



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0053398
(43) 공개일자 2014년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 3/48 (2006.01) H01B 7/18 (2006.01)
H01B 13/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7008499(분할)
(22) 출원일자(국제) 2014년10월22일
심사청구일자 2014년03월31일
(62) 원출원 특허 10-2006-7009890
원출원일자(국제) 2004년10월22일
심사청구일자 2009년10월05일
(85) 번역문제출일자 2014년03월31일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/035201
(87) 국제공개번호 WO 2005/040017
국제공개일자 2005년05월06일
(30) 우선권주장
10/691,447 2003년10월22일 미국(US)
10/692,304 2003년10월23일 미국(US)

(71) 출원인
씨티씨 케이블 코포레이션
미국, 캘리포니아 92614, 어빈, 맥고우 애버뉴
2026
(72) 발명자
하이엘, 클레멘트
미국, 캘리포니아 90275, 란초 팔로스 베르데스,
씨힐 드라이브 32526
콜제니오브스키, 조지
미국, 캘리포니아 91364, 우드랜드 힐스, 알하마
드라이브5140
브라이언트, 데이비드
미국, 캘리포니아 92651, 라구나 비치, 샬링 웨이
1145
(74) 대리인
강명구

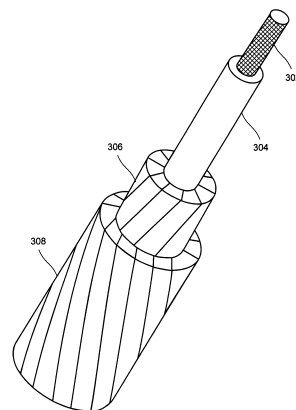
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 알루미늄 컨덕터 합성코어 보강 케이블 및 그 제작방법

(57) 요약

본 발명은 알루미늄 컨덕터 합성코어(aluminum conductor composite core, ACCC) 보강 케이블과 그 생산방법에 관한 것이다. ACCC 케이블(300)은 외부 필름(outer film, 305)에 의해서 둘러싸인 합성 코어(composite core)와 하나이상의 층(layer)으로 된 알루미늄 컨덕터(aluminum conductor, 306)를 가진다. 합성코어(composite core, 303)는 하나 또는 그 이상의 매트릭스 재료로 된 적어도 하나이상의 섬유타입(fiber type)으로부터 다수의 섬유를 포함한다. 본 발명에 따르면, B-스테징(Staging) 또는/및 필름-코팅 기술과 같은 특유한 처리 기술들이 매분당 수 피트(feet)로부터 매분당 60피트 또는 그 이상의 생산속도를 증가시키는데 사용되어질 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

수지 매트릭스 재료(resin matrix material);

섬유/수지 매트릭스를 형성하도록 상기 수지 매트릭스 재료(resin matrix material)내에 묻혀지는 복수의 길이 방향으로 연장된 유리 섬유(glass fibers)와 복수의 길이방향으로 연장된 탄소 섬유(carbon fibers)를 포함하여 구성되는 합성코어 보강 전기 케이블에 있어서,

상기 유리 섬유(glass fibers)가 탄소 섬유(carbon fibers)를 둘러싸고;

상기 섬유/수지 매트릭스는 합성코어(composite core)를 형성하도록 양생(cure)되어지고;

상기 합성 코어를 둘러싸는 보호 코팅과 상기 합성코어를 둘러싸는 하나 또는 그 이상의 전도체 층을 더 포함하여 구성되고,

상기 탄소 섬유(carbon fibers)가 15 Msi를 초과하는 탄성계수(modulus of elasticity)로 구성되는 것을 특징으로 하는 합성코어 보강 전기 케이블.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 유리 섬유(glass fibers)가 6 Msi - 15 Msi의 범위 내에 있는 탄성계수(modulus of elasticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 합성코어 보강 전기 케이블.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 유리 섬유(glass fibers)가 S-유리(S-glass)를 포함하는 것을 특징으로 하는 합성코어 보강 전기 케이블.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 합성 코어가 200ksi의 인장강도를 가지는 것을 특징으로 하는 합성코어 보강 전기 케이블.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 합성 코어가 7 Msi - 37 Msi의 범위 내에 있는 탄성계수(modulus of elasticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 합성코어 보강 전기 케이블.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 합성 코어가 $1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $-0.6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에 있는 열팽창계수를 가지는 것을 특징으로 하는 합성 코어로 보강된 전기 케이블.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 알루미늄 컨덕터 합성코어(aluminum conductor composite core, ACCC) 보강케이블 및 그 제작방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 섬유보강재(fiber reinforcement)에 의해 형성된 합성코어(composite core)와 그리고 증가된 전류용량(ampacity)을 전달하고 상승된 온도에서 작동할 수 있는 알루미늄 컨덕터에 의해 둘러싸인 매트릭스(matrix)를 가지는 전력(electrical power)을 제공하기 위한 케이블(cable)에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 단일 타입의 섬유(fiber)와 열가소성 수지(thermoplastic resin)로 구성된 합성코어를 전개하기 위한 시도가 있

었다. 그 목적은, 케이블(cable) 내의 하중지지요소(load bearing element)로서 보강된 플라스틱 합성코어를 이용하는 전기적 전달 케이블(electrical transmission cable)을 제공하는 것이며, 내부 보강된 플라스틱 코어를 이용하여 전기적 전달 케이블을 통해서 전류를 전달하는 방법을 제공하는 것이다. 하나의 섬유/열가소성 시스템은 케이블이 처지기(sagging) 않도록 하면서 하중을 효과적으로 전달시키는데 요구되는 물리적 특성을 가지고 있지 않다. 둘째로, 유리 섬유와 열가소성 수지로 구성된 합성코어는 증가된 전류용량(ampacity)을 위하여 요구되는 작동온도, 즉 90℃ 내지 240℃, 또는 그 이상의 온도를 충족하지 못한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 열가소성 합성코어의 물리적 특성들은 처리방법(processing method)에 의해서 더욱 제한되어진다. 종래의 처리 방법은 체적(volume) 또는 무게에 의한 수지 비율에 더 높은 섬유를 달성할 수 없다. 상기 프로세스(process)는 전기적 케이블을 위하여 요구되는 강도를 달성하게 하는 섬유가 풍부한 코어를 생성하지 못한다. 나아가, 종래의 처리방법들의 처리속도(processing speed)는 프로세스의 자체의 내재된 특성에 의해서 제한되어진다. 예를 들어, 통상적인 압출(extrusion)/인발(pultrusion) 다이(die)들은, 일정한 단면을 가지는 대략 36인치의 길이를 가진다. 더 긴 다이는 합성재(composite)와 다이(die) 사이에서 마찰을 증가시키며, 이는 처리시간을 지연시킨다. 열가소성(thermoplastic)/열경화성(thermoset) 수지를 위한 이러한 시스템의 처리속도는 약 3 인치/분 내지 12 인치/분 사이에 범위에 있다. 폴리에스테르(polyester)와 비닐 에스테르 수지(vinyl ester resin)를 이용하는 처리속도는 약 72 인치/분까지에서 합성재를 생산할 수 있다. 수천 마일(mile)의 케이블이 요구될 때, 이러한 느린 처리속도는 금전적으로 허용될 수 있는 방법에서의 요구를 만족시키지 못한다.
- [0004] 따라서, 케이블의 상응하는 처짐(sag)없이 증가된 전류용량(ampacity)을 촉진시키는 경제적으로 실행가능한 케이블을 설계하는 것이 바람직하다. 나아가, 처리과정 동안 합성코어를 형성(configuration)과 튜닝(tuning)을 허용하며 60 ft/min까지 또는 그 이상의 속도에서의 처리를 허용하는 공정(process)을 이용하여 합성코어를 처리하는 것이 바람직하다.
- [0005] 종래의 알루미늄 컨덕터 강철보강 케이블(aluminum conductor steel reinforced cable, ACSR)에서, 알루미늄 컨덕터는 전원(power)을 전달하며, 강철코어(steel core)는 강도부재(strength member)를 제공한다. 컨덕터 케이블은 구성요소들의 내재된 물리적 특징들에 의해서 구속되어지며, 상기 구성요소들은 전류용량(ampacity)을 제한한다. 전류용량(ampacity)은 케이블을 통해서 동력(power)을 보내는 성능의 측정치이다. 케이블 상의 증가된 전류(current) 또는 동력(power)은 전도체의 작동온도에서의 대응되는 증가의 원인이 된다. 구조적 코어(core)의 상대적으로 높은 열팽창계수가 구조적 부재가 팽창하도록 하고, 케이블 처짐(sag)의 결과로 되기 때문에, 과도한 열(heat)은 통상적인 케이블이 허용가능한 레벨 아래에서 처지도록 한다. 전형적인 ACSR 케이블은 처짐(sag)과 관련된 전도체의 물리적 특성에서의 현저한 변화없이 연속적인 베이스(basis) 상에서 75℃까지의 온도에서 작동되어질 수 있다. 현저한 길이의 시간동안 100℃를 넘어 작동되어지면, ACSR 케이블은 길이에서 현저한 감소뿐만 아니라 플라스틱과 같은 그리고 영구적인 신장(elongation)을 겪게 된다. 이러한 물리적인 변화는 과도한 라인 처짐(line sag)을 생성한다. 이러한 라인 처짐(line sag)은 2003년에 미국 북동부지역에서의 정전(power blackout)의 주된 원인들 중 하나로서 확인되어진다. 온도제한은 795 kcmil ACSR '드레이크(Drake)' 컨덕터와 이어진 일반적인 230-kV 라인의 전기적 하중 레이팅(electrical load rating)을 1000A의 전류에 대응하는 약 400 MVA로 구속한다. 따라서, 전달 케이블(transmission cable)의 하중 전달 용량(load carrying capacity)을 증가시키기 위해서, 케이블 자체는 과도한 라인 처짐을 유도하지 않으면서 증가된 전류용량(ampacity)을 허용하는 내재된 특성을 가지는 구성요소를 이용하는 것으로 설계되어져야만 한다.
- [0006] 비록 전류용량 수득(ampacity gain)은 전달 케이블(transmission cable)의 강철코어를 둘러싸는 컨덕터 부위를 증가시키기에 의해서 얻어질 수 있으나, 컨덕터의 체적을 증가시키는 것은 케이블의 무게를 증가시키고 처짐(sag)에 기여하게 된다. 나아가, 증가된 무게는 케이블 지지 하부구조(infrastructure) 내에서 케이블이 증가된 인장을 사용하는 것을 요구한다. 이러한 큰 무게의 증가는 일반적으로 구조적인 보강을 필요로 하거나, 또는 전기적 전달 타워 또는 전신주(utility pole)의 교체를 요구한다. 이러한 하부구조 수정(infrastructure modification)은 일반적으로 경제적으로 실행성 있지 않다. 따라서, 현존하는 전달 구조체 및 라인들을 이용하면서 전기적 전달 케이블 상의 하중 용량(load capacity)을 증가시키도록 하는 경제적인 동기가 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 알루미늄 컨덕터 합성코어(aluminum conductor composite core, ACCC) 보강 케이블은 종래기술에서의 문제점을 개선한다. ACCC 케이블은 매트릭스(matrix) 내에 묻혀진 하나 또는 그이상의 섬유타입 보강재(reinforcement)로 구성된 합성코어(composite core)를 가진 전기적 케이블이다. 합성코어는 전기적 컨덕터 와이어(electrical conductor wire)로써 감싸진다. ACCC 보강케이블은 높은-온도와 낮은 처짐의 컨덕터(conductor)이며, 안정적인 인장 강도와 크리프 신장(elongation) 특성을 나타내는 동안 100℃를 넘는 온도에서 작동되어질 수 있다. 예시적인 실시예에 있어서, ACCC 케이블은 100℃를 넘는 온도에서 작동할 수 있고, 다른 실시예에서는 240℃를 넘는 온도에서 작동할 수 있다. 유사한 외부직경을 가진 ACCC 케이블은, 컨덕터의 전체적인 무게에서의 현저한 변화 없이 적어도 50% 만큼 종래의 케이블에 비해 라인 레이팅(line rating)을 증가시킬 수 있다.

[0008] 본 발명에 따르는 일 실시예에 있어서, ACCC 케이블은 보호코팅(protective coating)에 의해서 둘러싸인 합성재료(composite material)로 구성된 코어로 구성된다. 합성재료는 하나 또는 그 이상의 섬유타입으로부터 선택되어지고 매트릭스(matrix) 내에 묻혀진 다수의 섬유(fiber)로 구성되어진다. ACCC 케이블의 중요한 특성들은 구조적 코어의 상대적으로 낮은 열팽창 계수와 상대적으로 높은 탄성 계수이다. 직경이 더 작은 ACCC 케이블은 상기 코어 디자인보다 무게가 더 가벼우며 더 강하게 되고, 전체적으로 동일한 부위에서 추가적인 컨덕터 재료의 추가를 허용함으로써 대략적으로 동일한 무게를 가진 컨덕터 케이블의 전류용량(ampacity)을 증가시키도록 한다. 더 장기간의 내구성(durability)을 가지는 합성코어를 설계하는 것도 또한 바람직하다. 합성 강도부재(composite strength member)는 최소 40년 작동되어야만 하며, 더욱 선호적으로는 증가된 작동온도에서 그리고 노출되어지는 다른 대기조건에서 두배로 되는 것이다.

[0009] 일 실시예에서, 본 발명은 열경화성 수지(thermosetting resin) 내에서 적어도 하나이상의 길이방향으로 방향화되면 실질적으로 연속적인 보강 섬유 타입으로 이루어진 개량된 합성재료(composite material)로 구성된 내부코어(inner core)와, 열경화성 수지 내에서 적어도 하나이상의 길이방향으로 방향화되고 실질적으로 연속적인 보강 섬유타입으로 이루어진 낮은 계수의 합성재료로 구성된 외부코어(outer core)와, 그리고 합성코어를 둘러싸는 외부 필름(outer film)을 포함하는 전기적 케이블을 위한 합성코어를 개시하고 있으며, 합성코어는 적어도 160 Ksi의 인장강도(tensile strength)로 이루어진다.

[0010] 또 다른 실시예에서, 본 발명의 방법은 전기 케이블을 위한 합성코어를 처리하는 것을 개시한다. 각 단계들은 섬유 수지 매트릭스(fiber resin matrix)를 형성하도록 하나 또는 그 이상의 타입의 길이방향으로 방향화되어지고 실질적으로 연속적인 섬유 타입을 수지(resin)를 통해서 인발(pulling)하는 단계와, 하나이상의 다이(die)에 의해서 결정된 기하학적 형상으로 섬유를 압축(compress)하도록 적어도 하나이상의 제 1 다이 타입을 통해서 섬유 수지 매트릭스를 처리(processing)하는 단계와, 바깥쪽 필름(outer film)을 도입(introducing)하는 단계와, 합성코어 둘레에서 바깥쪽 필름을 둘러싸는(wrapping) 단계와, 합성코어와 코팅(coating)을 압축하도록 적어도 하나이상의 제 2 다이 타입을 통해서 섬유수지를 처리(processing)하는 단계와, 그리고 합성코어와 코팅을 양생(curing)하는 단계로 이루어진다.

발명의 효과

[0011] 다양한 실시예에서, 보호코팅(protective coating)은 제작하는 동안 코팅의 압출(pultrusion)을 보조하며, 예를 들어 코어를 포함하는 수지(resin) 상의 환경적인 조건과 효과를 포함하는 다양한 변수(factor)로부터 코어를 보호하는 기능을 한다.

[0012] 본 발명의 상기한 특징 및 다른 특징들은 첨부된 도면을 참조할 때 본 발명의 상세한 설명에 의해서 더욱 명확하게 이해되어진다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 알루미늄 컨덕터(aluminum conductor)의 두개의 층(layer)에 의해서 둘러싸인 내부 합성코어(composite core)와 외부 합성코어를 도시하는 알루미늄 컨덕터 합성코어(aluminum conductor composite

core, ACCC) 보강 케이블의 일 실시예를 도시하는 개략적인 모습

도 1B는 본 발명에 따른 알루미늄 컨덕터의 두개의 층(layer)과 외부 보호층(protective layer)에 의해서 둘러싸인 내부 합성코어와 외부 합성코어를 도시하는 알루미늄 컨덕터 합성코어(ACCC) 보강 케이블의 일 실시예를 도시하는 개략적인 모습

도 2는 본 발명에 따른 합성코어 단면 기하의 다섯 개의 가능한 단면을 도시하는 모습

도 3은 본 발명에 따른 합성코어를 처리하기 위한 방법의 일 실시예의 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 명확하게 나타내기 위하여, 각각의 도면은 도면부호를 포함하고 있다. 상기 도면부호들은 공통된 기호설명에 따른다. 도면부호들은 세자리를 가진다. 첫 번째 숫자는 도면부호가 처음 사용되어지는 도면번호를 나타낸다. 예를 들어, 도 1에서 처음 사용된 도면부호는 1XX와 같이 표기되나, 도 4에서 처음 사용된 도면부호는 4XX와 같이 표기된다. 두 번째 두개의 숫자는 도면 내의 특정한 아이템(item)을 나타낸다. 도 1에서의 한 아이템(item)은 101로 될 수도 있고, 다른 아이템(item)은 102로 될 수도 있다. 나중의 도면에서 사용된 유사한 도면부호들도 동일한 아이템을 나타낸다. 예를 들어, 도 3의 도면부호 (102)는 도 1에서 도시된 아이템(item)과 동일하다. 또한, 도면들은 스케일(scale)에 맞게 도시되어질 필요는 없으나, 본 발명을 명확하게 도시하도록 구성되어진다.

[0015] 본 발명에 따른 ACCC 보강 케이블의 실례가 도시되어지는데, 상기 ACCC 보강 케이블은 내부 탄소(carbon)/에폭시(epoxy)층, 다음의 유리-섬유/에폭시 층, 캡톤 표면 재료(Kapton surface material) 그리고 기하사면체 형상의 알루미늄 스트랜드(strand)의 두개 또는 그 이상의 층(layer)으로 이루어진, 구성요소의 네 개의 층(layer)을 포함한다. 강도부재(strength member)는 약 0.375 인치의 층 직경을 가지는 250 항복 Advantex E 유리-섬유/에폭시의 외부 층(outer layer)에 의해서 둘러싸인, 약 0.28인치의 직경을 가지는 개량된 합성 T700S 탄소/에폭시로 구성된다. 유리-섬유/에폭시 층은 약 0.7415 인치의 직경을 가지는 9개의 사다리꼴 형상의 알루미늄 스트랜드(strand)의 내부층(inner layer)과, 그리고 약 1.1080 인치의 직경을 가지는 13개의 사다리꼴 형상의 알루미늄 스트랜드의 외부층(outer layer)에 의해서 둘러싸인다. 탄소의 전체 영역은 약 0.06 제곱인치이며, 유리의 전체영역은 0.05 제곱인치이고, 내부 알루미늄의 전체영역은 약 0.315 제곱인치이며, 외부 알루미늄의 전체영역은 약 0.53 제곱인치이다. 내부 탄소 강도부재 내의 수지에 대한 섬유의 비율은 무게에 있어서 65/35 이며, 수지에 대한 외부 유리 층 섬유의 비율은 무게에 있어서 60/40이다.

[0016] 아래의 도표에서 세부내역이 요약되어진다.

표 1

E-유리(E-Glass)

Advantex 로빙(Roving) (250 Yield)	
인장강도, Ksi	770
파괴시 신장(elongation), %	4.5
인장계수(Tensile Modulus), Msi	10.5

표 2

탄소(흑연)

탄소: Toray T700S (Yield 24K)	
인장강도, Ksi	711
인장계수(Tensile Modulus), Msi	33.4
파괴시 신장(elongation), %	2.1%
밀도 lbs/ft ³	0.065
필라멘트 직경, in	2.8E-04

표 3

[0019]

에폭시 매트릭스 시스템(Epoxy Matrix System)

Araldite MY 721	
에폭시 값, equ./kg	8.6-9.1
에폭시 등량(equivalent), g/equ	109-
점도(viscosity)@50C, cPs	3000-6000
밀도(density)@25C lb/gal	1.1501.18
Hardener 99-023	
점도(viscosity)@25C, cPs	75-300
밀도(density)@25C lb/gal	1.19-1.22
Accelerator DY 070	
점도(viscosity)@25C, cPs	<50
밀도(density)@25C lb/gal	0.95-1.05

[0020]

대안적인 실시예에서, S-유리(glass)가 상기 실례의 E-유리의 일부 또는 모두를 위하여 대체되어질 수도 있다. S-유리의 값들은 아래의 도표에서 주어진다.

표 4

[0021]

S-유리(glass)	
인장강도, Ksi	700
파괴신장(elongation), %	5.6
인장계수(Tensile Modulus), Msi	12.5

[0022]

본 발명은 발명의 예시적인 실시예가 도시되어진 첨부된 도면을 참고로 하여 이하에서 더욱 상세하게 기술되어진다. 그러나, 본 발명은 많은 다른 형태로 구현되어질 수도 있고, 여기서 개시된 실시예로 제한되는 것으로 이해되어지는 것은 아니며, 다만 이러한 실시예들은 본 명세서가 본 발명의 범위를 당업자들에게 충분히 전달하도록 제공되어지는 것이다.

[0023]

ACCC 보강 케이블(ACCC Reinforced Cable)

[0024]

본 발명은 보강합성 코어 부재에 관한 것이며, 상기 부재는 외부 표면 코팅(external surface coating)을 추가로 포함한다. 일 실시예에 있어서, 합성코어(composite core)는 매트릭스(matrix) 내에 묻혀진 하나 또는 그 이상의 섬유 타입(fiber type)으로부터 다수의 섬유 보강재(fiber reinforcement)로부터 ks들어진 합성재료(composite material)를 포함한다. 본 발명의 추가적인 실시예는 알루미늄 컨덕터 합성코어(aluminum conductor composite core, ACCC) 보강케이블 내에 합성코어를 사용한다. 상기 ACCC 케이블은 전력 분배(electrical power distribution)를 위하여 제공될 수 있고, 상기 전력 분배는 분재 및 전달 케이블을 포함한다. 도 1은 ACCC 보강 케이블(300)의 실시예를 도시한다. 도 1의 실시예는 합성코어(composite core, 303)를 포함하는 ACCC 보강 케이블을 도시하고 있는데, 상기 합성코어는 알루미늄 컨덕터(aluminum conductor, 306)의 제 1 층(layer)에 의해서 둘러싸인 탄소 섬유 보강재 및 에폭시 수지 합성 내부코어(inner core, 302)와 그리고 유리 섬유 보강재 및 에폭시 수지 하성 외부코어(outer core, 304)를 추가로 포함한다. 이러한 실시예에서 컨덕터는 합성코어를 나선형으로 둘러싸는 다수의 사다리꼴 형상의 알루미늄 스트랜드(strand)를 포함한다. 알루미늄 제 1 층(layer)은 사다리꼴 형상의 알루미늄 컨덕터(308)의 제 2 층(layer)에 의해서 추가적으로 둘러싸인다.

[0025]

도 1B에서 도시된 본 발명의 추가적인 실시예는, 합성코어(303)를 포함하는 ACCC 보강 케이블(300)을 도시하고 있는데, 상기 합성코어는 보호코팅 또는 필름(305)에 의해서 둘러싸인, 탄소 섬유 보강재 및 에폭시 수지 합성 내부코어(302)와 유리 섬유 보강재 및 에폭시 수지 합성 외부코어(304)를 추가적으로 포함한다. 보호코팅

(protective coating)은 이하에서 상세하게 설명되어진다. 보호코팅은 컨덕터(306)의 제 1 층에 의해서 추가적으로 둘러싸인다. 제 1 층(layer)은 컨덕터(308)의 제 2 층(layer)에 의해서 추가적으로 둘러싸인다.

[0026] 본 발명의 합성코어는 200 Ksi를 넘는 더욱 선호적으로는 200 Ksi 내지 약 380 Ksi의 범위 내에 있는 인장강도(tensile strength)를 가지며, 7 Msi를 넘는 더욱 선호적으로는 7 Msi 내지 약 37 Msi의 범위 내에 있는 탄성계수를 가지며, -45℃를 넘는 더욱 선호적으로는 -45℃ 내지 약 240℃ 또는 그 이상의 범위에 있는 작동온도 성능을 가지며, $1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 이하의, 더욱 선호적으로는 약 $1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 내지 약 $-0.6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에 있는 열팽창 계수를 가진다.

[0027] 상기에서 기술된 범위 내에 있는 합성코어를 달성하기 위하여, 서로 다른 매트릭스 재료 및 섬유 타입(fiber type)이 사용되어질 수도 있다. 매트릭스 및 섬유 특성들은 이하에서 설명되어진다. 먼저, 매트릭스 재료는 섬유를 묻는다(embed). 달리 말해서, 매트릭스는 다발로 되며, 섬유를 유닛(unit), 하중 부재(load member)로서 함께 고정한다. 매트릭스는 ACCC 케이블 상에서 물리력(physical force)을 견디도록 단일한 유닛으로서 작동하도록 섬유(fiber)를 보조한다. 매트릭스 재료는 합성코어 속으로 섬유를 묻고(embed) 다발화(bundle)할 수 있는 모든 타입의 유기적(organic) 또는 비유기적(inorganic)재료로 될 수도 있다. 제한되는 것은 아니지만, 매트릭스는 접착제(glue), 세라믹(ceramic), 금속 매트릭스, 수지(resin), 에폭시(epoxy), 수정된 에폭시, 기포(foam), 엘라스토머(elastomer), 에폭시 페놀 블렌드(epoxy phenolic blend), 또는 다른 고성능 폴리머(high performance polymer)와 같은 재료를 포함할 수 있다. 당업자들은 매트릭스 재료로서 사용되어질 수 있는 다른 재료를 인식하고 있다.

[0028] 비록 다른 재료가 사용되어질 수 있더라도, 본 발명의 예시적인 실시예는 수정된 에폭시 수지를 사용한다. 본 발명의 나머지부분을 통해서, 수지(resin) 또는 에폭시(epoxy) 용어는 매트릭스를 규정하는데 사용되어질 수도 있다. 그러나, 에폭시 및 수지의 용어 사용은 이러한 실시예로 본 발명을 한정하고자 하는 것은 아니지만, 다른 모든 타입의 매트릭스 재료는 본 발명에 포함되어진다. 본 발명의 합성코어는 본 발명의 목적을 달성하도록 조절되어질 수 있는 물리적 특성들을 가지는 수지(resin)를 포함할 수도 있다. 나아가, 본 발명에 따른 수지(resin)는 본 발명에 따라서 조절되어지고 수정되어질 수 있는 다수의 구성요소(component)를 포함한다.

[0029] 본 발명은 모든 적절한 수지(resin)를 사용할 수도 있다. 또한, 다양한 실시예에서, 수지들은 용이한 조립을 위하여 설계되어진다. 본 발명에 따르면, 다양한 수지 점성도(viscosity)들은 높은 반응성(reactivity) 및 더욱 신속한 생산 라인 속도를 위하여 최적화되어질 수도 있다. 일 실시예에서, 에폭시 무수물 시스템(epoxy anhydride system)이 사용되어질 수도 있다. 조립(fabrication) 뿐만 아니라 코어의 요구되는 특성을 위하여 수지 시스템을 최적화의 중요한 면(aspect)은 최적의 촉매 팩키지(catalyst package)이다. 본 발명에 따르면, 촉매(또는 '촉진제(accelerator)')는, 예를 들어 균열(cracking)을 야기할 수도 있는 최소의 부작용반응(side reaction)을 가지고 짧은 시간 내에 최대양의 수지 구성요소의 양생(cure)을 생성하도록 최적화되어야만 한다. 또한, 촉매(catalyst)가 증가된 포트 수명(pot life)을 위하여 낮은 온도에서 비활성(inactive)화되고, 조립(fabrication)동안 가장 신속한 풀 타임(pull time)을 위하여 높은 온도에서 아주 활성화(active)된다면 또한 바람직하다.

[0030] 일 실시예에서, 비닐 에스테르 수지(vinyl ester resin)는 높은 온도의 양생 공정을 위하여 특별히 설계되어질 수도 있다. 다른 실례는, 에피클로로히드린(epichlorohydrin) 및 비스페놀-A(bisphenol-A)의 반응 생성물인 액체 에폭시 수지이다. 또 다른 실례는 높은 순도의 비스페놀-A 디글리시딜 에테르(diglycidyl ether)이다. 다른 실례는 폴리에테라아마이드(polyetheramides), 비스말리마이드스(bismalimides), 다양한 무수물(anhydrides), 또는 이미드(imides)를 포함하게 된다. 또한, 양생제(curing agent)는 단부 합성코어 부재와 처리방법의 요구되는 특성에 따라서 선택되어질 수도 있다. 예를 들어, 양생제(curing agent)는 지방족 폴리아민(aliphatic polyamines), 폴리아미드(polyamides) 및 이들의 수정된 형태가 될 수도 있다. 다른 적절한 수지(resin)는 열경화성 수지, 열가소성 수지 또는 열가소성적으로 변형된 수지, 경화된 수지(toughened resin), 엘라스토머식으로

변형된 수지(elastomerically modified resin), 다기능 수지(multifunctional resin), 고무 변형 수지(rubber modified resin), 시안산 에스테르(Cyanate Ester), 또는 폴리시안산 수지(Polycyanate resin)를 포함할 수도 있다. 일부 열경화성 수지 및 열가소성 수지는, 제한되는 것은 아니지만, 페놀(phenolic), 에폭시(epoxy), 폴리에스테르(polyester), 고온 폴리머(폴리이미드, polyimides), 나일론(nylon), 플루오로폴리머(fluoropolymer), 폴리에틸렌(polyethylene), 비닐 에스테르(vinyl ester) 등을 포함할 수도 있다. 당업자들은 본 발명에서 사용되어질 수 있는 다른 수지들을 인식하고 있다.

[0031] 의도된 케이블 적용에 따라서, 합성코어가 높은 온도의 작동에서 장기간의 내구성(durability)을 가지도록 하기 위해서, 적절한 수지가 요구되는 케이블 특성의 기능으로서 선택되어진다. 처리속도를 증가시키고, 최종 합성코어 내의 섬유대 수지의 적절한 비율을 달성하도록, 적절한 수지들은 합성코어의 형성물(formation)의 공정(process)에 따라서 선택되어질 수도 있다. 본 발명에 따라서, 수지들은 약 50 내지 약 10,000 cPs 의 범위 내에 있으며, 선호적으로는 약 500 내지 약 3,000 cPs의 범위 내에 있고, 더욱 선호적으로는 800 내지 8,000 cPs 의 범위 내에 있는 점성도(viscosity)를 포함할 수도 있다.

[0032] 본 발명의 합성코어는 우수한 기계적 특성과 화학적 저항성을 가지는 수지(resin)로 구성된다. 상기 수지들은 최소한 40년 이상의 사용동안 긴 환경노출로써 기능할 수도 있다. 더욱 선호적으로, 본 발명의 합성코어는 적어도 80년 이상의 사용을 위하여 긴 노출에서 우수한 기계적 특성과 화학적 저항성, 수분 저항성, UV 저항성을 가지는 수지들을 포함할 수도 있다. 나아가, 본 발명의 합성코어는 -45℃ 내지 240℃ 또는 그 이상에서, 극단 온도에서 최소의 구조적 성능 특성의 감소를 가지면서 어디에서도 작동할 수도 있다.

[0033] 본 발명에 따르면, 합성코어의 제작공정(fabrication process)의 특성들을 최적화하도록 수지는 다수의 구성요소(component)를 포함할 수도 있다. 다양한 실시예에서, 수지는 양생공정에 도움을 주는 하나 또는 그 이상의 경화제(hardener)/촉진제(accelerator)를 포함한다. 선택된 촉진제는 제작공정에서 다이온도 및 수지에 의존한다. 나아가, 생산라인 속도와 표면품질을 개선시키기 위해서, 수지는 표면인장을 감소시키는데 도움을 주는 계면활성제(surfactant)를 포함할 수도 있다. 수지는 점토(clay) 또는 다른 충전제(filler)를 추가적으로 포함할 수 있다. 이러한 함유물(ingredient)들은 수지에 용적(bulk)을 추가시키며, 수지의 물리적인 특성을 유지하는 동안 비용을 감소시키는 기능을 한다. 추가적인 첨가제(additive) 또한 더해질 수도 있다. 예를 들어, 수지가 UV에 저항적하도록 만드는 UV 저항 첨가제와 색채 첨가제가 더해질 수도 있다.

[0034] 일반적으로 수지 시스템(resin system)의 신장(elongation) 특성은 유리, 탄소(carbon), 또는 이용되어지는 다른 섬유를 초과하여야만 한다. 예를 들어, 수지 시스템의 실시예는, 무수물 경화제(anhydride hardener)와 이미다졸 촉진제(imidazol accelerator)를 이용하는 낮은 점성 다기능 에폭시 수지를 포함할 수도 있다. 이러한 타입의 에폭시 시스템의 실례는, Huntsman Inc에 의한 Araldite MY 721/Hardener 99-023/Accelerator DY 070 핫큐어링(hot curing) 에폭시 매트릭스 시스템이 될 수도 있고, 2002년 9월자의 데이터 시트(data sheet)에 명기되어진다. 수지(resin)는 N,N,N',N'-테트라글리시딜(Tetraglycidyl)-4-4'-메틸렌비스벤젠아민(methylenebisbenzenamine)의 화학적 설명을 가진다. 경화제(hardener)는 1H-이미다졸(Imidazole)로서 기술되어진다. ACCC 적용을 위하여 특별히 수정된 이러한 예시적인 수지 에폭시 시스템은 다음의 특성을 가질 수 있다. 약 3.0% 내지 5%의 인장 신장(tensile elongation); dir 16.5 Ksi 내지 19.5 Ksi의 휨강도(flexural strength); 약 6.0 Ksi 내지 7.0 Ksi의 인장강도(tensile strength), 약 450 Ksi 내지 500 Ksi의 인장계수(tensile modulus); 그리고 약 4.5% 내지 6.0%의 휨 신장(flexural elongation). 에폭시 수지 시스템의 다른 실시예는 사이클로알리파틱-아민 블렌드 경화제(cycloaliphatic-amine blend hardener)를 가진 다기능 에폭시가 될 수도 있다. 이러한 타입의 에폭시 시스템의 실례는 JEFFCO 프로덕트 회사에 의해 주입(infusion)을 위한 JEFFCO 1401-16/4101-17 에폭시 시스템이 될 수도 있고, 2002년 7월자 데이터 시트에 규정되어진다. 이러한 예시적인 수지 에폭시 시스템은 다음의 특성을 가질 수 있다. 약 88D의 쇼어(shore) D 경도(Hardness); 9.7 Ksi 최대 인장강도(ultimate tensile strength); 약 4.5% 내지 5.0%의 인장강도에서의 신장(elongation); 약 7.5% 내지 8.5%의 최대 신장(elongation); 약 15.25 Ksi의 휨강도(flexural strength); 약 14.5 Ksi의 최대 압축강도. 에폭시 수지 시스템의 이러한 실시예는 예시적인 것이며, 이러한 특정 에폭시 수지 시스템에 본 발명을 제

한하는 것은 아니다. 당업자들은 본 발명의 범위 내에서 합성코어를 생산하게 되는 다른 에폭시 시스템을 인식할 수 있다.

[0035] 본 발명의 합성코어는 합성재 몸체가 균열되도록 하지 않으면서 스플라이싱 작업(splicing operation)을 견디는 데 충분히 강건한 수지(resin)로 구성된다. 본 발명의 합성코어는 적어도 약 $0.96 \text{ Mpa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 의 니트 수지(neat resin) 파괴인성(fracture toughness)을 가지는 수지로 구성될 수도 있다.

[0036] 본 발명의 합성코어는 낮은 열팽창 계수를 가지는 수지(resin)로 구성될 수 있다. 낮은 열팽창 계수는 결과적인 케이블 내의 처짐(sag)의 양을 감소시킨다. 본 발명의 수지(resin)는 약 $4.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 이하와 그리고 $1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 보다 낮을 수 있는 열팽창 계수를 가진다. 본 발명의 합성코어는 3% 보다 크거나 더욱 상세하게는 약 4.5% 이상인 신장(elongation)을 가지는 수지(resin)로 구성될 수 있다.

[0037] 둘째로, 합성코어(composite core)는 하나 또는 그 이상의 섬유타입들로부터 다수의 섬유 보강재(fiber reinforcement)로 구성된다. 섬유타입들은, 탄소(흑연)섬유-양자 모두 HM 및 HS(피치에 근거함), Kevlar 섬유, 현무암 섬유(basalt fiber), 유리 섬유, 아라미드 섬유(aramid fiber), 보론 섬유(boron fiber), 액정섬유(liquid crystal fiber), 고성능 폴리에틸렌 섬유(high performance polyethylene fiber), 또는 탄소 나노섬유(carbon nanofiber), 스틸 하드와이어 필라멘트, 스틸 와이어, 스틸 섬유, 접착이 최적화된 코팅을 가지거나 또는 가지지 않는 고 탄소 스틸 코드(high carbon steel cord) 또는 나노튜브(nanotube)로부터 선택되어질 수도 있다. 여러 가지 타입의 탄소, 보론, Kevlar 및 유리 섬유들이 일반적으로 이용가능하다. 각각의 탄소 타입은 특정한 특성을 가진 합성재를 달성하도록 다양하게 조합되어질 수 있는 하부타입(subtype)을 가질 수도 있다. 예를 들어, 탄소 섬유는 Zolteck Panex, Zoltex Pyron, Hexcel, Toray, 또는 Thornel 계열 생산품으로부터의 타입이 될 수도 있다. 이러한 탄소 섬유는 PAN 탄소 섬유 또는 폴리아크릴로니트릴(Polyacrylonitrile, PAN) 전구체(Precursor)로부터 될 수도 있다. 다른 탄소 섬유는, PAN-IM, PAN-HM, PAN-UHM, PITCH 또는 레이온 부산물(rayon byproduct)을 포함하게 된다. 수십개 타입의 탄소 섬유가 있으며, 본 발명의 당업자들은 본 발명에서 사용되어질 수 있는 다수의 탄소 섬유를 인식하고 있다. 또한 많은 다른 타입의 유리 섬유가 있다. 예를 들어, A-유리, B-유리, C-유리, D-유리, E-유리, S-유리, AR-유리, R-유리, 그리고 현무암 섬유는 본 발명에서 사용되어질 수도 있다. 유리 섬유 및 파라글라스(paraglass)가 사용되어질 수도 있다. 탄소 섬유에서와 같이, 수십개의 서로 다른 타입의 유리 섬유가 있으며, 당업자들은 본 발명에서 사용되어질 수 있는 많은 유리 섬유를 인식하고 있다. 이러한 것들은 본 발명의 특징들을 충족시킬 수 있는 섬유의 단지 실례이며, 본 발명은 이러한 섬유에만 제한되지 않는다. 본 발명의 요구되는 물리적 특성들을 충족시키는 다른 섬유들도 사용되어질 수 있다.

[0038] 상기한 물리적 특성들을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 합성코어(composite core)는 단지 한 타입의 섬유를 포함할 수도 있다. 합성코어는 하나의 섬유 타입 및 하나의 매트릭스 타입으로부터 형성된 균일한 섹션(section) 또는 층(layer)이 될 수도 있다. 예를 들어, 합성코어는 수지(resin) 내에 묻혀진 탄소 섬유(carbon fiber)가 될 수도 있다. 코어는 폴리머(polymer) 내에 묻혀진 유리 섬유(glass fiber)가 될 수도 있고, 코어는 비닐 에스테르(vinyl ester) 내에 묻혀진 현무암(basalt)이 될 수도 있다. 그러나, 본 발명의 범위 내에서, 대부분의 케이블들은 적어도 두개이상의 구분된 섬유 타입으로 구성될 수도 있다.

[0039] 두개의 섬유 타입은 일반적인 섬유타입, 섬유분류(fiber class), 섬유타입 서브타입(fiber type subtype), 또는 섬유타입 부류(fiber type genera)가 될 수도 있다. 예를 들어, 합성코어는 탄소와 유리를 이용하여 형성되어질 수도 있다. 그러나, 실시예가 두개 또는 그 이상의 섬유 타입을 언급할 때, 섬유타입은 탄소 및 유와 같이 섬유의 다른 등급이 되지 않는 것이 필요하다. 다만, 두개의 섬유타입들은 하나의 섬유분류(fiber class) 또는 섬유 패밀리(fiber family) 내에 있을 수도 있다. 예를 들어, 코어는 E-유리와 S-유리로부터 형성되어질 수 있고, 이는 유리 섬유 패밀리 또는 섬유 분류(fiber class) 내에서 두개의 섬유 타입 또는 섬유 서브타입(fiber subtype)이다. 다른 실시예에서, 합성재(composite)는 두개 타입의 탄소 섬유로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 합성재는 IM6 탄소 섬유 및 IM7 탄소 섬유로부터 형성되어질 수도 있다. 당업자들은 두개 또는 그 이상의 타입

의 섬유를 이용하는 다른 실시예로 인식하게 된다.

- [0040] 합성코어 부재로 두개 또는 그 이상의 섬유타입의 결합(combination)은, 전력 전달 및 분배 시스템(electrical power transmission and distribution system)에서 케이블을 위해서 공통적으로 사용되어지는, 통상적인 스틸 비-합성재와 같이, 통상적인 재료보다 무게-대-강도 비율에서 상당한 증가를 제공한다. 섬유타입을 결합하는 것은 합성코어가 충분한 강성과 강도를 가지지만, 일정한 유연성(flexibility)을 가질 수 있도록 한다.
- [0041] 본 발명의 합성코어는 상대적으로 높은 수율(yield)과 낮은 K 숫자를 가지는 섬유 토우(fiber tow)를 포함할 수도 있다. 섬유 토우(fiber tow)는 연속적인 마이크로섬유(microfiber)의 다발이며, 그 수율(yield)과 K 숫자에 의해서 지시되어지는 토우(tow)의 합성이다. 예를 들어, 12K 탄소 토우(carbon tow)는 12,000 개별 마이크로섬유를 가지며, 900 수율(yield) 유리토우(glass tow)는 매 1파운드의 무게에 대해서 900 야드의 길이를 가진다. 이상적으로는, 다발(bundle) 또는 토우(tow) 내에서 각각의 마이크로섬유의 둘레부를 수지가 코팅하도록, 마이크로섬유는 수지(resin)로써 적셔진다. 합성재료 내에 섬유토우(fiber tow)의 적심(wetting)과 침윤(infiltration)은 결과적인 합성재의 성능(performance)에 상당히 중요하다. 불완전한 적심(wetting)은 합성 생산물의 강도, 내구성 그리고 수명을 감소시키는 섬유 합성재 내에서 흠(flaw) 또는 드라이 스팟(dry spot)의 결과가 된다. 섬유토우(fiber tow)는 공정(process)이 처리할 수 있는 섬유토우의 크기에 따라서 선택되어질 수도 있다.
- [0042] 탄소를 위한 본 발명의 섬유토우(fiber tow)는 2K 이상으로부터 선택되어질 수도 있고, 더욱 선호적으로는 약 4K로부터 약 50K에서 선택되어질 수 있다. 유리 섬유 토우(tow)는 50 수율(yield) 이상이 될 수도 있고, 더욱 선호적으로는 약 115 수율(yield) 내지 약 1200 수율(yield)이 될 수도 있다.
- [0043] 유리 섬유(glass fiber)에 있어서, 본 발명에 따른 개별적인 섬유 크기의 직경들은 15 mm 이하가 될 수도 있으며, 선호적으로는 약 8 mm 내지 약 15 mm의 범위 내에 있으며, 더욱 선호적으로는 약 10 mm의 직경에 있다. 탄소 섬유 직경은 10 mm 이하가 될 수도 있으며, 선호적으로는 약 5 mm 내지 약 10 mm의 범위 내에 있으며, 더욱 선호적으로는 약 7 mm이다. 다른 타입이 섬유에 있어서, 적절한 크기의 범위가 요구되는 물리적 특성에 따라서 결정되어진다. 범위는 사용가능성과 최적의 적심 특성에 근거하여 선택되어진다.
- [0044] 각 타입의 섬유의 상대적인 양은 합성코어의 요구되는 물리적 특성에 따라서 변할 수 있다. 예를 들어, 높은 탄성계수를 가지는 섬유들은 높은 강도와 높은 강성의 합성코어의 형성을 가능하게 한다. 실레와 같이, 탄소 섬유는 15 Msi 이상의 선호적으로는 약 22 Msi 내지 약 45 Msi의 탄성계수를 가지며, 유리 섬유(glass fiber)들은 약 6 내지 15 Msi, 선호적으로는 9 내지 15 Msi 범위 내에 있는 탄성계수를 가지는 낮은 계수 섬유로서 고려되어진다. 당업자들은 합성코어를 위한 요구되는 물리적 특성을 달성할 수 있는 다른 섬유를 선택할 수도 있다. 일 실례에서, 합성코어는 낮은 계수(modulus) 유리 섬유의 상당히 더 작은 외부층(outer layer)에 의해서 둘러싸인 내부의 개선된 합성재의 상당한 부위를 포함할 수도 있다. 특별한 결합(combination)과 섬유타입의 비율을 변화시킴으로써, 마감된 코어의 사전-인장(pre-tensioning)은 코어의 최대강도에서의 합성물(compound)의 개량을 제공하도록 달성되어질 수도 있다. 예를 들어, 매우 낮은 열팽창 계수와 상대적으로 낮은 신장(elongation)을 가지는 탄소 섬유(carbon fiber)는 더 높은 열팽창 계수와 더 큰 신장(elongation)을 가지는 (실례로서) E-유리와 결합되어질 수 있다. 수지 화학(resin chemistry)과 처리온도(processing temperature)를 변화시킴으로써, 결과적인 “양생된(cured)” 생산물은 각각의 섬유타입의 개별적인 강도의 합계보다 더 큰 강도를 제공하도록 “조정(tune)되어질 수 있다. 더 높은 처리온도에서, 탄소 섬유는 기본적으로 팽창하지 않지만 유리 섬유는 팽창한다. 처리다이(processing die)의 제어된 기하학(geometry)에서, 생산물이 다이(die)를 빠져나오고 대기온도(ambient temperature)로 냉각되기 시작하면, 섬유 혼합물(fiber blend)의 비율과 수지의 물리적인 특성에 근거하여, 그 원래의 길이로 복귀시키는 시도에서, 일정한 사전인장(pre tension)을 여전히 유지하는 동안 유리(glass)는 탄소 섬유들을 압축하기 시작하는 결과가 된다. 결과적인 생산물은 눈에 띄게 개선된 인장 및 휨 강도 특성을 가진다.

[0045] 본 발명의 합성코어는 상대적으로 높은 인장강도를 가지는 섬유를 포함할 수 있다. 오버헤드 볼트 송전 케이블(overhead voltage transmission cable) 내의 초기에 설치된 처짐(sag)의 정도는 스패ن(span)의 길이의 제곱으로서 변하게 되며, 케이블의 인장강도와 반대로 변한다. 인장강도에서의 증가는 ACCC 케이블 내의 처짐(sag)을 효과적으로 감소시킨다. 실례로서, 탄소 또는 흑연 섬유는 적어도 250 Ksi의 인장강도, 선호적으로는 약 350 Ksi 내지 약 1000 Ksi의 범위내의, 더욱 선호적으로는 710 Ksi 내지 750 Ksi 범위내에 있는 인장강도를 가지도록 선택되어질 수도 있다. 또한, 실례로서 유리 섬유는 최소한 약 180 Ksi의, 선호적으로는 약 180 Ksi 내지 약 800 Ksi 범위내의 인장강도를 가지도록 선택되어질 수 있다. 합성코어의 인장강도는 더 높은 인장강도를 가지는 탄소 섬유와 더 낮은 인장강도를 가지는 유리 섬유를 결합함에 의해서 조절되어질 수 있다. 양 타입의 섬유들의 특성들은 더욱 요구되는 물리적 특성들의 세트를 가지는 새로운 케이블을 형성하도록 결합되어질 수도 있다.

[0046] 본 발명의 합성코어는 다양한 섬유 대 수지 체적비율을 가질 수 있다. 체적 비율(volume fraction)은 전체 단면에 의해서 나누어진 섬유의 면적이다. 본 발명의 합성코어는 적어도 50%의 체적비율과 선호적으로 최소한 60%의 체적비율을 가지는 수지(resin) 내에 묻혀진 섬유를 포함할 수도 있다. 섬유 대 수지 비율은 합성코어 부재의 물리적인 특성에 영향을 준다. 특히, 인장강도, 휨강도 그리고 열팽창계수들은 섬유 대 수지 체적의 함수이다. 일반적으로 합성재 내의 섬유의 더 높은 체적 비율은 더 높은 성능의 합성재로 된다. 섬유와 수지 매트릭스의 무게는 무게에 의한 수지 대 섬유의 비율을 결정하게 된다.

[0047] 합성코어의 어떠한 층(layer) 또는 섹션(section)들은 다른 층 또는 섹션에 대해서 무게에 의한 수지 대 섬유의 서로 다른 비율을 가질 수도 있다. 이러한 차이는 요구되는 수지 대 섬유의 비율을 달성하도록 적절한 수지 타입에 대해서 적절한 개수의 섬유를 선택함에 의해서 달성되어진다. 예를 들어, 외측 유리화 에폭시 층에 의해서 둘러싸인 탄소 섬유와 에폭시층으로 구성되는 3/8" 직경 단면을 가지는 합성코어 부재는, 250 수율(yield) 유리 섬유의 28 스푼(spool)과 50°C에서 약 1000 cPs 내지 약 2000 cPs의 점성(viscosity)을 가지는 에폭시 수지를 포함할 수도 있다. 이러한 섬유 대 수지의 선택은 무게에 의해 약 65/45의 섬유 대 수지 비율로 생산할 수 있다. 선호적으로, 수지는 형성공정(forming process)을 위하여 요구되는 점성을 달성하도록 수정되어질 수도 있다. 예시적인 합성재는 24K 탄소 섬유의 28 스푼(spool)과 그리고 50°C에서 약 1000 cPs 내지 2000 cPs의 점성을 가지는 에폭시 수지를 포함할 수도 있다. 이러한 선택은 무게에 의해서 약 65/35의 섬유 대 수지 비율을 생산할 수 있다. 섬유의 스푼(spool) 개수를 변경시키면, 무게비율에 의한 섬유 대 수지를 변화시키며, 따라서 합성코어의 물리적 특성을 변화시킬 수 있다. 대안적으로, 수지는 섬유의 수지 주입(impregnation)을 개선시키도록 수지 점성을 증가시키거나 또는 감소시키도록 조절되어질 수 있다.

[0048] 다양한 실시예에서, 합성코어는 다수의 기하학(geometry)들 중 하나를 포함할 수도 있다. 다양한 기하학의 서로 다른 실시예들 중 일부는 이하에서 설명되어진다. 또한, 합성코어는 다양한 정렬(alignment)과 배향(orientation)을 가지는 섬유를 추가적으로 포함할 수도 있다. 연속적인 토잉(towing)은 케이블을 따라서 섬유를 길이방향으로 향하게 할 수 있다. 코어는 케이블의 길이를 따라서 구성된 길이방향 축을 가질 수도 있다. 종래의 기술에서, 상기 길이방향 축은 0도의 배향으로 언급되어진다. 대부분의 코어에서, 길이방향 축은 코어의 중심을 따라서 구성된다. 섬유는 길이방향 축과 평행하게 배치되어지고, 상기 배향은 0도 배향 또는 단방향 배향(unidirectional orientation)으로서 종종 언급되어진다. 그러나, 예를 들어 휨강도(flexural strength)와 같은 변수(variable)를 어드레스(address)하도록, 다른 배향(orientation)도 다양한 최적화 목적(optimization purpose)을 위하여 통합되어질 수도 있다.

[0049] 합성코어 내의 섬유들은 코어 내에서 다양한 방식으로 배치되어질 수도 있다. 0도 배향(orientation) 이외에도, 섬유는 다른 구성을 가질 수도 있다. 일부 실시예는 오프-축 기하학(off-axis geometry)들을 포함할 수도 있다. 합성코어의 일 실시예는 합성코어의 길이방향 축 둘레에서 나선형으로 감겨진 섬유를 가질 수도 있다. 섬유의 감김(winding)은 0도 근처로부터 0도 배향으로부터 90도 근처의 어떠한 각도로도 될 수도 있다. 감김(winding)은 + 및 - 방향, 또는 + 방향 또는 - 방향으로 될 수도 있다. 다시 말해서, 섬유는 시계방향 또는 반시계방향으로 감겨질 수도 있다. 예시적인 실시예에서, 섬유는 길이방향 축에 대해서 각을 이루며 길이방향 축 둘레에서

감겨진다. 특정한 실시예에서, 코어는 방사상 층(radial layer)으로 형성되어지지 않을 수도 있다. 다만, 코어는 코어 속으로 함께 밀집(compact)되어지는 두개 또는 그 이상의 편평한 층(flat layer)을 가질 수도 있다. 이러한 형상에서, 섬유는 0도 배향 이외에도 다른 배향을 가질 수도 있다. 섬유는 모든 층(layer)에서 0도 배향(orientation)에 각을 이루면서 놓여질 수 있다. 다시, 각도는 0도 근처에서 90도 근처로 + 또는 -의 모든 각도가 될 수도 있다. 일부 실시예에서, 하나의 섬유 또는 섬유들의 그룹은 하나의 방향을 가질 수도 있지만, 다른 섬유 또는 섬유의 그룹들은 제 2 방향을 가질 수도 있다. 따라서, 본 발명은 모든 다중방향 기하학(multidirectional geometry)을 포함한다. 당업자들은 다른 가능한 각도 배향성을 인식하고 있다.

[0050] 다양한 실시예에서, 섬유들은 짜맞추어지거나(interlace) 또는 꼬여질 수도 있다. 예를 들어, 한 세트의 섬유들은 한 방향으로 나선형으로 감겨질 수도 있으나, 제 2 세트의 섬유들은 반대되는 방향으로 감겨진다. 섬유들이 감겨질 때, 한 세트의 섬유들은 다른 세트의 섬유들과 위치를 변경할 수도 있다. 다시 말해서, 섬유들은 짜여지거나(woven) 또는 교차되어지게 된다. 물론 이러한 세트들의 나선형으로 감겨진 섬유들은 꼬여지지 않거나 짜맞추어지지 않을 수도 있지만, 코어 내에서 동심적인 층(layer)을 형성할 수도 있다. 다른 실시예에서, 꼬여진 슬리브(sleeve)는 코어에 걸쳐서 배치되어지고 최종 코어 구성 내에 묻혀질 수도 있다. 물론, 섬유들은 이들 위에서 또는 섬유들의 그룹 내에서 꼬여질 수도 있다. 당업자들은 섬유 배향성이 서로 다른 실시예들을 인식하고 있다. 이러한 서로 다른 실시예들은 본 발명의 범위 내에 포함되어진다.

[0051] 다른 기하학(geometry)도 섬유의 배향성을 넘어 가능하게 된다. 합성코어는 다른 층(layer) 및 섹션(section) 내에서 형성되어질 수도 있다. 일 실시예에서, 합성코어는 두개 또는 그 이상의 층(layer)을 포함한다. 예를 들어, 제 1 층(layer)은 제 1 섬유타입과 제 1 타입의 매트릭스(matrix)를 가질 수도 있다. 연속적인 층(layer)은 제 1 층과는 다른 섬유타입 및 매트릭스들을 포함할 수도 있다. 다른 층들은 다발로 되어지고 최종 합성코어 속으로 밀집되어진다. 실례로서, 합성코어는 탄소 및 에폭시로 만들어진 층과 유리 섬유 및 에폭시 층과 다음으로 현무암(basalt) 섬유 및 에폭시 층으로 구성될 수도 있다. 다른 실례에서, 코어는 네 개의 층, 즉 현무암(basalt)의 내부층, 탄소의 다음 층, 유리의 그 다음층 그리고 현무암의 외부층으로 구성될 수도 있다. 이러한 서로 다른 모든 구성들은 합성코어를 위한 서로 다른 물리적 특징들을 생성하게 된다. 당업자들은 가능한 많은 다른 층 구성을 인식하게 된다.

[0052] 또 다른 코어 구성은 층(layer) 대신에 코어 내의 서로 다른 섹션(section)을 포함할 수도 있다. 도 2는 다섯 개의 가능한 합성코어의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 이러한 단면들은, 상기 섹션들이 레이어(layer)되지 않고서 두개 또는 그 이상의 섹션으로 합성코어가 배치되어질 수도 있는 것을 도시한다. 따라서, 요구되는 물리적 특성에 따라서, 합성코어는 특정한 합성재(composite)를 가진 제 1 코어의 섹션과 다른 합성재를 가진 하나 또는 그 이상의 다른 섹션을 가질 수 있다. 이러한 섹션들은 하나 또는 그 이상의 타입의 매트릭스 내에 묻혀진 하나 또는 그 이상의 섬유타입으로부터 다수의 섬유들로부터 각각 만들어질 수 있다. 서로 다른 섹션들은 다발로 되어지고 최종 코어형상 속으로 밀집되어질 수도 있다.

[0053] 다양한 실시예에서, 층(layer) 또는 섹션(section)들은 서로 다른 섬유 또는 서로 다른 매트릭스들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 코어의 한 섹션(section)은 열경화성 수지(thermosetting resin) 내에 묻혀진 탄소 섬유를 포함할 수도 있다. 다른 섹션들은 열가소성 수지(thermoplastic section) 내에 묻혀진 유리 섬유가 될 수도 있다. 각각의 섹션들은 매트릭스 및 섬유 타입 내에서 균일(uniform)하게 될 수도 있다. 그러나, 섹션 및 층들은 잡종(hybridize)으로 될 수도 있다. 다시 말해서, 특정한 섹션 또는 층들은 두개 또는 그 이상의 섬유 타입으로부터 형성되어질 수도 있다. 따라서, 섹션 또는 층들은, 예를 들어 수지 내에 묻혀진(embedded) 탄소 섬유 및 유리 섬유로부터 만들어진 합성재(composite)가 될 수도 있다. 따라서, 본 발명의 합성코어는 단지 하나의 섬유 타입 및 하나의 매트릭스를 가진 합성코어, 두개 또는 그 이상의 섬유타입 및 하나 또는 그 이상의 매트릭스를 가진 단지 하나의 층 또는 섹션을 가진 합성코어 또는, 하나 또는 그 이상의 섬유 타입 및 하나 또는 그 이상의 매트릭스 타입을 가진 두개 또는 그 이상의 층 또는 섹션으로부터 만들어진 합성코어를 형성할 수 있다. 당업자들은 합성코어의 다른 가능한 기하학을 인식하고 있다.

- [0054] 합성코어의 물리적 특성(physical characteristic)들은 합성코어 부재 내에서 각각의 구성요소의 면적 퍼센트를 조절함에 의해서 조절되어진다. 예를 들어, 상기에서 언급된 탄소의 전체면적을 0.0634 제곱 인치를 감소시킴에 의해서 유리층의 면적은 0.0469 제곱인치 증가하며, 합성코어 부재 생산물은 강성(stiffness)을 감소시키고 유연성(flexibility)을 증가시킨다.
- [0055] 개량된 합성 섬유는 다음의 특성을 가지는 그룹으로부터 선택되어질 수도 있다. 적어도 약 250 Ksi 이상, 선호적으로는 약 350 Ksi 내지 약 1000 Ksi의 범위에 있는 인장강도, 적어도 15 Msi 선호적으로는 약 22 Msi 내지 약 45 Msi 사이의 범위에 있는 탄성계수, 약 $-0.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에 있는 열팽창 계수, 약 2% 내지 4%의 범위 내에 있는 항복 신장(yield elongation) 비율, 약 0.31 W/m.K 내지 약 0.04 W/m.K의 범위 내에 있는 유전체(dielectric), 그리고 약 0.065 lb/in³ 내지 0.13 lb/in³의 범위 내에 있는 밀도(density).
- [0056] 낮은 계수(modulus) 섬유는 다음의 특성을 가지는 그룹으로부터 선택되어질 수도 있다. 약 180 Ksi 내지 800 Ksi의 범위 내에 있는 인장강도, 약 6 내지 15, 선호적으로는 약 9 내지 15 Msi의 탄성계수, 약 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 내지 약 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에 있는 열팽창 계수, 약 3% 내지 6%의 범위 내에 있는 항복 신장(elongation) 비율, 약 0.034 W/m x K 내지 약 0.04 W/m x K의 범위 내에 있는 유전체(dielectric), 그리고 약 0.060 lbs/in³ 및 그 이상, 선호적으로는 0.065 lbs/in³ 내지 약 0.013 lbs/in³ 사이에 있는 밀도(density).
- [0057] 일 실시예에서, 합성코어는 높은 탄성계수의 섬유와 낮은 탄성계수의 섬유가 사이에 배치되도록 구성될 수도 있다. 파괴에 대한 변형(strain)의 비율에 따라서, 이러한 타입의 코어는 압축화된 합성재의 단일의 섹션 또는 층으로 될 수도 있고, 단일의 섬유 합성재의 여러 섹션으로 형성되어질 수도 있다.
- [0058] 본 발명에 따라서, 합성 매트릭스를 포함하는 수지(resin)는 처리(processing)를 위한 특정한 성질을 달성하도록, 그리고 최종 산물(end product) 내의 요구되는 물리적 특성을 달성하도록 맞추어질 수 있다. 따라서, 섬유 및 맞추어진 수지의 파괴에 대한 변형(strain)의 비율이 결정되어질 수 있다.
- [0059] 합성코어는 합성코어로의 다른 표면 적용 또는 표면 처리 또는 합성코어 둘레의 필름(film)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 도 1B와 관련하여, 필름(film, 305) 또는 코팅(coating)은 합성코어(303)를 둘러싼다. 필름(film)은 환경 요소로부터 코어(303)를 보호하고, 물로부터 코어(303)를 보호하고, 추가적인 처리(processing)를 위해서 코어(303)를 처리하는 코어(core)로의 어떠한 화학적 또는 재료적 적용을 포함할 수도 있다. 이러한 타입의 처리의 일부는, 제한되는 것은 아니지만, 젤 코팅(gel coat), 보호 페인트(protective painting), 또는 다른 포스트 또는 사전-적용된 마감, 또는 Kapton, Teflon, Tefzel, Tedlar, Mylar, Melonex, Tednex, PET, PEN 등과 같은 필름을 포함할 수도 있다.
- [0060] 본 발명에 따라서, 보호필름(protective film)은 적어도 두개이상의 효과를 제공한다. 첫째로, 환경요인(environmental factor)으로부터 코어를 보호하도록 필름은 코어에 부착되며, 따라서 잠재적으로 수명을 증가시킨다. 둘째로, 조립을 용이하게 하고 처리 속도를 증가시키도록, 필름은 다이와 접촉하게 되는 코어의 외부면을 윤활(lubricate)한다. 다양한 실시예에 있어서, 이러한 재료는 종종 접착제와 같은 수지 매트릭스가 다이의 내부표면과 접촉하는 것을 방지하고, 따라서 처리속도가 현저하게 개선되어지는 것을 가능하게 한다. 효과는 본질적으로, 실질적으로 동적(dynamic)인 것 내에서 정적 처리 환경(static processing environment)을 필름이 생성하는 것이다. 다양한 실시예에서, 필름은 단일필름 또는 다중층 필름이 될 수도 있으며, 다중층(multiple layer)들은 다중 층수 또는/및 물리적 특성을 포함한다. 예를 들어, 내부 층의 물리적 특성들은 코어(303)로의 부착의 면에서 양립될 수 있지만, 외부층들은 비-양립가능한 처리 보조로서 간단하게 이용되어질 수도 있다.

- [0061] 일부 재료적 적용은 제한되는 것은 아니지만, 코어에 적용되는 표면 베일(surface veil), 코어에 적용되는 매트(mat), 또는 코어 둘레에서 감겨지는 보호테이프 또는 전도 테이프를 포함할 수도 있다. 테이프는 건식테이프 또는 습식테이프를 포함할 수도 있다. 테이프들은, 제한되는 것은 아니지만, 종이 또는 종이-제품 테이프, (알루미늄 테이프와 같은) 금속 테이프, 폴리머릭 테이프(polymeric tape), 고무 테이프 등을 포함할 수 있다. 이러한 제품들은 습기, 열, 추위, UV 방사 또는 부식요소와 같은 환경적 힘(environmental force)으로부터 코어를 보호할 수도 있다. 필름의 일부 실례는, Kapton, Tefzel(Teflon과 Kapton의 혼합물), VB-3, Teflon, PEN 및 PET(마일라, 폴리에스테르 등)을 포함할 수도 있다. 코어에 대한 다른 적용 및 처리도 본 발명이 속하는 분야의 당업자들에 의해서 인식되어진다.
- [0062] 일부 강철 보강케이블 또는 금속 보강케이블에서 다른 문제점이 발생한다. 강철 보강케이블은 연속적인 타워 또는 폴(pole) 구조체들 사이에서 케이블의 처짐(sag)의 조치를 필요로 한다. 라인(line) 내의 처짐(sag)은 케이블 내의 진동 또는 흔들림(sway)을 허용하며, 특정한 상황에서 처짐은 조화진동(harmonic vibration), 바람의 (바람에 의해 유도된)진동, 또는 케이블 내의 과도한 흔들림을 받게 된다. 특정한 풍속에서 또는 환경적인 힘으로 인해서, 케이블은 조화주파수(harmonic frequency)에서 진동할 수도 있고, 또는 케이블 또는 지지 구조체가 응력 및 변형으로 인해서 마모하거나 약화되어지는 힘에서 진동할 수도 있다. 손상적인 진동을 야기시키게 되는 일부 환경적인 힘은, 제한되는 것은 아니지만, 바람, 비, 지진, 조류작용(tidal action), 파도작용(wave action), 강물 흐름작용(river flow action), 인접한 자동차, 인접한 배, 또는 인접한 비행기를 포함할 수도 있다. 당업자들은 손상적인 진동을 야기할 수도 있는 다른 힘(force)을 인식하고 있다. 또한, 당업자들은 조화진동 또는 손상적인 진동은 케이블 내의 재료, 처짐(sag), 스패(span)의 길이 그리고 진동을 야기하는 힘(force)의 함수라는 것을 인식하고 있다.
- [0063] 한 특별한 문제점이 철도 트랙(railroad track) 근처에서 또는 이를 가로지르는 케이블 스패(span)으로써 발생한다. 철도트랙을 따라서 열차(train)의 움직임과 파워풀한 디젤엔진으로부터의 지동은 철도트랙 내의 그리고 트랙 둘레의 지면 내의 진동을 야기한다. 지면 진동(ground vibration)은 전기적 케이블을 지지하고 있는 전기적 폴(pole)과 지지구조체 내의 진동을 야기한다. 케이블은 다시 진동하는 지지구조체로 인해서 진동한다. 특정한 경우에 있어서, 케이블 내의 진동은 격렬하고 손상적인 진동과 흔들림(sway)을 야기시키는 조화(harmonic)를 일으킨다. 이러한 조화적 또는 손상적인 진동은 케이블과 지지구조체 내에 응력을 야기시킨다. ACSR 또는 유사한 케이블 내의 처짐(sag)은 진동의 효과를 증대시킨다. 일정한 경우에 있어서, 처짐(sag)은 열차(train)로부터의 조화진동을 허용한다. 철도트랙에 인접한 ACCC 케이블은 동일한 진동효과에 의해서 영향을 받지 않는다. 다만, 트랙과 평행하거나 또는 트랙 근처에 있거나 또는 트랙을 가로질러 지나가는 ACCC 케이블은 더 적은 라인 처짐(line sag)을 가질 수 있다. 합성코어의 감소된 라인처짐(line sag) 또는 다른 특성들은, 진동을 야기시키는 열차의 효과를 감소시키거나, 완화시키거나 또는 줄이게 된다.
- [0064] 본 발명은 바람 또는 통과하는 열차와 같은 다른 힘(force)에 의해서 전기적 케이블 내의 조화적이거나 손상적인 흔들림 또는 진동을 방지하는데 도움이 된다. 먼저, ACCC 케이블은 증가된 무게대 강도의 특성으로 인해서 서로 다르게 설치되어질 수도 있다. ACCC 케이블은 더 적은 처짐(sag)을 가지며 거리에 걸쳐질 수도 있다. ACCC 케이블은 상기에서 기술된 내부코어의 개선된 특성 덕분에 스틸보강 케이블 보다 더 가볍고 더 강성적으로 만들어질 수도 있다. 따라서, 문제점있는 주파수(frequency)들은 스틸보강 케이블과 비교하여 ACCC 케이블에 대해서는 다르게 될 수도 있다. 처짐의 양은 손상적인 진동 또는 흔들림을 야기시킬 수 있는 케이블 내의 주파수를 조절하도록 변화되어질 수도 있다. 케이블 처짐(sag)은 케이블 내에서 유도되어질 수도 있는 조화적이거나 또는 손상적인 주파수를 변경하도록 감소되어질 수도 있다. 또한, 케이블 스패는 변화되어질 수도 있다. 일부 ACCC 케이블의 증가된 강도 덕분에, 폴(pole)들 사이의 거리는 손상적인 주파수를 조절하도록 변화되어질 수도 있다. 당업자들은 진동 또는 흔들림, 특히 조화적이거나 또는 손상적인 진동을 제거하거나 또는 감소시키는데 도움이 될 수 있도록 제공된 ACCC 케이블의 다른 설치 가능성을 인식하고 있다.
- [0065] 둘째로, 합성코어 내에서 사용된 재료는 케이블 내의 진동을 둔화시키도록 조절되어질 수도 있다. 예를 들어, 엘라스토머(elastomer) 또는 다른 재료들은 층(layer), 섹션(section) 내에서 사용되어질 수도 있고, 합성코어

의 매트릭스 재료의 일부로서 사용되어질 수도 있다. 엘라스토머 또는 다른 재료들의 존재는 진동을 흡수하거나 또는 진동을 분산시키는 댐핑 구성요소(dampening component)로서 기능할 수도 있다. 또한, 섬유타입은 진동을 완화시키도록 조절되어질 수도 있다. 예를 들어, 폴리머 섬유(polymer fiber)와 같이, 더욱 탄성적인 섬유타입은 진동을 흡수하거나 또는 분산시키도록 사용되어질 수도 있다. 따라서, 합성코어의 합성(composition)은 진동력을 방지하거나 누그러뜨릴 수도 있다. 당업자들은 진동 또는 흔들림, 특히 조화적이거나 손상적인 진동을 감소시키거나 또는 제거할 수도 있는 합성코어에 대한 다른 변화를 인식한다.

[0066] *셋째로, 단일 프로파일 또는 다중 프로파일로서 코어의 기하학(geometry)은, 이들과 또는/및 알루미늄 컨덕터 스트랜드(strand) 사이에서 평활한 표면들이 상호작용하기 때문에, 자기-댐핑적인 특성을 제공한다. 이러한 상호작용은, 코어 구성요소들의 기하학 또는/및 ACCC 케이블의 설치 인장을 변화시킴에 의해서 추가적으로 조절되어질 수도 있는 주파수 및 진폭의 넓은 배열에 걸쳐서 진동을 ‘흡수’ 한다.

[0067] 본 발명에 따라서 만들어진 합성케이블은 물리적인 특성을 나타내며, 이러한 특정 물리적인 특성들은 합성코어를 형성하는 공정동안 매개변수들을 변화시킴에 의해서 조절되어질 수도 있다. 더욱 상세하게는, 합성코어 형성 공정은 최종 ACCC 케이블 내의 요구되는 물리적 특성을 달성하도록 조절되어질 수 있다.

[0068] ACCC 보강케이블을 위한 합성코어의 제작방법

[0069] 합성코어를 생성하는 여러 가지 형성공정(forming process)들이 존재할 수 있지만, 이하에서는 예시적인 공정이 기술되어진다. 이러한 예시적인 공정은 합성코어를 위한 높은 속도의 제작공정이다. 예시적인 공정을 포함해서, 많은 공정들은 상기에서 기술되어지거나 또는 언급되어진 여러 가지 다른 코어 구조체로써 여러 가지 다른 합성코어를 형성하는데 사용되어질 수 있다. 그러나, 다음의 기재내용은 단일방향 섬유를 가지는 유리 섬유 외부층과 균일하게 레이어된 동심적인 합성코어로써 탄소 섬유 코어를 생성하는 면에서 높은 속도의 처리를 기술하도록 선택된다. 본 발명은 단지 일 실시예에만 제한되어지는 것은 아니며, 상기에서 언급된 합성코어를 형성하는 높은 속도의 공정을 이용하는데 필요한 모든 변형을 포함한다. 이러한 변형은 당업자들에게 인식되어진다.

[0070] 본 발명에 따르면, 다중-위상(multi-phase) 형성공정(forming process)은 실질적으로 연속적인 길이의 적절한 섬유 토우(fiber tow) 및 열 처리가능한 수지로부터 합성코어 부재를 생산하는 것이다. 적절한 코어가 생산된 이후에, 합성코어 부재는 높은 전도성 재료로써 감싸질 수도 있다.

[0071] 본 발명에 따른 ACCC 케이블을 위한 합성코어를 만드는 공정은 다음에서 기술되어진다. 도 3과 관련하여, 본 발명의 컨덕터 코어 형성공정은 도면부호 (400)에 의해서 표시되어지고 도시되어진다. 형성공정(forming process, 400)은 적절한 섬유 토우 또는 로빙(roving) 및 수지로부터 연속적인 길이의 합성코어 부재를 만들도록 채택되어진다. 결과적인 합성코어 부재는 균일하게 분포된 실질적으로 평행한 섬유의 내부층과 외부층을 가지는 잡종의 동심적 코어(concentric core)를 포함한다.

[0072] 작업(operation)의 시작은 본 명세서에서 참조로서 포함되어진 미국 CIP 제10/691,477호 및 미국 COP 제10/692,304호 및 PCT/US03/12520호에서 상세하게 언급되어지기 때문에, 간단하게만 기술되어진다. 작업의 시작에 있어서, 풀링(pulling) 및 와인딩(winding) 스푼 메커니즘(spool mechanism)은 당김(pulling)을 개시하도록 작동되어진다. 일 실시예에 있어서, 공정의 배출단부(exit end)로부터 연장구성되는 다수의 섬유를 포함하는 주입되지 않은 초기 섬유 토우(fiber tow)들은, 섬유 토우 가이드를 통해서 (도시되지 않은) 스푼(spool)로부터 섬유 토우(fiber tow, 402, 401)와 합성코어 처리 시스템(400)을 당기는 작업의 시작에서 리더(leader)로서 기능한다. 도시된 바와 같이, 섬유토우(fiber tow, 402)는 유리 섬유(402)의 외부 섬유 토우에 의해서 둘러싸인 탄소 섬유(carbon fiber, 401)의 중심부분을 포함한다.

[0073] 도 3과 관련하여, 섬유토크(fiber tow, 401,402)의 다중 스푼(multiple spool)은 분산 랙 시스템(dispensing rack system) 내에서 수용되어지고, (도시되지 않은) 섬유 토크 가이드를 통해서 쓰레드(thread)되어진다. 섬유는 코어의 요구되는 특성에 따라서 감겨지지 않을 수도 있고, 섬유는 평행하게 유지되거나 공정 과정 동안 꼬여질 수도 있다. 선호적으로, 장치의 단부에서 (도시되지 않은) 풀러(puller)는 장치를 통해서 섬유를 당긴다. 각각의 분산 랙(dispensing rack)은 각각의 스푼(spool)을 위한 인장의 조절을 허용하는 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 각각의 랙(rack)은 각각의 스푼(spool)을 위한 인장을 개별적으로 조절하도록 분산 랙(dispensing rack)에서 작은 브레이크(brake)를 가질 수도 있다. 인장 조절은, 습식공정(wetting process) 내에서 이동하고 보조할 때 섬유의 카테너리(catenary) 및 크로스-오버(cross-over)를 최소화한다. 일 실시예에서, 토크(401,402)는 (도시되지 않은) 가이드를 통해서 당겨질 수도 있고, 습기를 제거하는 사전가열 오븐(preheating oven) 속으로 당겨질 수도 있다. 선호적으로, 사전가열 오븐(preheating oven)은 온도를 일정하게 유지하도록 연속적인 원형 공기흐름과 가열요소(heating element)를 이용한다. 사전가열 오븐은 선호적으로는 100℃ 이상이다.

[0074] 일 실시예에서 토크(tow, 401,402)는 함침 시스템(wet out system) 속으로 당겨진다. 함침 시스템(wet out system)은 섬유(fiber)를 적시거나 수지(resin)로써 섬유를 적실 수 있는 어떠한 공정 또는 장치가 될 수도 있다. 함침 시스템은 이후의 가열 과정동안 액화되어지게 되는 고체형태(solid form)로 된 수지를 포함할 수도 있다. 예를 들어서, 열가소성 수지는 여러 가지 섬유로서 형성되어질 수도 있다. 이러한 섬유들은 예시적인 실시예의 탄소 및 유리 섬유로써 산재되어질 수도 있다. 열(heat)이 섬유의 다발에 제공되어질 때, 열가소성 섬유는 액화(liquify)되어지거나 또는 용해되고 적셔지거나 또는 탄소 및 유리 섬유를 적시게 된다.

[0075] 다른 실시예에서, 탄소 및 유리 섬유는 섬유를 둘러싸는 바크(bark) 또는 스킨(skin)을 가질 수도 있는데, 바크(bark)는 파우더 형태로 된 열가소성 또는 다른 타입의 수지(resin)를 지지하거나 포함한다. 열(heat)이 섬유에 가해질 때, 바크(bark)는 용해되거나 또는 증발하며, 파우더된 수지는 용해되고, 용해된 수지는 섬유를 적신다. 다른 실시예에서, 수지는 섬유에 제공된 필름(film)이며, 다음으로 섬유를 적시도록 용해되어진다. 또 다른 실시예에 있어서, 섬유는 수지(resin)로써 이미 함침되어지며, 상기 섬유들은 종래의 기술에서 사전-프레그 토크(pre-preg tow)로서 알려진다. 만일 사전-프레그 토크(pre-preg tow)가 사용되어진다면, 어떠한 함침 탱크(wet out tank) 또는 장치는 사용되어지지 않는다. 함침 시스템의 실시예는 함침 탱크(wet out tank)이다. 이하에서, 함침 탱크가 설명에서 사용되어지나, 본 발명은 이러한 실시예에 제한되는 것은 아니다. 다만, 함침 시스템(wet out system)은 섬유를 적시는 모든 장치가 될 수도 있다. 함침 탱크는 섬유 토크(fiber tow, 401,402)를 함침시키도록 수지(resin)로써 채워진다. 과도한 수지는 함침 탱크를 빠져나오는 동안 섬유토크(401,402)로부터 제거되어지고, 재료는 초기 양생다이(curing die) 속으로 당겨진다.

[0076] 종래의 기술에서 알려진 다양한 대안적인 기술들이 수지로써 섬유를 함침시키거나 적용하는데 채택되어질 수 있다. 이러한 기술은, 예를 들어 스프레이(spraying), 딥핑(dipping), 역 코팅(reverse coating), 브러싱(brushing), 그리고 수지 주입(resin injection)을 포함한다. 대안적인 실시예에서, 초음파 활성화(ultrasonic activation)는 섬유의 습식능력(wetting ability)을 개선하도록 진동을 이용한다. 다른 실시예에 있어서, 딥 탱크(dip tank)는 섬유를 함침(wet out)하는데 사용되어질 수도 있다. 딥 탱크(dip tank)는 수지로써 채워진 탱크 속으로 섬유가 떨어지도록 한다. 수지로써 채워진 탱크로부터 섬유가 나타날 때, 섬유는 t적어진다. 또 다른 실시예는 주입 다이 어셈블리(injection die assembly)를 포함할 수도 있다. 이러한 실시예에서, 섬유는 수지로써 채워진 가압탱크로 들어간다. 탱크 내의 압력은 섬유가 젖게 하는데 도움이 된다. 섬유는 여전히 가압된 탱크 내에 있는 동안 합성재를 형성하기 위하여 다이(die)로 들어간다. 당업자들은 사용되어질 수 있는 다른 타입의 탱크 또는 함침 시스템을 인식하고 있다.

[0077] 일반적으로, 공지된 다양한 수지 합성 모두가 본 발명에서 사용되어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 열 양생 가능 열경화성 중합체(thermosetting polymeric)가 사용되어질 수도 있다. 수지는, 예를 들어 PEAR(폴리에테르아미드 수지, PolyEther Amid Resin), 비스-말레이미드(Bis-maleimide), 폴리이미드(Polyimide), 액정 폴리머

(Liquid-Crystal Polymer, LCP), 비닐 에스테르, 액정기술에 기반한 고온 에폭시 또는 유사한 수지 재료가 될 수도 있다. 당업자들은 본 발명에서 사용되어질 수 있는 다른 수지들을 인식하고 있다. 수지들은 합성코어에서 요구되는 물리적 특성과 공정에 근거하여 선택되어진다.

[0078] 나아가, 수지의 점성(viscosity)은 형성(formation) 속도에 영향을 준다. 합성코어 부재의 형성을 위하여 요구되는 비율의 수지에 대한 점유를 달성하기 위하여, 선호적으로는, 수지의 점성 범위는 20℃에서 약 50 센티푸아즈(Centipoise) 내지 3000 센티푸아즈의 범위 내에 있다. 더욱 선호적으로는, 점성은 20℃에서 약 400 센티푸아즈 내지 약 1200 센티푸아즈의 범위 내에 있다. 선호적인 폴리머(polymer)는 광범위의 독성 화학물(aggressive chemical)에 대한 저항성을 제공하며, 매우 안정적인 유전적(dielectric) 및 절연적 특성을 가진다. 폴리머(polymer)는 ASTM E595 아웃게싱 요구(outgassing requirement)와 UL94 인화성 시험(flammability test)을 만족시키고, 부재의 강도에 열적으로 또는 기계적으로 손상을 주지 않으면서 180℃ 내지 240℃ 또는 그 이상의 범위의 온도에서 단속적으로 작용할 수 있는 것이 또한 선호된다.

[0079] 수지에 대한 점유의 요구되는 적심 비율(wetting ratio)을 달성하도록, 함침 탱크(wet out tank)의 업스트림(upstream) 측면은 점유로부터 과도한 수지를 추출하는 장치를 포함한다. 일 실시예에 있어서, 한 세트의 와이퍼(wiper)들이 함침 시스템의 단부 이후에 설치되어질 수도 있으며, 선호적으로는 스틸 크롬 도금된 와이핑 바(wiping bar)로부터 만들어진다. 와이퍼들은 과도한 수지를 제거하는 '닥터 블레이드(doctor blade)' 또는 다른 장치가 될 수 있다.

[0080] 함침공정(wet out process) 과정 동안, 점유의 각각의 다발(bundle)은 최종 생산물을 위하여 요구되는 수지의 세배만큼을 포함한다. 합성코어 부재의 단면에서 정확한 비율의 점유와 수지를 달성하도록, 순수한 점유의 양이 계산되어진다. 다이 또는 다이 또는 와이퍼들의 시리즈들은 과도한 수지를 제거하도록 설계되어지고, 체적에 의한 수지 대 점유의 비율을 제어한다. 대안적으로, 다이 및 와이퍼들은 체적에 의한 모든 비율의 수지 대 점유의 통과를 허용하도록 설계되어질 수 있다. 다른 실시예에서, 장치는 한 세트의 바(bar)가 될 수도 있거나 또는 수지를 추출하는 부싱(bushing)을 압착(squeeze out)할 수도 있다. 이러한 수지 추출 장치는 다른 함침 시스템과 함께 사용되어질 수도 있다. 또한, 당업자들은 과도한 수지를 추출하는데 사용되어질 수도 있는 다른 장치들을 인식하고 있다. 선호적으로 과도한 수지는 함침 탱크 속으로 수집되어지고 리사이클(recycle)되어진다.

[0081] 선호적으로, 리사이클 트레이(recycle tray)는 흘러넘치는 수지를 잡기 위하여 함침탱크 아래에서 길이방향으로 연장구성된다. 더욱 선호적으로는, 함침탱크는 범람 성능(overflow capability)을 가진 보조 탱크를 가진다. 넘치는 수지는 파이프(piping)를 통해서 중력(gravity)에 의해 보조 탱크로 복귀된다. 대안적으로, 탱크 범람(tank overflow)은 범람 채널(overflow channel)에 의해서 붙잡혀지고 중력에 의해서 탱크로 복귀되어진다. 또 다른 대안에서, 공정(process)은 보조탱크로부터 함침탱크 속으로 다시 수지를 리사이클(recycle) 시키도록 드레인 펌프(drain pump)를 사용할 수 있다. 선호적으로, 컴퓨터 시스템은 탱크 내의 수지의 레벨(level)을 제어한다. 센서(sensor)들은 낮은 수지의 레벨을 감지하고, 처리탱크 속으로 보조 혼합탱크로부터 탱크 속으로 수지를 펌프하도록 펌프(pump)를 작동시킨다. 더욱 선호적으로, 함침탱크의 영역 내에는 혼합탱크(mixing tank)가 위치되어진다. 수지는 혼합탱크 내에서 혼합되어지고, 수지 함침탱크 속으로 펌프되어진다.

[0082] 섬유 토우(fiber tow, 401,402)를 압축시키고(compact)고 형성하고 위하여, 섬유 토우(401,402)는 다이(die, 406) 속으로 당겨진다. 하나 또는 그 이상의 다이(die)는 압축(compact)시키고, 합성재료로부터 공기가 나오도록 하고, 합성코어 속으로 섬유를 형성하도록 사용되어질 수도 있다. 예시적인 실시예에 있어서, 합성코어는 두 세트의 섬유토우로부터 만들어지는데, 외부 세그먼트(segment)는 유리로부터 형성되어지나 내부 세그먼트는 탄소(carbon)로부터 형성되어진다. 제 1 다이(die, 406)는 섬유 수지 매트릭스로부터 잉여 수지들을 제거하도록 추가적으로 기능하며, 수지의 촉매작용(catalyzation)(또는 'B-Staging')을 시작할 수도 있다. 다이의 길이(length)는 섬유 및 수지의 요구되는 특성의 함수이다. 본 발명에 따르면, 다이(die, 406)의 길이는 약 1/2인치로부터 약 6피트의 범위 내에 있을 수도 있다. 선호적으로, 다이(406)는 요구되는 라인 속도에 따라서 약 3 인치로부터 36 인치의 길이의 범위에 있다. 다이(406)는 다이(406)의 온도의 변화를 가능하게 하는 가열요소

(heating element)를 추가적으로 포함한다. 예를 들어, 다양한 수지 시스템에 있어서, 다양한 경화제(hardener) 또는 촉진제(accelerator)를 활성화시키도록 다이 내에서 하나 또는 그 이상의 가열부위(heating zone)를 가지는 것이 바람직하다.

[0083] 본 발명에 따라서 사용된 수지는 공정(process)이 60 ft/min 까지 또는 그 이상의 속도를 달성하도록 한다. 본 발명의 일 실시예에서, 코어는 제 1 다이(406)로부터 끌어당겨지고, 보호 테이프, 코팅 또는 필름으로써 감겨진다. 비록 테이프, 코팅 및 필름은 서로 다른 실시예를 기술하도록 사용되어질 수 있으나, 여기서 사용된 필름이라는 용어는 설명을 간단하게 하는 것이며 제한되어지는 의미는 아니다.

[0084] 도 3에서, 두개의 큰 테이프의 롤(408)들은 테이프를 제 1 카딩 플레이트(carding plate, 410) 속으로 삽입한다. 카딩 플레이트(410)는 코어를 둘러싸며 서로 평행하게 배열한다. 코어(409)는 제 2 카딩 플레이트(412)로 끌어당겨진다. 카딩 플레이트(412)는 센터 코어(4089)를 향하여 테이프를 점진적으로 접혀지도록 기능한다. 코어(409)는 제 3 카딩 플레이트(414)를 통해서 끌어당겨진다. 카딩 플레이트(414)는 중앙 코어(409)를 향하여 테이프를 접도록 기능한다. 다시 도 3과 관련하여, 코어(409)는 제 4 카딩 플레이트(carding plate, 416)를 통해서 끌어당겨지는데, 상기 제 4 카딩 플레이트는 코어(409) 둘레에서 테이프를 추가적으로 둘러싸도록 기능한다. 비록 이러한 예시적인 실시예는 네 개의 카딩 플레이트를 포함하고 있지만, 본 발명은 래핑(wrapping)을 둘러싸는 어떠한 다수의 플레이트를 포함할 수도 있다. 각각의 다이 사이의 영역은 수지 촉매작용(catalyzation) 및 처리(processing)를 보조하도록 제어된 온도가 될 수도 있다.

[0085] 대안적인 실시예에서, 테이프(tape)는 코팅 메커니즘에 의해서 대체되어진다. 이러한 메커니즘은 보호코팅(protective coating)으로서 코어(409)를 코팅하도록 기능한다. 다양한 실시예에 있어서, 코팅은 합성코어와의 관계에서 다수의 각도로부터 코팅을 제공하도록 조절되어진 장치에 의해서 분산되어지거나 또는 롤링되어질 수도 있다. 예를 들어, 젤코트(gelcoat)는 역코팅(reverse coating)을 이용하여 페인트와 같이 제공되어질 수도 있다. 코팅(coating)은 신속한 양생시간을 가져서 코어 및 코팅이 공정의 단부에서 감김 휠(winding wheel)에 도달하게 되는 시간까지 건조되어지도록 하는 것이 선호된다.

[0086] 코어(core, 409)가 테이프로서 감겨질 때, 코어(409)는 제 2 다이(418)를 통해서 끌어당겨진다. 제 2 다이(418)는 코어(409)를 추가적으로 압축하고 형성하도록 기능한다. 모든 섬유 토우(fiber tow, 401,402)의 간결화(compaction)는 균일하게 분포되어지고, 레이어(layer)되어지고, 그리고 요구되는 외부 직경을 가진 동심적인 최종 합성코어를 생성한다. 제 2 다이는 또한 촉매작용 공정(catalyzation process)이 완료되어지도록 할 수 있다.

[0087] 대안적으로, 합성코어(409)는 제 2 B-스테이지 오븐(oven)을 통해서 합성코어 부재가 양생되어지는 다음의 오븐 처리 시스템으로 끌어당겨질 수 있다. 공정은 양생열(curing heat)을 결정한다. 양생열(curing heat)은 양생공정을 통해서 일정하게 유지된다. 본 발명에 있어서, 양생을 위한 선호적인 온도는 약 350 F 내지 약 500 F의 범위에 있다. 양생공정은 약 3피트 내지 약 60피트의 범위 내에서 스패н(span)되는 것이 선호된다. 더욱 선호적으로는, 양생공정은 길이에 있어서 약 10피트의 범위 내에서 스패н(span)된다.

[0088] 양생이후에, 합성코어는 냉각 위상(cooling phase)을 통해서 끌어당겨진다. 선호적으로, 합성코어 부재는 약 8 피트 내지 약 15피트 범위의 거리를 위해서 공정의 단부에서 풀러(puller)에 도달하기 이전에 공기대류(air convection)에 의해서 냉각한다. 대안적으로, 코어(core)는 상승된 온도에서 포스트 양생(post curing)을 위하여 다음의 오븐 처리 시스템으로 끌어당겨질 수도 있다. 포스트-냉각 공정은 합성코어의 개선된 물리적 특성의 결과로 되는 수지 내에서 가교화(cross-linking)가 증가되도록 조장한다. 일반적으로 공정은 가열 및 냉각공정과 생산품을 자연적으로 또는 대류(convection)에 의해서 냉각하도록 공정의 단부에 있는 풀링장치(pulling apparatus) 사이에서 인터벌(interval)을 허용하여, 생산품을 붙잡고 끌어당기도록 사용된 풀링장치(pulling device)가 생산품을 손상시키지 않도록 한다. 풀링장치는 정확하게 제어된 속도를 가진 공정을 통해서 생산품을

끌어당긴다(pull).

[0089] 코어(409)가 공정(process)을 통해서 끌어당겨진 이후에, 코어는 섬유코어가 저장 또는 수송을 위하여 휠(wheel) 둘레에서 감겨진 것이 특징인 와인딩 시스템(winding system)을 이용하여 감겨질 수도 있다. 감김(winding)이 구부림(bending)에 의해서 코어를 과도하게 스트레스 하지 않는 것이 코어부재의 강도에 중요하다. 일 실시예에 있어서, 코어는 어떠한 꼬임(twist)도 가지지 않으나, 섬유는 단방향(unidirectional)이다. 표준 와인딩 휠(standard winding wheel)은 코어재료의 100,000 피트까지 저장될 수 있는 3.0피트 직경을 가진다. 휠(wheel)은 코어부재를 너무 타이트(tight)한 구성으로 강제하지 않으면서 합성코어 부재의 강성(stiffness)을 조절한다. 와인딩 휠(winding wheel)은 수송을 위한 요구조건을 충족하여야만 한다. 따라서, 휠(wheel)은 브릿지(bridge) 아래에서 맞추어지도록 크기로 되어야만 하며, 세미-트레일러 베드 또는 열차 베드 상에서 저달되어져야만 한다. 또 다른 실시예에서, 와인딩 시스템은 휠(wheel)이 감김(winding)으로부터 풀림(unwinding)으로 반대로 흐르는 것을 방지하기 위한 수단을 포함한다. 이러한 수단(means)은 예를 들어 클러치 또는 브레이크 시스템과 같이 휠 방향이 반대로되는 것을 방지하는 모든 장치가 될 수 있다.

[0090] 또 다른 실시예에서, 공정(process)은 라인 검사 시스템(line inspection system)을 포함하는 품질 제어 시스템(quality control system)을 포함한다. 품질 제어 시스템은 일관성 있는 제품을 보장한다. 품질 제어 시스템은 합성코어 부재의 초음파 검사를 포함할 수도 있고, 최종 생산품에서 토우(tow)의 개수를 기록할 수 있으며, 수지(resin)의 품질을 모니터하며, 다양한 단계(phase)동안 제품과 오븐의 온도를 모니터하며, 형태(formation)를 측정하거나, 또는 풀링공정의 속도를 측정할 수도 있다. 예를 들어, 합성코어 부재의 각각의 배치(batch)는 공정이 최적으로 수행되도록 하는 지지데이터를 가진다. 대안적으로, 품질 제어 시스템은 마킹 시스템(marking system)을 포함할 수도 있다. 마킹 시스템(marking system)은 특유한 문혀진 섬유와 같이, 합성코어 부재를 특별한 롯(lot)의 제품정보로써 표시하도록 하는 시스템을 포함할 수도 있다. 나아가, 합성코어 부재는 예를 들어, A-클래스, B-클래스 그리고 C-클래스와 같이 특별한 품질에 따라서 서로 다른 등급(class) 내에서 위치되어질 수도 있다.

[0091] 합성코어 부재를 처리하는데 사용된 섬유들은 최종 합성코어 부재 제품에 의해서 요구되는 사양(specification)을 만족시키도록 교환되어질 수 있다. 예를 들어, 공정(process)은 높은 등급의 탄소 및 유리 를 가지는 유리 섬유 외부코어와 탄소코어를 가지는 합성코어 부재 내의 섬유의 교체를 허용한다. 공정(process)은 요구되는 작은 코어 크기와 섬유들의 결합으로 인해서 더 저렴한 섬유를 대신해서 더 고가이며 더욱 우수한 성능의 섬유의 사용을 허용한다. 일 실시예에서, 섬유들의 결합(combination)은 낮은 계수의 비전도적 외부 절연층에 의해서 둘러싸인 최소의 전도성(conductivity)을 가진 높은 강도의 내부코어를 생성한다. 다른 실시예에서, 외부 절연층은 합성코어 부재의 유연성(flexibility)에 기여하며, 코어부재가 감겨지고 저장되어지며 수송휠(transportation wheel)상에서 수송되어질 수 있다. 외부 비철(non-ferrous) 코어 부재는 통상적인 금속코어와 그리고 다른 컨덕터 와이어(일반적으로 알루미늄 합금) 사이에서 공통적으로 발견되는 전해(electrolysis)의 타입을 완화시키기도 한다.

[0092] 합성코어 설계를 변경시키는 것은 내부코어의 강성(stiffness)과 강도(strength)에 영향을 줄 수도 있다. 장점으로, 코어 기하학(core geometry)은 최종 ACCC 케이블에서 요구되는 최적의 물리적 특성들을 달성하도록 설계되어질 수도 있다. 본 발명의 다른 실시예는 가변적인 물리적 특성을 조절하도록 하고 합성코어 부재의 유연성을 증가시키는 합성코어 단면의 재설계를 허용한다. 다시 도 2와 관련하여, 서로 다른 합성재의 형상은 합성코어 부재의 유연성(flexibility)을 변화시킨다. 섬유타입 및 매트릭스 재료의 형태(configuration) 또한 유연성을 변화시킬 수도 있다. 본 발명은 와인딩 휠(winding wheel) 상에서 감겨질 수도 있는 합성코어를 포함한다. 와인딩 휠 또는 수송휠(transportation wheel)은 상업적으로 이용가능한 와인딩 휠 또는 와인딩 드럼(winding drum)이 될 수도 있다. 이러한 휠들은 일반적으로 38 내지 48 인치의 내부직경을 가진 나무 또는 금속으로 형성되어진다.

[0093] 더 강성인 코어(stiffer core)는 상업적으로 가능하지 않은 더 큰 휠 직경을 요구한다. 또한, 더 큰 와인딩 휠

은 브릿지(bridge) 아래를 통과하거나 또는 세미-트레일러 상에서 맞추는 운송규정을 충족하지 않을 수도 있다. 따라서, 강성 코어(stiff core)는 실용적이지 않다. 합성코어의 유연성을 증가시키기 위해서, 코어는 허용가능한 래핑 직경(wrapping diameter)을 달성하도록 꼬여지거나 또는 세그먼트 되어질 수도 있다. 일 실시예에서, 코어는 균열(cracking)을 방지하도록 휠(wheel) 둘레에서 코어의 일 회전(revolution)마다 섬유의 360도 트위스트(twist)를 포함한다. 트위스트된 섬유들은 본 발명의 범위 내에 포함되어지고, 개별적으로 트위스트된 섬유 또는 그룹으로서 트위스트된 섬유들을 포함한다. 다시 말해서, 섬유들은 로빙(roving), 다발(bundle) 또는 섬유들의 일 부분이 될 수도 있다. 대안적으로, 코어는 트위스트된 섬유 및 직선 섬유의 결합체가 될 수도 있다. 트위스트(twist)는 휠 직경 제한에 의해서 결정되어질 수도 있다. 섬유 상의 인장 및 압축응력은 매 회전(revolution)마다 단일의 트위스트(twist)에 의해서 균형되어진다.

[0094] 와인딩 응력(winding stress)은 세그먼트된 코어를 생성함에 의해서 감소되어진다. 도 2는 도 1에서 도시된 코어의 실시예와는 다른 코어의 실시예의 일부 실례를 도시하는데, 즉, 외부 동심적 코어에 의해서 둘러싸인 내부 동심적 코어를 도시한다. 공정(process) 하에서 세그먼트된 코어는 분리된 부재(separate piece)로서 섹션을 양생함에 의해서 형성되어지고, 분리된 부재들은 서로 그룹되어진다. 코어를 세그먼트(segmenting)하는 것은 0.375 이상의 코어를 가지는 합성부재 제품이 부재 제품상에 추가적인 응력을 일으키지 않고 바람직한 와인딩 직경을 달성하도록 한다.

[0095] 합성코어 부재들의 단면의 가변적인 기하학(geometry)들은 다중 스트림(multiple stream)으로서 처리되어질 수도 있다. 처리 시스템(processing system)은 평행하게 각각의 세그먼트의 형성을 조절하도록 디자인되어진다. 선호적으로, 각각의 세그먼트(segment)는 연속적인 부싱(bushing)의 시리즈 또는 부싱들을 위한 다이(die) 또는 각각의 통로(passageway)를 위한 미리결정된 형상을 가지는 다이(die)들의 교체에 의해서 형성되어진다. 특히, 통로의 크기는 다소 많거나 적은 섬유들을 수용하도록 조절되어질 수도 있고, 통로들의 배열은 최종 제품에서 다른 형성으로 섬유들을 결합을 허용하도록 변화되어질 수도 있고, 또한 부싱(bushing)은 합성코어 부재 내에서 변화된 기하학적 단면의 형성을 용이하게 하도록 다수의 연속적인 부싱 또는 다이 내에서 추가되어질 수도 있다. 처리 시스템의 단부에서, 다양한 섹션들은 단일의(단일-부재의) 몸체부를 형성하는 완성된 합성코어 케이블을 형성하도록 공정의 단부에서 결합되어진다. 대안적으로, 세그먼트(segment)들은 유연성을 증가시키고 와인딩(winding)을 용이하게 하도록 트위스트(twist)되어질 수도 있다.

[0096] 최종 합성코어는 합성 케이블을 형성하는 경량의 높은 전도성 알루미늄에서 감겨질 수 있다. 알루미늄은 본 발명에서 명칭되고 있지만, 컨덕터(conductor)는 어떠한 높은 전도성 물질로부터 형성되어질 수도 있다. 특히, 컨덕터는 전기케이블에 적합한 어떠한 금속 또는 금속합금이 될 수도 있다. 비록 알루미늄이 우세하지만, 구리(copper)도 사용되어질 수 있다. 값비싼 금속, 예를 들어 은, 금 또는 백금(platinum)을 사용하는 것도 고려할 수 있지만, 이러한 금속은 이러한 타입의 적용에 대해서 매우 비싸다. 예시적인 실시예에서, 합성코어 케이블은 외부 절연 유리 섬유 합성 레이어를 가지는 내부 탄소 코어 및 두개의 사다리꼴 층(layer)으로 형성된 알루미늄의 스트랜드(strand)를 포함한다.

[0097] 일 실시예에서, 알루미늄의 내부 층(layer)은 합성코어 부재 둘레에서 반시계 방향으로 감겨지거나 또는 나선형으로 감겨진 사다리꼴 형상의 다수의 알루미늄 세그먼트들을 포함한다. 각각의 사다리꼴 섹션은 알루미늄의 양을 최적화하고 전도성(conductivity)을 증가시키도록 설계되어진다. 사다리꼴 세그먼트의 기하학은 각각의 세그먼트들이 합성코어 부재 둘레에서 타이트하게 서로 맞추어지도록 한다.

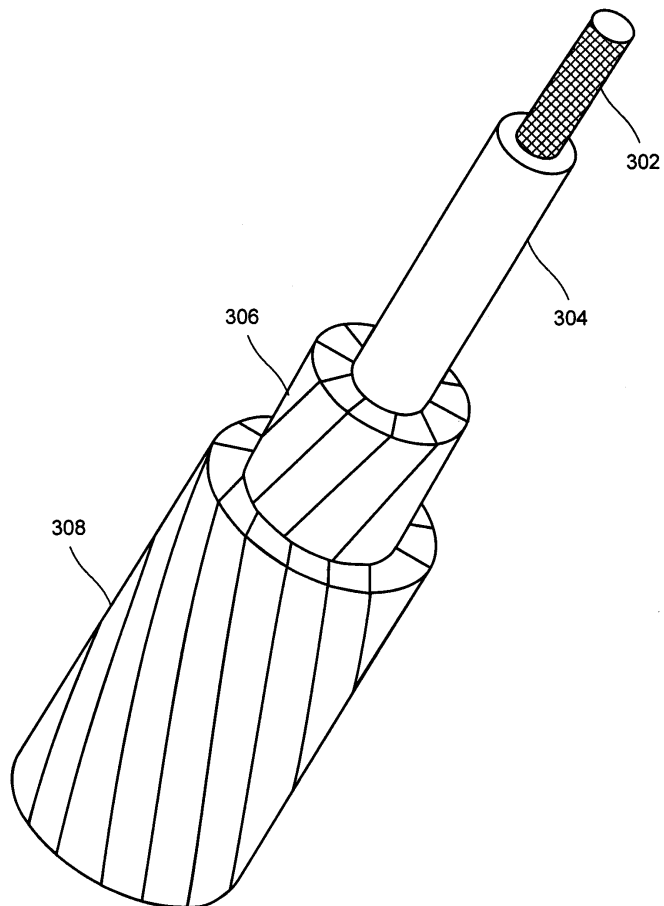
[0098] 또 다른 실시예에서, 알루미늄의 외부층(layer)은 합성코어 부재의 둘레에서 시계방향으로 감겨지거나 나선형으로 감겨진 사다리꼴 형상의 다수의 알루미늄 세그먼트를 포함한다. 반대방향으로 감김(wrapping)은 최종 케이블의 꼬임(twisting)을 방지한다. 각각의 사다리꼴 알루미늄 요소는 내부 알루미늄 층 둘레에서 감겨진 사다리꼴 알루미늄 요소로써 타이트하게 맞추어진다. 이러한 타이트 맞춤(tight fit)은 알루미늄 양을 최적화하고, 높은 전도성을 위하여 요구되는 알루미늄을 감소시킨다.

[0099] 최종 ACCC 보강케이블은 전기적 컨덕터로써 합성코어를 둘러싸에 의해서 생성되어진다.

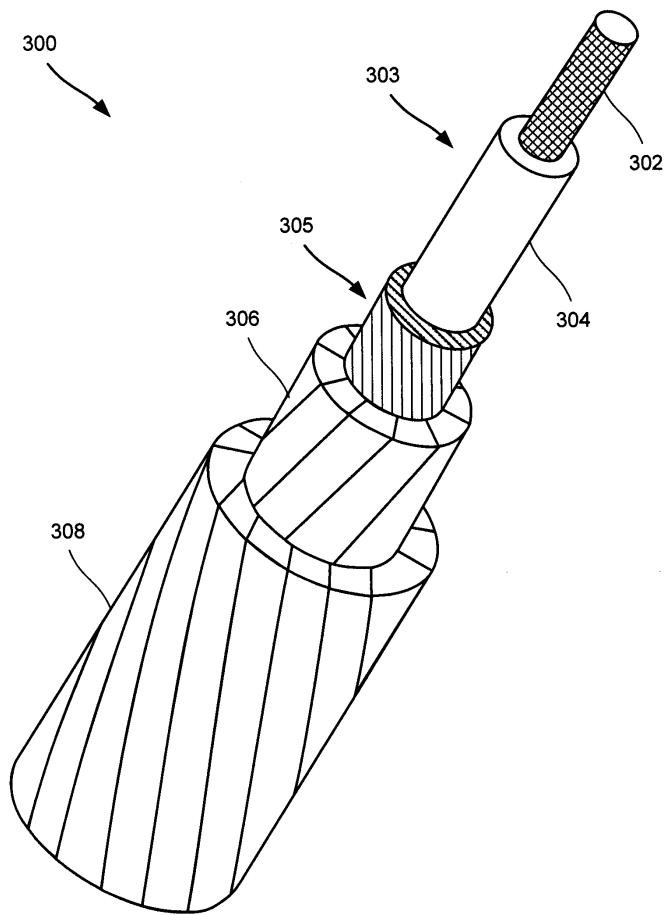
[0100] 본 발명은 전기 전달 케이블(electricity transmission cable)에 관한 것이다. 본 발명에 따른 알루미늄 컨덕터 합성코어 보강 케이블은, 과도한 라인 처짐(line sag)을 유도함이 없이 증가된 전류용량(ampacity)을 허용하는 내재된 특성을 가지는 재료를 이용함에 의해서 전달 케이블(transmission cable)의 하중지지 용량(load carrying capacity)에서의 증가를 가능하게 한다. 나아가, 본 발명에 따른 케이블은 현존하는 트랜스미션 구조체들을 사용하며, 따라서 현존하는 케이블 전달 라인들의 교체를 용이하게 한다.

도면

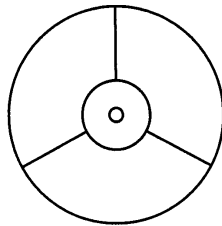
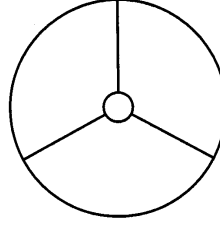
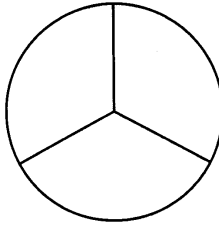
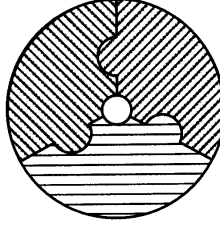
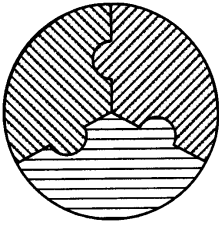
도면1



도면1b



도면2



도면3

