



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월27일

(11) 등록번호 10-2183872

(24) 등록일자 2020년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 3/47 (2006.01) G02B 6/44 (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01) H01B 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01B 3/47 (2013.01)
G02B 6/4434 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7003020

(22) 출원일자(국제) 2014년07월07일

심사청구일자 2019년06월25일

(85) 번역문제출일자 2016년02월03일

(65) 공개번호 10-2016-0033132

(43) 공개일자 2016년03월25일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/045520

(87) 국제공개번호 WO 2015/009468

국제공개일자 2015년01월22일

(30) 우선권주장

61/856,204 2013년07월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US05355427 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이별섭

(54) 발명의 명칭 중합체 복합 코어를 갖는 케이블

(57) 요약

케이블에 사용하기 위한 전도성 코어로서, 상기 전도성 코어는 전도성 층에 동심원으로 둘러싸인 충전-중합체-복합 재료를 포함한다. 상기 충전-중합체-복합 재료는 내부에 분산된 충전 재료를 가진 중합체 연속상을 포함한다. 상기 전도성 코어는 다양한 케이블 디자인에 사용될 수 있고, 유전체 절연층, 전도성 차폐층, 및 자켓과 같은 하나 이상의 외층을 더 포함한다.

(52) CPC특허분류	(56) 선행기술조사문헌
<i>H01B 1/02</i> (2013.01)	US06326551 B1
<i>H01B 3/002</i> (2013.01)	US07026377 B1
(72) 발명자	US20020044750 A1
폴랭크시, 데미안	US20050279527 A1
미합중국 77494 텍사스주 케이티 토히 레이크 9911	US20060263017 A1
크미엑, 체스터 제이.	US20100044075 A1
미합중국 08865 뉴저지주 필립스버그 브레이나즈	US20120090892 A1
로드 322	CN102308340 A
	CN102574362 A

명세서

청구범위

청구항 1

전도성 코어; 및

상기 전도성 코어를 둘러싸는 하나 이상의 층을 포함하는 케이블로서,

상기 전도성 코어는 전도성 층에 동심원으로 둘러싸인 연장된 중합체 내측 부재를 포함하고,

상기 중합체 내측 부재는 내부에 분산된 충전 재료를 가진 중합체 연속상을 포함하는 충전-중합체-복합 재료로부터 형성되는, 케이블.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 케이블은 동축 케이블이고, 상기 하나 이상의 층은 상기 전도성 코어를 둘러싸는 유전체 절연층 및 상기 유전체 절연층을 둘러싸는 전도성 차폐부를 포함하는, 케이블.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 전도성 층은 적어도 2.6 마이크로미터(μm)의 두께를 가진, 케이블.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 충전-중합체-복합 재료는 비-전도성인, 케이블.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 충전 재료는 유리 섬유, 석영, 실리카, 규소 산화물, 용융 실리카, 용융 석영, 천연 실리카, 합성 실리카, 천연 알루미늄 산화물, 합성 알루미늄 산화물, 알루미늄 삼산화물, 알루미늄-산화물-수산화물, 마그네슘 수산화물, 수산화 알루미늄 산화물, 붕소 질화물, 알루미늄 질화물, 규소 질화물, 규소 탄화물, 마이카, 탄산 칼슘, 리튬 알루미늄 실리케이트, 아연 산화물, 물라이트, 윌라스토나이트, 텔컴, 글리머(glimmer), 카울린, 벤토나이트, 베마이트, xonolit, 안달루사이트, 제올라이트, 돌로마이트, 버미큘라이트, 머스코바이트, 네펠린, 엘바이트, 마이크로라인, 슬레이트, 알루미늄 분말, 은, 흑연, 합성 흑연, 천연 흑연, 비정질 흑연, 편상 흑연, 인상 흑연, 확장성/팽창성 흑연, 안티몬 산화물, 붕산염, 몰리브덴산염, 주석산염, 포스포네이트, 암모늄 폴리인산염, 멜라민 폴리인산염, 멜라민염, 아연 황화물, 붉은 인, 다층 점토, 금, 탄소, 단일 또는 다층-벽 탄소 나노튜브, 그래핀, 유리 분말, 유리 섬유, 유리 시트, 탄소 섬유, 및 이들의 둘 이상의 조합물로 이루어진 군으로부터 선택되고; 상기 중합체 연속상은 에폭시 중합체, 나일론, 폴리카보네이트, 폴리설폰, 폴리이미드이미드, 폴리아릴레이트, 폴리에스테르, 폴리페닐렌, 폴리페닐렌 산화물, 폴리페닐렌 황화물, 폴리에테르 케톤, 폴리에테르에테르 케톤, 폴리아릴에테르 케톤, 폴리아릴아미드, 폴리프탈아미드, 폴리에테르이미드, 및 이들의 둘 이상의 조합물로 이루어진 군으로부터 선택된, 케이블.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 전도성 층은 구리, 은, 금, 알루미늄, 및 이들의 조합물로 이루어진 군으로부터 선택된 금속을 포함하는, 케이블.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 전도성 코어는 $50 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ 미만의 선 열팽창 계수를 가진, 케이블.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 충전-중합체-복합 재료는 $4 \text{ g}/\text{cm}^3$ 미만의 밀도를 가진, 케이블.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 전도성 코어는 적어도 20,000 psi의 인장 강도를 가지고; 상기 전도성

코어는 적어도 1,000,000 psi의 굴곡 탄성률을 가진, 케이블.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 케이블은 0.07 kg/m 미만의 길이-당-중량(weight-per-length)을 가진, 케이블.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 참조

[0002] 본원은 2013년 7월 19일에 출원된 미국 가출원 번호 제61/856,204호의 우선권을 주장한다.

[0003] 본 발명의 다양한 구현예는 케이블에 사용하기 위한 전도성 코어에 관한 것이고, 전도성 코어는 전도성 층에 의해 동심원으로 둘러싸인 충전-중합체-복합 재료를 포함한다.

배경 기술

[0004] 타워 기반의 라디오("TBR") 기지국, 현재 셀룰러 기지국의 전형적인 설계는 라디오 서브시스템 및 공통 장비를 같은 하우징에서 셀룰러 타워의 기지에 또는 근처에 공동-배치한다. 하우징은 주로 현장 막사(on-site hut) 또는 기지국-특화 환경 울타리(base-station-specific environmental enclosure)이다. 라디오 서브시스템은 각 안테나마다 사용되는 하나의 동축 케이블과 함께, 동축 케이블을 통해 타워탑재 안테나에 전형적으로 연결된다. 셀룰러 타워 당 평균 점유자는 세계적으로 2.3이고, 각 점유자는 전형적으로 5 내지 9개의 안테나를 사용한다. 따라서, 임의의 정해진 셀룰러 타워상에 동축 케이블의 개수는 평균적으로 12 내지 20의 범위일 수도 있다. 게다가, 전형적인 동축 케이블 지름은 1/4" 내지 2 1/4"의 범위이다. 전형적인 7/8" 동축 케이블의 중량은 약 0.5 kg/m이다. 따라서, 40 미터, 7/8" 동축 케이블은 중량이 20 Kg일 수 있다. 사용된 케이블의 전형적인 개수와 상기 케이블의 전형적인 중량을 고려하여, 동축 케이블의 중량 때문에 정해진 셀 타워상의 부하는 상당할 수 있다.

[0005] 기지국 디자인의 목적 중 하나는 셀룰러 타워상의 부하의 양을 최소화하는 것이다. 따라서, 케이블 디자인에서 개선에 대한 요구가 존재한다.

발명의 내용

[0006] 요약

[0007] 일 구현예는 전도성 코어; 및

[0008] 상기 전도성 코어를 둘러싸는 하나 이상의 층을 포함하는 케이블로서,

[0009] 상기 전도성 코어는 전도성 층에 의해 동심원으로 둘러싸인 연장된 중합체 내측 부재를 포함하고,

[0010] 상기 중합체 내측 부재는 내부에 분산된 충전 재료를 가진 중합체 연속상을 포함하는 충전-중합체-복합 재료로부터 형성되는, 케이블이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 다음의 첨부 도면을 참조한다:

도 1은 본 발명의 하나 이상의 구현예에 따라 구성된 전도성 코어의 단면도이고; 그리고

도 2는 본 발명의 하나 이상의 구현예에 따라 구성된 동축 케이블의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명의 다양한 구현예는 케이블에 사용하기 위한 전도성 코어와 관련되고, 전도성 코어는 전도성 층에 의해 동심원으로 둘러싸인 연장된 중합체 내측 부재를 포함한다. 중합체 내측 부재는 내부에 분산된 충전 재료를 가진 중합체 연속상을 포함하는 충전-중합체-복합 재료를 포함한다. 상기 전도성 코어는 유전체 절연층, 전도성

차폐부, 및/또는 케이블 자켓과 같은 하나 이상의 추가층에 의해 둘러싸여서, 케이블을 형성할 수 있다.

[0013] 전도성 코어

[0014] 도 1을 먼저 참조하면, 전도성 코어 10은 전도성 층 14에 의해 동심원으로 둘러싸인 연장된 중합체 내측 부재 12를 포함하는 것으로 도시된다. 연장된 중합체 내측 부재 12는 내부에 분산된 충전 재료를 가진 중합체 연속상을 포함하는 충전-중합체-복합 재료로부터 형성된다.

[0015] 다양한 구현예에서, 중합체 연속상으로 사용된 중합체는 열경화성 또는 열가소성 중합체일 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, "중합체"는 동일하거나 상이한 종류의 단량체를 반응(즉, 중합)시켜서 제조된 중합체 화합물을 의미한다. 용어 "중합체"는 동중중합체 및 공중합체 모두를 포함한다. 용어 "공중합체(interpolymer)"는 적어도 두개의 다른 단량체의 중합반응에 의해 제조된 중합체를 의미한다. 상기 일반 용어는 두개의 다른 단량체로부터 제조된 중합체를 나타내는데 일반적으로 사용되는 2원 공중합체(copolymer), 및 두개 이상의 다른 단량체, 즉 3원 공중합체(세개의 다른 단량체), 4원 공중합체(네개의 다른 단량체), 등으로부터 제조된 중합체를 포함한다. 당해 분야에 공지된 바와 같이, "열경화성" 중합체는 비가역적으로 경화하는(또는 가교결합하는) 중합체이다. 열경화성 중합체는 초기에 가교 결합되지 않은 중합체 또는 예비 중합체 수지로부터 일반적으로 제조되고, 이들은 이후에 경화 공정(예, 가열, 방사, 또는 화학 반응)을 거치게 된다. "열가소성" 중합체는 특정 온도 이상에서 유연해지거나 성형가능해지고, 냉각 시 고체 상태로 되돌아가는 중합체이다.

[0016] 중합체 연속상으로 사용하기에 적합한 중합체는 에폭시 중합체(또는 폴리에폭사이드로 알려져있다)와 같은 열경화성 중합체, 및 폴리카보네이트, 폴리설폰, 폴리아미드이미드, 폴리아릴레이트, 폴리에스테르, 폴리페닐렌, 폴리페닐렌 산화물, 폴리페닐렌 황화물, 폴리에테르 케톤, 폴리에테르에테르 케톤, 폴리아릴에테르 케톤, 폴리아미드(예, 나일론), 폴리아릴아미드, 폴리프탈아미드, 및 폴리에틸이미드와 같은 열가소성 중합체를 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 게다가, 본원에 사용하기 위해 적합한 중합체는 상기 기술된 중합체의 임의의 두개 이상의 혼합물일 수 있다. 다양한 구현예에서, 중합체 연속상은 에폭시 중합체이다. 중합체 연속상으로 사용하기 위한 적합한 상업적으로 이용 가능한 에폭시 중합체의 예는 D.E.R.[®] 330, D.E.R.[®] 331, D.E.R.[®] 332, D.E.R.[®] 324, D.E.R.[®] 352, D.E.R.[®] 354, D.E.R.[®] 383, D.E.R.[®] 542, D.E.R.[®] 560, D.E.N.[®] 425, D.E.N.[®] 431, D.E.N.[®] 438, D.E.R.[®] 542, D.E.R.[®] 560, D.E.R.[®] 736, D.E.R.[®] 732 또는 이의 혼합물을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. D.E.R.[®] 및 D.E.N.[®] 수지는 다우 케미컬(The Dow Chemical Company, Midland, MI, USA)로부터 상업적으로 이용가능하다. 본원 사용에 적합한 상업적으로 이용가능한 열가소성 중합체의 예는 LEXAN[™] 221, 사빅 이노베이티브 플라스틱스(Sabir Innovative Plastics, Pittsfield, MA, USA)로부터 이용가능한 폴리카보네이트; MAKROLON[™] 2207, 또는 APEC[™] 1697, 모두 바이엘 머티리얼사이언스 회사(Bayer MaterialScience AG, Leverkusen, Germany)로부터 이용가능한 폴리카보네이트; ULTRASON[™] S2010, 바스프 회사(BASF Corporation, Wyandotte, MI, USA)로부터 이용가능한 폴리설폰; 및 UDEL[™] 10 P1700, 솔베이 스페셜티 폴리머즈 유에스에이(Solvay Specialty Polymers USA, LLC, Augusta, GA, USA)로부터 이용가능한 폴리설폰을 포함한다.

[0017] 충전-중합체-복합 재료에서 사용하기 적합한 충전제는 임의의 통상적인 또는 이후에 발견된 형상, 입도, 및 밀도를 가질 수 있다. 다양한 구현예에서, 충전제는 미립자(파립 또는 분말과 같은), 섬유, 판구조(platelet), 구형, 바늘, 또는 이의 임의의 조합물로부터 선택된 형상을 가질 수 있다. 게다가, 충전제는 결정질, 반-결정질 또는 비결정질일 수 있다. 게다가, 미립자성 충전제가 사용될 때, 충전제는 0.0005 내지 500 μm , 1 내지 300 μm , 또는 5 내지 100 μm 의 범위의 평균 입도($d_{50\%}$)를 가질 수 있다. 섬유성 충전제가 사용될 때, 충전제는 4:1 미만, 3:1 미만, 2:1 미만의, 또는 약 1:1의 중형비를 가질 수 있다.

[0018] 충전-중합체-복합 재료에서 충전 재료로 사용에 적합한 충전제의 특징한 예는 유리 섬유, 석영, 실리카, 규소 산화물, 용융 실리카, 용융 석영, 천연 실리카, 합성 실리카, 천연 알루미늄 산화물, 합성 알루미늄 산화물, 알루미늄 삼산화물, 알루미늄-산화물-수산화물, 마그네슘 수산화물, 수산화 알루미늄 산화물, 붕소 질화물, 알루미늄 질화물, 규소 질화물, 규소 탄화물, 마이카, 탄산 칼슘, 리튬 알루미늄 실리케이트, 아연 산화물, 몰라이트, 윌라스토나이트, 텔컴, 글리머(glimmer), 카울린, 벤토나이트, 베마이트, xonolit, 안달루사이트, 제올라이트, 돌로마이트, 버미클라이트, 머스코바이트, 네펠린, 엘바이트, 마이크로라인, 슬레이트, 알루미늄 분말, 은, 흑연, 합성 흑연, 천연 흑연, 비정질 흑연, 편상 흑연, 인상 흑연, 확장성/팽창성 흑연, 안티몬 산화물, 붕산염(아연 붕산염 및 소듐 붕산염을 포함한다), 몰리브덴산염(칼슘 몰리브덴산염 및 아연 몰리브덴산염을 포함

한다), 주석산염(아연 주석산염을 포함한다), 포스피네이트(알루미늄 포스피네이트, 알루미늄 포스피나이트를 포함한다), 암모늄 폴리인산염, 멜라민 폴리인산염, 멜라민염, 아연 황화물, 붉은 인, 다층 점토(몬모릴로나이트 및 헥타라이트를 포함한다), 금, 탄소, 단일 또는 다층-벽 탄소 나노튜브, 그래핀, 유리 분말, 유리 섬유, 유리 시트, 탄소 섬유, 다른 유기 또는 무기 미립자성 충전제 또는 이의 혼합물을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 구현예에서, 충전 재료는 유리 섬유이다.

[0019] 충전-중합체-복합 재료는 중합체 복합체를 제조하는 임의의 공지된 또는 이후에 발견된 방법에 따라서 제조될 수 있다. 다양한 구현예에서, 충전-중합체-복합 재료는 인발 성형 공정에 의해서 제조될 수 있다. 전형적인 인발 성형 공정에서, 충전 재료는 가교결합되지 않은 중합체 수지를 먼저 거치고, 수지로 충전 재료를 도포한다. 그 후에, 도포된 충전재는 예비 성형 판을 거치고, 충전재/수지 번들의 성형을 시작할 수 있다. 마지막으로, 예비 성형된 충전재/수지 번들은 가열된 금형을 거치고 수지를 경화(즉, 가교결합)할 수 있고, 따라서 충전-중합체-복합 재료를 형성한다.

[0020] 다양한 구현예에서, 충전재는 충전-중합체-복합 재료에서 충전재 및 중합체 연속상의 결합된 중량을 기준으로 적어도 30 중량 퍼센트, 적어도 40 중량 퍼센트, 적어도 50 중량 퍼센트, 적어도 60 중량 퍼센트, 또는 적어도 70 중량 퍼센트의 양으로 충전-중합체-복합 재료에 존재할 수 있다. 상기 구현예에서, 충전재는 충전-중합체-복합 재료에서 충전재 및 중합체 연속상의 결합된 중량을 기준으로 90까지, 85까지, 또는 80 중량 퍼센트까지의 양으로 충전-중합체-복합 재료에 존재할 수 있다. 상기 구현예에서, 상기 기술된 중합체 연속상은 전체 충전-중합체-복합 재료의 나머지를 구성할 수 있다.

[0021] 다양한 구현예에서, 충전-중합체-복합 재료는 4 g/cm^3 미만, 3.5 g/cm^3 미만, 3 g/cm^3 미만, 2.5 g/cm^3 미만, 또는 2.3 g/cm^3 미만의 밀도를 가질 수 있다. 게다가, 충전-중합체-복합 재료는 1 내지 4 g/cm^3 , 1.2 내지 3 g/cm^3 , 1.4 내지 2.8 g/cm^3 , 또는 1.6 내지 2.3 g/cm^3 범위인 밀도를 가질 수 있다. 본원에서 제공된 중합체 및 중합체 복합체용 밀도 및 비중 값은 ASTM D792을 따라 25°C 에서 측정된다.

[0022] 다양한 구현예에서, 충전-중합체-복합 재료는 적어도 0.8 기가 파스칼("gPa"), 적어도 0.9 gPa, 적어도 1 gPa, 적어도 1.1 gPa, 또는 적어도 1.2 gPa의 인장 강도를 가질 수 있다. 게다가, 충전-중합체-복합 재료는 0.8 내지 1.6 gPa, 0.9 내지 1.4 gPa, 또는 1 내지 1.3 gPa의 범위의 인장 강도를 가질 수 있다. 인장 강도는 ASTM D638에 따라 결정된다.

[0023] 다양한 구현예에서, 상업적 충전-중합체-복합 재료가 사용될 수도 있다. 본원 사용에 적합한 상업적으로 이용가능한 충전-중합체-복합 재료의 예는 LFH LIGHTLINE™, 네프코 회사(Neptco, Inc., Pawtucket, RI, USA)로부터 이용가능한 약 80 중량 퍼센트 섬유유리를 포함하는 섬유유리 및 에폭시의 합성물을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 다른 전형적인 상업적으로 이용가능한 충전-중합체-복합 재료는 코프 플라스틱스 회사(Cope Plastics Inc.)로부터 NYCAST™ GF; 쿼드란트 엔지니어링 플라스틱 프로덕트(Quadrant Engineering Plastic Products)로부터 KETRON™ CA30; 및 웨스트레이크 플라스틱스(Westlake Plastics)에 의한 ZELUX™을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다.

[0024] 도 1을 계속 참고하면, "전도성" 이 되는 것은, 전도성 층 14가 20°C 에서 측정될 때 미터 당 3×10^7 지멘스의 최소 전기 전도도를 갖는다. 따라서, 다양한 구현예에서, 전도성 층 14는 20°C 에서 측정될 때 미터 당 적어도 3×10^7 지멘스의 전기 전도도를 갖는 임의의 전도성 물질일 수 있다. 게다가, 전도성 층 14는 20°C 에서 측정될 때 미터 당 3×10^7 내지 7×10^7 지멘스의 범위인 전기 전도도를 가질 수 있다. 다양한 구현예에서, 전도성 층 14는 금속을 포함한다. 전도성 층 14로서 사용에 적합한 금속은 구리, 은, 금, 알루미늄, 및 이들의 조합물을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 구현예에서, 전도성 층 14로서 사용된 금속은 구리를 포함한다.

[0025] 전도성 층 14의 두께는 전도성 코어 10의 의도된 용도에 따라 달라질 수 있다. 예를 들면, 전도성 코어 10이 셀룰러 타워에 사용하기 위해 디자인된 동축 케이블에 사용될 때, 전도성 코어 10에 의해 전송될 것으로 예상되는 가장 낮은 주파수는 약 700 MHz이다. 상기 가장 낮은 주파수에서, 신호는 도체의 표면 근처에서 또는 도체의 외피상에서 이동하기 때문에, 0.0026 mm(또는 $2.6 \mu\text{m}$)의 두께는 신호를 전송하기 위해 필요한 전부이다. 더 높은 주파수 신호는 전송되기 위해 더 적은 두께를 요구한다. 따라서, 다양한 구현예에서, 전도성 층 14는 적어도 $2.6 \mu\text{m}$ 의 두께, 또는 2.6 내지 $30 \mu\text{m}$, 2.6 내지 $25 \mu\text{m}$, 또는 2.6 내지 $21 \mu\text{m}$ 범위인 두께를 가질 수 있다.

[0026] 전도성 층 14는 당해 기술 분야에서 임의의 통상적인 또는 이후 발견된 수단에 의해 연장된 중합체 내측 부재 12에 적용될 수 있다. 구현예에서, 전도성 층 14는 금속화 공정에 의해 연장된 중합체 내측 부재 12에 적용될 수 있다. 예를 들면, AMS 2404D 당 무전해 구리 도금 공정은 적용될 수 있다. 구현예에서, 금속화 공정은 다음 단계를 포함할 수 있다: (a) 연장된 중합체 내측 부재 12를 전처리하는 단계, (b) 금속(예, 약 1 μm 두께의 구리)의 박막을 무전해 도금하는 단계, (c) 20 μm 까지 두께의 제2 금속층(예, 구리)를 전해 도금하는 단계, 그리고 (d) 바람직한 두께(예, 1 μm)의 제3 금속층(예, 알루미늄)을 선택적으로 전해 도금하는 단계. 단계 (a)의 전처리는 화학적 산/염기 에칭(etching) 및/또는 물리적 러프닝(roughening) (예, 샌드블래스팅)과 같은 공정을 포함한다.

[0027] 다양한 구현예에서, 하기의 방법을 이용할 수 있다:

단계	제품	약품 (vol %)	온도	시간	포스트 린스
1	팽창제	11.5% CUPOSIT™ Z 용액 +12.5% CIRCUPOSIT™ MLB 컨디셔너 211	80° C	10 분	3 분
2	산화제	15% CUPOSIT Z 용액 + 10% CIRCUPOSIT MLB 촉진제 213A-1	80° C	20 분	3 분
3	중화제	5% CIRCUPOSIT MLB 중화제 216-5	40° C	5 분	3 분
4	팽창제	11.5% CUPOSIT Z 용액 +12.5% CIRCUPOSIT MLB 컨디셔너 211	80° C	10 분	3 분
5	산화제	15% CUPOSIT Z 용액 + 10% CIRCUPOSIT MLB 촉진제 213A-1	80° C	20 분	3 분
6	중화제	5% CIRCUPOSIT MLB 중화제 216-5	40° C	5 분	3 분
7	컨디셔너	3% CIRCUPOSIT 컨디셔너 3323A	40° C	5 분	4 분
8	마이크로에치	2% H ₂ SO ₄ + 100 g/l 과황산나트륨	22° C	1 분	3 분
9	프리딥	250 g/l CATAPREP™ 404 프리 딥	22° C	1 분	없음
10	촉매	250 g/l CATAPREP™ 404 프리 딥 + 2% CATAPOSIT™ ⁴⁴ 촉매 농축물	40° C	5 분	2 분
11	무전해 구리	CIRCUPOSIT 3350-1 무전해 구리 15% 3350 M-1 + 1% 3350 A-1 + 8 g/l NaOH, 3 g/l 포름알데히드	46° C	20 분	2 분
12	전해 구리	25 미크론 증착 두께까지			2 분

[0028]

[0029] 전도성 층은 전형적인 도금 기법을 이용하여 적용될 수 있다. 특정한 도금 기법의 예는 하기 실시 예에서 상세히 설명된다.

[0030] 얻어진 전도성 코어의 선 열팽창 계수는 미터 켈빈 당 50 마이크로미터 (" $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ ") 미만, 40 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ 미만, 30 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ 미만, 또는 20 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ 미만일 수 있다. 다양한 구현예에서, 전도성 코어의 선 열팽창 계수는 1 내지

50 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$, 3 내지 40 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$, 5 내지 30 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$, 또는 6 내지 20 $\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ 의 범위일 수 있다. 선 열팽창 계수는 ASTM E831에 따라 결정된다.

[0031] 다양한 구현예에서, 얻어진 전도성 코어는 적어도 1,000,000 psi, 적어도 1,200,000 psi, 또는 1,400,000 psi의 굴곡 탄성률(flexural modulus)을 가질 수 있다. 게다가, 전도성 코어는 1,000,000 psi 내지 10,000,000 psi, 1,200,000 psi 내지 8,000,000 psi, 또는 1,400,000 psi 내지 7,000,000 psi의 범위의 인장 탄성률(tensile modulus)을 가질 수 있다. 굴곡 탄성률은 ASTM D790에 따라 결정된다.

[0032] 하나 이상의 구현예에서, 전도성 코어는 0.030 내지 0.080 옴, 0.040 내지 0.070 옴, 0.045 내지 0.065 옴, 또는 0.050 내지 0.058 옴 범위인 표면 저항을 가질 수 있다. 표면 저항은 6인치 이격된 두개의 전극 사이에 플루크 8840A 멀티미터(Fluke 8840A multimeter)를 이용하여 측정된다. 200 V의 직류 전압은 60초의 대전 시간(electrification time)동안 두개의 전극 사이에 적용된다. 저항은 옴(ohm)으로 측정된다.

[0033] 도포된 도체

[0034] 상술한 바와 같이, 코어 및 코어를 둘러싸는 적어도 하나의 층을 포함한 케이블은 상기 기술된 전도성 코어 10을 이용하여 제조될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "케이블"은 예를 들어 절연 피복 또는 보호 외층 자켓과 같은 시스(sheath) 내의 적어도 도체를 의미한다. 보통, 케이블은, 전형적으로 일반적인 절연 피복 및/또는 보호 자켓에서, 함께 결속되어있는 둘 이상의 도체(예, 상기 기술된 전도성 코어 이외에, 와이어 또는 광 섬유)이다. 시스 내의 개별 도체는 아무것도 안 덮여있을 수도, 덮여있을 수도, 또는 절연되어있을 수도 있다. 전형적인 케이블 디자인은 USP 5,246,783, 6,496,629 및 6,714,707에 도시되어있다. "도체"는 열, 빛, 및/또는 전기를 전도하기 위한 하나 이상의 와이어(들) 또는 섬유(들)을 나타내고, 상술된 전도성 코어 10를 포함한다. 예를 들어 조합 케이블에서, 다른 도체 유형이 존재할 때, 다른 도체(들)은 단일-와이어/섬유 또는 다중-와이어/섬유일 수도 있고, 가닥 형태 또는 관 형태일 수도 있다. 다른 적합한 도체의 비제한적인 예는 은, 금, 구리, 탄소, 및 알루미늄과 같은 금속을 포함한다. 다른 도체는 또한 유리 또는 플라스틱 중 하나로부터 만들어진 광 섬유일 수도 있다.

[0035] 상기 케이블은 직접적으로 또는 중재층 상에서, 도체 상에 하나 이상의 층을 형성하는 중합체 조성물을 압출하여 다양한 종류의 압출기(예, 단일층 또는 쌍층 종류)로 제조될 수 있다. 종래의 압출기의 설명은 USP 4,857,600에서 찾을 수 있다. 따라서 공압출 및 압출기의 예는 USP 5,575,965에서 찾을 수 있다.

[0036] 선택적으로, 다음의 압출에서, 압출된 케이블은 압출 다이의 하류에서 가열된 경화 영역을 통과시켜 가교-결합 중합체층에 도움을 줄 수 있다. 가열된 경화 영역은 175 내지 260 $^{\circ}\text{C}$ 의 범위의 온도에서 유지될 수 있다. 구현예에서, 가열된 경화 영역은 연속적인 가황("CV") 관이다. 다양한 구현예에서, 케이블은 이후에 냉각되고 탈가스화될 수 있다. 대안적으로, 중합체층(들)이 가교결합되지 않은 것을 유지하고 싶다면, 압출된 케이블은 수조와 같은, 냉각 영역을 통과하고 냉각될 수 있다.

[0037] 이제 도 2를 참조하면, 동축 케이블은 상기 기술된 전도성 코어 10, 유전체 절연층 16, 전도성 차폐부 18, 및 선택적으로 외층 자켓 20을 이용하여 다양한 구현예를 따라 구성될 수 있다. 유전체 절연층 16, 전도성 차폐부 18, 및 외층 자켓 20의 각각은 당해 기술 분야에서 사용되는 임의의 통상적인 또는 이후에 발견된 물질로부터 형성될 수 있다. 예를 들면, 유전체 절연층 16은 폴리에틸렌의 하나 이상의 종류로부터 형성될 수 있다. 게다가, 전도성 차폐부 18는 단단한, 가닥의, 또는 직조된 구리 차폐부일 수 있다. 마지막으로, 자켓 20은, 예를 들면, 폴리비닐 클로라이드 또는 폴리에틸렌일 수 있다.

[0038] 시험 방법

[0039] 밀도

[0040] 밀도는 ASTM D792에 따라 결정된다.

[0041] 인장 강도

[0042] 인장 강도는 ASTM D638에 따라 결정된다.

[0043] 굴곡 탄성률

[0044] 굴곡 탄성률은 ASTM D790에 따라 결정된다.

[0045] 선 열팽창 계수

[0046] 선 열팽창 계수는 ASTM E831에 따라 결정된다.

[0047] 코팅 접착력

[0048] 코팅 접착력은 ASTM B571, 13 단락(스크라이브 및 그리드 테스트)에 따라 결정된다.

[0049] 저항률

[0050] 표면 저항은 6인치 이격된 두개의 전극 사이에 플루크 8840A 멀티미터(Fluke 8840A multimeter)를 이용하여 측정된다. 200 V의 직류 전압은 60초의 대전 시간 동안 두개의 전극 사이에 적용된다. 저항은 옴(ohm)으로 측정된다.

[0051] 실시예

[0052] **실시예 1 - 충전-중합체-복합 재료와 구리의 비교**

[0053] 비-금속-도금된 충전-중합체 복합 재료(S1)는 분석되고 구리 와이어(CS1)와 비교된다. 충전-중합체-복합 재료는 LFH LIGHTLINE™, 넵트코 회사(Neptco, Inc., Pawtucket, RI, USA)로부터 구입 가능한 약 80 중량 퍼센트 섬유 유리를 포함한 섬유유리 및 에폭시의 합성물이다. 구리 와이어는 HM 와이어 인터내셔널 회사(HM Wire International, Inc., Canton, OH, USA)로부터 얻어진다. 분석 결과는 하기 표 1에 제공된다.

표 1

S1 및 CS1의 특성

	S1	CS1
밀도 (g/cm ³)	2.24	8.89
선 열팽창 계수 (μm/m·K)	5.9	16.8
인장 강도 (GPa)	1.2	0.27

[0054]

[0055] 표 1에서 보이는 바와 같이, S1의 중합체 복합 재료는 통상적인 구리 와이어와 비교하여 더 낮은 밀도, 더 낮은 선 열팽창 계수, 및 더 큰 인장 강도를 제공한다.

[0056] **실시예 2 - 도체의 물리적 및 전기적 특성**

[0057] 두 샘플(S2 및 S3)을 0.091 인치(S2) 및 0.5 인치(S3)의 지름을 가진 두 복합 재료 봉을 금속화하여 준비한다. 샘플 S2는 80% 유리 충전재를 가진 유리-충전된 에폭시 복합 재료이고, 실시예 1에서 사용된 충전-중합체-복합 재료와 동일하다. 샘플 S3은 30 % 유리 충전재를 가진 유리-충전된 나일론 물질이다. 샘플 S3의 유리-충전된 나일론 물질은 Professional Plastics로부터 이용가능한 30 % 유리-섬유를 가진 나일론 6이다. 비교 샘플(CS2)을 0.093 인치의 지름을 가진 미-충전된 나일론 봉을 금속화하여 준비한다. CS2의 나일론 봉은 Professional Plastics로부터 이용가능한 Quadrant EPP 나일론 101이다.

[0058] S2, S3, 및 CS2를 500 마이크로 인치(12.7 μm)의 두께인 구리로 금속화한다. S2, S3, 및 CS2의 금속화는 AMS 2404D에 따라 하기 방법에 의해 수행된다:

[0059] a) 중합체 봉을 2 내지 5 분 동안 130 내지 170 °F에서 95% v/v 탈이온수와 5% v/v 클리너-컨디셔너 1110A(The Dow Chemical Company)의 혼합물에 침지하여 세척한다;

[0060] b) 상기 중합체 봉을 수돗물의 세 탱크에서, 각 탱크에서 2 내지 5 분, 50 내지 90 °F에서, 캐스케이드 린스(Cascade rinse)한다;

[0061] c) 상기 봉을 1 내지 5 분 동안 60 내지 90 °F에서 촉매 프리 딥(pre-dip)에 침지하여 준비한다. 상기 촉매 프리 딥은 98.5% v/v 이온수 및 1.5% w/v 염화 나트륨을 포함한다;

[0062] d) 75% v/v 탈이온수에 염화 나트륨의 1.2 파운드/갤런을 용해하고, 이후 10% v/v 염산을 첨가하여 제조된 촉매에 4 내지 5 분 동안 100 내지 110 °F에서 중합체 봉을 침지하고, 여과하여 모든 미립자를 제거하고, 이후 1.0%

v/v CATAPOSIT™ PM-959 촉매 및 0.6% v/v CATAPOSIT™ 449를 첨가하고, 그리고 마지막으로 100% 용량까지 탈이온수를 첨가한다;

- [0063] e) 상기 중합체 봉을 수돗물의 두 탱크에서, 각 탱크에서 2 내지 3 분, 50 내지 90 °F에서, 케스케이드 린스한다;
- [0064] f) 상기 중합체 봉을 2 내지 3 분 동안 80-85 °F에서 CUPOSIT™ 가속기 19H (The Dow Chemical Company)에 침지한다. 가속기 19H는 탈이온수의 92.5% v/v와 7.5% v/v CUPOSIT™ 가속기 19H를 결합하고 혼합하여 제조된다;
- [0065] g) 상기 중합체 봉을 수돗물의 탱크에서, 각 탱크에서 2 내지 3 분, 50 내지 90 °F에서, 린스한다;
- [0066] h) 상기 중합체 봉을 CIRCUPOSIT™ 3350-1 무전해 구리(The Dow Chemical Company)를 포함하는 탱크로 침지하여 구리도금한다. CIRCUPOSIT™ 3350-1는 80% v/v 탈이온수와 15% v/v CIRCUPOSIT™ 3350 M-1, 1% v/v CIRCUPOSIT™ 3350 A-1, 50% 수산화 나트륨의 1% v/v, 및 37% 포름알데히드의 1% v/v를 결합하여 제조된다. 탈이온수는 100% 용량까지 첨가된다. 이용하기 전에 최소 한시간 동안 여과한다. 이 단계에서 봉 침지의 소요 시간은 코팅의 원하는 두께에 의해 결정된다. 두께는 봉이 공정에서 계속할 준비가 되었을 때를 결정하기 위해 확인된다. 두께는 베타 후방산란을 이용하여 ASTM B 499-96를 기준으로 결정된다;
- [0067] i) 상기 중합체 봉을 1 내지 10 분 동안 60 내지 90 °F에서 탈이온수에 침지하여 린스한다;
- [0068] j) 상기 중합체 봉을 1 내지 3 분 동안 60 내지 90 °F에서 역삼투수의 세개의 연속된 탱크에 침지하여 린스한다;
- [0069] k) 일부를 1 내지 2 분 동안 60 내지 90 °F에서 포스트딥 패시베이션 용액(postdip passivation solution)에 침지한다. 포스트딥 패시베이션 용액은 90% v/v(360 겔론)과 크롬산의 18.75 파운드를 결합하여 제조되고 완전히 용해될 때까지 저어준다. 400 겔론까지 탈이온수를 첨가한다;
- [0070] l) 상기 중합체 봉을 1 내지 5 분 동안 60 내지 90 °F에서 탈이온수에 침지하여 린스한다;
- [0071] m) 상기 중합체 봉을 1 내지 5 분 동안 80 내지 100 °F에서 뜨거운 탈이온수에 침지하여 린스한다; 그리고
- [0072] n) 중합체 봉은 이후에 건조된다.
- [0073] 실시예 1(CS1)에서 상기 기술된 S2, S3, CS2, 및 구리 와이어를 밀도, 인장 강도, 굴곡 탄성률, 선 열팽창 계수, 코팅 접착력, 및 저항률에 대해 상기 제공된 시험 방법에 따라 분석한다. 결과는 하기 표 2에 제공된다.

표 2

CS1, CS2, S2, 및 S3의 물리적 및 전기적 특성

	CS1	CS2	S2	S3
밀도 (g/cm ³)	8.89	1.15	2.24	1.62
인장 강도 (psi)	40,000	11,500	203,052	28,300
굴곡 탄성률 (psi)	NA	425,000	6,961,811	1,410,000
선 열팽창 계수 (μm/m·K)	16	99	6	19
코팅 접착력	-	통과	통과	통과
저항률 (ohm)	0.050	0.057	0.058	0.058

[0074]

- [0075] 표 2에 제공된 결과에서 보여지는 바와 같이, 미-충전된 중합체는 케이블 코어로서 사용에 적합하도록 받아들이기 어려울 정도로 낮은 인장 강도 및 받아들이기 어려울 정도로 높은 선 열팽창 계수를 제공한다. 대조적으로, 금속화된 충전된 에폭시 및 충전된 나일론 모두는 표준 구리 와이어보다 비슷하거나 더 나은 특성을 제공한다.

[0076] 실시예 3 - 중량 절감 예시

[0077] 하기의 표 3은 충전된 중합체 복합 코어 대 종래의 케이블을 이용한 잠재적 중량 절감을 나타낸다. 표 3에서, 비교 샘플 CS3은 셀룰러-타워 분야에 보통 사용되는 상업적인 사분의 일 인치 LDF1-50 RF 케이블(Commscope로부터 Heliacx)이다. 샘플 4(S4)의 가상 케이블은 CS3과 같은 물질을 사용하지만, 실시예 2(S2)에서 금속화된 유리-충전된 에폭시 물질로부터 구성되는 내부 도체를 제외한다. 샘플 5(S5)의 가상 케이블은 CS3과 같은 물질로 만들어지지만, 예외로 내부 및 외부 도체 모두는 금속화된 유리-충전된 에폭시 물질(S2)로 만들어진다.

표 3

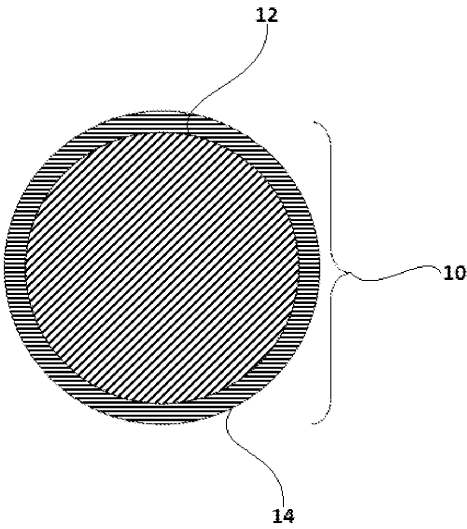
복합 대 구리로 만들어진 RF 동축 케이블의 중량 절감의 예시

	CS3		S4		S5	
케이블 중량 (Kg/m)		0.09		0.06		0.03
내부 도체 OD (mm)	구리 (Al clad)	2.54	S2	2.54	S2	2.54
내부 도체 (Kg/m)		0.045		0.011		0.011
외부 도체 OD (mm)	구리	7.87	구리	7.87	S2	7.87
외부 도체 중량		0.032		0.032		0.008
전체 지름		8.76		8.76		8.76
중량 절감 (%)			37.8		64.4	

[0078]

도면

도면1



도면2

