



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2013-0124303  
 (43) 공개일자 2013년11월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C08J 5/04 (2006.01) C08L 23/10 (2006.01)  
 C08K 7/02 (2006.01) G02B 6/44 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7007862
- (22) 출원일자(국제) 2011년09월21일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년03월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/052452
- (87) 국제공개번호 WO 2012/044498  
 국제공개일자 2012년04월05일
- (30) 우선권주장  
 61/387,581 2010년09월29일 미국(US)

- (71) 출원인  
 다우 글로벌 테크놀로지스 엘엘씨  
 미국 48674 미시건주 미들랜드 다우 센터 2040
- (72) 발명자  
 첸 부오  
 미국 08844 뉴저지주 힐스버러 페린 파이크 73  
 차우드헤리 바라트 아이  
 미국 08540 뉴저지주 프린스턴 미셸 코트 14  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 김영, 양영준

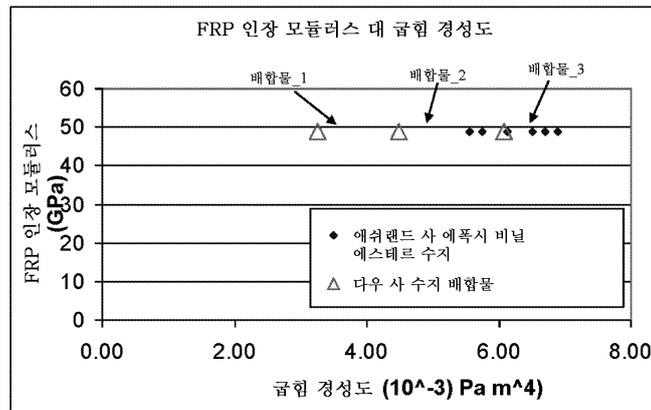
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **와이어 케이블용 가요성 강성 부재**

**(57) 요약**

본 발명은 광 케이블에 사용하기 위한, 향상된 가요성 및 고도의 인장 강도를 가지는 섬유 강화 플라스틱 재료에 관한 것이다. 강성 부재 조성물은 폴리프로필렌 기재의 열가소성 수지, 80 GPa를 초과하는 모듈러스를 가지는 연속형 섬유, 및 활석을 포함한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**크릭 체스터 제이**

미국 08865 뉴저지주 필립스버그 브레인너즈 로드  
322

**코겐 제프리 엠**

미국 08822 뉴저지주 플레밍턴 브레인트리 코트 6

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

(a) 폴리프로필렌 기재 열가소성 수지 조성물; 및  
 (b) 80 GPa 초과와 모듈러스를 가지는 연속형 섬유를 포함하는 강성 부재.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 열가소성 수지 조성물이 추가적으로 강화 충전재를 포함하는 강성 부재.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 강화 충전재가 활석인 강성 부재.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 연속형 섬유가 유리, 아라미드, 폴리에스테르, 고분자량 폴리에틸렌, 및 탄소 섬유에서 선택되는 강성 부재.

**청구항 5**

제3항에 있어서, 하기를 추가적으로 포함하는 강성 부재:

- (a) 열가소성 수지 조성물의 중량을 기준으로 1 중량% 내지 30 중량%의 활석; 및
- (b) 80 GPa 내지 90 GPa의 모듈러스를 가지는 연속형 섬유.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 열가소성 수지 조성물이 추가적으로 1종 이상의 항산화제, 가공 안정화제, 열 안정화제 및 접착제 수지를 포함하는 강성 부재.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 2 mm 직경 강성 부재에서의  $2.5 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$  미만,  $0.1 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$  초과와 굽힘 경성도(bending stiffness), 및 49 GPa 초과와 FRP 인장 모듈러스를 가지는 강성 부재.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 2 mm 직경의 강성 부재에서  $6.0 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$  미만,  $0.1 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$  초과와 굽힘 경성도를 가지는 강성 부재.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 2 mm 직경 강성 부재에서의  $3.26 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$  내지  $6.08 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$ 의 굽힘 경성도, 및 49 GPa 초과와 FRP 인장 모듈러스를 가지는 강성 부재.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 49 GPa 내지 59 GPa의 FRP 인장 모듈러스를 가지는 강성 부재.

**청구항 11**

제1항에 따른 강성 부재를 포함하는 광섬유 케이블.

**청구항 12**

- (a) 강화 충전재를 포함하는 폴리프로필렌 수지 조성물을 가열함으로써, 용융된 충전 컴파운드를 형성시키는 단계;
- (b) 압출기를 통해 연속형 섬유를 공급하여 용융된 충전 컴파운드와 합침으로써, 습윤화된 충전 컴파운드 다발을 형성시키는 단계; 및
- (c) 습윤화된 섬유 충전 컴파운드 다발을 다이로 통과시켜, 강성 부재를 형성시키는 단계를 포함하는 강성 부재의 제조 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 연속형 섬유가 유리, 아라미드, 폴리에스테르, 고분자량 폴리에틸렌, 및 탄소 섬유에서 선택되는 방법.

**청구항 14**

제12항에 있어서, 강화 충전재가 활석인 방법.

**청구항 15**

제12항에 있어서, 강성 부재가 하기를 포함하는 방법:

- (a) 열가소성 수지 조성물의 중량을 기준으로 1 중량% 내지 30 중량%의 활석; 및
- (b) 80 GPa 내지 90 GPa의 모듈러스를 가지는 연속형 유리 섬유.

**명세서**

**기술분야**

[0001] [관련 출원의 상호 참조]

[0002] 본 출원은 2010년 9월 29일자 U.S. 특허 가출원 제61/387,581호에 대하여 우선권을 주장하는 바, 그 전체 내용이 본원에 참조로써 개재된다.

[0003] 본 발명은 광 케이블에서 강성 부재(strength member)로 사용하기 위한, 향상된 가요성 및 고도의 인장 강도를 가지는 섬유 강화 플라스틱 재료에 관한 것이다.

**배경기술**

[0004] 본 발명은 광섬유 케이블 (FOC)에 사용되는 강성 부재의 구성에 관한 것이다. 금속 전도체의 부재하에서, 광섬유 케이블은 설치시 또는 이후의 사용시 모두에서 길이방향 및 가로방향 응력으로부터 섬유에 대한 충분한 보호를 제공하는 강성 부재를 포함하는 설계에 의존한다. 강성 부재는 통상적으로 유리 강화 플라스틱 (GRP)으로도 지칭되는 섬유 강화 플라스틱 (FRP)으로 제조된다.

[0005] 섬유-강화 플라스틱은 섬유가 강화된 중합체 매트릭스로 구성되는 복합 재료이다. 상기 섬유는 보통 유리 (가장 보편적임), 탄소, 또는 아라미드인 반면, 통상적으로 중합체는 보통 에폭시, 또는 비닐 에스테르이다.

[0006] 통상적인 수지 시스템을 사용하는 FRP는 매우 경성이다. 통상적으로, 그것은 2 밀리미터 (mm) 직경 막대에 있어서  $6 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$ 을 초과하는 굽힘 경성도(bending stiffness)를 가짐으로써, 구부러기가 매우 어려운 광섬유 케이블을 초래한다. 높은 굽힘 경성도는 일부 야외 적용분야에서는 바람직하지만 (즉, 설치시 가끔 작은 직경의 도관을 통하여 케이블을 "밀어넣어야" 할 필요가 있음), 케이블이 건물 내부로 들어가 수회 방향을 바꾼 후 그의 목적지에 도달할 필요가 있는 다른 적용분야 (야외/실내)에는 매우 바람직하지 않다. 케이블의 가요성을 증가시키기 위해서는, FRP의 크기를 감소시키거나 (이는 케이블의 총 인장 강도를 감소시키게 됨), 아니면 케이블 설계를 변경해야 한다. 예를 들면, 일부 케이블 제조자는 중앙의 강성 부재를 가지는 전통적인 원형의 FOC 케이블을 그의 폭을 따라 평행한 다수의 FRP들을 가지는 편평한 형상 (원형의 형상 대신)을 사용하는 편평형의 "테이프처럼 보이는" 케이블로 변형시켰다. 편평형 케이블 설계에 사용되는 FRP는 상대적으로 작은 직경을 가지나, 그의 총 인장 강도는 전통적인 원형의 케이블과 동등하다. 중앙의 강성 부재를 가지는 전통적인 원형의 케이블과 비교할 때, 편평형 케이블 설계는 일 축으로 (그의 폭 방향을 따라) 더 높은 가요성을 부여하면서도,

케이블의 총 인장 강도는 변화없이 유지한다. 그러나, 케이블 설계를 변경하는 것은 제조시 더 고도의 복잡성을 야기한다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0007] [발명의 개요]
- [0008] 일 실시양태에서, 본 발명은 하기를 포함하는 강성 부재이다: (a) 폴리프로필렌 기재 열가소성 수지 조성물, 및 (b) 80 기가파스칼 (GPa)을 초과하는 모듈러스(modulus)를 가지는 연속형 섬유. 상기 폴리프로필렌 기재 열가소성 수지는 추가적으로 활석과 같은 강화 충전제를 포함할 수 있다. 상기 조성물은 와이어 및 케이블, 특히 광섬유 케이블용 강성 부재의 제조에 유용하다.
- [0009] 일 실시양태에서, 본 발명은 하기의 단계들을 포함하는, 강성 부재의 제조 방법이다: (a) 충전제를 임의 포함하는 폴리프로필렌 기재 수지 조성물을 바람직하게는 이중-스크류형인 압출기에서 가열함으로써, 용융된 충전 컴파운드를 형성시키는 단계, (b) 압출기를 통하여 연속형 섬유를 공급하여 용융된 충전 컴파운드와 합침으로써, 습윤성 섬유 충전 컴파운드 다발을 형성시키는 단계; 및 (c) 습윤화된 섬유 충전 컴파운드 다발을 다이로 통과시켜, 강성 부재를 형성시키는 단계.

**도면의 간단한 설명**

- [0010] 도 1은 FRP 인장 모듈러스 대 굽힘 경성도의 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0011] 다르게 언급되거나, 문맥상 함축적이거나, 또는 업계 통상의 것이 아닌 한, 모든 부 및 %는 중량을 기준으로 하며, 모든 시험 방법은 본 개시 출원일 현재의 것이다. 미국 특허 실무의 목적상, 소정의 참조된 특허, 특허 출원 또는 공개의 내용은, 특히 정의의 개시 (본 개시에서 구체적으로 제공되는 소정의 정의와 모순되지 않는 정도까지) 및 업계의 일반 지식과 관련하여, 그 전체가 참조로써 개제된다 (또는 그의 US 버전 등가물이 그와 같이 참조로써 개제됨).
- [0012] 본 개시에서의 숫자 범위는 대략적인 것이며, 그에 따라 다르게 표시되지 않는 한 범위 외의 값을 포함할 수 있다. 소정 하위 값과 소정 상위 값 사이에 2 단위 이상의 간격이 존재한다는 전제하에, 숫자 범위는 하위 및 상위 값을 포함하여 1 단위의 증분으로 그의 모든 값을 포함한다. 그 예로서, 예컨대 분자량 등과 같은 조성물 특성, 물리적 특성 또는 기타 특성이 100 내지 1,000인 경우라면, 100, 101, 102 등과 같은 모든 개별 값들, 및 100 내지 144, 155 내지 170, 197 내지 200 등과 같은 하위 범위들이 명시적으로 열거되는 것이다. 1 미만인 값을 포함하거나 1을 초과하는 분수 (예컨대 1.1, 1.5 등)를 포함하는 범위의 경우, 1 단위는 경우에 따라 0.0001, 0.001, 0.01 또는 0.1인 것으로 간주된다. 10 미만의 단자리 수 (예컨대 1 내지 5)를 포함하는 범위의 경우, 1 단위는 통상적으로 0.1인 것으로 간주된다. 이는 구체적으로 의도되는 것의 단지 예로써, 열거된 최하위 값과 최상위 값 사이 숫자 값들의 모든 가능한 조합이 본 개시에서 명시적으로 언급되는 것으로 간주되어야 한다. 본 개시에서는, 특히 다양한 조성물 성분들의 양, 공정의 파라미터들 등에 대하여 숫자 범위가 제공된다.
- [0013] "열가소성" 재료는 가열되었을 때 반복적으로 연화되어 유동성이 되고 실온으로 냉각되었을 때 경질 상태로 돌아올 수 있는 선형 또는 분지형의 중합체이다. 본 발명의 맥락에서, 열가소성 재료는 일반적으로 ASTM D638-72의 방법을 사용할 때 10,000 psi (68.95 MPa)를 초과하는 탄성 모듈러스를 가진다. 또한, 연화 상태로 가열될 경우, 열가소성 수지는 어떠한 예정된 형상의 물품으로도 성형 또는 압출될 수 있다.
- [0014] "프로필렌-기재 중합체"는 대부분의 중량%를 중합된 프로필렌 단량체 (중합가능 단량체의 총량 기준)로 포함하고, 임의로 1종 이상의 중합된 공단량체를 포함할 수 있는 중합체를 의미한다.
- [0015] 파단 인장 강도(Tensile strength at break)는 ASTM D638에 따라 측정된다.
- [0016] 본원에서 사용될 때, "연속형 섬유"는 전체 연방사(roving) 내내 그 길이가 계속되는 섬유이다. 연방사의 크기에 따라, 연속형 섬유의 길이는 5 내지 30 km와 같은 넓은 범위로 가변적일 수 있다.
- [0017] 강성 부재

[0018] 본 발명의 강성 부재는 열가소성 수지 조성물, 및 강성 부재 제조시의 강화재로서의 연속형 섬유를 포함한다. 가능한 섬유에는 유리, 아라미드, 폴리에스테르, 고분자량 폴리에틸렌, 및 탄소 섬유가 포함되나, 이에 제한되는 것은 아니다. 본 발명의 섬유는 통상적으로 80 GPa 초과, 바람직하게는 80-90 GPa 사이의 모듈러스를 가진다. 강성 부재는 광섬유 케이블에 사용되는 통상적인 FRP에 비해 더 높은 가요성을 가지면서도 고도의 인장 강도를 유지한다. 해당 굵힘 경성도로 특성화될 때의 강성 부재의 가요성은 효과적인 수지 배합을 통하여 예컨대 약  $0.1 \times 10^{-3}$  내지 약  $2.5 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$ ,  $0.1 \times 10^{-3}$  내지 약  $6.0 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$ ,  $3.0 \times 10^{-3}$  내지  $6.5 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$ , 바람직하게는  $3.26 \times 10^{-3}$  내지 약  $6.08 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^4$ 의 넓은 범위 이내로 설정될 수 있다. 강성 부재의 FRP 인장 모듈러스는 통상적으로 49 GPa 내지 59 GPa 사이이다.

[0019] 수지 조성물

[0020] 본 발명은 폴리프로필렌 기재 열가소성 재료를 포함하는 조성물을 그의 수지 시스템으로서 사용한다. 표 1은 상기 수지 시스템에 가능한 배합을 나타낸다. 임의로, 다양한 농도의 활석이 수지의 인장 모듈러스 및 이후 강성 부재의 굵힘 경성도를 설정하기 위하여 배합물에 충전재로서 사용될 수 있다. 가능한 충전제에는 활석 또는 기타 강화 충전재들이 포함되나, 이에 제한되는 것은 아니다. 활석은 통상적으로 수지 조성물 중량 대비 0, 15 또는 30 중량%로 존재한다.

**표 1**

수지 조성물의 배합

성분	범위 (중량%)	바람직 (중량%)	더욱 바람직 (중량%)
폴리프로필렌	40-99	50-93	70-85
충전재	0.0-45.0	0.0-40.0	0.0-30.0
첨가제 패키지:	0.12-35.0	0.36-28.0	0.7-22.0
항산화제	0.01-10.0	0.05-8.0	0.1-6.0
가공 안정화제	0.01-10.0	0.01-8.0	0.1-6.0
접착 촉진제	0.1-15.0	0.3-12.0	0.5-10.0

[0021]

[0022] 열가소성 수지 시스템을 사용함으로써, 용이하게 재활용될 수 없는 열경화성 재료를 사용하는 통상적인 FRP와 달리, 상기 강성 부재는 용이하게 재활용가능하다. 또한, 본 발명의 폴리프로필렌 기재 수지 시스템은 상대적으로 낮은 점도를 가지고 있어서, 강성 부재가 섬유 인발 크로스헤드(crosshead)를 사용하여 압출기를 통해 인발될 수 있다. 이는 본질적으로 통상적인 수지 배스 및 인라인 경화 유형의 인발 공정인 통상적인 FRP 제조 공정과는 다른 것이다. 인발 크로스헤드의 온도하에서의 수지의 낮은 점도로 인하여, 섬유는 훨씬 더 효율적인 방식으로 습윤화(wetted)될 수 있다. 또한, 낮은 점도는 다발이 다이를 통과하면서 섬유에 부착된 과량의 수지를 제거하는 것 ("역류"의 형태로) 역시 돕게 된다. 통상적인 제조 공정하에서는, 맞춤형의 단면 형상을 만드는 것이 어렵고도 비용이 든다. 그러나, 본 발명을 사용하게 되면, 열가소성 수지가 상대적으로 낮은 점도를 가지고 있어서 어떠한 형상으로도 용이하게 성형될 수 있기 때문에, 맞춤형 형상의 단면 형상을 가지는 강성 부재가 더 효율적으로 제조될 수 있다. 또한, 열가소성 수지에는 경화가 필요하지 않다.

[0023] 또한, 다양한 임의 성분들이 본 발명의 수지 조성물에 용이하게 사용되기도 한다. 예를 들면, 사용될 수 있는 첨가제에는 항산화제, UV 안정화제, 증점제, 살세균제, 가공 안정화제, 열 안정화제, 접착제 수지, 착색제, 커플링제, 난연제, 이형제, 정전기 방지제, 핵화제, 충전제, 또는 이들의 임의 조합이 포함된다. 첨가제는 폴리프로필렌 수지와 동일하거나 상이한 운반체 중합체를 포함하는 중합체 매트릭스 중에 분산될 수 있다.

[0024] 구체적인 예를 들면, 일 실시양태에서는, 1종 이상의 항산화제 (예를 들면 시바(Ciba)사의 이르가녹스(IRGANOX)® 1010 항산화제, 이르가녹스® PS 802 항산화제) 및 가공 안정화제 (예를 들면 활성 포스피에이트, 예컨대 트리스-(2,4-디-tert-부틸페닐) 포스파이트 (시바사의 이르가포스(IRGAFOS)®168))가 수지 조성물에 컴파운딩되는 것이 고려될 것이다. 커플링제 또는 접착 촉진제, 예컨대 아르케마(Arkema)사의 오레박(OREVAC)™ CA-100 수지가 포함될 수도 있다.

- [0025] 제조 방법
- [0026] FRP 강성 부재를 제조하기 위하여 연속형 섬유상으로 인발될 중합체 화합물은 배치 믹서 (반베리 등) 또는 연속형 믹서 (FCM 등)와 같은 통상적인 컴파운딩 공정을 사용하여 제조될 수 있다. 일 실시양태에서는, 그와 같은 화합물이 제조된 후, 펠렛화된 중간물로서 분리되어, 나중에 인발 공정에 사용된다. 일부 경우에는, 성분들 중 일부를 예비-컴파운딩한 다음, 인발 공정 동안에 다른 것들을 첨가하는 것이 바람직할 수도 있다. 모든 성분들을 인발 공정시에 컴파운딩하는 것 또한 바람직할 수 있다. 예를 들면, 수지가 완전히 용융되어 적합하게 낮은 점도에 도달하도록, 인발시에 승온에서 중합체 화합물이 용융 압출된다. 다음에는, 압출기를 통하여 섬유가 공급됨으로써, 85 %를 초과하는 섬유상 수지 피복율을 가지는 우수한 섬유 습윤화(wet-out)를 보장하기 위하여 고압 (2000 psi 초과)이 사용되는 크로스헤드 내부 챔버 내에서 용융된 수지로 습윤화된다. 다음에, 습윤성 섬유/수지 다발은 성형 다이를 통하여 연속적으로 인발되면서 냉각되어 그의 형상을 유지한다.
- [0027] 일 실시양태에서는, 강화 충전재를 포함하는 폴리프로필렌 수지 조성물을 가열하여 용융된 충전 컴파운드를 형성시키는 것에 의해 강성 부재가 형성된다. 압출기를 통하여 연속형 섬유가 공급되어 연속형 섬유를 용융된 충전 컴파운드와 합침으로써, 습윤화된 충전 컴파운드 다발이 형성된다. 습윤화된 섬유 충전 컴파운드 다발이 다이로 통과됨으로써, 강성 부재가 형성된다.
- [0028] [구체적인 실시양태]
- [0029] 실시예 1, 2 및 3의 배합물을 하기 표 2에 나타내었다. 실시예에서는, 오웬 코닝(Owens Corning) 사의 연속형 어드밴텍스(Advantex)® E-유리 섬유 SE4121 (모듈러스 = 81-83 GPa)을 사용하였다.

**표 2**

실시예의 % 조성

재료	실시예 1 (중량%)	실시예 2 (중량%)	실시예 3 (중량%)
폴리프로필렌	82.3	70.0	54.6
아키브 6936G1 (액손 모빌 사)	10.0	8.5	10.0
선형 저밀도 폴리에틸렌	3.0	2.6	2.1
이르가녹스 1010 (시바 사)	0.2	0.2	0.1
이르가폭스 168 (시바 사)	0.4	0.4	0.3
이르가녹스 PS 802 (시바 사)	0.4	0	0.3
말레산 무수물 개질 폴리프로필렌	3.8	3.2	2.6
제트필 700 활석	0	15.0	30.0
유리 섬유 (오웬 코닝 SE 4121)	최종 강성 부재의 81.0 중량%	최종 강성 부재의 80.5 중량%	최종 강성 부재의 81.0 중량%

- [0030]
- [0031] 아키브(ACHIEVE) 6936G1 및 선형 저밀도 폴리에틸렌은 화합물의 점성을 최적화하기 위하여 사용되는 유변학적 수지 개질제이다. 이르가녹스 1010, 이르가폭스 168, 및 이르가녹스 PS 802는 항산화제로서 사용된다. 말레산 무수물 개질 폴리프로필렌은 접착 촉진제로서 사용된다. 실시예 1-3에서 사용되는 폴리프로필렌은 52 g/10분의 MFR, 0.9 g/cm<sup>3</sup>의 밀도, 및 1.65 GPa의 굽힘 모듈러스(flex modulus)를 가지는 단일중합체이다. 선형 저밀도 폴리에틸렌은 10 g/10분의 MFR, 0.924 g/cm<sup>3</sup>의 밀도, 및 0.38 GPa의 굽힘 모듈러스를 가진다.
- [0032] 실시예 1-3은 인발 공정에 의해 제조된다. 먼저, 활석을 포함한 개별 수지 성분들이 주 호퍼를 통하여 압출기로 공급된다. 재료는 압출기를 통과할 때 인라인으로 혼합이 이루어지면서 수지가 완전히 용융되고 바람직하게 낮은 점도에 도달하도록 300 °C의 승온이 사용되는 크로스헤드로 간다. 다음에, 압출기를 통하여 유리 섬유가 공급됨으로써, 우수한 섬유 습윤화를 보장하기 위하여 고압 (2000 psi 초과)이 사용되는 크로스헤드 내부 챔버 내에서 용융된 화합물에 의해 습윤화된다. 다음에, 습윤성 섬유/수지 다발은 성형 다이를 통하여 2 ft/분의 속도로 연속적으로 인발되면서 냉각되어 그의 형상을 유지한다.

[0033] 표 3은 FRP에 사용되는 공지의 통상적인 수지와 비교한 실시예의 특성들을 나타낸다.

**표 3**

**실시예 1-3 및 비교 실시예 1-10 수지의  
모듈러스, 굽힘 경성도 및 인장 강도**

실시예	수지 조성물	수지 모듈러스 (GPa)	굽힘 경성도 ( $10^{-3}$ Pa $m^4$ )	인장 강도 (GPa)
실시예 1	(표 2 참조)	1.7	3.26	49
실시예 2	(표 2 참조)	2.34	4.48	49
실시예 3	(표 2 참조)	3.17	6.08	49
비교 실시예 1	테라칸 411-350 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.2	6.13	49
비교 실시예 2	테라칸 모멘텀™ 640-900 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.4	6.52	49
비교 실시예 3	테라칸 모멘텀™ 510C-350 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.2	6.13	49
비교 실시예 4	테라칸 470HT-400 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.5	6.71	49
비교 실시예 5	테라칸 510A-40 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.4	6.52	49
비교 실시예 6	테라칸 510C-350 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.2	6.13	49
비교 실시예 7	테라칸 8084 에폭시 비닐 에스테르 수지	2.9	5.56	49
비교 실시예 8	테라칸 8090 에폭시 비닐 에스테르 수지	3	5.75	49
비교 실시예 9	테라칸 모멘텀™ 411-350 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.2	6.13	49
비교 실시예 10	테라칸 모멘텀™ 470-300 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.6	6.90	49
비교 실시예 11	테라칸 470-300 에폭시 비닐 에스테르 수지	3.6	6.90	49

[0034]

[0035] 상기 수지 모듈러스는 시험 표준 ASTM D790에 따라 측정되었다.

[0036] 굽힘 경성도는 시험 표준 ASTM D790에 따라 측정되거나 (실시예 1-3), 또는 성분들의 모듈러스 및 강성 부재의 치수로부터 계산되었다 (비교 실시예 1-10).

[0037] 본 발명에 따른 강성 부재의 장점들 중 하나는 고도의 인장 강도를 유지하면서도 향상되는 가요성이다. 연속형 섬유 (길이 방향으로 정렬됨) 강화 강성 부재에 있어서, 그의 굽힘 경성도는 거의 수지의 굽힘 모듈러스에 의해 결정된다. 표 3의 비교 실시예에는 현재 FRP 제품에서 사용되고 있는 시중에서 구입가능한 인기 있는 에폭시 비닐 에스테르 수지들 중 일부가 포함되어 있다. 테라칸(Derakane)® 에폭시 비닐 에스테르 수지는 애쉬랜드 (Ashland) 사에 의해 제조된다. 비교 목적상, 고려되는 FRP는 원형이며, 2 mm의 직경을 가진다.

[0038] 본 발명에 따른 강성 부재는 현재 사용되고 있는 에폭시 비닐 에스테르 수지에 비해 더 넓은 범위의 굽힘 경성도를 제공하면서도, 인장 모듈러스는 동일하게 유지된다. 도 1은 비교 실시예의 통상적인 FRP 및 실시예 1-3 강성 부재들 간의 인장 모듈러스 및 굽힘 경성도 면에서의 비교를 나타낸다. 도면은 시중에서 구입가능한 여러 에폭시 비닐 에스테르 수지들을 사용할 경우, FRP의 굽힘 경성도가 가변적이기는 하지만 평균 값으로부터 15 % 미만의 상대적으로 좁은 범위 내로 제한될 수 있다는 것을 입증하고 있다. 반면, 상이한 배합물을 사용하는 것을 통하여, 본 발명에 따른 강성 부재는 훨씬 더 넓은 굽힘 경성도 범위를 제공하고 있다. 더 구체적으로, 실시예 1 또는 2의 배합물을 사용하여 제조되는 강성 부재는 매우 가요성인 ( $2.5 \times 10^{-3}$  Pa  $m^4$  미만의 굽힘 경성도를 가짐) 반면, 실시예 3의 배합물을 사용하여 제조되는 강성 부재는 테라칸 모멘텀 (DERAKANE MOMENTUM)™ 640-900 에폭시 비닐 에스테르 수지를 사용하여 제조되는 현재 FRP와 유사한 경성도 ( $6 \times 10^{-3}$  Pa  $m^4$ 에 가까운 굽힘 경성도를 가짐)를 가진다. 가장 중요한 것은, 본 발명의 강성 부재는 인장 모듈러스를 희생하지 않고도 가요성을 달성함으로써; 본질적으로 시중의 현재 FRP와 동일한 인장 모듈러스를 제공한다는 것이다.

[0039] 본 발명이 전기한 바람직한 실시양태들의 설명을 통한 소정의 세부사항을 사용하여 기술되기는 하였지만, 그와

같은 세부사항은 예시를 주 목적으로 하는 것이다. 하기 청구범위에 기술되어 있는 바와 같은 본 발명의 기술 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않고도, 많은 변종 및 변형들이 업계 숙련자에 의해 이루어질 수 있다.

도면

도면1

