길이 = 5.3 ㎝(2.1 인치)(대략)

[0217] 코어 상의 테이프 피복률 = 가변

[0218] 스플라이스의 한 쪽당 바이트의 수 = 3

[0219] 바이트의 중첩 = 2.54 ㎝(1 인치)

[0220] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 22.5 HV(200g)였다. 결과가 표 2에 요약되어 있다.

표 2

[0221]

샘플 번호	% 테이프 피복률	최대 하중(kg(파운드))	% RBS	해설
1	0%	4027.9(8880)	47%	단조로부터 사전-파괴된 5.1 ㎝(2 인치) 내부 코어 - 시험 중에 빠짐
2	30%	8511.7(18765)	100%	파지 중의 시험 동안에 코어 파쇄
3	50%	7293.8(16080)	85%	파지 중의 시험 동안에 코어 파쇄
4	65 내지 70%	6386.6(14080)	75%	파지 중의 시험 동안에 코어 파쇄
5	65 내지 70%	5919.4(13050)	69%	완전히 빠짐(12.7 ㎝(5 인치) 전부)
6	100%	4710.6(10385)	55%	완전히 빠짐(12.7 ㎝(5 인치) 전부)
7	100%	4277.4(9430)	50%	완전히 빠짐(12.7 ㎝(5 인치) 전부) + 테이프의 3 개의 층을 가짐

[0222] 0% 테이프 피복률(이는 단조 동안에 코어를 파괴함) 이외에, 유지 강도는 대략 테이프 피복률의 선형 함수이다. 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 연질(즉, 낮은 항복 응력) 알루미늄 슬리브(삽입체)의 사용은 (코어 파괴 없이) 더 낮은 테이프 피복률 수준의 사용을 허용하며, 이는 결국 더 큰 유지 강도로 이어질 수 있다. 일부 실시 형태에서 80% 초과의 유지 강도를 성취하는 것이 바람직할 수 있기 때문에, 30 내지 50% 범위의 테이프 피복률 수준이 특히 바람직하다.

[0223] 실시예 5 : 테이프 래핑 연구(477 복합 코어 케이블)

[0224] 3개의 (데드엔드) 복합 압축 커넥터 조립체를 477 ACCR 복합 코어 케이블(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용해 단조하였다. 이는 7 v 0.27 ㎝(0.105 인치) 복합 코어 케이블 구조물이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0225] 감소 비율 = 12%

[0226] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0227] 사용된 다이 = 10014SH

[0228] 다이 바이트 길이 = 3.0 ㎝(1.2 인치)(대략)

[0229] 코어 상의 테이프 피복률 = 가변

[0230] 파지당 바이트의 수 = 6

[0231] 바이트의 중첩 = 0.64 ㎝(¼ 인치)

[0232] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 18.4 HV(200g)였다. 결과가 표 3에 요약되어 있다.

표 3

[0233]

샘플 번호	% 테이프 피복률	최대 하중(kg(파운드))	% RBS	해설
1	50%	5556.5(12250)	107%	복합 압축 커넥터 조립체에서 파손 없음 - 수지 피팅에서 파괴됨
2	70%	4504.2(9930)	87%	파지 중의 시험 동안에 코어 파쇄
3	90%	2120.5(4675)	41%	시험 중에 12.7 ㎝(5 인치) 전부가 빠짐

[0234] 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 유지 강도는 대략 테이프 피복량의 선형 함수이다. 이는 테이프 피복률에 대한, 그러나 압축 동안에 더 높은 감소 비율(12% 대 8%)을 사용하는 시스템 상에서의 동일한 데이터 경향을 확인해준다. 477 ACCR의 복합 코어에 대한 테이핑 수준은 전형적으로 85 내지 95%이다. 이들 데이터는 50 내지 70%의 테이프 피복률이 소정의 예시적인 실시 형태에 대해 바람직할 수 있음을 시사한다.

[0235] 실시예 6 : 다이 길이 연구(477 복합 코어 케이블)

[0236] 2개의 (데드엔드) 복합 압축 커넥터 조립체를 477 ACCR 복합 코어 케이블(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용해 단조하였다. 이는 7 v 0.27 ㎝(0.105 인치) 복합 와이어 코어 케이블이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0237] 감소 비율 = 12%

[0238] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0239] 코어 #1에 사용된 다이 = 10014SH(다이 바이트 길이 = 3.0 ㎝(1.2 인치)(대략))

[0240] 코어 #2에 사용된 다이 = 10014SH-LG(다이 바이트 길이 = 5.6 ㎝(2.2 인치)(대략))

[0241] 코어 상의 테이프 피복률 = 90%

[0242] 파지당 바이트(짧은 다이)의 수 = 6

[0243] 파지당 바이트(긴 다이)의 수 = 3

[0244] 바이트의 중첩 = 0.64 ㎝(¼ 인치)

[0245] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 18.4 HV(200g)였다. 결과가 표 4에 요약되어 있다.

표 4

샘플	다이 길이	삽입체 경도	%테이프 피복률	단조 동안의 코어 파괴
1	3.0 ㎝(1.2 인치)	18 HV	90	아니오
2	5.6 ㎝(2.2 인치)	18 HV	90	예

[0246]

[0247] 이들 실시예는 일부 예시적인 실시 형태에서 더 짧은 다이가 복합 코어가 단조 동안에 파괴되는 것을 방지할 수 있음을 확인해준다.

[0248] 실시예 7 : 다이 길이 연구(300 복합 코어 케이블)

[0249] 5개의 (데드엔드) 복합 압축 커넥터 조립체를 300 ACCR 복합 코어 케이블(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용해 단조하였다. 이는 7 v 0.21 ㎝(0.083 인치) 복합 와이어 코어 케이블이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0250] 감소 비율 = 8%

[0251] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0252] 코어 #1에 사용된 다이 = 10014SH(다이 바이트 길이 = 3.0 ㎝(1.2 인치)(대략))

[0253] 코어 #2에 사용된 다이 = 10014SH-LG(다이 바이트 길이 = 5.6 ㎝(2.2 인치)(대략))

[0254] 코어 상의 테이프 피복률 = 가변(전형적인 제조는 100%임)

[0255] 파지당 바이트(짧은 다이)의 수 = 6

[0256] 파지당 바이트(긴 다이)의 수 = 3

[0257] 바이트의 중첩 = 6.4 ㎝(¼ 인치)

[0258] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 25 내지 30 HV(200g)였다. 결과가 표 5에 요약되어 있다.

표 5

샘플 번호	%테이프 피복률	최대 하중(kg(파운드))	%RBS	해설
1	100%	1217.9(2685)	37%	짧은 다이 와이어가 12.7 ㎝(5 인치) 전부 빠짐
2	100%	1494.6(3295)	46%	짧은 다이 와이어가 12.7 ㎝(5 인치) 전부 빠짐
3	80%			짧은 다이 와이어가 12.7 ㎝(5 인치) 전부 빠짐
4	80%	419.6(925)	13%	긴 다이 와이어가 5.1 ㎝(2 인치) 빠짐 - 단조 동안에 파괴됨
5	100%	793.8(1750)	24%	긴 다이 와이어가 12.7 ㎝(5 인치) 전부 빠짐

[0259]

[0260] 이들 실시예는 양호한 유지 강도를 달성하기 위한, 일부 예시적인 실시 형태에서 다이 길이 및 테이프 피복률의 중요성을 확인해준다.

[0261] 실시예 7 : 주름형 슬리브 연구(300 복합 코어 케이블)

[0262] 도 3c에 도시되고 하기의 실시예에 기재된 바와 같은, 외부 표면에 일련의 기계가공된 슬롯(즉, 복수의 주름)을 갖는 알루미늄 슬리브(삽입체)의 성능을 평가하기 위해 하나의 예를 수행하였다. 이러한 설계는 주름이 단조

공정 동안에 "변형 완화부"로서 역할을 하여 코어 상의 축방향 장력을 감소시키고 와이어 파괴를 방지할 수 있도록 선택하였다. 이것이 코어 테이프 피복률의 감소를 허용하는 경우, 개선된 파지력을 또한 달성할 수 있다.

[0263] 복합 압축 커넥터 조립체를 795-T16 ACCR 복합 코어 케이블(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용해 단조하였다. 이는 19 x 0.23 ㎝(0.089 인치) 복합 와이어 코어 케이블이다. 하기의 다이 압축 조건을 사용하였다:

[0264] 감소 비율 = 8%

[0265] 복합 압축 커넥터 조립체 내부의 코어의 길이 = 12.7 ㎝(5 인치)

[0266] 사용된 다이 = 10018SH-LG

[0267] 다이 바이트 길이 = 5.3 ㎝(2.1 인치)(대략)

[0268] 코어 상의 테이프 피복률 = 0%(테이프 없음)

[0269] 부속물 유형 = 데드-엔드

[0270] 바이트의 수 = 3

[0271] 바이트의 중첩 = 2.54 ㎝(1 인치)

[0272] 측정된 알루미늄 슬리브(삽입체) 경도는 24.4 HV(200g)였다. 2개의 상이한 슬롯형성된 삽입체, 즉 14개의 균등하게 이격된 주름을 갖는 하나의 삽입체, 및 크기가 동일한 8개의 균등하게 이격된 주름을 갖는 제2 삽입체를, 복합 코어 와이어의 둘레에 래핑되는 테이프를 사용함이 없이 (데드엔드) 복합 압축 커넥터 조립체를 제조하는 데 사용하였다. 단조된 조립체의 검사는 외측 강철 관에 대한 알루미늄 슬리브(삽입체)의 압출이 본질적으로 없음을 보여주었다. 어느 경우에서도 코어 와이어 파괴가 없었다.

[0273] 이들 2개의 단조물의 인장 시험은 각각 6371.6 kg(14,047 파운드)(75% RBS) 및 6640.1 kg(14,639 파운드)(78% RBS)의 피크 하중을 제공하였다. 100% 테이프-래핑된 복합 코어를 사용하는 종래의 비-주름형 삽입체를 사용해 제조된 2개의 비교예(A 및 B)에 대한 결과가 도 9에 플로팅되어 있다. 각각의 경우에, 코어 및 대부분의 알루미늄 슬리브(삽입체)가 고 하중에서 강철 관으로부터 빠졌으며, 이때 코어 와이어 파괴는 없었다.

[0274] 실시예 모델링

[0275] 이해를 함께 끌어내고 다수의 도체 크기에 대한 가상의 경우들을 구성하도록 유한 요소 모델을 구성하였다. 이 모델은 다음의 중요성을 확인해 주었다:

[0276] (1) 삽입체 연성 - 도 8a

[0277] (2) 코어 파괴에 대한 테이프 피복률의 효과 - 도 8b

[0278] (3) 테이프 피복률의 함수로서의 다이 바이트 길이/복합 코어 직경의 비 - 도 8c

[0279] 도 8a는 가장 연질의 이용가능한 알루미늄이 이러한 삽입체 재료에 대한 최선의 선택일 것이고, 단조 동안에 낮은 피크 응력을, 그럼에도 불구하고 적절한 파지력을 생성함을 보여주고 있다. 도 8b는 더 높은 테이프 피복률이 복합 와이어 코어의 응력(및 변형률)을 감소시키고, 이에 따라 단조 동안에 코어 파쇄를 억제하는 것을 도울 것임을 보여주고 있다. 곡선들은 0의 다이 길이에서 0의 변형률에 대응하는 원점과 아주 거의 교차하며, 이는 우리의 예상과 일치한다. 그것은 또한 코어 변형률이 다이 길이에 정비례한다는 것, 즉 길이를 2배로 하면 변형률이 2배가 됨을 시사한다. 도 8c는 복합 코어 직경에 대한 다이 길이의 비가 50% 초과의 테이프 피복률의 경우에 약 6 미만이도록 선택되어야 함을 보여주고 있다. (더 높은 파지 강도를 위해) 30% 테이프 피복률이 요구되는 경우, 복합 코어 직경에 대한 다이 길이의 비는 약 5 미만이도록 선택되어야 한다.

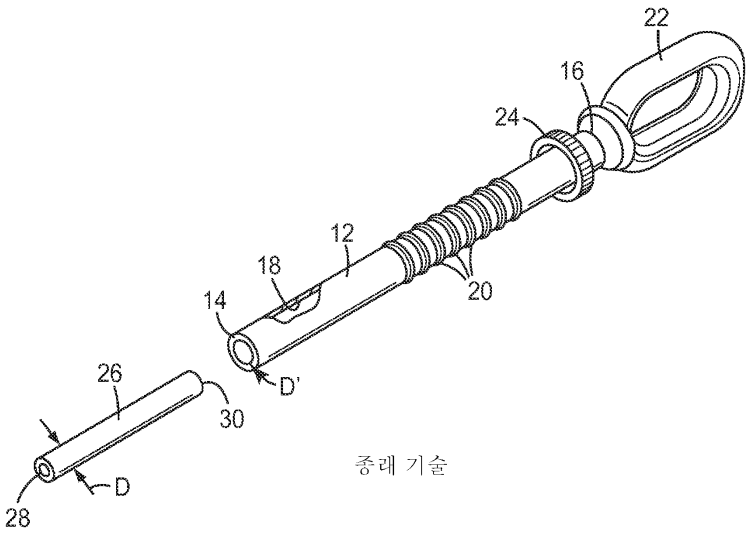
[0280] 본 명세서의 전체에 걸쳐 "일 실시 형태", "소정 실시 형태", "하나 이상의 실시 형태" 또는 "실시 형태"에 대한 언급은, 용어 "실시 형태"에 선행하는 용어 "예시적인"을 포함하든 포함하지 않든 간에, 그 실시 형태와 관련하여 설명된 특정의 특징, 구조, 재료, 또는 특성이 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태들 중 적어도 하나의 실시 형태에 포함됨을 의미한다. 따라서, 본 명세서의 전체에 걸쳐 여러 곳에서 "하나 이상의 실시 형태에서", "소정 실시 형태에서", "일 실시 형태에서" 또는 "실시 형태에서"와 같은 문구의 등장은, 반드시 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태들 중 동일한 실시 형태를 말하는 것은 아니다. 또한, 특정의 특징들, 구조들, 재료들, 또는 특성들은 하나 이상의 실시 형태에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.

[0281] 본 명세서가 소정의 예시적인 실시 형태를 상세히 설명하고 있지만, 당업자가 상기의 내용을 이해할 때 이들 실시 형태에 대한 수정, 변형, 및 등가물을 용이하게 생각해낼 수 있음이 이해될 것이다. 따라서, 본 발명이 전술된 예시적인 실시 형태로 부당하게 제한되어서는 안됨을 이해하여야 한다. 특히, 본 명세서에 사용된 바와 같이, 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함하고자 한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 및 5를 포함함). 또한, 본 명세서에 사용된 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 가정된다.

[0282] 또한, 본 명세서에 참조된 모든 간행물 및 특허는 각각의 개별 간행물 또는 특허가 참고로 포함되는 것으로 구체적이고 개별적으로 지시된 것과 동일한 정도로 전체적으로 참고로 포함된다. 다양한 예시적인 실시 형태가 설명되었다. 이들 및 다른 실시 형태는 하기의 특허청구범위의 범주 내에 있다.

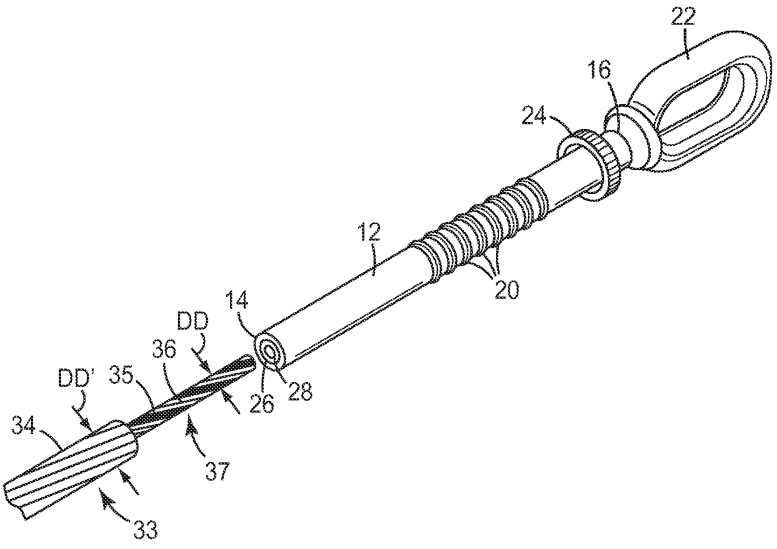
도면

도면1

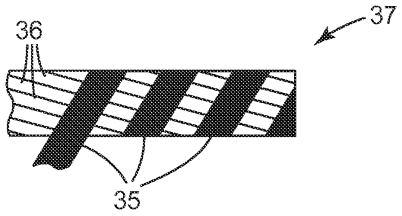


종래 기술

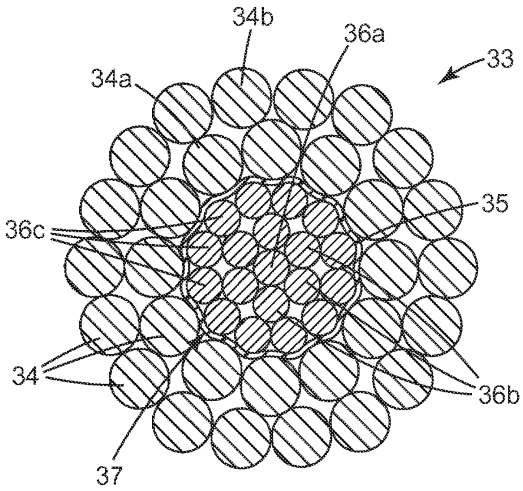
도면2



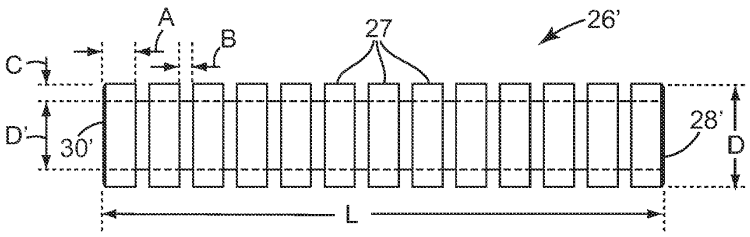
도면3a



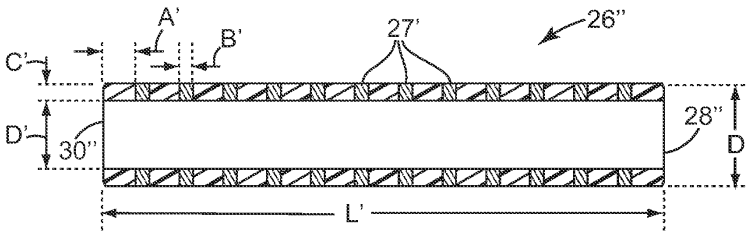
도면3b



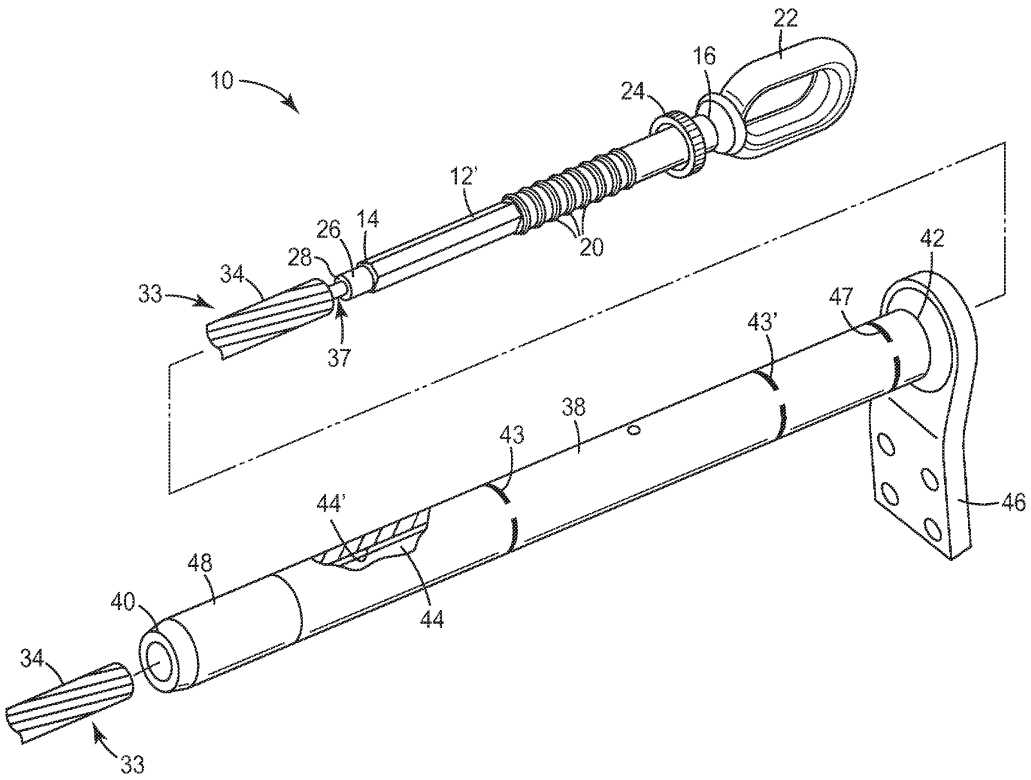
도면3c



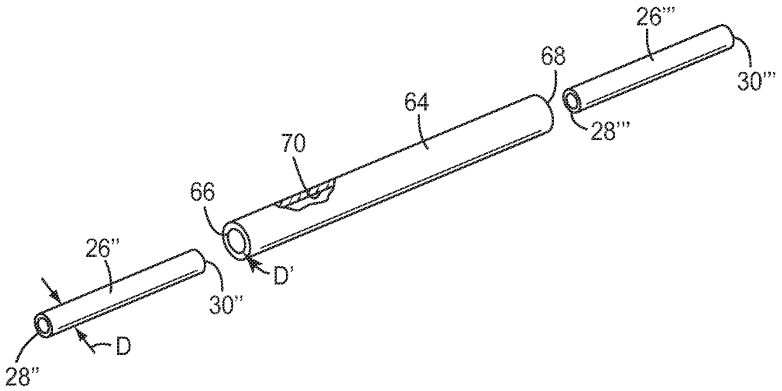
도면3d



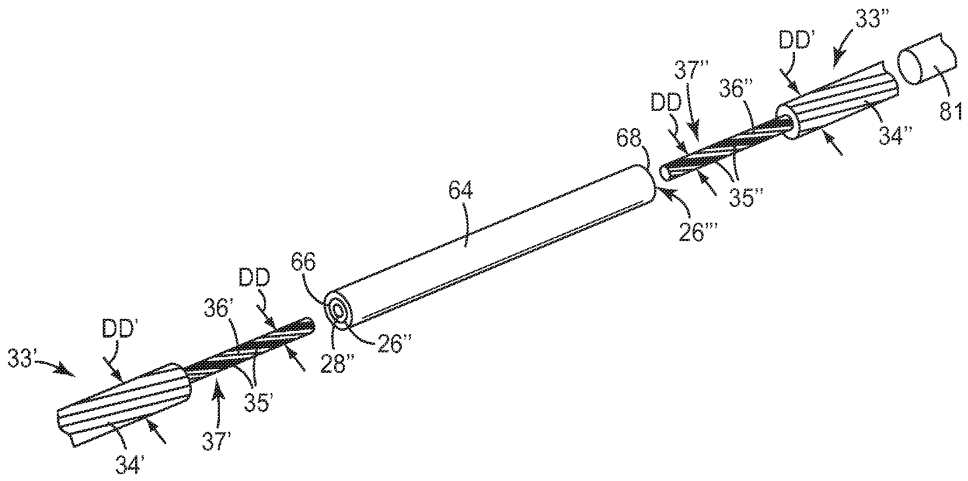
도면4


10
22
16
24
12'
26
14
28
20
33
34
37
42
47
43'
38
43
44'
46
48
40
44
34
33

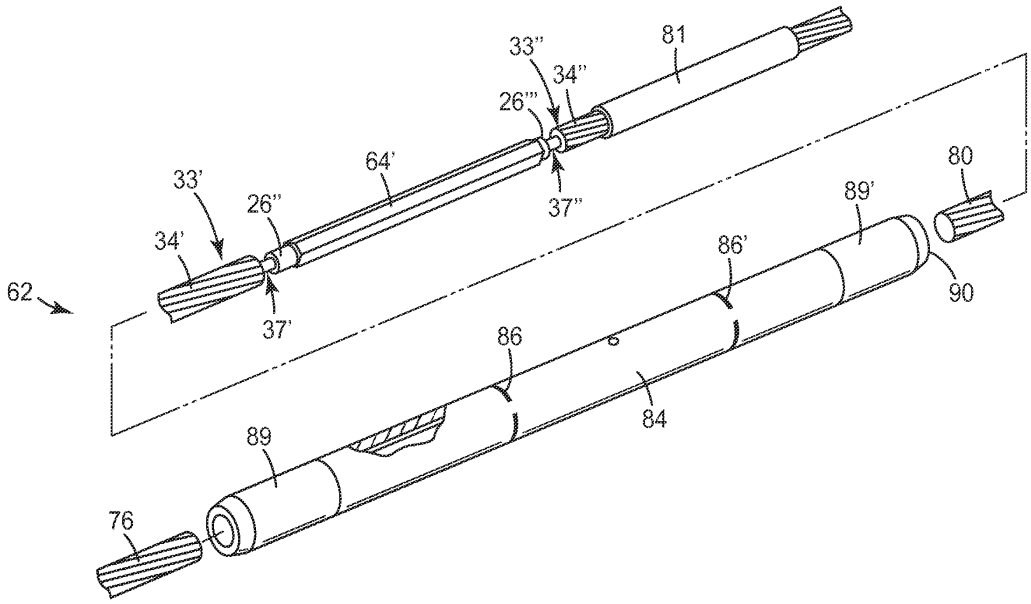
도면5a


26'''
68
30'''
64
28'''
70
66
26''
D'
30''
D
28''

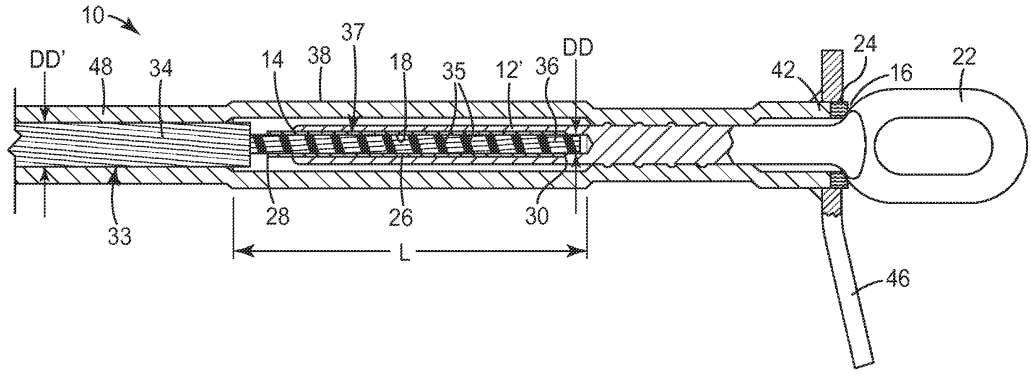
도면5b



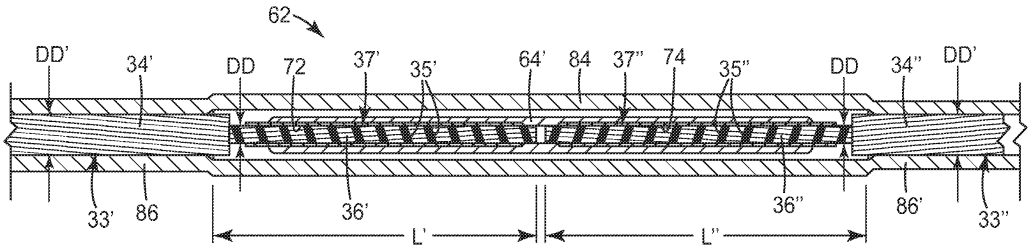
도면5c



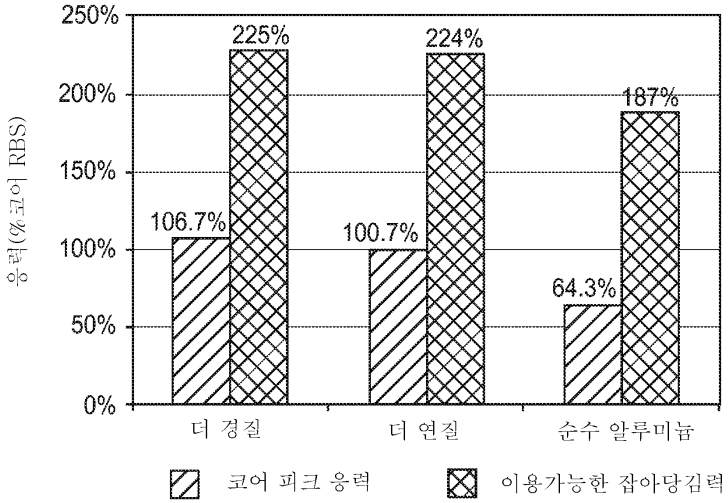
도면6



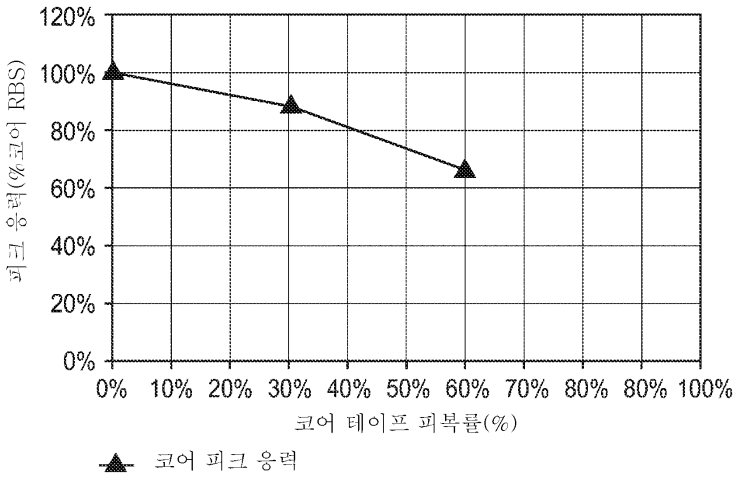
도면7



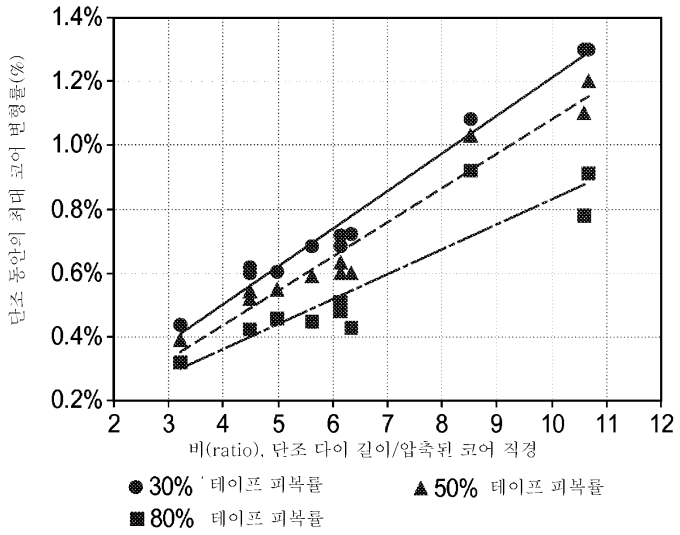
도면8a



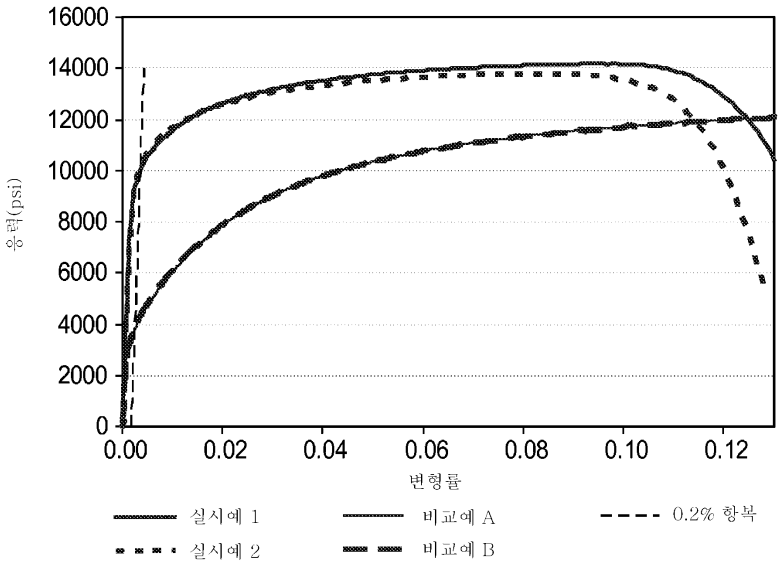
도면8b



도면8c


1.4%
1.2%
1.0%
0.8%
0.6%
0.4%
0.2%
단소 동안의 최대 코어 변형률(%)
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
비(ratio), 단조 다이 길이/압축된 코어 직경
30% 테이프 피복률
50% 테이프 피복률
80% 테이프 피복률

도면9


16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
응력(psi)
0.00 0.02 0.04 0.06 0.08 0.10 0.12
변형률
실시예 1
실시예 2
비교예 A
비교예 B
0.2% 항복