



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0125766
 (43) 공개일자 2009년12월07일

(51) Int. Cl.
C08J 5/24 (2006.01) *B29C 70/06* (2006.01)
E04C 5/07 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-7018941
 (22) 출원일자 2008년03월10일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2009년09월10일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2008/054834
 (87) 국제공개번호 WO 2008/111679
 국제공개일자 2008년09월18일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2007-062522 2007년03월12일 일본(JP)

(71) 출원인
닛테츠 콘포짓트 가부시카이가이사
 일본국 도쿄도 주오구 니혼바시 고부나초 3-8
 (72) 발명자
다케다 도시카즈
 일본국 도쿄도 주오구 니혼바시 고부나초 3-8 닛
 테츠 콘포짓트 가부시카이가이사 내
시마다 마사키
 일본국 도쿄도 주오구 니혼바시 고부나초 3-8 닛
 테츠 콘포짓트 가부시카이가이사 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
강일우, 홍기천, 이상혁, 정석원, 전재윤

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재 및 그 제조방법, 및, 섬유 강화 시트

(57) 요약

본 발명의 목적은, 성형 스피드의 제약이나, 한 번에 제조할 수 있는 개수 제약을 제거하고, 또한 이형체를 사용
 하지 않고, 성형 후의 표면 거칠기화 등의 작업을 없애, 제조비용의 대폭 삭감과 제품 품질의 대폭 상승을 도모
 할 수 있는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재 및 그 제조방법, 및, 섬유 강화 시트를 제공하는 것이다. 둥근 형
 상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법에 의하면, (a) 한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지는 강화
 섬유 다발(f1)을 꼬면서 연속적으로 송급하는 공정, (b) 상기 연속적으로 송급되는 강화섬유 다발(f1)에 매트릭
 스수지 (R)를 함침시키는 공정, (c) 상기 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)을, 소정의 힘으로 긴장시키면서 가열하
 고, 강화섬유 다발의 횡단면을 원 형상으로 하여 수지를 경화시키는 공정을 구비하여, 횡단면이 원 형상이 되는
 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 제조한다.

(72) 발명자

히노 히데히코

일본국 도쿄도 주오구 니혼바시 고부나초 3-8 닛테
즈 콘포깃트 가부시키키가이샤 내

아라조에 마사키

일본국 도쿄도 주오구 니혼바시 고부나초 3-8 닛테
즈 콘포깃트 가부시키키가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지는 강화섬유 다발을 꼬면서(twisting) 연속적으로 송급(feeding)하는 공정,
- (b) 상기 연속적으로 송급되는 강화섬유 다발에 매트릭스수지를 함침시키는 공정,
- (c) 상기 수지 함침된 강화섬유 다발을, 소정의 힘으로 긴장시키면서 가열하고, 강화섬유 다발의 횡단면을 원형상으로 하여 수지를 경화시키는 공정을 구비한 횡단면이 원형상이 되는 섬유강화 플라스틱 선재를 제조하는 것을 특징으로 하는 연속한 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 2

- (a) 한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지는 강화섬유 다발을 연속적으로 송급하는 공정,
- (b) 상기 연속적으로 송급되는 강화섬유 다발에 매트릭스수지를 함침시키는 공정,
- (c) 상기 수지 함침된 강화섬유 다발을 꼬는 공정,
- (d) 상기 수지 함침되고 또한 꼬여진 강화섬유 다발을, 소정의 힘으로 긴장시키면서 가열하고, 강화섬유 다발의 횡단면을 원형상으로 하여 수지를 경화시키는 공정을 구비한 횡단면이 원형상이 되는 섬유강화 플라스틱 선재를 제조하는 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 섬유강화 플라스틱 선재의 선지름은, 직경 0.5mm~30mm인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 강화섬유 다발의 꼬임회수는, 5회/m~40회/m인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 수지 함침된 강화섬유 다발은, 500g/개~3000g/개의 힘으로 긴장되는 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 강화섬유에 대한 상기 매트릭스수지의 함침량은, 체적비율로 30%~60%인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 강화섬유는, 유리섬유, 탄소섬유, 아라미드섬유, PBO(폴리페닐렌벤즈비스옥사졸)섬유, 폴리에스테르 섬유 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 매트릭스수지는, 에폭시수지, 비닐 에스테르수지, MMA수지, 불포화 폴리에스테르수지, 또는 페놀수지 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법.

청구항 9

한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지고, 꼬임가공(twisting processing)이 실시된 강화섬유 다발에 수지가 함침된 횡단면이 원형상이 되는 섬유강화 플라스틱 선재로서,

상기 섬유강화 플라스틱 선재는, 제 1 항 내지 제 8 항 중의 어느 한 항에 기재된 제조방법에 의해 제작된 섬유 강화 플라스틱 선재인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재.

청구항 10

강화섬유에 매트릭스수지가 함침되어, 경화된 연속한 섬유강화 플라스틱 선재를 복수개, 길이방향으로 발 형상 (blind shape)으로 배열하고, 선재를 고정용 섬유재로 서로 고정한, 구조물에 접촉하여 보강하기 위한 시트형상 보강재인 섬유 강화 시트로서,

상기 섬유강화 플라스틱 선재는, 제 1 항 내지 제 8 항 중의 어느 한 항에 기재된 제조방법에 의해 제작된 섬유 강화 플라스틱 선재인 것을 특징으로 하는 섬유 강화 시트.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 각 섬유강화 플라스틱 선재는, 서로 0.1~1.0mm만큼 이간하고 있는 것을 특징으로 하는 섬유 강화 시트.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서, 상기 고정용 섬유재는, 유리섬유 혹은 유기섬유로 이루어지는 실 형상 (thread shape)인 것을 특징으로 하는 섬유 강화 시트.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은, 지름이 작고 둥근 형상의 섬유강화 플라스틱 선재(線材) 및 그 제조방법에 관한 것으로, 나아가서는 이러한 섬유강화 플라스틱 선재를 시트 형상으로 배열한 섬유 강화 시트에 관한 것이다. 특히, 섬유 강화 시트는, 예를 들면, 토목 건축 구조물인 콘크리트 구조물 혹은 강(鋼) 구조물(본원 명세서에서는, 콘크리트 구조물, 강 구조물을 포함하여 단순히 '구조물'이라고 한다.)에 접촉하여 보강하는데 사용할 수 있다.

배경기술

- <2> 구조물의 보강 방법으로서 최근, 기존 혹은 신설의 구조물의 표면에 연속 섬유 강화 시트를 붙이거나 감거나 하는 접착 공법이 개발되고 있다.
- <3> 그러나, 상기 접착 공법은, 단순한 접착일 뿐이고, FRP(섬유강화 플라스틱) 보강재의 박리에 의한 구조물의 조기 파괴에 의해, 종국(終局) 내력(ultimate bearing force)의 보강 경화에는 한계가 있는 한편, 예를 들면 콘크리트 구조물의 균열 억제 효과에도 한계가 있다. 게다가, FRP 보강재가 높은 성능이 유효하게 활용되고 있지 않은 경우가 많다. 또한, 기존 구조물의 균열 손상 등의 회복이나 사하중(死荷重)에 대한 보강은 할 수 없다.
- <4> 이러한 문제를 개선할 수 있도록, 시트형상 보강재에 하중을 부여하여 긴장시키고, 긴장 상태에서 시트형상 보강재를 구조물 표면에 접착하는 긴장 접착 공법이 이용되고 있다. 이 긴장 접착 공법에서 사용되는 시트형상 보강재는, 현재, 수지를 함침하고 있지 않은 섬유가 한 방향으로 배열된 시트, 이른바, 강화섬유 시트, 혹은, 폭 50mm 이상의 섬유강화 플라스틱의 평판을 이용하고 있다.
- <5> 그러나, 수지를 함침하고 있지 않은 섬유를 이용한 섬유 강화 시트에서는, 제조상의 문제 혹은 취급시의 문제로 부터, 강화섬유가 반드시 한 방향으로 균일하게 배열되지는 않았다. 그 때문에, 긴장력을 도입할 수 있도록, 강화섬유 시트에 하중을 부여하여 긴장시킬 때에 부분적인 섬유 끊어짐(thread breakage)이 발생하여, 충분한 긴장력을 도입할 수 없는 경우가 있다. 즉, 강화섬유 시트가 긴장에 필요한 충분한 힘을 발휘할 수 없는 경우가 있다. 통상, 긴장력은, 최종 과단 하중의 50%~30% 감소한 정도가 되고 있다.
- <6> 또한, 섬유강화 플라스틱 평판을 이용하는 경우는, 판폭이 넓기 때문에 접착할 때에, 접착면에 보이드(void)가 혼입하여, 충분한 접착력을 얻는 것이 어렵다고 하는 문제가 있다. 보이드의 발생을 피하기 위해서 섬유강화 플라스틱 평판에 구멍을 뚫는 것을 생각할 수 있지만, 이 경우에는, 섬유강화 플라스틱 평판의 강화섬유를 절단하게 되어, 바람직하지 않다
- <7> 따라서, 본 발명자들은, 일본 공개특허공보 2004-197325호 공보에 기재된 바와 같이, 섬유 강화 시트에서, 강화 섬유에 매트릭스수지가 함침되어, 경화된 연속한 섬유강화 플라스틱 선재를 복수개, 길이방향으로 발 형상

(blind shape)으로 배열하고, 그 후 선재를 고정용 섬유재로 서로 고정한 섬유 강화 시트를 제안하였다.

<8> 이러한 섬유 강화 시트는, 긴장시의 섬유 끊어짐의 문제를 해결하고, 또한, 시공시의 보이드의 발생도 회피하여 피보강면에 대해서 충분한 접촉력을 얻을 수 있고, 특히, 긴장 접촉 공법에 기초하는 콘크리트 구조물의 보강 등을 극히 작업성 좋게 실시할 수 있다.

발명의 상세한 설명

<9> 발명이 해결하고자 하는 과제

<10> 종래, 상기 섬유 강화 시트에 사용되는 둥근 형상의 연속된 섬유강화 플라스틱 선재는, 폴트루전(pultrusion)법 이라고 하는 인발 성형법으로 제조되는 것이 통상이었다.

<11> 이 방법에서는, 둥근 형상의 선재를 성형하는데 가열 금형을 이용하기 때문에, 금형을 통과시킬 때에 저항이 발생하는 것에 의하여 성형 스피드가 올라가지 않는다는 문제가 있다. 또한, 금형의 크기의 제약 등으로부터, 금형에 설치하는 구멍수에 한계가 발생하여, 한 번에 제조할 수 있는 선재의 개수가, 많아도 20 개~30개까지라고 하는 문제가 있었다.

<12> 또한, 매트릭스수지와 금형과의 달라붙음 방지를 위해, 이형제가 사용되어, 그 이형제가 선재 표면에 나오기 때문에, 이 선재를 시트형상 보강재(섬유 강화 시트)로서 구조물 보강에 사용한 경우에는, 구조물에 접촉할 때, 접착제와 선재 표면과의 접착이 잘 되지 않는다고 하는 문제가 있었다. 그 때문에, 섬유 강화 시트를 사용하는 경우에는, 선재 경화 후, 샌드페이퍼 등으로 표면을 거칠게 하는 작업 (surface roughing)을 해야한다고 하는 문제도 있었다.

<13> 이 문제 때문에, 제조비용의 상승이나, 표면 거칠기화를 할 때의 선재에 흠이 발생하는 것에 의한 품질 저하를 초래하고 있었다.

<14> 따라서, 본 발명의 목적은, 성형 스피드의 제약이나, 한 번에 제조할 수 있는 개수(個數) 제약을 제거하고, 또한 이형제를 사용하지 않으며, 성형 후의 표면 거칠기화 등의 작업을 없애, 제조비용의 대폭 삭감과 제품 품질의 대폭 상승을 도모할 수 있는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재 및 그 제조방법, 및, 섬유 강화 시트를 제공하는 것이다.

<15> 본 발명의 다른 목적은, 가열 금형을 이용하지 않아도, 둥근 형상을 성형할 수 있고, 게다가, 한 번에 다량의 개수를 만들 수 있어, 비용면, 품질면의 양면에서, 인발 성형법의 선재보다 유리한 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재 및 그 제조방법, 및, 섬유 강화 시트를 제공하는 것이다.

<16> 과제를 해결하기 위한 수단

<17> 상기 목적은 본 발명에 관한 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재 및 그 제조방법, 및, 섬유 강화 시트로 달성된다. 요약하면, 본 발명의 제 1 형태에 의하면,

<18> (a) 한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지는 강화섬유 다발을 꼬면서(twisting) 연속적으로 송급(feeding)하는 공정,

<19> (b) 상기 연속적으로 송급되는 강화섬유 다발에 매트릭스수지를 함침시키는 공정,

<20> (c) 상기 수지 함침된 강화섬유 다발을, 소정의 힘으로 긴장시키면서 가열하고, 강화섬유 다발의 횡단면을 원형상으로 하여 수지를 경화시키는 공정을 구비한, 횡단면이 원형상이 되는 섬유강화 플라스틱 선재를 제조하는 것을 특징으로 하는 연속한 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법이 제공된다.

<21> 본 발명의 제 2 형태에 의하면,

<22> (a) 한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지는 강화섬유 다발을 연속적으로 송급하는 공정,

<23> (b) 상기 연속적으로 송급되는 강화섬유 다발에 매트릭스수지를 함침시키는 공정,

<24> (c) 상기 수지 함침된 강화섬유 다발을 꼬는 공정,

<25> (d) 상기 수지 함침되고 또한 꼬여진 강화섬유 다발을, 소정의 힘으로 긴장시키면서 가열하고, 강화섬유 다발의 횡단면을 원형상으로 하여 수지를 경화시키는 공정을 구비한 횡단면이 원형상이 되는 섬유강화 플라스틱 선재를 제조하는 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법이 제공된다.

- <26> 본 발명에서 실시형태에 의하면, 상기 섬유강화 플라스틱 선재의 선지름은, 직경 0.5mm~3.0mm이다.
- <27> 본 발명에서 다른 실시형태에 의하면, 상기 강화섬유 다발의 꼬임회수는, 5회/m~40회/m이다.
- <28> 본 발명에서 다른 실시형태에 의하면, 상기 수지 함침된 강화섬유 다발은, 500g/개~3000g/개의 힘으로 긴장된다.
- <29> 본 발명에서 다른 실시형태에 의하면, 상기 강화섬유에 대한 상기 매트릭스수지의 함침량은, 체적 비율로 30%~60%이다.
- <30> 본 발명에서 다른 실시형태에 의하면, 상기 강화섬유는, 유리섬유, 탄소섬유, 아라미드섬유, PBO(폴리페닐렌벤즈비스옥사졸)섬유, 폴리에스테르 섬유중의 어느 하나이다.
- <31> 본 발명에서 다른 실시형태에 의하면, 상기 매트릭스수지는, 에폭시수지, 비닐 에스테르수지, MMA수지, 불포화 폴리에스테르수지, 또는 페놀수지중의 어느 하나이다.
- <32> 본 발명의 제 3 형태에 의하면, 한 방향으로 배열된 복수개의 강화섬유로 이루어지고, 꼬임가공(twisting processing)이 실시된 강화섬유 다발에 수지가 함침된 횡단면이 원 형상이 되는 섬유강화 플라스틱 선재로서,
- <33> 상기 섬유강화 플라스틱 선재는, 상기 구성의 제조방법에 의해 제작된 섬유강화 플라스틱 선재인 것을 특징으로 하는 둥근 형상 섬유강화 플라스틱 선재가 제공된다.
- <34> 본 발명의 제 4 형태에 의하면, 강화섬유에 매트릭스수지가 함침되어, 경화된 연속한 섬유강화 플라스틱 선재를 복수개, 길이방향으로 발 형상으로 배열하고, 선재를 고정용 섬유재로 서로 고정한다. 구조물에 접촉하여 보강하기 위한 시트형상 보강재인 섬유 강화 시트로서, 상기 섬유강화 플라스틱 선재는, 상기 구성의 제조방법에 의해 제작된 섬유강화 플라스틱 선재인 것을 특징으로 하는 섬유 강화 시트가 제공된다. 실시형태에 의하면, 상기 각 섬유강화 플라스틱 선재는, 서로 0.1~1.0mm만큼 이간하고 있다. 또한, 다른 실시형태에 의하면, 상기 고정용 섬유재는, 유리섬유 혹은 유기섬유로 이루어지는 실 형상(thread shape)이다.
- <35> 발명의 효과
- <36> 본 발명에 의하면, 강화섬유를 꼬아 매트릭스수지의 수지 함침량을 컨트롤하여, 수지 함침 강화섬유를 가열 경화시킬 때, 강화섬유에 텐션력을 부여하는 것에 의해, 금형을 이용하지 않아도, 둥근 형상의 선재를 제조할 수 있다.
- <37> 또한, 본 발명에 의하면, 금형을 사용하는 일이 없기 때문에, 한 번에 30개 이상의 선재 제조도 가능해지고, 또한, 매트릭스수지에 이형제를 넣을 필요도 없기 때문에, 선재의 표면 거칠기화 작업도 불필요해져, 대폭적인 비용 삭감과 품질 개선을 달성할 수 있다.

실시예

- <46> 이하, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법과, 그 제조방법으로 제조된 섬유강화 플라스틱 선재, 및 그 선재를 이용하여 제작된 섬유 강화 시트에 대해서, 도면에 기초하여 자세하게 설명한다.
- <47> 실시예 1
- <48> 도 1 내지 도 3에, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재를 제조하기 위한 제조장치{100(100A,100B)}의 실시예를 도시한다. 또한, 도 4에, 본 발명에 따라서 제작된 섬유강화 플라스틱 선재의 단면 구조를 도시하고, 도 5에, 이러한 섬유강화 플라스틱 선재를 사용한 발 형상 섬유 강화 시트의 실시예를 도시한다. 본 실시예에서, 제조장치{100(100A,100B)}는, 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션 (100A)(도 1)과, 섬유 긴장(fiber tensioning), 가열 경화 섹션(100B)(도 2)으로 구성된다.
- <49> 도 1은, 제조장치(100)의 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)을 도시하고 있고, 도면 위, 좌측으로부터 우측으로 복수개의 강화섬유(f)로 이루어지는 강화섬유 스트랜드(강화섬유 다발)(f1)가 이동하여, 그 사이에 꼬임가공과 수지 함침을 행한다.
- <50> 도 2는, 제조장치(100)의 섬유 긴장(fiber-tensioning), 가열 경화 섹션 (100B)을 도시하고 있고, 도면 위, 좌측으로부터 우측으로 꼬임가공과 수지 함침 공정이 실시된 강화섬유(f2)가 이동하여, 소정의 긴장하에 수지의 경화를 실시한다.
- <51> 더 설명하면, 도 1에 도시하는 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)에서는, 복수의, 본 실시예에서는 두 개

의 섬유 공급용의 권출 보빈(통 형상의 실감개) {11(11a,11b)}이 준비되고, 각 보빈(11)에는, 수지 미함침의 강화섬유(f)를 소정 개수 하나로 묶은 강화섬유 스트랜드(강화섬유 다발)(f1)가 감아 둘러져 있다.

- <52> 각 보빈(11)에 감아 둘러진 강화섬유 다발(f1)은, 수지 함침조(17)가 배치된 수지 함침 공정으로 연속적으로 공급된다. 동시에, 강화섬유 다발(f1)은 꼬여진다(강화섬유 다발 공급, 꼬임가공 공정).
- <53> 즉, 수지 함침 공정으로 공급된 강화섬유 다발(f1)은, 수지 함침조(17)에서 수지 함침되고, 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)을 꼬면서 권취용 보빈 {22(22a,22b)}에 감긴다(수지 함침, 꼬임가공 공정).
- <54> 도 2에 도시하는 섬유 긴장, 가열 경화 섹션(100B)에서는, 수지 함침되고, 또한, 꼬여진 강화섬유 다발(f2)은, 보빈(22)으로부터 권출되어, 가열 경화로(27)로 도입되어, 가열 경화된다. 가열 경화된 강화섬유 다발, 즉, 강화섬유 플라스틱 선재(2)는, 권취용의 보빈(30)(30a,30b)에 감긴다. 이 때, 수지 함침 강화섬유 다발(f2)에는, 소정의 긴장력이 가해진 상태에서 가열 경화된다(강화섬유 다발 긴장, 가열 경화 공정).
- <55> 다음에, 상기 각 공정을, 더 자세하게 설명한다.
- <56> (강화섬유 다발 공급, 꼬임가공 공정)
- <57> 본 실시예에서는, 도 3을 참조하면 보다 잘 이해되도록, 두 개의 보빈 {11(11a,11b)}은, 권출 장치(51)에 설치된 회전축{12(12a,12b)}에 부착되고, 또한, 이 회전축(12)은, 권출 장치의 회전 주축{13(13a,13b)}에 자유롭게 회전되도록 부착되어 있다.
- <58> 각 보빈{11(11a,11b)}은, 구동 모터(M) 및 기어 전달 기구(G)에 의해, 각 보빈{11(11a,11b)}의 회전축{12(12a,12b)}의 둘레로 회전하고, 보빈{11(11a,11b)}에 감겨진 강화섬유 다발(f1)을 풀어낸다. 동시에, 각 보빈{11(11a,11b)}은, 각각, 상술한 바와 같이, 회전축{12(12a,12b)}의 둘레로 회전하면서, 회전축{12(12a,12b)}과 함께 회전 주축{13(13a,13b)}의 둘레로 회전된다.
- <59> 즉, 보빈(11)은, 회전축(12)의 둘레로 회전하고, 동시에 회전 주축(13)의 둘레로도 회전하여, 강화섬유 다발(f1)을 풀어낸다.
- <60> 보빈(11)으로부터 풀려진 강화섬유 다발(f1)은, 가이드(14)에 형성된 가이드구멍{15(15a,15b)}에 의해 안내되어, 입구 가이드 롤러(16)에 의해 수지 함침조 (17)내로 도입된다.
- <61> 상기 구성에 의해, 수지 함침조(17)를 설치한 함침 공정으로 공급되는 강화섬유 다발(f1)은 꼬여진 형태로 공급된다.
- <62> 보빈(11)의 회전 주축(13)의 둘레로의 회전수와 강화섬유 다발(f1)의 권출 스피드를 조절하는 것에 의해, 1m당에 넣는 꼬임회수를 제어할 수 있다.
- <63> 본 실시예에 의하면, 자세한 것은 후술하는 바와 같이, 섬유강화 플라스틱 선재의 선지름은, 직경 0.5mm~3.0mm인 것이 바람직하다. 따라서, 함침 공정으로 공급되는 강화섬유 다발(f1)은, 예를 들면, 강화섬유로서 탄소섬유를 사용하는 경우에는, 선지름 6~10 μ m의 탄소섬유(필라멘트)(f)를 3000~48000개를 하나로 묶은 탄소섬유 스트랜드(탄소섬유다발)(f1)를 사용하게 된다.
- <64> 또한, 강화섬유 다발(f1)의 꼬임회수는, 5회/m~40회/m인 것이 바람직하다. 자세한 것은 후술한다.
- <65> (수지 함침 공정)
- <66> 수지 함침조(17)에는, 매트릭스수지(R)가 수용되어 있고, 함침조(17)의 입구부에는, 상술한 바와 같이, 강화섬유 다발(f1)을 안내하는 입구 가이드 롤러(16)가 배치되어 있다.또한, 함침조(17)내에는, 함침 롤러(18)가 배치되어 있고, 함침조 (17)의 출구부에는 출구 가이드 롤러쌍{19(19a,19b)}이 배치되어 있다.
- <67> 입구 가이드 롤러(16)는, 강화섬유 다발(f1)에 수지를 함침시키는 공정에 있어서, 함침조(17)에 공급되는 강화섬유 다발(f1)을 구성하는 복수의 섬유(f)를, 함침전에 가지런히 하는 역할을 한다.
- <68> 함침 롤러(18)는, 강화섬유 다발(f1)을 강제적으로 수지(R)에 담그는 역할로, 함침조(17)에 담가진 수지(R)안에, 적어도 아래 반부분 이상은 잠긴 상태에서 사용된다.
- <69> 출구 가이드 롤러쌍{19(19a,19b)}은, 수지가 함침된 강화섬유 다발(f2)을 당기어 훑어내는 역할로, 여기서 수지 부착량이 제어된다.
- <70> 즉, 상하의 롤러(19a,19b)가 누름 압력을 제어하는 것에 의해, 강화섬유 다발(f2)에 함침되는 수지량이 제어된

다.

- <71> 본 실시예에서는, 강화섬유(f)에 대한 매트릭스수지의 함침량은, 체적 비율로 30%~60%인 것이 바람직하다. 자세한 것은 후술한다.
- <72> 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)은, 가이드(20)에 형성한 가이드구멍 {21(21a,21b)}에 의해 안내되어 권취 장치(52)에서의 권취 보빈{22(22a,22b)}에 의해 감긴다.
- <73> 각 권취 보빈(22)은, 각각, 회전축{23(23a,23b)}의 돌레로 회전 구동되고 있다.
- <74> 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)을 감아 붙인 보빈은, 떼어내져, 도 2에 도시하는 섬유 꼬음, 가열 경화 섹션(100B)에서의 가열, 경화 공정으로 공급된다.
- <75> (긴장, 가열, 경화 공정)
- <76> 도 2를 참조하면, 섬유 꼬음, 가열 경화 섹션(100B)에서는, 상기 권취 장치(52)에서 수지 함침 강화섬유 다발(f2)을 감은 보빈(22){22a,22b}이 권출 장치(53)의 회전축{24(24a,24b)}에 설치된다. 즉, 권취 보빈(22)은, 긴장, 가열, 경화 공정에서의 권출 보빈으로서 기능한다.
- <77> 권출 보빈(22)에 감겨진 수지 함침된, 꼬임가공이 끝난 미경화 강화섬유 다발(f2)은, 보빈(22)을 회전축{24(24a,24b)}의 돌레로 회전시키는 것에 의해 풀려나온다. 강화섬유 다발(f2)은, 가이드(25)를 통하여 가열 경화로(27)로 통과하여, 권취 장치(54)의 권취 보빈(30){30a,30b}에 감긴다.
- <78> 더 설명하면, 이 권출 장치(53)에는, 전자 브레이크 등의 기능이 부여되어 있어, 보빈(22)으로부터 풀려나오는 미경화 수지 함침 강화섬유 다발(f2)에 적절한 긴장력을 줄 수 있다.
- <79> 즉, 상기 구성에 의해, 가열 경화로(27)에 있어서의 수지 경화 공정으로, 꼬여진, 또한, 미경화 수지 함침의 강화섬유 다발(f2)에 적절한 긴장력을 주는 것에 의해, 강화섬유 다발(f2)의 횡단면 형상을 원형 단면, 즉, 둥근 형상으로 할 수 있다.
- <80> 한편, 본원 명세서, 특허 청구의 범위에서, '원형'이란, 단면에서의 세로 방향, 가로 방향에서의 직경비가 1.0~1.5의 범위내가 되는 '대략 원형'도 포함하여 의미하는 것으로 한다.
- <81> 또한, 강화섬유 다발에 적절한 긴장력을 주는 것에 의해서, 다발이 되어 있는 강화섬유(f)를 가능한 한 균일하게 긴장시켜, 경화 후에 얻을 수 있는 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 강도 등의 품질을 안정시킬 수 있다.
- <82> 이와 같이, 본 실시예에 의하면, 권출 보빈(22)에 전자 브레이크를 걸면서, 미경화 강화섬유 다발(f2)을 풀어내, 권취 보빈(30)과의 사이에서, 적절한 긴장력을 가하면서, 가열 경화로(27)에서 수지를 경화시키는 구성이 된다.
- <83> 본 실시예에서, 긴장력으로서, 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)에 500g/개~3000g/개의 힘을 부여하는 것이 바람직하다. 자세한 것은, 후술한다.
- <84> 권출 보빈(22)으로부터 풀려지는 꼬임가공이 끝난, 또한, 미경화의 수지 함침 강화섬유(f2)는, 가이드(25)에 형성된 가이드구멍{26(26a,26b)}에 의해 안내되어, 가열 경화로(27)로 연속적으로 공급된다.
- <85> 각 권출 보빈(22)은, 각각, 회전축{24(24a,24b)}의 돌레로 회전 구동된다.
- <86> 가열 경화로(27)는, 입구와 출구 이외는, 기본적으로는 닫힘 구조가 되고 있고, 내부에 히터 기능, 혹은, 열풍 순환 기능 등을 가져, 수지 함침 강화섬유(f2)를 가열할 수 있게 되어 있다.
- <87> 수지 함침 강화섬유(f2)는, 여기서, 적절한 온도와, 어느 일정한 시간을 들여 수지의 경화가 이루어진다. 가열 경화로(27)에서의 온도와 시간은, 함침되어 있는 수지의 종류에 의해서 결정된다.
- <88> 따라서, 이 경화로(27)의 길이를 길게 하는 것에 의해, 섬유강화 플라스틱 선재의 제조 스피드가 올라가, 다음에 서술하는 금형을 이용한 방식보다 높은 생산성을 달성할 수 있다.
- <89> 또한, 다음에 서술하는 금형 방식으로는, 상하의 2분할면으로 밖에 수지 함침 강화섬유(f2)를 통과시키는 구멍틀을 제작할 수 없다. 이 때문에, 금형의 폭으로 한 번에 제조할 수 있는 개수가 정해져, 효율이 나쁜 제조방법이 되고 있다.
- <90> 한편, 본 실시예의 방식으로는, 경화로의 내단면적의 전체를 사용하여 수지 함침 강화섬유(f2)를 배치하여, 통

과시킬 수 있어, 한정된 용적내에서, 한 번에 제조할 수 있는 개수가, 금형 방식에 비교하여 현격히 많아, 매우 효율이 좋은 제조방법이 되고 있다.

- <91> 또한, 금형 방식으로 둥근 형상 선재를 성형하기 위해서는, 금형에 둥근 형상의 홈구멍을 형성하고, 거기서 수지를 가열 경화하는 것에 의해 얻을 수 있지만, 본 실시예의 방식으로는, 강화섬유에 있는 일정수 이상으로 꼬여진 수지 함침된 강화섬유(f2)에, 적절한 긴장력을 부여하는 것에 의해 달성할 수 있다. 그 때문에, 금형이 불필요해져, 제조 효율 상승이나, 다음에 서술하는 품질 개선이 도모되는 방식이 되고 있다.
- <92> 다음에, 품질면에 있어서, 본 실시예의 방법은, 후술의 금형 방식과 달리 이형제를 사용하지 않기 때문에, 완성된 섬유강화 플라스틱 선재와 접촉제와의 접촉력이 좋고, 섬유강화 플라스틱 선재의 표면 거칠기화 등의 처리가 불필요하게 되어, 흠이 생길 위험도 없어, 품질면, 비용면에서 우수하다.
- <93> 가열 경화로(27)에 의해, 수지 경화된 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 가이드(28)에 형성한 가이드구멍{29(29a,29b)}에 의해 안내되어 권취 장치(54)의 권취 보빈(30)(30a,30b)에 의해 감겨진다.
- <94> 권취 보빈(30)에 의해 감기는, 수지 경화가 종료된 강화섬유 다발, 즉, 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 이 단계에서는 딱딱한 선재가 되어 있기 때문에, 가는 지름의 보빈으로는, 감을 수 없기 때문에, 지름이 큰 릴을 권취축, 즉, 회전축 {31(31a,31b)}에 부착하여 감는다.
- <95> 본 실시예에서, 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 선지름은, 직경 0.5mm~3.0mm가 된다.
- <96> 이와 같이 하여 제작된 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 회전축(31)으로부터 릴(30)을 떼어내어, 다음 공정의 발형상 섬유 강화 시트 제작공정으로 송급된다. 발 형상 섬유 강화 시트의 제작 방법에 대해서는 후술한다.
- <97> (폴트루전법과의 비교)
- <98> 다음에, 일반적인 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법인 폴트루전법을 설명하여, 본 실시예의 제조법과의 차이를 명확하게 한다.
- <99> 도 6을 참조하여, 종래의 폴트루전법에 따른 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법에 대해 설명한다. 도 6에서, 좌측에서 우측으로 강화섬유(f)가 이동하며, 그 사이에 수지 함침, 둥근 형상 성형, 1차 가열 경화, 2 차 가열 경화, 권취를 행하는 공정을 도시하고 있다. 이하에 상세를 설명한다.
- <100> 한편, 먼저 설명한 본 실시예의 제조장치(100)에서와 같은 구성이 되는 부재에는 같은 참조 번호를 붙이고, 자세한 설명은 생략한다.
- <101> 도 6에 도시하는 폴트루전법을 실시하는 제조장치(200)에 의하면, 권출 보빈{11(11a,11b)}에 감겨진 수지 미함침의, 복수의 강화섬유(f)로 이루어지는 강화섬유 다발(f1)은, 회전축{12(12a,12b)}를 회전시키는 것에 의해 풀려나와, 수지 함침 공정으로 송급된다. 폴트루전법에 의하면, 본 발명의 특징으로 하는, 강화섬유 다발(f1)을 꼬는 공정은 없다.
- <102> 즉, 보빈(11)으로부터 풀려나온 강화섬유 다발(f1)은, 가이드(14)의 가이드구멍{15(15a,15b)}에 의해 안내되어, 다음의 공정인 수지 함침 공정으로 송급된다.
- <103> 수지 함침 공정으로 송급 된 강화섬유 다발(f1)은, 입구 가이드 롤러(16)에 의해 함침 롤러(18)로 도입되어, 수지가 함침된다. 입구 가이드 롤러(16)는, 복수개의 강화섬유(f)로 이루어지는 강화섬유 다발(f1)을 수지 함침진에, 강화섬유 다발(f1)을 구성하는 복수의 섬유를 가지런히 하는 역할이다.
- <104> 함침 롤러(18)는, 강화섬유 다발(f1)을 강제적으로 수지(R)에 담그는 역할로, 수지 함침조(17)에 담겨진 수지(R)안에, 적어도 아래 반부분 이상은 담긴 상태로 사용된다.
- <105> 수지 함침조(17)의 출구부에 설치한 출구 가이드 롤러쌍(19)은, 수지 함침 강화섬유 다발(f2)을 다음 공정의 1차 가열 경화 공정에 보내기 전에 가지런히 하는 역할을 갖고 있다.
- <106> 이에 대해서, 본 발명에서의 상기 실시예의 출구 롤러쌍{19(19a,19b)}은, 수지량을 컨트롤하는 역할을 갖고 있어, 본 발명에서의 출구 롤러쌍{19(19a,19b)}과는, 기능에 있어서 크게 차이가 난다.
- <107> 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)은, 가열 금형(27A)에 송급되어, 그 후, 가열 경화로(27B)로 송급된다. 즉, 가열 금형(27A)은, 금형을 이용한 둥근 형상의 성형과 수지의 1차 경화의 역할을 갖고 있다. 금형(27A)에는, 소정의 지름을 가진 둥근 형상의 홈(27Aa,27Ab)이 강화섬유 다발(f2)의 이동 방향으로 형성되어 있고, 이 둥근 홈(27Aa,27Ab)안을 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)이 통과할 때에, 금형 내부에 설치된 열선에 의해 가열되어, 수

지의 1차 경화가 이루어져, 반경화된 등근 형상의 섬유강화 플라스틱 선재(2a,2b)를 얻을 수 있다.

- <108> 섬유강화 플라스틱 선재내의 수지 함유량은, 금형(27A)의 입구에서 여분의 수지를 쥐어 짜냄으로써 컨트롤되기 때문에, 금형의 구멍형(27Aa,27Ab)에 넣어지는 강화섬유 다발(f2)의 양을 바꾸지 않으면 수지 함유량을 바꿀 수 없다고 하는 결점을 갖고 있다.
- <109> 또한, 금형(27A)내를 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)이 이동하기 때문에, 수지와 금형과의 사이에 달라붙는 것은 절대로 허용되지 않는다. 이 때문에, 수지에는 금형과의 사이가 달라붙지 않도록, 대량의 이형제가 포함되어 있다.
- <110> 이 이형제는, 제작된 선재(2)를 발 형상 섬유 강화 시트로서 실제로 사용할 때에, 수지 등과의 접촉을 저해한다. 그 때문에, 대책으로서, 선재의 표면에 샌드페이퍼 등으로 표면을 거칠게 하여 대응하고 있다. 이 표면 거칠기화는, 선재(2)의 표면에 흠을 내는 것과 마찬가지로, 강도 등의 물성 저하의 원인이 되고 있다.
- <111> 또한, 제조 스피드도 이 금형(27A)에서 제약되어, 이 금형(27A)내에서 등근 형상을 확보하지 않으면 안 되기 때문에, 어느 정도 이상의 스피드(사용 수지에 따라 다르지만 예폭시수지에서 0.8m/분)로는 성형 불가능하게 된다. 이 제약도, 상기 본 발명의 실시예에서 설명한 제조방법에는 없다.
- <112> 2차 가열로(27B)는, 2차 가열 경화를 행하는 공정이다. 여기에서는, 금형 (27A)에서 반경화된 등근 형상의 섬유 강화 플라스틱 선재(2a)에서의 1차 경화의 부족분을 보충하는 것으로, 여기서 함침 수지의 완전 경화가 이루어진다.
- <113> 2차 가열로(27B)에서 완전하게 경화된 선재(2)는, 안내 가이드(20)의 가이드구멍{21(21a,21b)}를 통하여, 권취 장치의 보빈{30(30a,30b)}으로 송급되어, 보빈 (30)에 감겨진다.
- <114> 본 실시예의 제조법과 종래의 플트루전법과의 큰 차이는, 풀림, 수지 함침, 가열 경화, 권취의 공정이, 연속하고 있는지, 그렇지 않은지이다. 즉, 종래의 플트루전법에서는, 연속하고 있고, 상기 본 실시예의 제조법에서는, 연속하지 않고 있다.
- <115> 그러나, 상기 본 실시예의 제조방법에서도, 수지 함침과 가열 경화의 공정 사이에, 텐션 컨트롤러 등을 넣고, 가열 경화되는 사이에, 텐션 컨트롤 할 수 있도록 하면, 연속화는 가능하다. 따라서, 상기 실시예의 제조방법이 연속화라고 하는 점에 있어서, 뒤떨어져 있다고 할 수는 없다.
- <116> (섬유강화 플라스틱 선재)
- <117> 다음에, 도 4를 이용하여, 본 제조법으로 제조된 섬유강화 플라스틱 선재(2)에 대해 설명한다.
- <118> 도 4에, 본 실시예의 제조법으로 제조된 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 단면을 도시한다. 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 횡단면 형상이 원 형상, 즉, 등근 형상이 되어, 복수개의 강화섬유(f)에 매트릭스수지(R)가 함침되어 있다.
- <119> 본 실시예의 제조법으로 제조되는 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 1m당 5회~ 40회 범위로 꼬여져 있다. 5회/m 미만이면 수지 경화시에 텐션을 가해도 안정된 원 형상(등근 형상)을 확보하는 것이 어렵고, 꼬임이 40회/m를 넘으면 강화섬유(f)의 직선성이 손상되어, 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 강도 등의 물성 저하가 현저해져서, 40 회/m를 넘는 것은 바람직하지 않다. 특히, 꼬임은, 10회/m부터 20회/m의 범위가 최적이다.
- <120> 또한, 이 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 구성하는 강화섬유(f)와 매트릭스수지(R)와의 비율은, 매트릭스수지의 체적비율로, 30%에서 60%의 범위가 사용 가능하다. 30% 미만이면 수지가 부족하여, 제조 후의 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 강도 등의 물성이 저하한다. 한편, 60%를 넘으면 과잉이 되어, 수지 경화시에 수지 늘어짐이 발생해 등근 형상을 확보하는 것이 어려워진다. 특히, 매트릭스수지의 체적비율은, 40%에서 50%의 범위가 최적이다.
- <121> 또한, 매트릭스수지를 경화시킬 때에 가해지는 텐션(긴장)력에 관해서는 500g/개부터 3000g/개가 타당하다. 500g/개 미만이면, 등근 형상을 확보하는 것이 어려워지고, 3000g/개를 넘으면 제조 도중에 강화섬유(f)가 과단 된다고 하는 트러블이 발생하여, 안정된 제조를 할 수 없게 된다고 하는 문제가 나온다. 텐션력은, 특히, 1000g/개부터 2000g/개의 범위가 최적이다.
- <122> 본 실시예의 제조법으로 제조되는 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 선지름 (d)은, 직경 0.5mm부터 3.0mm가 타당하다. 선지름이 0.5mm 미만이면, 제조시에 강화섬유(f)의 과단이 빈발한다. 한편, 3.0mm를 넘으면, 수지 함침 강화섬유(f2)를 감을 때에, 섬유(f)의 꺾임(backling)이 발생하여, 경화 후의 섬유강화 플라스틱 선재 (2)의 강도

등의 물성 저하가 현저해진다. 섬유강화 플라스틱 선재(2)의 선지름(d)은, 특히, 0.8mm부터 1.5mm의 범위가 적합하다.

<123> 한편, 본 실시예의 제조법에서는, 유리섬유, 탄소섬유, 아라미드섬유, PBO섬유, 폴리에스테르섬유가 사용 가능하지만, 그 중에서도 탄소섬유가 적합하게 사용된다. 전기 절연을 필요로 하거나, 금속과의 전기 부식이 있는 용도 등의 특수용도용으로 다른 섬유가 사용된다.

<124> 또한, 본 실시예의 제조법에서는, 에폭시수지, 비닐 에스테르수지, MMA수지, 불포화 폴리에스테르수지, 페놀수지가 사용 가능하지만, 그 중에서도 에폭시수지가 적합하게 사용된다. 고온용, 특수 내식성용 등의 특수용도용으로 다른 수지가 이용된다.

<125> (실험예)

<126> 다음에, 본 실시예의 섬유 강화 플라스틱 선재(2)의 제조법에 대해 더 구체적으로 실험예에 대해 설명한다.

<127> 실험예 1

<128> 본 실험예에서는, 도 1 내지 도 3의 장치를 이용하여, 기본 제품으로서, 하기의 태양으로 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 제조하였다.

<129> 강화섬유(f)는, 평균지름 7 μ m, 하나로 묶은 개수 15000개의 PAN계 탄소섬유 스트랜드{탄소섬유다발(f1)}{미쓰비시 레이온 가부시키가이샤제 'TR50'(상품명)}를 이용하여, 매트릭스수지(R)로서, 120 $^{\circ}$ C 경화의 에폭시수지{미쓰비시 가부시키가이샤제 '에포믹 R140P'(상품명)}를 사용하였다.

<130> 본 실험예에서, 꼬임회수는 10회/m로 하고, 수지 함침량으로서 수지 체적비율 55%로 수지 미경화의 수지 함침 스트랜드{탄소섬유다발(f2)}를 제조하였다.

<131> 이어서, 수지 함침 스트랜드(f2)에 텐션력 2000g/개를 가하, 경화로(27)의 경화온도 120 $^{\circ}$ C, 경화시간 30분에 제조하였다.

<132> 이와 같이 하여 얻은 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 직경(d)이 1.0mm의 원 형상의 단면을 갖고 있었다.

<133> 비교재로서 꼬임회수 3회/m, 5회/m, 40회/m, 45회/m로 끈 것을, 다른 제조 조건은, 상기 기본 제품과 같이 하여 제조하였다.

<134> 이들 섬유강화 플라스틱 선재를, 각각, 단면 형상에 대해 비교하고, 또한, 제품의 인장 시험을 실시하여 비교하였다. 결과를 표 1에 나타낸다.

<135> 표 1

시험재	단면 형상	과단 하중(N)
꼬임회수 10회/m(기본 제품)	직경 1.1mm, 원 형상	2490
꼬임회수 3회/m	타원 형상	2498
꼬임회수 5회/m	직경 1.1mm, 대략 원형상	2493
꼬임회수 40회/m	직경 1.1mm, 원 형상	2312
꼬임회수 45회/m	직경 1.1mm, 원 형상	2253

<137> 상기의 표에서 알 수 있는 바와 같이, 꼬임회수, 5회/m 미만이면, 원 형상을 확보하는 것이 어려워지고, 또한 꼬임회수 40회/m를 넘으면 제품의 강도가 급격히 저하하여 문제가 되는 것을 알 수 있다.

<138> 다음에, 꼬임회수 10회/m를 고정하고, 수지 함침량을 각각, 수지 체적 비율로 45%, 30%, 25%, 60%, 65%로 변경한 것을, 다른 제조 조건은, 본 실험 예의 상기 기본 제품과 같이 하여 제조하였다.

<139> 이들 섬유강화 플라스틱 선재를, 각각, 단면 형상에 대해 비교하고, 또한, 제품의 인장 시험을 실시하여 비교하였다. 결과를 표 2에 나타낸다.

<140> 표 2

시험재	단면 형상	과단 하중(N)
수지 함침량 45%	직경 1.1mm, 원 형상	2490

수지 함침량 30%	직경 1.0mm, 원 형상	2482
수지 함침량 25%	직경 0.98mm, 원형상, 표면이 건조함	2232
수지 함침량 60%	직경 1.3mm, 대략 원 형상	2385
수지 함침량 65%	수지 늘어짐 많고, 원 형상 되지 않음	-

<142> 상기의 표에서 알 수 있는 바와 같이, 수지 함침량이 30% 미만이면, 수지가 부족하여 표면이 건조해져, 강도 저하가 일어나고, 또한 수지 함침량 60%를 넘으면, 수지량이 증가하고, 선지름의 직경이 커져, 수지의 늘어짐의 발생도 일어나, 형상의 확보가 어려워지는 것을 알 수 있다.

<143> 다음에, 꼬임회수 10회/m, 수지함침량 55%로 고정하고, 수지 경화시의 텐션력을 2000g/개, 400g/개, 500g/개, 3000g/개, 3500g/개로 변경한 것을, 다른 제조 조건은, 본 실험예의 상기 기본 제품과 같게 제조하였다.

<144> 이들 섬유강화 플라스틱 선재를, 각각, 단면 형상에 대해 비교하고, 또한, 제품의 인장 시험을 실시하여 비교하였다. 결과를 표 3에 나타낸다.

<145> 표 3

시험재	단면 형상	파단 하중(N)
텐션력 2000g/개	직경 1.1mm, 원 형상	2490
텐션력 400g/개	편평 형상	2193
텐션력 500g/개	직경 1.1mm, 대략 원 형상	2315
텐션력 3000g/개	직경 1.1mm, 원 형상	2286
텐션력 3500g/개	제조시 파단 발생	2032

<147> 상기의 표에서 알 수 있는 바와 같이, 텐션력이 500g/개 미만이면, 원 형상을 확보하는 것이 어려워지는 동시에, 제품의 강도도 낮아지고, 또한 텐션력 3000g/개를 넘으면, 제조시에 탄소섬유의 파단이 발생하여, 제조가 어려워지는 동시에, 제품의 강도 저하가 현저해지는 것을 알 수 있다.

<148> 한편, 비교예로서, 강화섬유로서, 상기 실험예와 같은 평균지름 7 μ m, 하나로 묶은 개수 15000개 PAN계 탄소섬유 스트랜드를 이용하여 매트릭스수지로서 120 $^{\circ}$ C경화의 에폭시수지를 사용하여, 도 6에 도시하는 폴트루전법으로 섬유강화 플라스틱 선재를 제조하였다.

<149> 그 때의, 수지 함침량은, 수지 체적 비율로 55%이며, 얻어진 선재의 직경은 1.0mm이었다.

<150> 이 비교예의 선재의 인장 시험을 실시한 결과, 파단 하중 2458N이 되어, 본 실험예의 상기 기본 제품으로서의 섬유강화 플라스틱 선재와 거의 동일하였다.

<151> 이것으로부터, 본 실시예의 제조방법으로 제조된 제품이, 종래의 제조방법으로 만들어진 것과 강도에서 손색없는 것이 증명되었다.

<152> 실시예 2

<153> 다음에, 도 7 및 도 8을 참조하여, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 다른 제조방법 및 제조장치에 대해 설명한다.

<154> 본 실시예의 제조장치는, 실시예 1의 제조장치(100)와 같은 구성이 되어, 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)과 섬유 긴장, 가열 경화 섹션(100B)을 갖고 있다.

<155> 다만, 본 실시예에서, 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)은, 도 7 및 도 8에 도시하는 바와 같이, 섬유에 대한 꼬임가공을 수지 함침 후에서 실시하고 있는 점에서만, 실시예 1의 제조장치(100)와 다르다. 따라서, 실시예 1과 같은 구성 및 같은 기능을 이루는 부재에는, 같은 참조 번호를 붙이고, 자세한 설명은 생략한다.

<156> 또한, 본 실시예에서의 제조장치(100)의 섬유 긴장, 가열 경화 섹션(100B)은, 실시예 1의 제조장치(100)와 같으므로, 실시예 1의 설명을 인용하고, 본 실시예로의 설명은 생략한다.

<157> 도 7은, 본 실시예에서의 제조장치(100)의 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)을 도시하고 있고, 도면 위, 좌측에서 우측으로 복수개의 강화섬유(f)로 이루어지는 강화섬유 스트랜드(강화섬유 다발)(f1)가 이동하여, 그

사이에 수지 함침과 꼬임가공을 행한다.

- <158> 즉, 도 7을 참조하면, 본 실시예의 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)에 있어서는, 권출 장치(51)에, 복수의, 본 실시예에서는 두 개의, 강화섬유 공급용의 권출 보빈(통 형상의 실감개){11(11a,11b)}이 준비되고, 각 보빈(11)에는, 수지 미함침의 강화섬유(f)를 소정 개수 하나로 묶은 강화섬유 스트랜드(강화섬유 다발) (f1)가 감아 돌려져 있다.
- <159> 각 보빈(11)에 감겨진 강화섬유 다발(f1)은, 가이드(14)의 가이드구멍 (15a,15b)에 가이드 되고, 수지 함침 공정으로 연속적으로 송급된다
- <160> (강화섬유 다발 공급 공정).
- <161> 수지 함침 공정으로 송급된 강화섬유 다발(f1)은, 수지 함침조(17)에서 수지 함침된다. 수지 함침 공정의 구성 및 그 작업 내용은, 실시예 1과 같다.
- <162> 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)은, 권취 장치(52)에서의 권취용 보빈 {22(22a,22b)}에 감긴다.
- <163> 이 때, 권취 보빈{22(22a,22b)}은, 도 8을 참조하면 보다 잘 이해되는 바와 같이, 권취 장치(52)에 설치된 회전축{23(23a,23b)}에 부착되고, 또한, 이 회전축 (23))은, 권취 장치의 회전 주축{32(32a,32b)}에 자유롭게 회전 되도록 부착되어 있다.
- <164> 각 보빈(22)은, 구동 모터(M) 및 기어 전달 기구(G)에 의해, 각 보빈(22)의 회전축(23))의 둘레로 회전하고, 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)을 감는다. 동시에, 각 보빈{22(22a,22b)}은, 각각, 상술한 바와 같이, 회전축 {23(23a,23b)}의 둘레로 회전하면서, 회전축{23(23a,23b)}과 함께 회전 주축{32(32a,32b)}의 둘레로 회전된다.
- <165> 즉, 보빈(22)은, 회전축(23))의 둘레로 회전하고, 동시에 회전 주축(32)의 회전에 도 회전하여, 강화섬유 다발 (f2)을 감는다.
- <166> 따라서, 수지 함침조(17)로부터, 출구 가이드 롤러쌍{19(19a,19b)} 및 가이드(20)에 형성한 가이드구멍 {21(21a,21b)}에 의해 안내되고, 보빈(22)에 의해 감긴 강화섬유 다발(f2)에는, 꼬임가공이 실시된다.
- <167> 보빈(22)의 회전 주축(32)의 둘레로의 회전수와, 강화섬유 다발(f2)의 권취 스피드를 조절하는 것에 의해, 1m당 꼬임회수를 제어할 수 있다.
- <168> 본 실시예에 의하면, 실시예 1과 같이, 섬유강화 플라스틱 선재의 선지름은, 직경 0.5mm~3.0mm인 것이 바람직하다. 따라서, 함침 공정으로 공급되는 강화섬유 다발(f1)은, 예를 들면, 강화섬유로서 탄소섬유를 사용하는 경우에는, 선지름 6~10 μ m의 탄소섬유(필라멘트)(f)를 3000~48000개를 하나로 묶은 탄소섬유 스트랜드(탄소섬유 다발)(f1)를 사용하게 된다.
- <169> 또한, 강화섬유 다발(f1)의 꼬임회수는, 5회/m~40회/m인 것이 바람직하다.
- <170> 수지 함침된 강화섬유 다발(f2)을 감아붙인 보빈(22)은, 떼어내져, 다음 공정의 가열, 경화 공정에 공급된다.
- <171> 본 실시예에서, 실시예 1과 같은 구성이 되는 섬유 꼬임, 가열 경화 섹션 (100B)이 사용된다.
- <172> 즉, 도 2를 참조하면, 상기 수지 함침 공정에서 수지 함침 강화섬유 다발 (f2)을 감은 보빈{22(22a,22b)}이, 권출 장치(53)의 회전축{24(24a,24b)}에 설치된다. 즉, 권취 보빈(22)은, 긴장, 가열, 경화 공정에서의 권출 보빈으로서 기능한다.
- <173> 권출 보빈(22)에 감겨진 수지 함침된 미경화 강화섬유 다발(f2)은, 보빈(22)을 회전축{24(24a,24b)}의 둘레로 회전시키는 것에 의해 풀려나온다. 강화섬유 다발(f2)은, 가열 경화로(27)를 통과하여, 권취 보빈(30)(30a,30b)에 감긴다.
- <174> 본 실시예에서도, 실시예 1과 같이 하여, 수지 함침되어, 꼬임가공이 실시된 강화섬유 다발(f2)은, 보빈(22)으로부터 풀려나와, 가열 경화로(27)로 도입되어, 가열 경화된다. 가열 경화된 강화섬유 다발, 즉, 강화섬유 플라스틱 선재(2)는, 권취용 보빈(30)에 감긴다. 이 때, 수지 함침 강화섬유 다발(f2)에는, 소정의 긴장력이 가해진 상태에서 가열 경화된다(강화섬유 다발 긴장, 가열 경화 공정).
- <175> 실시예 1의 제조방법과, 본 실시예의 제조방법을 비교하면, 양 실시예의 제조방법의 차이는, 실시예 1의 제조방법에 의하면, 섬유 송급, 수지 함침, 권취 섹션(100A)과, 섬유 긴장, 가열 경화 섹션(100B)을 접속하여 제조 공정을 연속화하는 것이 가능하다.

- <176> 이에 대해서, 본 실시예의 제조방법에 의하면, 제조 공정의 연속화가 어렵다.
- <177> 한편, 실시예 1의 제조방법에서는, 직경 2.0mm를 넘는 굵은 지름의 섬유강화 플라스틱 선재를 제조할 때, 꼬은 후 수지 함침하면, 강화섬유 다발(f1)의 내부까지 충분히 수지가 함침하는 것이 어려워진다고 하는 문제가 있다.
- <178> 따라서, 실시예 1, 2의 제조방법은, 제조하는 품종에 의해 구분하여 사용하는 것이 타당하다.
- <179> (실험예)
- <180> 다음에, 본 실시예의 섬유 강화 플라스틱 선재(2)의 제조법에 대해 더 구체적으로 실험예에 대해 설명한다.
- <181> 실험예 2
- <182> 본 실험예에서는, 도 7, 도 8 및 도 2의 장치를 이용하여 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 제조하였다.
- <183> 실시예 1에서 설명한 실험예 1과 같이, 강화섬유(f)는, 평균지름 7 μ m, 하나로 묶은 개수 15000개의 PAN계 탄소 섬유 스트랜드{탄소섬유다발(f1)}(미쓰비시 레이온 가부시키키가이샤제 'TR50'(상품명))를 이용하여 매트릭스수지(R)로서 120 $^{\circ}$ C 경화의 에폭시수지{미쓰이 가가쿠가부시키키가이샤제 '에포믹 R140P'(상품명)}를 사용하였다.
- <184> 또한, 꼬임회수는 10회/m, 수지 함침량은 수지 체적 비율 45%, 수지 경화시의 텐션력 2000g/개, 경화로의 수지 경화온도 120 $^{\circ}$ C, 경화시간 30분에 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 제조하였다.
- <185> 그 결과, 제품의 단면 형상은, 실시예 1의 실험예 1의 기본이 되는 제조방법으로 제조된 섬유강화 플라스틱 선재와 거의 동일하고, 제품의 파단 하중도 표 4에 도시하는 바와 같이, 거의 실험예 1의 것과 같았다.
- <186> 이것으로부터, 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 제조하는 방법으로서 실험예 1, 2에서 제조되는 제품에 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

<187> 표 4

<188>

시험재	단면 형상	파단 하중(N)
실험예 1	직경 1.0mm, 원 형상	2490
실험예 2	직경 1.1mm, 원 형상	2494

- <189> 실시예 3
- <190> 다음에, 도 5를 참조하여, 상기 실시예 1, 2에서 제작된 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 사용한 섬유 강화 시트의 일실시예에 대해 설명한다.
- <191> 도 5에, 본 발명의 섬유 강화 시트(1)의 일실시예를 도시한다. 섬유 강화 시트(1)는, 상기 실시예 1, 2에서 제작한, 연속한 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 복수개, 길이방향에 발 형상으로 배열하고, 각 선재(2)를 고정용 섬유재(3)로 서로 고정시킨다.
- <192> 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 한 방향으로 배향된 다수개가 연속한 강화섬유(f)에 매트릭스수지(R)가 함침되어, 경화된 가늘고 긴 형상(가는 지름)의 것으로, 탄성을 갖고 있다. 따라서, 이러한 탄성의 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 발 형상으로, 즉, 선재(2)가 서로 근접하게 사이를 두고 놓여져 가지런히 배열된 시트 형상이 되는 섬유 강화 시트(1)는, 그 길이방향으로 탄성을 갖고 있다. 그 때문에, 예를 들면, 섬유 강화 시트(1)는, 반송시에는, 소정 반지름으로 둘둘 말은 상태로 운반이 가능하여, 극히 운반성이 풍부하다. 또한, 섬유 강화 시트(1)는, 섬유강화 플라스틱 선재(2)로 구성되어 있기 때문에, 반송시에, 종래의 미함침 강화섬유 시트와 같이, 강화섬유의 배향이 흐트러지거나 또한, 긴장력 도입시에, 강화섬유의 배향 흐트러짐에 기인한 섬유 끊어짐을 일으킨다고 하는 우려는 전혀 없다.
- <193> 상술한 바와 같이, 본 실시예에서 사용하는 가는 지름의 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 직경(d)이 0.5~3.0mm의 원형 단면 형상(도 4)이 된다.
- <194> 상술한 바와 같이, 한 방향으로 배열되어 발 형상이 된 섬유 강화 시트(1)에서, 각 선재(2)는, 서로 공극(g)=0.1~1.0mm만큼 근접하게 놓여져, 고정용 섬유재 (3)로 고정된다. 또한, 이와 같이 하여 형성된 섬유 강화 시트(1)의 길이(L) 및 폭(W)은, 보강되는 구조물의 치수, 형상에 따라서 적절히 결정되지만, 취급상의 문제로부터, 일반적으로, 전체 폭(W)은, 100~500mm가 된다. 또한, 길이(L)는, 100m 이상의 것을 제조할 수 있지만, 사

용시에서는, 적절히 절단하여 사용된다.

- <195> 또한, 각 선재(2)를 고정용 섬유재(3)로 고정하는 방법으로서, 도 5에 도시하는 바와 같이, 예를 들면, 고정용 섬유재(3)을 씨실(weft)로 하여, 한 방향으로 발 형상으로 배열된 복수개의 선재(2)로 이루어지는 시트 형태가 되는 선재, 즉, 연속한 선재 시트를, 선재에 대해서 직교하여 일정한 간격(P)으로 박아 넣어, 짜 나가는 방법을 채용할 수 있다. 씨실(3)의 박기 간격(p)은, 특별히 제한되지 않지만, 제작된 섬유 강화 시트(1)의 취급성을 고려하여, 통상 1~15mm 간격의 범위에서 선정된다.
- <196> 이 때, 씨실(3)은, 예를 들면 직경 2~50 μ m의 유리섬유 혹은 유기섬유를 복수개 묶은 실 형태(thread shape)가 된다. 또한, 유기섬유로서는, 나일론, 비닐론 등이 적합하게 사용된다.
- <197> 다음에, 본 발명의 섬유 강화 시트의 실험예에 대해 설명한다.
- <198> 실험예 3
- <199> 본 발명의 섬유 강화 시트(1)을 사용하고, 긴장 접착 공법에 따라서 콘크리트 빔(beam)을 보강하였다.
- <200> 본 실험예에서는, 도 5를 참조하여 설명한 구성의 섬유 강화 시트(1)를 사용하였다.
- <201> 섬유 강화 시트(1)에서의 섬유강화 플라스틱 선재(2)는, 실험예 1, 2에서 제작한 섬유강화 플라스틱 선재(2)를 사용하였다. 선재(2)는, 직경 1.4mm의 원형 단면을 갖고 있었다.
- <202> 이와 같이 하여 얻은 섬유강화 플라스틱 선재(2)를, 한 방향으로 배열하여 발 형상으로 배치하고, 각 선재(2)를 서로 공극(g)=0.1~1.0mm만큼 근접하게 떨어뜨려 배치하고, 고정용 섬유재(3)로 고정하였다.
- <203> 이와 같이 하여 제작한 섬유 강화 시트(1)는, 폭(W)이 200mm, 길이(L)가 100m이었다. 각 선재(2)간의 간극(g)은, 0.3~0.4mm이었다.
- <204> 다음에, 상기 섬유 강화 시트(1)를 사용하여 콘크리트 빔을 긴장 접착 공법에 의해, 다음과 같이 하여 보강하였다.
- <205> 먼저, 본 실험예에서는, 섬유 강화 시트(1)를 콘크리트 빔에 접착하는 데 앞서, 섬유 강화 시트(1)에 긴장력 10000kg/mm²를 도입하였다. 긴장력 도입시에, 어떤 섬유 끊어짐을 발생하는 일이 없이, 탄소섬유의 파단 강도 근처까지 충분한 긴장력을 도입할 수 있었다.
- <206> 섬유 강화 시트(1)가 긴장 상태로 유지된 상태에서, 콘크리트 빔 시트 접착면에 마주한 면측으로부터 섬유 강화 시트(1)에 매트릭스수지를 도포하고, 이어서, 섬유 강화 시트(1)를 콘크리트 빔 접착면에 접착하였다. 이 때, 접착력을 높이기 위해 섬유 강화 시트 둘레 전체를 버그 필름(bug film)으로 덮고, 진공 펌프로 버그 필름내의 공기를 뽑아, 진공압으로 빔에 내리 누르면서 접착하였다. 섬유 강화 시트(1)의 접착면에, 어떤 보이드를 발생하는 일 없이, 콘크리트 빔에 극히 양호하게 접착할 수 있었다.
- <207> 상기 실험예 3에서는, 콘크리트 구조물의 보강에 관해서 설명했지만 본 발명의 섬유 강화 시트(1)는, 강 구조물의 보강시에도 마찬가지로 적용할 수 있어, 같은 작용 효과를 달성할 수 있다.
- <208> 또한, 본 발명의 섬유 강화 시트(1)는, 상기 실험예에서 설명한 긴장 접착 공법 이외의, 단순히, 구조물에 접착하여 보강하는 보강 공법에도 적합하게 사용할 수 있다.

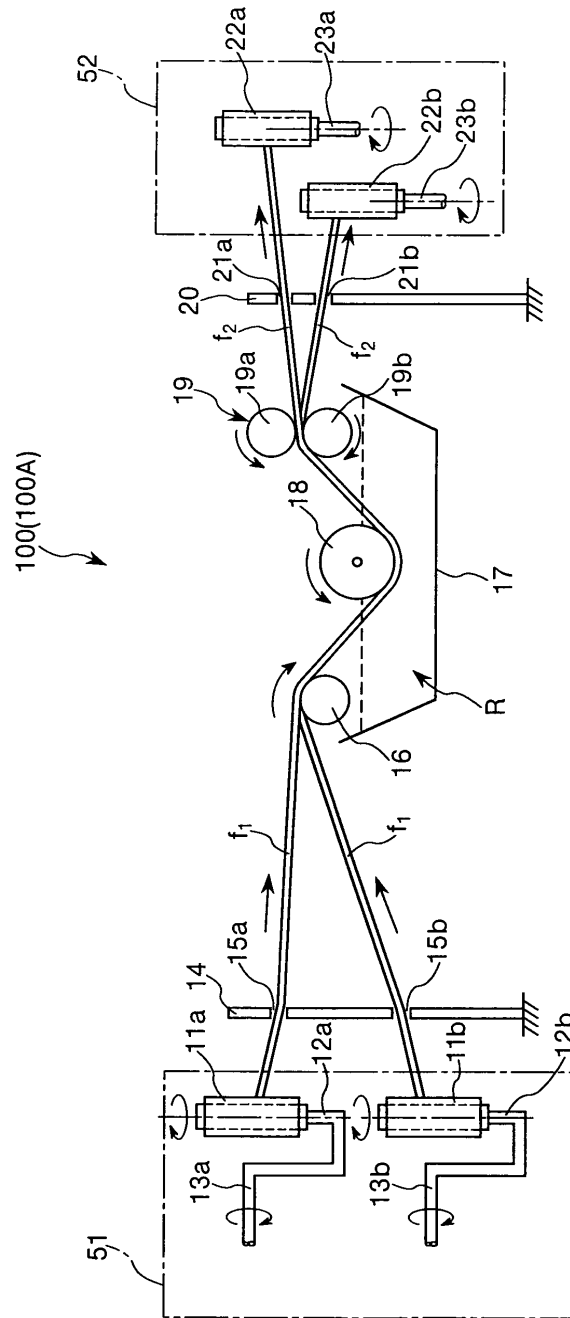
도면의 간단한 설명

- <38> 도 1은, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법의 일실시예를 설명하기 위한 제조장치의 개략 구성도이다.
- <39> 도 2는, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법의 일실시예를 설명하기 위한 제조장치의 개략 구성도이다.
- <40> 도 3은, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법의 일실시예를 설명하기 위한 제조장치에서의 권출 보빈의 작동을 설명하는 개략 구성도이다.
- <41> 도 4는, 본 발명의 섬유 강화 시트를 구성하는 섬유강화 플라스틱 선재의 단면도이다.
- <42> 도 5는, 본 발명의 섬유 강화 시트의 일실시예를 도시하는 사시도이다.

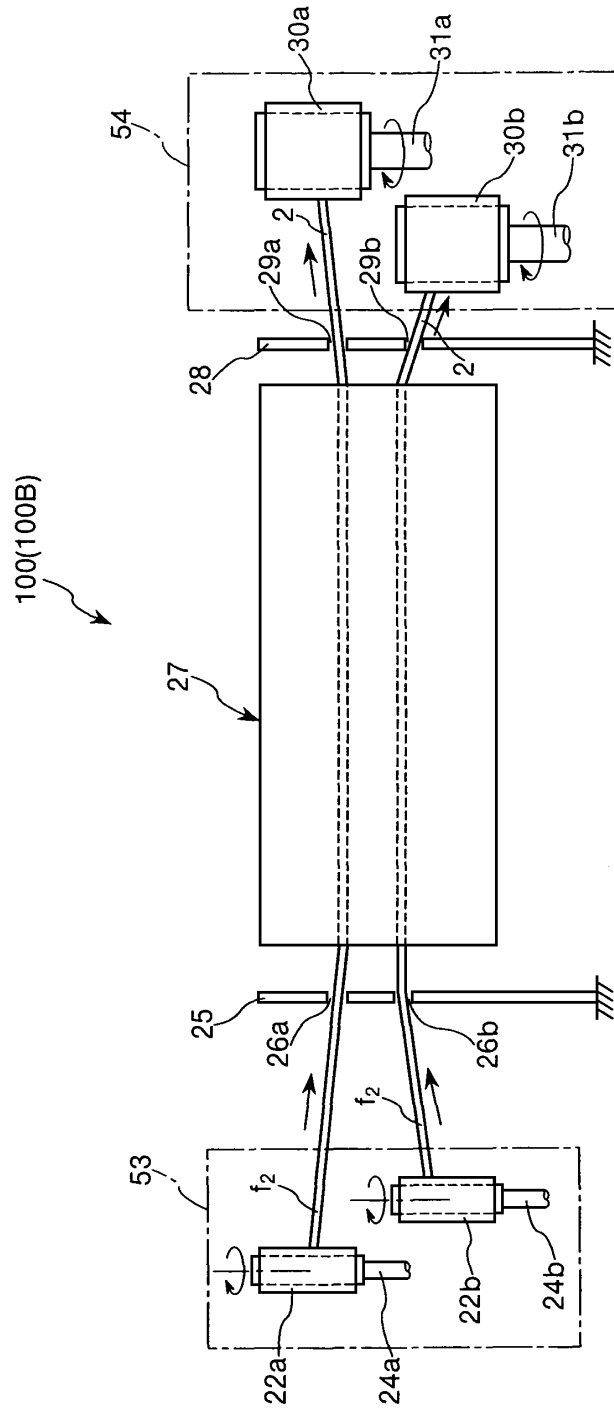
- <43> 도 6은, 종래의 폴트루전법을 설명하기 위한 선재 제조장치의 개략 구성도이다.
- <44> 도 7은, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 제조장치의 개략 구성도이다.
- <45> 도 8은, 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 선재의 제조방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 제조장치에서의 권취 보빈의 작동을 설명하는 개략 구성도이다.

도면

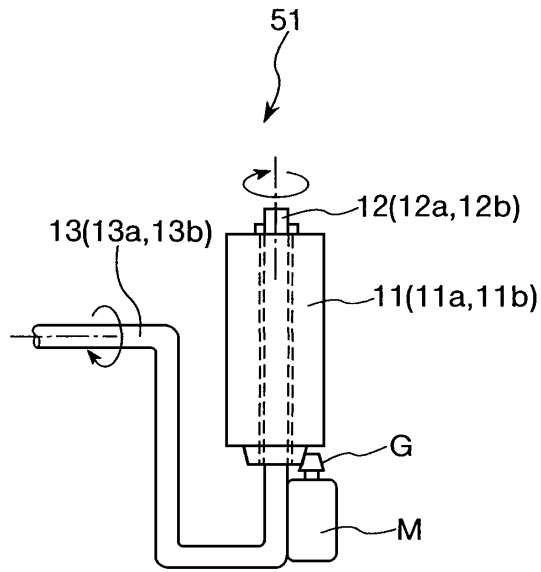
도면1



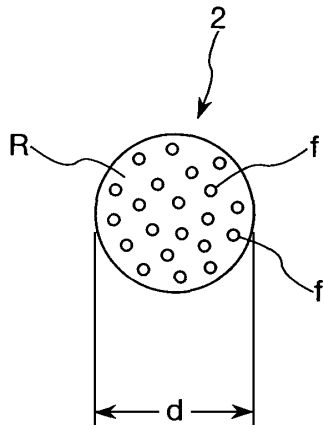
도면2



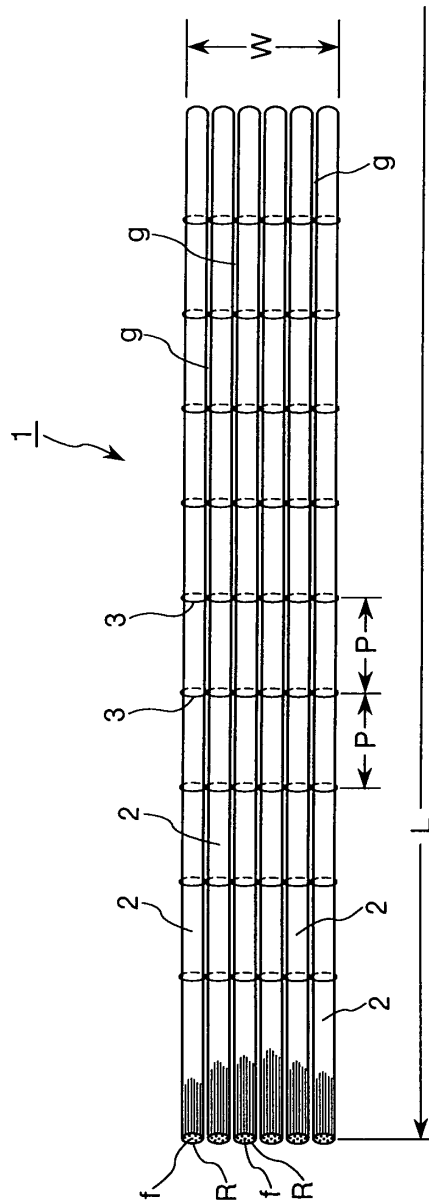
도면3



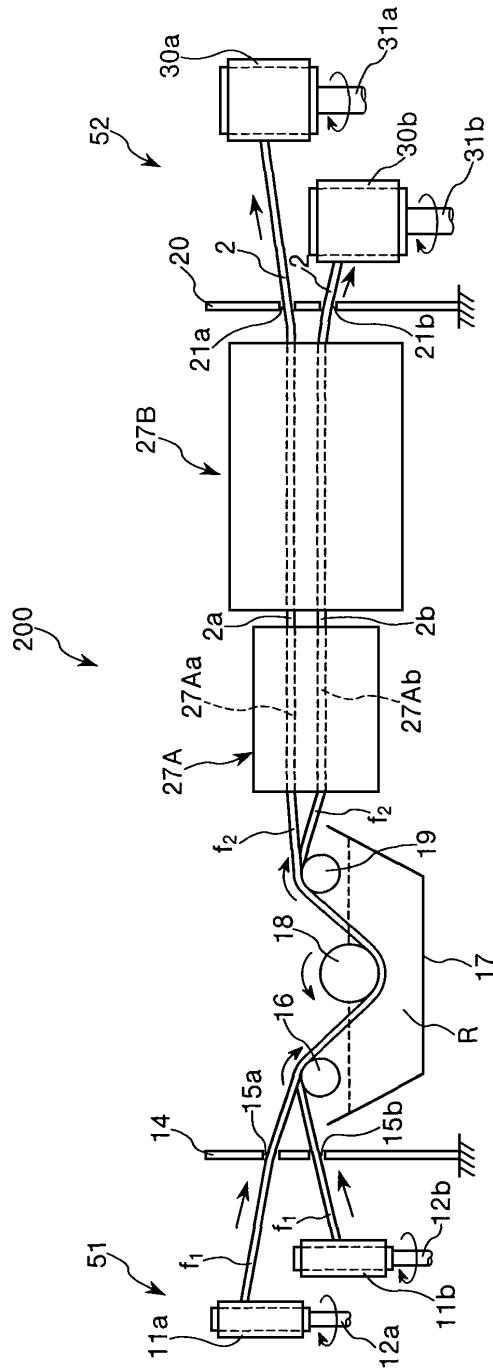
도면4



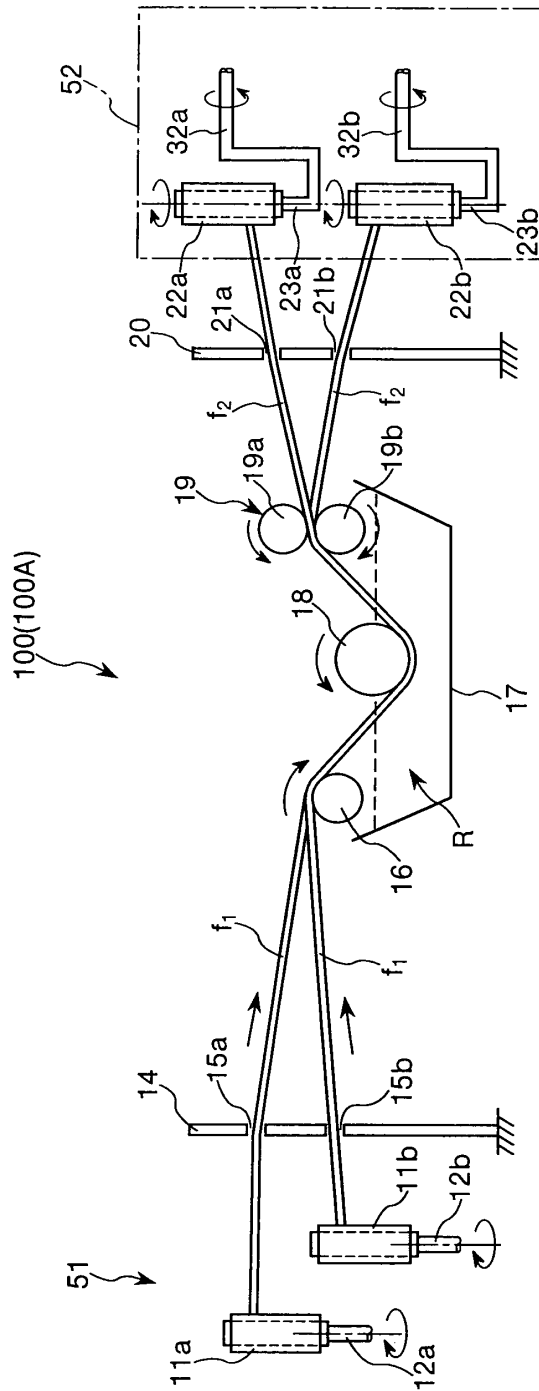
도면5



도면6



도면7



도면8

