

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B29C 70/22 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년07월21일 10-0570229 2006년04월05일
-----------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------

(21) 출원번호	10-1998-0031678	(65) 공개번호	10-1999-0023333
(22) 출원일자	1998년08월04일	(43) 공개일자	1999년03월25일

(30) 우선권주장	97-209213	1997년08월04일	일본(JP)
(73) 특허권자	도레이 가부시키가이샤 일본 103 도쿄도 주오구 니혼바시 무로마찌 2쵸메 1방 1고		
(72) 발명자	니시무라 아키라 일본국 에히메켄 이요군 마사키쵸 오오아자 쯔쯔이 1455  홉마 키요시 일본국 시가켄 오우미하치만시 나카코모리쵸 333-10  호리베 이쿠오 일본국 에히메켄 마쓰야마시 유노야마 2-3-3		
(74) 대리인	하상구 하영욱		

심사관 : 김희승

(54) 탄소섬유직물, 그직물을사용하는섬유강화플라스틱성형품, 및 그성형품의제조방법

요약

약 40,000내지 약 400,000개의 범위의 탄소필라멘트로 이루어지고, 그 필라멘트사이로 필라멘트교락을 보유하는 탄소섬유사조의 다수개가 배열되어서 이루어지는 탄소섬유직물.

상기 탄소섬유사조에 대하여, 그 폭드롭값은 약 2 내지 약 30cm의 범위이고, 그 섬도는, 약 25,000 내지 약 350,000 데니르의 범위인 것이 바람직하다.

상기 탄소섬유직물에 대하여, 그 부피밀도는, 약 0.65g/cm<sup>3</sup> 이하이고, 그 탄소섬유의 단위중량은, 약 400 내지 약 700g/m<sup>2</sup>의 범위인 것이 바람직하다.

대표도

도 1

명세서

## 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 관한 탄소섬유직물의 일실시예의 평면도이다.

도2는 본 발명에 관한 탄소섬유직물의 다른 실시예의 평면도이다.

도3은 본 발명에 관한 탄소섬유직물의 또 다른 실시예의 평면도이다.

도4는 본 발명에 관한 탄소섬유직물의 또 다른 실시예의 평면도이다.

도5는 본 발명에 관한 탄소섬유직물의 또 다른 실시예의 평면도이다.

도6은 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 성형품을 제조하기 위한 장치의 일례의 개략종단면도이다.

도7은 도6에 나타난 장치에 있어서 사용되는 수지의 확산매체의 일례의 개략사시도이다.

도8은 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 성형품을 제조하기 위한 장치의 다른예의 개략종단면도이다.

도9는 도8에 나타난 장치에 있어서 사용되는 홈을 보유하는 성형재의 일례의 상면측 개략사시도이다.

도10은 홀드롭값의 측정장치의 정면측 사시도이다.

도11은 도10에 나타난 장치에 있어서 사용되는 홀 및 추를 확대하여 나타내는 정면도이다.

도12는 도10에 나타내어진 장치의 하부의 정면측 사시도이다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 탄소섬유직물, 더욱 상세하게는, 약 40,000 내지 약 400,000개의 탄소필라멘트다발로 이루어지는 토우(tow)형상인 굵은 탄소섬유사조가 사용된 탄소섬유직물, 이 탄소섬유직물이 사용된 섬유강화 플라스틱 성형품, 및, 이 플라스틱성형품의 제조방법에 관한 것이다.

탄소섬유는, 비중이 작아서 인장강도가 높고, 또한, 인장탄성률도 높다. 탄소섬유를 수지로 다져서 성형되는 탄소섬유강화 플라스틱(CFRP)은 강도 및 탄성률이 높은 복합재료로서 주목되어 있다.

종래의 CFRP에서는, 약 3,000개의 탄소필라멘트로 형성된 가는 탄소섬유사조가 사용되고 있다. 종래의 CFRP에서는, 이 가는 탄소섬유사조가, 세로방향과 가로방향으로 배열되고, 탄소섬유의 단위중량이 약 200 내지 약 400g/m<sup>2</sup>의 범위의, 얇은 2방향성 직물이 사용되고 있다. 종래의 CFRP는, 수지가 함침된 이 얇은 2방향성직물로 이루어지는 프리프레그가, 다수장 적층되고, 이것이, 오토클레이브성형됨으로써 제조되고 있다.

이 종래의 CFRP는, 다음에 설명되는 요인에 의하여, 제조코스트가 높은 결점을 보유한다. 성능은 우수하지만, 제품의 차단이 높으므로, 그것이 사용되는 분야는, 주로서, 항공기관관련의 구조재나 고급인 스포츠용구의 기재에 한정되고, 일반산업 분야로의 용도전개가 진척되어 있지 않다.

종래의 제조코스트가 높은 것은 다음의 이유에 의한다. (a) 가는 탄소섬유사조는 그 생산성이 나쁘다. (b) 탄소섬유직물은 가는 탄소섬유사조로 제조되므로, 그 생산성이 나쁘다. (c) 얻어지는 탄소섬유직물은 얇으므로, 소망의 특성을 보유하는 CFRP를 성형하기 위하여 필요한 탄소섬유량을 충족하는 데는, 다수장의 직물이 적층되는 것이 필요하며, CFRP의 제조에 있어서, 이 다수장 적층의 수고가 크게 든다. (d) 프리프레그공정이 필요하게 되므로, 프리프레그의 가공코스트가 더해진다. 더욱이, (e) 오토클레이브가 필요하게 되고, 큰 설비투자가 필요하게 된다.

코스트다운을 도모하기 위하여, 탄소섬유직물을 성형틀속에 적층하여 상온경화형의 수지를 가압으로 성형틀에 주입하는 레진트랜스퍼 성형법, 혹은 탄소섬유직물을 성형틀의 위로 적층하여 전체를 백필름으로 덮고, 그 속을 감압(진공)상태로 하여 상온경화형의 수지를 주입하는, 소위 진공백 성형법이 알려져 있다. 이들의 방법은 상기 (d) 및 (e)에 있어서의 CFRP의 제조코스트의 삭감에는 효과가 있다. 그러나, 여전히 (a) 내지 (c)의 문제는 해결되지 않는다.

종래의 가는 탄소섬유사조를 사용하여, 탄소섬유의 단위중량이 큰 탄소섬유직물을 제조하고, 이 직물을 CFRP의 성형에 사용하는 것을 생각할 수 있다. 그러나, 다음의 문제가 있으므로 실용화되어 있지 않다. 즉, (f) 세로방향과 가로방향의 2방향으로 탄소섬유사조가 배열된 2방향성 직물로 함으로써, 탄소섬유 단위중량의 큰 직물을 얻을 수 있지만, 세로방향의 탄소섬유사조와 가로방향의 탄소섬유사조가 교착되기 때문에, 탄소섬유사조의 굴곡(크림프)이 크고, 이것을 CFRP로 성형하면 탄소섬유사조는 응력집중을 받아, 그 강도 및 탄성률의 저하를 초래하는 문제가 있다. 또, (g) 탄소섬유사조가 한 방향으로 배열된 직물은 이 크림프에 의한 강도저하문제는 없지만, 탄소섬유사조가 한 방향에만 배열되어 있으므로, 직물의 탄소섬유 단위중량을 크게 하면 섬유밀도가 현저하게 커지고, 인접하는 필라멘트사이의 간극이 작아지며, 레진트랜스퍼 성형이나 진공백 성형 등의 성형법에서는, 필라멘트사이로의 수지의 흐름이 나빠져서 수지주입에 시간이 걸리며, 탄소섬유직물로의 수지의 함침성이 나빠지는 문제가 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 상기 문제점을 해결한 탄소섬유직물, 그 직물이 사용된 섬유강화 플라스틱 성형품, 및, 그 성형품의 제조방법을 제공하는데 있다.

그 때문에, 본 발명에 있어서는, 토우(tow)형상의 굵은 탄소섬유사조가 사용된다. 이것에 의하여 형성되는 탄소섬유직물의 수지의 함침성이 양호하도록 고안이 되어 있다.

본 명세서에 있어서 CFRP는, 플라스틱의 강화재가, 탄소섬유뿐만 아니라, 탄소섬유와 다른 섬유 등이 혼재하는 것의 양쪽을 포함한다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명이, 아래에 설명된다.

본 발명에 관한 제1의 탄소섬유직물은 약 40,000 내지 약 400,000개의 범위의 탄소필라멘트로 이루어지며, 그 필라멘트사이로 필라멘트 교락(交絡)을 보유하는 탄소섬유사조의 다수개가 배열되어 이루어진다.

여기에 사용되는 탄소섬유사조는 약 40,000 내지 약 400,000개의 범위의 필라멘트로 이루어지는 토우형상인 폴리아크릴로니트릴계 섬유사조가 내염화처리되고, 계속하여, 탄화처리된 후, 사이징제가 부여되고, 사조전체에 집속이 부여됨으로써 제조된다.

탄소섬유사조의 필라멘트수가, 약 40,000개 미만의 경우는, 사조가 비교적 가늘어지므로, 수지의 함침성의 점에서는 바람직하다. 그러나, 탄소섬유를 제조할 때의 코스트다운효과는 적다.

직물을 구성하는 탄소섬유사조의 필라멘트수가, 약 400,000개를 초과하는 경우는, 탄소섬유를 제조할 때의 코스트다운효과는 크다. 그러나, 사조가 굵어지므로 사조의 표면에서 중앙부까지의 거리가 커지고, 사조의 표면에서 전진하는 수지의 함침이 불완전하게 된다.

직물을 구성하는 탄소섬유사조가, 그것을 구성하는 극히 다수개의 필라멘트사이에 필라멘트교락이 없는, 즉, 다수의 필라멘트가 서로 병행하게 똑바로 위치하는 형태를 보유하는 경우는, 필라멘트에 굴곡이 존재하지 않으므로, 응력집중이 발생되지 않고, 이것을 사용한 CFRP의 강도발현성은 양호하며, 고강도의 CFRP가 얻어진다. 그러나, 필라멘트사이의 간극이 실질적으로 없으며, 필라멘트가 밀집된 상태로 있으며, 또한 사조가 굵으므로, 수지가 사조의 중앙부까지 함침하지 않는 문제가 있다.

한편, 필라멘트사이에 교락이 있으면, 필라멘트사이로 간극이 형성된다. 이것에 의하여, 탄소섬유사조 및 이것으로부터 형성된 직물은 부피가 늘어나게 되고, 수지의 함침성이 극히 양호하게 된다.

탄소섬유사조의 원료인 원사(폴리아크릴로니트릴섬유사조)(프리커서)의 제조공정의 응고욕이나 수세욕에 있어서의 액류의 세기의 조정에 의하여, 원사에 원하는 필라멘트교락이 부여된다. 보다 높은 필라멘트교락은, 욕(浴)연신 후에 원사에 에어를 뿜어내어 에어교락을 부여함으로써 얻어진다. 이 원사의 소성에 의하여 얻어지는 탄소섬유사조는 원하는 필라멘트교락을 보유한다.

탄소섬유사조를 구성하는 탄소필라멘트의 직경은 약 5 내지 약 15미크론의 범위에 있는 것이 바람직하다.

탄소섬유사조는 약 3 내지 약 4GPa의 범위의 인장강도를 보유하는 것이 바람직하며, 약 200 내지 약 300GPa의 범위의 인장탄성률을 보유하는 것이 바람직하다. 인장강도 및 인장탄성률은 JIS-R 7601에 정의된 것이다.

직물의 제조에 사용되는 탄소섬유사조에는, 제직조작을 양호하게 하기 위하여 약 0.5 내지 약 2중량%의 범위의 사이징제가 부여되어 있는 것이 바람직하다.

직물의 제조에 사용되는 탄소섬유사조는 꼬이지 않는 것이 바람직하다. 사조의 꼬임은 수지의 함침을 저해하기 때문이다.

본 발명에 관한 제2의 탄소섬유직물은 상기 제1의 탄소섬유직물에 있어서, 탄소섬유사조의 폭드롭값이, 약 2 내지 약 30cm의 범위인 탄소섬유직물이다.

폭드롭값은 탄소섬유사조를 구성하는 필라멘트사이의 교락의 정도를 나타낸다. 수지의 함침성을 양호하게 하기 위해서는, 폭드롭값은 약 30cm 이하인 것이 바람직하다. 폭드롭값이 약 2cm 미만에서는, 수지의 함침성은 극히 양호하게 되지만, 사조를 구성하는 필라멘트의 굴곡이 커진다. 이것을 이용하여 성형된 CFRP는, 응력집중을 발생하여 강도가 낮은 것으로 된다.

따라서, 폭드롭값은 약 2 내지 약 30cm의 범위인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 약 2 내지 약 10cm의 범위이다. 폭드롭값의 측정방법은 이후에 도면을 사용하여 설명된다.

본 발명에 관한 제3의 탄소섬유직물은 상기 제2의 탄소섬유직물에 있어서, 탄소섬유사조의 섬도가 약 25,000 내지 약 350,000 데니르의 범위에 있는 탄소섬유직물이다.

본 발명에 관한 제4의 탄소섬유직물은 상기 제3의 탄소섬유직물에 있어서, 탄소섬유직물의 부피밀도가, 약 0.65g/cm<sup>3</sup> 이하인 탄소섬유직물이다. 부피밀도가 약 0.65g/cm<sup>3</sup> 이하인 것은 직물이 부피가 큰 것을 의미하고, 탄소섬유사조를 구성하는 필라멘트의 간극이 많은 것을 의미한다. 이 때문에, 레진트랜스퍼 성형법이나 진공백 성형법뿐만 아니라 핸드레이업 성형법에 의하여, CFRP의 성형이 쉽게 만들어진다.

부피밀도(V)의 측정은 다음과 같다.

$$V = w / (t \times A)$$

여기서, "t"는, 직물의 두께(cm), "A"는, 직물의 면적(cm<sup>2</sup>), 및, "w"는, 직물의 면적(A)에 있어서의 탄소섬유중량(g)이다.

또한, 직물의 두께 "t"의 측정은 JIS-R7602-5.6항에 말하는 두께측정기로서 다이얼게이지법을 사용하여 실시된다. 단, 하중은 3kPa로 되고, 직물이 5장 겹쳐지고, 하중이 작용한 다음 20초 경과후의 값이 판독되고, 그 값이 직물장수로 나누어져서 1장당의 두께가 산출된다. 또한, 일방향성 직물의 경우는, 보조실인 씨실의 직물의 두께에 미치는 영향이 매우 적게 되도록, 직물의 중합은 중합되는 직물의 씨실의 위치가 서로 빗나가도록 실시된다.

본 발명에 관한 제5의 탄소섬유직물은 상기 제2의 탄소섬유직물에 있어서, 탄소섬유사조의 필라멘트수가, 약 40,000 내지 약 100,000개의 범위에서, 상기 탄소섬유사조의 섬도가, 약 30,000 내지 약 70,000 데니르의 범위이고, 또한, 상기 탄소섬유직물의 탄소섬유의 단위중량이, 약 400 내지 약 700g/m<sup>2</sup>의 범위에 있는 탄소섬유직물이다.

본 발명에 관한 제6의 탄소섬유직물은 상기 제1 내지 제5의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군이, 상기 탄소섬유사조의 배열로 형성되고, 씨실군이 보조실의 배열로 형성되며, 그 날실군의 탄소섬유사조와 그 씨실군의 보조실이 직물구조를 형성하고 있다.

본 발명에 관한 제7의 탄소섬유직물은 상기 제6의 탄소섬유직물에 있어서, 인접하는 상기 탄소섬유사조사이의 간극이 약 0.2 내지 2mm의 범위이다.

탄소섬유사조사이의 간극의 측정은 다음과 같다.

직물의 폭 및 길이방향이 다른 3곳에서, 17cm×17cm 사이즈의 샘플이 채취된다. 채취된 각 샘플의 200% 확대복사화상이 작성된다. 얻어진 화상에 있어서, 날실 혹은 씨실의 모든 간극이, 노기스에 의하여 0.1mm의 단위까지 측정된다. 얻어진 간극의 값의 평균치가 산출된다. 얻어진 평균치의 1/2의 값이 탄소섬유사조 사이의 간극으로 된다.

본 발명에 관한 제8의 탄소섬유직물은 상기 제6의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군과 씨실군의 교점이 저융점을 보유하는 폴리머에 의하여 접착되어 있다.

본 발명에 관한 제9의 탄소섬유직물은 상기 제7의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군과 씨실군의 교점이 저융점을 보유하는 폴리머에 의하여 접착되어 있다.

본 발명에 관한 제10의 탄소섬유직물은 상기 제1 내지 제5의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군이 상기 탄소섬유사조의 배열 및 보조실의 배열로 형성되고, 씨실군이 보조실의 배열로 형성되며, 그 날실군의 보조실과 그 씨실군의 보조실에 의하여 직물구조가 형성되며, 이 직물구조에 의하여 상기 날실군의 탄소섬유사조가 실질적으로 평탄하게 유지되어 있다.

본 발명에 관한 제11의 탄소섬유직물은 상기 제10의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군과 씨실군의 교점이 저융점을 보유하는 폴리머에 의하여 접착되어 있다.

본 발명에 관한 제12의 탄소섬유직물은 상기 제1 내지 제5의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군이 상기 탄소섬유사조의 배열로 형성되고, 씨실군이 상기 탄소섬유사조의 배열로 형성되며, 그 날실군의 탄소섬유사조와 그 씨실군의 탄소섬유사조 등에 의하여 직물구조가 형성되어 있다.

본 발명에 관한 제13의 탄소섬유직물은 상기 제12의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군과 씨실군과의 교점이 저융점을 보유하는 폴리머에 의하여 접착되어 있다.

본 발명에 관한 제14의 탄소섬유직물은 상기 제1 내지 제5의 탄소섬유직물에 있어서, 날실군이 상기 탄소섬유사조의 배열 및 보조실의 배열로 형성되며, 씨실군이 상기 탄소섬유사조의 배열 및 보조실의 배열로 형성되며, 그 날실군의 보조실과 그 씨실군의 보조실에 의하여 직물구조가 형성되고, 이 직물구조에 의하여 상기 날실군의 탄소섬유사조 및 상기 씨실군의 탄소섬유사조가 실질적으로 평탄하게 유지되어 있다.

본 발명에 관한 제15의 탄소섬유직물은 상기 제14의 탄소섬유직물에 있어서, 상기 날실군과 상기 씨실군의 보조실과의 교점, 혹은 상기 날실군의 보조실과 상기 씨실군의 교점이, 저융점을 보유하는 폴리머에 의하여 접착되어 있다.

본 발명에 관한 제1의 섬유강화 플라스틱 성형품은 섬유기재와 수지가 일체화됨으로써 성형된 섬유강화 플라스틱의 상기 섬유기재가, 상기 제1 내지 제15중 어느 1개의 탄소섬유직물로 이루어진다.

본 발명에 관한 제2의 섬유강화 플라스틱 성형품은 상기 제1의 섬유강화 플라스틱 성형품에 있어서, 상기 섬유강화 플라스틱과는 다른 성형재를 보유하고, 그 성형재는, 상기 섬유강화 플라스틱과 마주보는 면에 홈을 보유하며, 그 홈이 상기 수지에 의하여 충전되어 있는 섬유강화 플라스틱 성형품이다.

본 발명에 관한 제1의 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법은 성형틀, 그 성형틀의 상면에 놓여진 섬유기재, 그 섬유기재를 내측에 수용함과 아울러, 내측이 외계에 대하여 밀봉되도록 성형틀에 장착된 백필름, 그 백필름을 관통하여 그 내측으로 성형수지를 공급하는 수지공급파이프, 그 수지공급파이프에 설치된 수지공급개폐밸브, 및, 상기 밸브·필름의 내측의 공간을 감압으로 유지하는 공기배출구로 이루어지는 진공백 성형장치를 사용하여 섬유강화 플라스틱 성형품을 제조하는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법에 있어서, 상기 섬유기재의 일부 또는 전부가, 상기 제1 내지 제15중 어느 1개의 탄소섬유직물이고, 상기 수지가 상온경화형의 수지이고, 또한, 상기 섬유기재에 접하여, 상기 수지의 유동을 확산시키는 확산매체가 설치되어 있다.

본 발명에 관한 제2의 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법은 성형틀, 그 성형틀의 상면에 놓여진 섬유기재, 그 섬유기재를 내측에 수용함과 아울러, 내측이 외계에 대하여 밀봉되도록 성형틀에 장착된 백필름, 그 백필름을 관통하여 그 내측으로 성형수지를 공급하는 수지공급파이프, 그 수지공급파이프에 설치된 수지공급개폐밸브 및, 상기 백필름의 내측의 공간을 감압으로 유지하는 공기배출구로 이루어지는 진공백 성형장치를 사용하여 섬유강화 플라스틱 성형품을 제조하는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법에 있어서, 상기 섬유기재의 일부 또는 전부가, 상기 제1 내지 제15중 어느 1개의 탄소섬유직물이고, 상기 수지가 상온경화형의 수지이며, 또한 상기 섬유기재에 접하여 상기 수지의 유동을 확산시키는 홈을 보유하는 성형체가 설치되어 있다.

본 발명에 관한 제3의 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법은 상기 성형체가, 발포체로 형성되어 있는 상기 제2의 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법이다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 관한 탄소섬유직물의 일실시예가, 도1이 참조되면서 설명된다.

도1에 나타내어진 탄소섬유직물은 일방향성 직물이다. 탄소섬유직물(1)은 배열된 다수개의 탄소섬유사조(2)를 보유한다. 각 탄소섬유사조(2)는 약 40,000 내지 약 400,000개의 범위의 탄소필라멘트(3)로 이루어진다. 탄소필라멘트(3)는 필라멘트교락을 보유한다.

직물(1)의 직물구조를 형성하는 날실군은 배열된 탄소섬유사조(2)로 이루어지며, 씨실군은 배열된 보조실(4)로 이루어진다. 보조실(4)에는, 저융점 폴리머가 부착되어 있고, 이 폴리머가 용융된 후 고화부분(5)이 형성되며, 이 고화부분(5)에 의하여 탄소섬유사조(2)와 보조실(4) 등이 접착되어 있다.

본 발명에 관한 탄소섬유직물의 다른 실시예가, 도2가 참조되면서 설명된다.

도2에 나타내어진 탄소섬유직물은 일방향성 직물이다. 탄소섬유직물(6)은 배열된 다수개의 탄소섬유사조(7)를 보유한다. 각 탄소섬유사조(7)는 약 40,000 내지 약 400,000개의 범위의 탄소필라멘트(8)로 이루어진다. 탄소필라멘트(8)는 필라멘트교락을 보유한다.

직물(6)의 직물구조를 형성하는 날실군은 배열된 제1의 보조실(9)로 이루어지며, 씨실군은 배열된 제2의 보조실(10)로 이루어진다. 이들 보조실(9,10)에 의하여 형성된 직물구조에 있어서, 각 탄소섬유사조(7)이, 날실(제1의 보조실(9))방향에 위치, 씨실(제2의 보조실(10))방향으로 배열되어 있다. 제2의 보조실(10)에는, 저융점 폴리머가 부착되어 있고, 이 폴리머가 용융된 후 고화부분(11)이 형성되고, 이 고화부분(11)에 의하여 탄소섬유사조(7)와 제2의 보조실(10)이 접착되어 있다.

이 직물(6)에 있어서, 탄소섬유사조(7)의 배열은 시이트형상이고, 제2의 보조실(10)은 시이트면의 표면측과 이면측으로 서로 번갈아 위치한다. 각 탄소섬유사조(7)사이로 위치하는 제1의 보조실(9)과 제2의 보조실(10)로 상기 직물구조가 형성되어 있다. 이것에 의하여, 각 탄소섬유사조(7)는 직물구조에 기인하는 사조의 굴곡(크림프)을 보유하지 않는다. 이 직물(6)을 사용하여 성형된 CFRP는 응력집중을 발생하지 않고, 높은 강도를 보유한다.

이들의 직물에 사용하는 보조실은 본질적으로는, 성형품에 있어서 하중을 부담하는 것은 아니고, 성형품이 제조될 때까지에 있어서의 직물의 형태를 유지하는, 즉, 직물구조를 형성하기 위하여 사용되는 것이다. 따라서, 그 섬도는, 약 100 내지 약 2,000 데니르의 범위이면 되고, 주체인 탄소섬유사조에 비하여 가는 것이 바람직하다.

보조실의 섬도가, 약 100 내지 약 500 데니르의 범위로 탄소섬유사조에 비하여 극단적으로 가늘고, 또한 씨실을 형성하는 보조실의 사용밀도가 약 0.5 내지 약 8개/cm의 범위인 것은 씨실을 형성하는 보조실에 의한 탄소섬유사조의 구속이 약해지고, 직물은 부피가 커지므로, 특히 바람직하다.

보조실은 직물의 치수안정성을 확보하는 점이나 저융점 폴리머를 사용한 눈메우는 처리할 때의 가열에 의한 수축을 방지하는 점에서, 150℃에 있어서의 건열수축률이 약 0.1% 이하인 것이 바람직하다. 그와 같은 보조실을 구성하는 섬유로서는, 탄소섬유, 유리섬유, 혹은 폴리아라미드섬유가 있다.

상기 일방향성 직물에 있어서, 탄소섬유의 단위중량이 약 400 내지 약 2,000g/m<sup>2</sup>의 범위로 있는 것이 바람직하다. FRP의 원하는 특성을 얻기 위하여 필요하게 되는 직물의 적층의 장수를 적게 할 수 있고, 성형할 때의 섬유기재의 적층의 수고가 적어지며, 성형의 성력화가 가능하게 되기 때문이다.

인접하는 탄소섬유사조의 간극이, 약 0.2 내지 약 2mm의 범위에 있는 것이 바람직하다. 이 간극은 레진트랜스퍼 성형이나 진공백 성형에 있어서, 틀이나 백필름으로 밀폐된 섬유기재에 수지를 주입할 때에 수지의 유로로 되고, 수지의 주입시간이 단축되어 성형의 효율화가 가능하게 되기 때문이다.

일방향성 직물에 있어서, 인접하는 탄소섬유사조 사이에 간극이 형성된 직물의 예가, 제3 및 도4에 나타내어진다. 도3은 도1에 나타내어진 직물(1)에 있어서, 인접하는 탄소섬유사조(2)의 사이에 간극(C)이 형성된 직물을 나타낸다. 도4는, 도2에 나타내어진 직물(6)에 있어서, 인접하는 탄소섬유사조(7) 사이에 간극(C)이 형성된 직물을 나타낸다.

일방향성 직물에 있어서, 탄소섬유사조의 필라멘트수가, 약 40,000 내지 약 100,000개의 범위에 있고, 사조섬도가, 약 30,000 내지 약 70,000 데니르범위에 있고, 탄소섬유의 단위중량이, 약 400 내지 700g/m<sup>2</sup>의 범위로 있으면, 탄소섬유직물이 부피가 커지므로, 점도가 약 2 내지 약 7포이즈의 범위의 상온경화형 수지를 사용하여 FRP를 핸드레이업 성형방법에 의하여 성형하는 경우에, 보통의 함침롤러로 수지를 충분히 함침시킬 수 있게 된다.

본 발명에 관한 탄소섬유직물의 다른 실시예가, 도5가 참조되면서 설명된다.

도5에 나타내어진 탄소섬유직물은 2방향성 직물이다. 탄소섬유직물(12)은 배열된 다수개의 탄소섬유사조(13,15)를 보유한다. 각 탄소섬유사조(13,15)는 약 40,000 내지 약 400,000개의 범위의 탄소필라멘트(14,16)로 이루어진다. 탄소필라멘트(14,16)는, 필라멘트교락을 보유한다.

직물(12)의 직물구조를 구성하는 날실군은 배열된 탄소섬유사조(13)로 이루어지며, 씨실군은 배열된 탄소섬유사조(15)로 이루어진다. 씨실군을 형성하는 탄소섬유사조(15)의 표면의 일부에는 저융점 폴리머가 부착되어 있고, 이 폴리머가 용융된 후 고화부분(17)이 형성되며, 이 고화부분(17)에 의하여 날실군을 형성하는 탄소섬유사조(13)와 씨실군을 형성하는 탄소섬유사조(15)가 접착되어 있다.

위에 설명한 3개의 실시예에 있어서, 씨실과 탄소섬유사조의 결합을, 저융점폴리머를 사용하여 실시하는 이유는 다음과 같다. 본 발명에 관한 탄소섬유직물에 사용되는 탄소섬유사조의 굵기가, 종래의 탄소섬유직물에 사용되어 있는 탄소섬유사조의 그것에 비하여 현저하게 굵으므로, 본 발명에 관한 탄소섬유직물에 있어서는, 직조직의 구성에 직접적으로 기여하는 날실군과 씨실군의 교차점의 수가 적다. 그 때문에, 직물을 재단했을 때에 탄소섬유사조가 흐트러지기 쉽고, 직물의 취급성이 너무 불량하다. 저융점 폴리머에 의한 결합은 직물의 고착(fastening)을 위한 것이고, 이 직물의 취급성을 향상시킨다. 이와 같이 고착된 본 발명에 관한 탄소섬유직물은 재단할 때의 사조의 흐트러짐이 실질적으로 방지되므로, 재단된 직물의 형틀로의 적층작업이 필요한 레진트랜스퍼 성형이나 진공백 성형의 작업성을 대폭적으로 향상한다.

저융점 폴리머는, 날실 및 씨실 중 어느 한쪽, 혹은 양쪽에 선형상 혹은 점형상으로 부착된다.

저융점 폴리머의 부착량은 많으면 수지함침을 저해하거나, CFRP의 기계적 성질을 저하시키므로, 약 6g/m<sup>2</sup> 이하가 바람직하다. 단, 약 0.5g/m<sup>2</sup> 미만이면 고착 효과가 적어지므로, 약 0.5 내지 약 6g/m<sup>2</sup>의 범위가 바람직하다.

일방향성 탄소섬유직물의 경우, 저융점 폴리머가 가는 보조실에 다량으로 부착하면, 직물의 파괴가 보조실로부터 시작하기 쉽게 된다. 이것을 방지하기 위해서는 저융점 폴리머의 부착량은 보조실의 40중량% 이하로 하는 것이 좋다.

저융점 폴리머는, 보통, 폴리아미드, 공중합 폴리아미드, 폴리에스테르, 공중합 폴리에스테르, 염화비닐리덴, 염화비닐, 폴리우레탄으로부터 선택된다. 저온에서 폴리머를 용융할 수 있고, 또한, 접착력이 강하며, 약간의 사용량으로 기대하는 고착 효과가 얻어지는 점에서, 공중합 폴리아미드는 특히 바람직하다.

본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 성형품은, 그곳에 존재하는 섬유기재가 한 장의 직물로 이루어지는 경우는, 그 직물로서, 본 발명에 관한 탄소섬유직물이 사용된다. 섬유기재가 복수장의 직물로 이루어지는 경우는, 그 중의 적어도 1장의 직물이, 본 발명에 관한 탄소섬유직물이다. 적어도 1장의 본 발명에 관한 탄소섬유직물과 함께 사용되는 다른 섬유직물로서, 유리섬유나 폴리아라미드섬유 등의 다른 강화섬유직물이 있다.



사용되는 매트릭스수지로서는, 에폭시수지, 불포화폴리에스테르수지, 비닐에스테르수지나 페놀수지 등의 열경화성수지, 혹은 폴리아미드수지, 폴리에스테르수지, ABS수지, 폴리에틸렌수지, 폴리프로필렌수지, 폴리염화비닐수지, 폴리에테르에테르케톤수지나 폴리페닐렌설파이드수지 등의 열가소성수지가 있다.

본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 성형품은, 섬유기재가 탄소섬유의 단위중량이 극히 큰 것에도 불구하고 부피가 큰 탄소 섬유직물로 구성되기 때문에, 성형시에 있어서의 섬유기재로의 매트릭스수지의 함침성이 좋고, 얻어진 성형품은 기계적 특성이 우수하며, 또한 저렴하다.

본 발명에 관한 탄소섬유직물을 사용한 섬유강화 플라스틱 성형품의 성형은, 종래부터 알려져 있는 여러 가지의 성형방법, 장치를 사용하여 행해진다. 탄소섬유가 높은 고착을 가짐에도 불구하고 부피가 큰 본 발명에 관한 탄소섬유직물은 특히, 레진트랜스퍼 성형이나 진공백 성형을 행하며, 이것에 의하여 대형의 성형품이 저렴하게 제조된다.

본 발명에 관한 제1의 섬유강화 플라스틱 성형품 및 그 성형방법의 일실시예가, 도6이 참조되면서 설명된다.

도6에 있어서, 형틀(21)의 위에, 본 발명에 관한 탄소섬유직물을 함유하는 직물(22)이, 소정의 방향으로, 소정의 장수 적층된다. 이들 적층된 직물(22)은 성형하고자 하는 섬유강화 플라스틱 성형품의 섬유기재(23)로 구성한다.

섬유기재(23)의 측면의 주위에는, 에지브리더(24)가 형성되고, 그 하면의 일부에 진공펌프(도시하지 않음)에 연결되어 있는 공기흡입구(25)가 개구되어 있다. 에지브리더(24)는, 직물 등 다공성의 시이트의 다수장의 적층물로 이루어진다.

섬유기재(23) 및 에지브리더(24)의 상면에, 매트릭스수지가 경화된 후에 필링되고 제거되는 시이트, 소위 필플라이(peel ply; 26)가 적층된다. 필플라이(26)의 위에, 수지를 섬유기재(23)의 전면으로 확산시키기 위한 확산매체(27)가 놓여진다.

확산매체(27)의 상면 및 측면, 또, 에지브리더(24)의 상면에 위치하는 필플라이(26)의 상면에는, 이들을 덮도록 백필름(28)이 덮여 있다.

백필름(28)의 상면, 중앙부에는, 일단이 매트릭스수지 공급탱크(도시하지 않음)와 연결되고, 타단이 백필름(28)을 관통하여 확산매체(27)에 개구하는 수지공급파이프(29)가 장착되어 있다. 수지공급파이프(29)는, 그 도중에, 수지공급 조성밸브(30)를 보유한다.

수지공급파이프(29)와 백필름(28) 사이 및, 백필름(28)과 형틀(21) 사이는, 각각 시일재(31,32)로 밀폐되어 있다.

수지탱크(도시하지 않음)에는, 경화제가 소정량혼입된 상온에서 시럽형상인 상온경화형의 열경화성수지(매트릭스수지)가 준비된다.

백필름(28)으로 덮힌 섬유기재(23) 속의 공간이, 약 700 내지 약 760Torr의 감압상태로 될 때까지, 진공펌프(도시하지 않음)로 흡입구(25)를 통하여 공간의 공기가 배출된다. 그런 뒤에, 밸브(30)가 개방되고, 섬유기재(23)로의 수지의 공급이 개시된다.

섬유기재(23)의 두께방향으로부터 확산매체(27)의 면방향 쪽이, 수지의 유통저항이 작으므로, 수지는 확산매체(27)의 전면으로 확대된 후, 섬유기재(23)의 두께방향으로 침투한다. 이 방법에 의하면, 섬유기재(23)에 있어서의 수지가 침투하는 거리는, 실질적으로 섬유기재(23)의 두께이면 되기 때문에, 섬유기재(23) 전체로의 수지함침이 대단히 빠르게 완료한다. 진공펌프(도시하지 않음)는, 적어도 섬유기재(23) 전체로의 수지의 함침이 완료할 때까지 운전된다.

수지함침이 완료된 후, 밸브(30)는 폐지된다. 형틀은 주입된 수지가 경화할 때까지 실온으로 방치된다. 수지의 경화 후에, 백필름(28), 확산매체(27), 필플라이(26)가 제거되며, FRP성형품은 형틀(21)로부터 꺼내어진다.

확산매체(27)의 일례가 도7에 나타내어진다. 도7에 있어서, 확산매체(27)는 소정의 간격을 두고 배열된 다수개의 바(33,34)로 구성되어 있다. 바(33)와 바(34)는 서로 실질적으로 직교하는 방향으로 배열되어 있다.

인접하는 바(33) 및, 인접하는 바(34) 사이에는 간극이 형성되어 있다. 이들 간극은 수지의 유로를 형성한다. 바(33)의 상면은 백필름(28)에 접하고, 바(34)의 하면은 필플라이(26)에 접한다.



흡인구(25)를 통하여 백필름(28)으로 밀폐된 공간의 압력이 감압되면, 수지공급파이프(29)로부터 확산매체(27)의 중앙부에 수지가 유입된다. 유입된 수지는 바(33,34)의 간극을 유동한다. 이 수지의 유동에 의하여, 수지는 필플라이(26)를 투과하고, 섬유기재(23)의 상면 전체에 실질적으로 균일하게 보급된다.

각 바(33,34)의 굵기는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 약 0.2 내지 약 2mm의 범위가 바람직하다. 바(33,34)의 배열의 간극은 약 0.2 내지 2cm의 범위가 바람직하다. 바(33,34)는, 구체적으로는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에스테르, 폴리염화비닐이나 금속재의 메시형상 시이트로 이루어진다. 메시형상 시이트로서는, 메시형상 필름, 직물, 편물, 망형상물 등이 있다. 바(33,34)는 필요에 따라서 메시형상 시이트를 복수장 겹쳐서 형성되어 있어도 좋다.

본 발명에 관한 제2의 섬유강화 플라스틱 성형품은, 본 발명에 관한 탄소섬유직물을 함유하는 섬유강화 플라스틱과 이것 이외의 성형재로 이루어지며, 이 성형재가 상기 섬유강화 플라스틱과 마주보는 면에 홈을 보유하고, 그 홈이 상기 섬유강화 플라스틱을 형성하는 수지에 의하여 충전된 것이다.

이 성형품은 표면에 수지의 유로로 되는 홈을 보유하는 성형재의 위로, 섬유기재가 적층되고, 또한, 전체가 백필름으로 덮여지고, 백필름으로 덮힌 내부가 진공(감압)상태로 되며, 섬유기재와 접하고 있는 성형재의 홈을 통하여 수지가 확산시켜지며, 적층된 섬유기재에 상온경화형 열경화성수지가 함침되면서, 섬유기재와 성형재가 일체화됨으로써 제조된다. 이 방법에서, 성형재에 형성된 홈에 의하여 수지의 확산이 쉽게 실시되고, FRP가 표면재 혹은 이면재로 되고, 성형재가 이것과 일체화된 섬유강화 플라스틱 성형품이 간단히 제조된다.

이 본 발명에 관한 제2의 섬유강화 플라스틱 성형품 및 그 성형방법의 일실시예가, 도8 및 도9가 참조되면서 설명된다.

도8에 있어서, 형틀(41)의 위에, 동일구조로 이루어지는 성형블록(42,43)이, 놓여진다. 성형블록(42(43))은 그 내측에 위치하는 성형재(44(45))와, 이것을 포위하는 섬유기재(46(47))로 형성되어 있다. 섬유기재(46(47))는, 내측에 위치하는 직물(48(49))과 외측에 위치하는 직물(50(51))의 2층의 적층체로 형성되어 있다. 이들의 직물(48(50))의 적어도 한쪽은 본 발명에 관한 탄소섬유직물이다. 또, 이들 직물(49,51))의 적어도 한쪽은 본 발명에 관한 탄소섬유직물이다.

성형블록(42,43)은 백필름(52)으로 덮이고, 백필름(52)의 주위는 시일재(53)에 의하여 형틀(41)과 결합되며, 백필름(52)의 내측은 외계와 유체적으로 차단되어 있다.

성형재(44(45))의 일례는, 도9에 나타내어진다. 도9에 있어서, 성형재(44)는, 상면(54), 하면(55), 정면(56), 배면(57), 우측면(58), 및, 좌측면(59)에 각각 홈(60)을 보유한다. 이들 홈(60)은 성형품의 성형시에 수지의 유로로 된다.

수지공급탱크(도시하지 않음)에 연결되어 있는 수지공급파이프(61)은 시일재(53), 섬유기재(46)를 관통하고, 성형재(44)의 표면에 개구하여 있다. 진공펌프(도시하지 않음)에 연결되어 있는 흡인파이프(62)는, 시일재(53), 섬유기재(47)를 관통하여 성형재(45)의 표면에, 개구하여 있다.

진공펌프가 작동하여, 흡인파이프(62)를 통하여 백필름(52)으로 밀폐된 내부공간이 감압으로 되면, 수지공급탱크로부터 수지공급파이프(61)를 통하여 내부공간으로 매트릭스수지가 유입된다. 유입된 수지는, 성형재(44(45))에 형성된 유동저항이 작은 홈(60)을 따라 이동하여 성형재(44,45)의 전체로 보급된다. 그후, 섬유기재(46,47)로의 수지의 함침이 진행된다.

섬유기재(46,47)로의 수지의 함침이 완료된 시점에서 수지의 공급이 중지되고, 형틀(41)은 실온에 방치된다. 섬유기재(46,47)에 함침된 매트릭스수지와 홈(60)을 충전하고 있는 수지 등이 경화되며, 이들이 일체화된 상태에서, 즉, 섬유기재(46,47)와 성형재(44,45)가 일체화되어서 이루어지는 섬유강화 플라스틱 성형품이 제조된다.

이 실시예에 있어서는, 섬유기재가 2층의 탄소섬유직물로 형성되는 경우가 설명되었지만, 필요에 따라서, 직물의 적층 장수는 선택된다. 또, 탄소섬유직물 이외의 직물이 혼재되어도 좋다.

이 실시예에 있어서는, 성형블록의 수가 2개인 경우에 설명되었지만, 이수는, 필요에 따라서 선택된다.

이 본 발명에 관한 제2의 섬유강화 플라스틱 성형품은 섬유강화 플라스틱과 성형재의 접착이 단지 섬유강화 플라스틱면과 성형재면 사이뿐만 아니라, 성형재의 홈이 매트릭스수지와 일체화되어 있으므로, 섬유강화 플라스틱과 성형재가 강고하게 일체화된 섬유강화 플라스틱 성형품이다.

성형재의 홈의 단면형상은 직사각형, 사다리꼴이나 반구형 등이고, 이들 단면형상이나 단면치수는 수지의 유동성이나 섬유강화 플라스틱과 성형재의 접착정도에 따라서 적당히 결정할 수 있다. 홈의 단면형상이 성형재의 표면보다 내측에 있어서 확대되는 쐐기형은, 섬유강화 플라스틱과 성형재의 결합이 보다 강고하게 되므로 특히 바람직하다.

성형재는, 수지, 금속, 목재를 포함하는 여러 가지의 재질로 형성된다. 유기계 혹은 무기계의 발포체로 이루어지는 것이, 얻어지는 성형품이 경량으로 되므로 바람직하다. 유기계 혹은 무기계의 발포체로서는, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, PVC, 실리콘, 이소시아누레이트, 페놀, 아크릴수지의 포움이나 경량기포 콘크리트, 규산칼슘포움이나 탄산칼슘포움 등이 있다.

성형재의 압축강도는, 약 1.0kgf/cm<sup>2</sup> 이상이 바람직하다. 압축강도가 약 1.0kgf/cm<sup>2</sup> 미만이면, 진공백 성형을 사용하는 경우 성형재의 찌그러짐이 발생하는 경우가 있다.

이상으로 설명된 성형법은 진공백 성형법의 범주에 들어가지만, 수지주입과 동시에 수지를, 확산매체를 사용하여 섬유기재의 전면으로 확산시키는 점에서 종래의 진공백 성형법과는 다르다. 이 성형법에 의하여, 대형의 FRP성형품의 성형을 쉽게 할 수 있도록 되었다.

본 발명에 관한 탄소섬유직물은 1장당의 탄소섬유 단위중량이 큼에도 불구하고, 탄소필라멘트끼리가 교락하여 있으므로, 부피가 크며, 탄소필라멘트 사이에 간극이 있으며, 이것을 사용한 본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법에 의하면, 확산매체에 의하여 섬유기재의 면방향의 수지의 흐름이 확보되고, 또한, 섬유기재자체가 수지가 흐르기 쉬운 구조를 보유하고 있으므로, 섬유기재가 적층의 수고가 적게 됨과 동시에, 적층된 섬유기재로의 수지의 함침이 완전히 실시되고, 더욱이 수지의 주입시간도 적어져서 성형작업성이 현저하게 향상된다.

섬유기재는, 전부가 본 발명에 관한 탄소섬유직물일 필요는 없고, 적어도 1층이 본 발명에 관한 탄소섬유직물이면 된다. 본 발명에 관한 탄소섬유직물과 아울러 사용되는 다른 섬유기재로서는, 보통의 탄소섬유직물이나, 다른 강화섬유, 예컨대, 유리섬유나 폴리아라미드섬유로 이루어지는 직물이나 칩드 스트랜드 매트(chopped strand mat), 컨티뉴어스 스트랜드 매트(continuous strand mat) 등이 있다.

또, 본 발명에 관한 탄소섬유직물과 함께 사용되는 다른 섬유기재로서는, 강화섬유가 평행하게 배열된 섬유시이트가, 0°방향(기준 기재의 길이방향), 90°(기준 기재의 폭방향)이나 ±45°(기준 기재의 경사방향)로 적층되고, 유리섬유, 폴리에스테르섬유나 폴리아라미드섬유 등의 스티치사로 봉합되어 형성된 다축 스티치직물이라도 좋다.

특히, 섬유기재가, 본 발명에 관한 일방향성 탄소섬유직물과 다축 스티치직물의 조합으로 이루어지는 경우는, 그것을 사용하여 성형되는 FRP성형품의 주된 필요한 방향의 보강이 일방향성 탄소섬유직물로 부담되고, 그 다른 방향의 보강이 다축 스티치직물로 부담되는 구조로 할 수 있다.

이 섬유기재는, 탄소섬유사조끼리 및 기타의 강화섬유사조끼리의 교착이 없고, 또한, 사조가 구부러지는 일이 없이 똑바로 배열되어 있으므로, 큰 섬유체적함유율을 보유한다. 이것을 사용한 FRP성형품은 기계적 성질이 우수하다. 사조끼리의 교착에 의하여, 탄소섬유 또는 그외의 강화섬유가 체결되는 일이 없으므로, 진공백성형에 있어서 수지는 섬유기재에 충분히 함침되고, 함침속도도 빠르다.

본 발명에 관한 섬유강화 플라스틱 성형품에 사용되는 수지로서는, 상온에서 액상인 상온경화형의 에폭시수지, 불포화폴리에스테르수지, 비닐에스테르수지나 페놀수지 등의 열경화성수지이다. 수지의 점도는, 수지의 함침성이나 함침속도의 점에서, 저점도, 즉, 약 0.5 내지 약 10포이즈의 범위가 바람직하다. 보다 바람직하게는, 약 0.5 내지 약 5포이즈의 범위이다. 특히, 비닐에스테르수지는, 수지의 점도를 저점도로 할 수 있는 것이나, 수지의 신도를 약 3.5 내지 약 12%로 크게 할 수 있으므로, 성형성이 우수하고, 얻어지는 성형품은 높은 강도와 우수한 내충격성을 보유하므로 바람직하게 사용된다.

필플라이는, 수지가 경화된 후에 FRP로부터 필링되고 제거되는 시이트이지만, 성형중에 수지가 통과할 수 있는 것이 필요하다. 그 구체예로서는, 폴리아미드섬유직물, 폴리에스테르섬유직물이나 유리섬유직물이 있다. 폴리아미드섬유직물이나 폴리에스테르섬유직물은 값이 싸므로 바람직하게 사용된다. 그러나, 이들 직물을 제조할 때에 사용되고 있는 유제나 사이징제가 FRP의 수지와 혼입되는 것을 방지하기 위하여, 이들의 직물은 사용전에 정련되거나, 또는 상온경화형 수지의 경화발열에 의한 수축을 방지하기 위하여, 이들 직물은 사용전에 열세트되는 것이 바람직하다.

에지브리더는, 공기 및 수지를 통과시킬 수 있는 것이 필요하다. 그 구체예로서는, 폴리아미드섬유직물, 폴리에스테르섬유직물, 유리섬유직물이나 폴리아미드섬유, 폴리에스테르섬유로 이루어지는 매트가 있다.

백필름은 기밀성인 것이 필요하다. 그 구체예로서는, 폴리아미드필름, 폴리에스테르필름이나 PVC필름이 있다.

다음에, 흑드롭값의 측정방법이, 도8, 9 및 도10가 참조되어 설명된다.

흑드롭값은 본 발명에 관한 탄소섬유직물에 있어서의 탄소섬유사조를 구성하는 탄소필라멘트 사이의 교락의 정도를, 수치화하기 위한 것이다. 이 교락의 정도를 나타내는 흑드롭값은 아래에 있어서,  $FD_{(15)}$ 로 표현된다.  $FD_{(15)}$ 는, 다음과 같이 측정된다.

측정하는 탄소섬유사조는 본 발명에 관한 탄소섬유직물로부터, 폭 1,000mm, 길이 1,000mm의 직물이 3장 추출되고, 각 직물로부터 낱실 또는 씨실로 사용되고 있는 탄소섬유사조가, 보풀이 발생하지 않도록, 또 꼬임이 가해지지 않도록 풀어지며, 꺼내어진 길이 1,000mm의 탄소섬유사조이다.

이 측정용의 탄소섬유사조는 그 섬유배열상태가 흐트러지지 않도록 하여, 그것에 부착되어 있는 사이징제의 제거가 실시된다.

도10에 표시하는 측정장치(71)는, 지지대(72), 이것에 수직으로 고정된 눈금이 달린 지주(73), 이 위쪽에 설치된 상부클램프(74), 아래쪽에 설치된 하부클램프(75), 흑(76), 추(77) 및, 흑(76)과 추(77) 등을 결합하는 면사(78) 등으로 이루어진다.

상술한 방법으로 샘플링된 측정사조(79)는 그 상단부에 있어서, 상부클램프(74)에 의하여 장치(71)에 고정된다. 고정되는 사조(79)의 폭, 즉, 사조(79)의 두께가  $FD_{(15)}$ 에 영향주므로, 고정되는 사조(79)의 폭 B(mm)와 사조(79)의 점도 D(데니르)와의 관계가, 다음식으로 표시하는 관계를 만족하는 상태에서, 사조(79)의 두께가 균일하게 되도록 사조(79)는 상부클램프(74)에 고정시켜진다.

$$B = 4 \times 10^{-4} \times D$$

다음에, 사조(79)의 하단부에, 4mg/데니르의 하중을 작용시킨 상태(도시하지 않음)에서, 사조(79)에 꼬임이 가해지지 않도록, 그 하단부가 하부클램프(75)에 고정된다. 상부클램프(74)의 하단과 하부클램프(75)의 상단의 간격 LA(움켜쥐는 간격)은 950mm이다.

흑(76), 추(77) 및, 흑(76)과 추(77)를 결합하는 면사(78)의 상세는, 도11에 나타내어진다. 흑(76)은 직경이 1mm의 금속와이어로 이루어지며, 그 정상부에 와이어의 중심축의 곡률반경이 5mm의 만곡된 흑부를 아래쪽에, 면사(78)를 결합하는 추 매달기부를 보유한다. 추 매달기부에는 면사(78)에 의하여 추(77)가 설치되어 있다. 흑(76), 면사(78) 및, 추(77)의 결합을 똑바로 늘렸을 때의, 흑(76)의 정상부와 추(77)의 상면의 거리(LB)는 30mm이다. 흑(76) 및 면사(78)의 중량은 최대한 가볍게 하여, 이들에 추(77)의 중량을 더한 총중량은 15g으로 되어 있다.

상부클램프(74) 및 하부클램프(75)에 고정된 사조(79)의 폭방향의 중앙부에서, 상부클램프(74)의 하단면에서 50mm 아래 쪽으로, 흑(76)의 정상부가 위치하는 상태에서 흑(76)이, 사람 손에 의하여 사조(79)에 걸리게 된다. 상부클램프(74)의 하단면과 사조(79)에 걸려진 당초의 흑(76)의 정상부의 거리는, 도10에 있어서, 기호 LC에 의하여 나타내어진다.

사조(79)에 걸려진 추(77)는, 손을 놓게 되면 낙하를 개시한다. 추(77)의 낙하에 따라서 흑(76)도 하방으로 이동한다. 그러나, 흑(76)의 이동은 사조(79)의 필라멘트 사이에 존재하는 필라멘트교락의 영향을 받아서, 곧 정지한다. 그래서, 흑(76)의 정상부의 당초의 위치로부터 정지했을 때의 정상부의 위치에 이르는 거리(cm)가 측정된다.

이 측정은 1장의 직물로부터 꺼내어진 1장의 샘플사조에 대하여, 10회 측정된다. 3장의 직물이 사용되어 있으므로 합계 30의 측정치가 얻어진다.  $FD_{(15)}$ 는 이들의 측정치의 평균치로서 얻어진다.

금속홀(76)이 하부클램프(75)의 위치까지 낙하되어 버리는 경우도 있지만, 그 때의 낙하거리는 900mm로 간주한다. 그러기 위해서는, 하부클램프(75)에 홀(76)은 부딪치지만, 면사(78) 및 추(77)가 부딪쳐 멈춰버리는 일이 없도록 하여 돌 필요가 있다. 이것은 도12에 나타내듯이, 하부클램프(75)의 하면과 지지대(72)의 상면 사이에 충분한 공간이 형성됨으로써 해결된다.

사조(79)의 샘플링은 직물이 온도 25℃, 상대온도 60%의 환경하에 24시간 방치된 후에 실시된다.  $FD_{(15)}$ 의 측정은 온도 25℃, 상대습도 60%의 분위기에 의하여 실시된다.

사조(79)에 사이징제가 부착하여 있는 경우는, 사이징제의 부착량이나 부착상태에 의하여  $FD_{(15)}$ 의 값이 영향을 받으므로, 사이징제가 완전히 제거된 다음 측정이 실시된다. 사이징제는, 700℃의 질소분위기속에서 사조가 1시간 가열처리됨으로써 제거된다. 사조(79)에 프리프레그 혹은 CFRP의 수지가 부착 내지는 함침되어 있는 경우도,  $FD_{(15)}$ 의 값이 영향을 받으므로, 이들 수지가 완전히 제거된 다음 측정이 실시된다. 예컨대, 부착수지가 비닐에스테르수지이면 700℃의 질소분위기속에서 사조가 5시간 가열처리됨으로써 제거된다.

실시에:

탄소섬유직물:

도1에 나타난 일방향성 직물. 토후형상의 70,000개의 탄소필라멘트(3)의 다발로 이루어지고, 52,000 테니르의 탄소섬유사조(2)가 날실로 이루어지며, 608테니르의 유리섬유로 이루어진 보조실(4)이 씨실로 되고, 날실밀도가 0.87개/cm, 씨실밀도가 2개/cm이며, 일방향으로 탄소섬유가 배열된 평조직이며, 탄소섬유 단위중량이 503g/m<sup>2</sup>이며, 고착 처리가 되어 있는 탄소섬유직물 1(A)이 제작되었다. 고착 처리는, 직물(1)이 짜여질 때에, 보조실(4)로 50테니르의 저융점의 공중합폴리아미드실이 갖춰진 실이 씨실로서 사용되고, 씨실이 삽입후, 직기상에 설치된 원적외선 히터로 공중합 폴리아미드실이 용융되어, 탄소섬유사조(2)와 보조실(4)이 접착되는 방법으로 실시되었다. 얻어진 직물 1(A)는, 탄소섬유사조(2)를 구성하는 탄소필라멘트끼리가 서로 얹혀 있으므로, 부피가 크고, 직물의 두께는 1.1mm이었다. 이 직물 1(A)로부터 꺼내어진 탄소섬유사조(2)의  $FD_{(15)}$ 의 값은 6.3cm였다. 인접하는 탄소섬유사조(2)의 간극은 1.2mm였다.

직물 1(A)은 고착 처리가 실시되어 있으므로, 직물의 밀도가 영성함에도 불구하고, 발이 어긋나지 않고, 직물형태는 안정되어 있었다. 또, 탄소섬유의 1시간당의 가공처리중량으로 나타내어지는 직물의 가공속도는, 탄소섬유사조가 토우형상으로 굽으므로, 15kg/1hr에 달하고, 직물은 극히 싼값으로 제조되었다.

탄소섬유직물B:

비교하기 위한 일방향성 직물. 12,000개의 탄소필라멘트의 다발로 이루어지며, 7,200 테니르의 멀티필라멘트사가 7개 갖추어지며, 합계 84,000개의 탄소필라멘트로 이루어지고, 50,400 테니르의 탄소섬유사조가 날실로 되고, 608 테니르의 유리섬유로 이루어지는 보조실이 씨실로 되며, 날실밀도가 0.89개/cm, 씨실밀도가 2개/cm이며, 일방향으로 탄소섬유가 배열된 평조직이며, 탄소섬유 단위중량이 500g/m<sup>2</sup>인 탄소섬유직물(B)이 제작되었다. 얻어진 직물은 탄소섬유사조를 구성하는 탄소필라멘트끼리가, 실질적으로 병행하게 배열되며, 필라멘트끼리의 서로 얹힘이 거의 없으므로, 필라멘트가 치밀하게 집속되고, 직물의 두께는 0.8mm이었다. 이 직물에서 꺼내어진 탄소섬유사조의  $FD_{(15)}$ 의 값은 42.0cm이었다.

직물은 밀도가 영성하며, 고착 처리가 실시되어 있지 않으므로, 발이 간단히 어긋나며, 직물형태는 불안정하였다. 이 직물의 가공속도는, 날실의 탄소섬유사조가 굽으므로, 15kg/1hr로 탄소섬유직물(A)과 동일하다.

탄소섬유직물C:

비교하기 위한 일방향성 직물. 6,000개의 탄소필라멘트의 다발로 이루어지며, 3,600 테니르의 멀티필라멘트사가 날실로 되고, 202.5 테니르의 유리섬유로 이루어지는 보조실이 씨실로 되며, 날실밀도가 6.3개/cm, 씨실밀도가 2개/cm이며, 일방향으로 탄소섬유가 배열된 평조직이며, 탄소섬유 단위중량이 252g/m<sup>2</sup>이며, 고착 처리가 되어 있는 탄소섬유직물C가 제작되었다. 직물C의 고착 처리는, 직물A의 경우와 마찬가지로 하였다. 직물C의 탄소섬유 단위중량은, 직물A의 대략 절반이다. 이 직물로부터 꺼내어진 탄소섬유사조의  $FD_{(15)}$ 의 값은 15.7cm이었다.

이 식물의 가공속도는 7.5kg/1hr로 느리고, 식물A 경우의 대략 절반이었다.

탄소섬유식물 A, B, 및 C의 특징이, 표 1에 나타내어진다.

[표 1]

탄소섬유식물	식물A	식물B	식물C
	본 발명의 식물	비교식물	비교식물
식물가공속도(kg/1hr)	15	15	7.5
고착 처리의 유무	유	무	유

상기 탄소섬유식물 A, B 및 C를 사용하여, 실시예1 및 비교예1에서는, 핸드레이업성형법(성형법1)이 사용되어서, 섬유강화 플라스틱 성형품이 제조되었다. 실시예2, 비교예2, 비교예3, 실시예3, 및, 비교예4에서는, 본 발명에 관한 확산매체 (27)(도6 및 도7참조)를 사용한 진공백 성형법(성형법Ⅱ)이 사용되어서, 섬유강화 플라스틱 성형품이 제조되었다.

#### 실시예1

날실방향으로 50cm, 씨실방향으로 30cm로 재단된 2장의 탄소섬유식물A가 사용되고, 우선, 1장째의 식물A에, 수지점도가 3포이즈인 상온경화형 비닐에스테르수지가 균일하게 도포된 후, 홈이 형성된 탈포롤러로 탈포가 실시됨으로써 1층째의 식물이 준비되고, 계속하여, 날실의 탄소섬유사조의 방향이 1층째의 식물과 동일하게 되도록, 2장째의 식물A가 2층째의 식물로서 1층째의 식물상에 적층되며, 1층째와 마찬가지로 수지의 도포 및 수지함침이 실시되었다. 이 적층물은 20℃의 실온에 방치되고, 이 동안에 수지가 경화되어 성형품A가 제작되었다.

#### 비교예1

탄소섬유식물B에 의하여, 성형품A와 동일한 성형방법으로 성형품B가 제작되었다.

실시예1에 있어서 얻어진 성형품A 및 비교예1에 있어서 얻어진 성형품B의 각각의 특성이, 표2에 나타내어진다. 성형품의 인장특성은 식물A와 식물B에 사용되어 있는 탄소섬유의 특성이 다르므로, 성형품의 특성이 사용된 탄소섬유에 대하여 어느 정도 발휘되어 있는지를 표시하는 이용률로 나타내어져 있다.

[표 2]

성형법 I	실시예1	비교예1
	성형품A	성형품B
탄소섬유식물	식물A	식물B
경화판의 두께(mm)	2.2	1.8
수지함침상태	거의 완전	미함침부있음
강도의 이용률(%)	92	72
탄성률의 이용률(%)	100	90

본 발명에 관한 탄소섬유식물A를 사용한 성형품A는, 탄소섬유사조 내에서 탄소섬유끼리 서로 얹혀서 식물은 부피가 크므로 약간 두꺼워졌지만, 탄소섬유사조가 굽음에도 불구하고 성형품에서의 수지함침은 충분히 실시되어 있었다. 따라서, 인장특성의 강도이용률은 인장강도가 92%, 인장탄성률은 100%로, 대략 식물로 하기 전의 탄소섬유의 특성이 발현되었다.

이것에 대하여, 탄소섬유직물B를 사용한 성형품B는, 탄소섬유사조내에서 탄소섬유끼리의 서로 얽힘이 없고, 섬유가 치밀하게 packed이므로 경화판에서의 수지함침은 충분히 실시되어 있지 않고, 특히 탄소섬유사조의 중앙부에서 미함침부가 있었다. 따라서, 인장특성의 강도이용률도 인장강도가 72%, 인장탄성률은 90%로, 탄소섬유의 특성이 충분히 발휘되어 있지 않았다.

## 실시예2

썬실방향의 폭이 100cm, 날실방향의 길이가 5m의 탄소섬유직물A가, 2장, 및 폭이 100cm, 길이가 5m의 유리섬유로 이루어진, 섬유 단위중량이 450g/m<sup>2</sup>의 촛드 스트랜드 매트가 3장, 각각 준비되었다.

이형제가 도포된 성형틀(21)(도6참조)의 위에, 섬유기재(23)로서 우선, 1장째의 탄소섬유직물A가 적층되고, 그 위에 촛드 스트랜드 매트, 직물A의 단부와 매트(23)의 단부가 일치하는 상태에서 1장씩 3장 적층되며, 더욱이, 그 위에 2장째의 탄소섬유직물A가 적층되어, 합계 5층의 직물로 이루어지는 섬유기재(23)가 형성되었다.

섬유기재(23)의 위에, 필플라이(26)로서 폴리아미드필라멘트직물이 놓여졌다. 그 위에, 확산매체(27)로서 폴리에틸렌으로 이루어지는 두께가 1.0mm, 메시의 개구치수가 2.6mm×2.6mm, 메시의 개구율(전체면적 100에 대한 메시의 개구부 면적의 비율)이 62%의 메시시이트 2장이, 섬유기재(23)의 상면을 덮어서 놓여졌다.

섬유기재(23)의 주위로, 에지브리더(24)로서 유리섬유직물이, 섬유기재(23)와 대략 동일한 두께로 되도록 둘러쳐졌다. 에지브리더(24)의 하면의 일부에 진공펌프와 연결된 흡인구(25)가 형성되었다.

전체가, 폴리아미드필름으로 이루어지는 백필름(28)으로 덮여지고, 내부가 감압상태로 유지되도록, 백필름(28), 성형틀(21) 및, 흡인구(25)의 주위가 시일재(32)로 밀봉되었다.

백필름(28)의 중앙부에 수지공급파이프(29)가 설치되고, 설치부의 주위가 시일재(31)로 밀봉되었다.

다음에, 진공펌프로 백필름(28)에 덮힌 내부를 755Torr의 감압상태로 한 후, 수지공급파이프(29)에 설치된 밸브(30)가 개방되어서, 점도가 3포이즈인 상온경화형 비닐에스테르수지가 섬유기재(23)로 주입되었다. 수지가 충분히 경화된 후, 필플라이(26)가 벗겨지며, 이것과 아울러 확산매체(27) 및, 백필름(28)도 벗겨지고, 섬유강화 플라스틱 성형품이 형틀(21)로부터 꺼내어졌다. 이 성형품은 성형품C로 되었다.

## 비교예2

탄소섬유직물A를 탄소섬유직물B로 바꾸고, 그 외는 성형품C의 경우와 동일한 성형방법으로 성형품D가 성형되었다.

## 비교예3

1장의 탄소섬유직물A 대신에 2장의 탄소섬유직물C를 사용하고, 그 외는 성형품C의 경우와 동일한 성형방법으로 성형품E가 성형되었다.

3종류의 성형판 A, B 및, C의 성형특성이 표 3에 나타내어진다. 표 3에 있어서의 적층시간은 롤이 감겨진 직물 및 매트로부터, 소정의 치수의 직물 및 매트(23)가 재단되고, 소정의 섬유기재가 형틀에 적층될 때까지 소요된 시간에 대하여, 이들의 작업은 2인으로 실시되었으므로, 2인의 합계시간으로 표현되어 있다.

## [표 3]

성형법Ⅱ	실시예2	비교예2	비교예3
	성형품C	성형품D	성형품E
탄소섬유직물	직물A	직물B	직물C
섬유기재의 구성 직물(매수)	2	2	4
매트(매수)	3	3	3
적층시간(분)	40	47	60
수지주입시간(분)	23	50	21
수지의 함침상태	완전	일부에 미함침부 있음	완전

본 발명에 관한 탄소섬유직물A를 사용한 성형품C의 성형에서는, 직물A가 고착 처리가 되어 있으므로, 재단에 있어서의 직사의 풀림은 없었다. 또, 직물A는 섬유 단위중량이 크므로, 직물전체가 어느 정도 딱딱하다. 그 때문에 길이가 5m이어도 적층 작업에 있어서 직물이 휘고, 직물의 중앙부가, 먼저 형틀이나 이전에 적층되어 있는 기재에 접촉하는 일이 없고, 섬유의 배열이 실질적으로 흐트러지는 일이없이 적층되었다. 5장의 직물의 재단에서 적층까지 소요된 시간은 합계시간으로 40분이었다.

수지의 확산매체가 설치되어 있으므로, 수지가 1m×5m의 표면적전체에 즉시 확산되고, 섬유기재의 두께방향으로 수지가 침투되었다. 수지의 주입에 소요된 시간은 23분이었다. 수지의 경화후 성형판이 절단되고 단면이 관찰되며, 수지가 완전히 함침되어 있는 것이 확인되었다.

탄소섬유직물B를 사용한 성형품D의 성형에서는, 직물B가 고착 처리가 이루어져 있지 않으므로, 재단에 의해 직사가 풀렸다. 또, 섬유 단위중량이 크고 유연하므로, 5m의 긴 직물을 적층하면 자중으로 직물이 휘고, 직물의 중앙부가, 먼저 형틀이나 이전에 적층된 기재에 접촉되어, 섬유의 배열이 흐트러지지 않도록 적층하는데 시간이 걸리며, 5장의 직물의 재단에서 적층까지 소요된 시간은 합계시간으로 47분이었다.

직물B는, 사조가 굵어서 섬유가 치밀하게 집속하고 있으므로, 상층에 놓여진 직물 B의 수지의 함침성 및 투과성이 불량하여, 충분히 수지함침이 실시되지 않기 전에, 50분간 정도에서 상온경화형의 수지가 도중에 경화되고, 형틀에 접촉되어 있는 하층의 직물B에 있어서의 수지공급파이프의 수지주입구로부터 먼 부분에는, 수지가 보급되어 있지 않는 장소, 즉, 미함침부가 있어, 만족스런 성형판은 얻지 못하였다.

탄소섬유직물C를 사용한 성형품E의 성형에서는, 고착 처리가 이루어져 있으므로, 직물의 중앙부가, 먼저 형틀이나 이전에 적층된 기재에 접촉하게 되는 일은 없었지만, 기재의 재단에서 적층까지 소요된 시간은 적층장수가 7장으로 많으므로, 합계시간으로 60분이고, 직물A의 경우의 1.5배였다.

직물C는, 1장당의 탄소섬유의 단위중량이 작으므로, 수지의 함침성이 양호하며, 수지주입에 소요된 시간은 21분이고, 성형품C의 경우와 대략 동일하였다.

### 실시예3

씨실방향의 폭이 100cm, 날실방향의 길이가 100cm의 탄소섬유직물A가 2장, 및 폭이 100cm, 길이가 100cm의 유리섬유로 이루어지는 섬유단위중량이 450g/m<sup>2</sup>인 솜드 스트랜드 매트가 3장, 각각 준비되었다.

이형제가 도포된 성형틀(21)(도6참조)의 위에, 섬유기재(23)로서 우선 1장째의 탄소섬유직물A가 적층되고, 그 위에, 솜드 스트랜드 매트가 직물A의 단부와 매트의 단부가 일치하는 상태에서 1장씩 3장 적층되고, 또한, 그 위에 2장째의 탄소섬유직물A가 적층되어, 합계 5층의 직물로 이루어지는 섬유기재(23)가 형성되었다.

섬유기재(23)의 위에, 필플라이(26)로서 폴리아미드필라멘트직물이 놓여졌다. 그 위에, 확산매체(27)로서 폴리에틸렌으로 이루어지는 두께가 1.0mm, 메시의 개구치수가 2.6mm×2.6mm, 메시의 개구율(전체면적 100에 대한 메시의 개구부 면적의 비율)이 62%인 메시시이트 2장이, 섬유기재(23)의 상면을 덮어서 놓여졌다.



섬유기재(23)의 주위로, 에지브리더(24)로서 유리섬유직물이, 섬유기재(23)와 대략 동일 두께로 되도록 둘러쳐져 있다. 에지브리더(24)의 하면의 일부에 진공펌프와 연결된 흡인구(25)가 형성되었다.

전체가 폴리아미드필름으로 이루어지는 백필름(28)으로 덮여지고, 내부가 감압상태로 유지되도록 백필름(28), 성형틀(21) 및, 흡인구(25)의 주위가 시일재(32)로 밀봉되었다.

백필름(28)의 중앙부에 수지공급파이프(29)가 부착되고, 부착부의 주위가 시일재(31)로 밀봉되었다.

다음에, 진공펌프로 백필름(28)으로 덮힌 내부를 755Torr의 감압상태로 한후, 수지공급파이프(29)에 설치된 밸브(30)가 개방되어서 점도가 3포이즈인 상온경화형 비닐에스테르수지가 섬유기재(23)로 주입되었다. 수지는 확산매체(27)에 의하여 섬유기재(23)의 상면의 전면으로 즉시 확산되었다. 수지는, 계속하여 상측의 탄소섬유직물A의 탄소섬유사조의 각 필라멘트의 간극 및, 인접하는 탄소섬유사조의 간극을 통과하여 촛드 스트랜드 매트층으로와, 섬유기재(23)의 두께방향으로 유동하였다. 섬유기재(23)로의 수지의 함침에 소요된 시간은 16분이었다. 수지가 경화된 후, 형틀(21)로부터 성형품을 꺼내고 절단하여 단면을 관찰한 바, 수지가 완전히 함침되어 있는 것이 확인되었다.

#### 비교예4

12,000개의 탄소필라멘트의 다발로 이루어지며, 7,200 데니르의 탄소섬유사조가 날실로 되고, 608데니르의 유리섬유로 이루어지는 보조실이 씨실로 되고, 날실밀도가 6.20개/cm, 씨실밀도가 2개/cm이며, 일방향으로 탄소섬유가 배열된 평조직이며, 탄소섬유 단위중량이 496g/m<sup>2</sup>인 탄소섬유직물D가 제작되었다. 얻어진 직물에 있어서의 인접하는 탄소섬유사조 사이의 간극은 실질적으로 0mm였다.

실시예3에 사용된 탄소섬유직물A를, 탄소섬유직물D로 대신하고, 그외는, 실시예3과 동일하게 하여 섬유강화 플라스틱 성형품의 성형이 실시되었다. 수지는, 확산매체(27)의 작용을 받아서 섬유기재(23)의 상면의 전면으로 즉시 확산되었다.

그러나, 섬유기재(23)의 상부에 위치하는 직물B가, 큰 탄소섬유 단위중량을 보유하며, 또한, 탄소섬유사조 사이의 간극이 실질적으로도 거의 없는 직물이므로, 그 아래쪽에 위치하는 촛드 스트랜드 매트층을 향한 수지의 침투가 원활하지 않아 좀처럼 수지가 흐르지 않고, 최하층에 위치하는 직물B에 까지는 수지가 충분히 흐르지 않아, 수지주입을 개시하여 50분 후에 수지의 겔화가 시작되고, 성형은 실패로 끝났다.

#### 발명의 효과

본 발명은 토우(tow)형상인 굵은 탄소섬유사조가 사용된다. 이것에 의하여 형성되는 탄소섬유직물의 수지의 함침성이 양호하도록 고안이 되어 있다.

#### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

날실군과 씨실군으로 이루어지는 일방향성 탄소섬유직물로서,

상기 날실군은 다수개의 탄소섬유사조로 이루어지며, 각 탄소섬유사조는 40,000 내지 400,000개의 탄소필라멘트로 형성되며, 각 탄소섬유사조는 필라멘트 사이에 필라멘트 교락을 보유하며 폭드름값이 2 내지 30cm의 범위이며, 각 탄소섬유사조는 점도가 25,000 내지 35,000 데니르의 범위이고,

상기 씨실군은 다수개의 보조실로 이루어지며, 상기 날실군의 탄소섬유사조와 상기 씨실군의 보조실이 상기 직물구조를 형성하고,

인접하는 상기 탄소섬유사조 사이의 각 간극이 0.2 내지 2mm의 범위이고,

상기 날실군과 상기 씨실군의 교점이 저융점을 갖는 폴리머에 의해 접착되어 있는 것을 특징으로 하는 일방향성 탄소섬유 직물.

## 청구항 2.

날실군과 씨실군으로 이루어지는 일방향성 탄소섬유직물로서,

상기 날실군은 다수개의 탄소섬유사조 및 다수개의 보조실로 이루어지며, 각 탄소섬유사조는 40,000 내지 400,000개의 탄소필라멘트로 형성되며, 각 탄소섬유사조는 필라멘트 사이에 필라멘트 교락을 보유하며 폭드롭값이 2 내지 30cm의 범위이며, 각 탄소섬유사조는 섬도가 25,000 내지 350,000 데니르의 범위이고,

상기 씨실군은 다수개의 보조실로 이루어지며, 상기 날실군의 보조실과 상기 씨실군의 보조실이 상기 직물구조를 형성하고,

인접하는 상기 탄소섬유사조 사이의 각 간극이 0.2 내지 2mm의 범위이고,

상기 날실군과 상기 씨실군의 교점이 저융점을 갖는 폴리머에 의해 접착되어 있는 것을 특징으로 하는 일방향성 탄소섬유 직물.

## 청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 탄소섬유직물의 부피밀도가  $0.65\text{g}/\text{cm}^3$  이하인 것을 특징으로 하는 일방향성 탄소섬유 직물.

## 청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서, 각 탄소섬유사조는 40,000 내지 100,000개의 필라멘트로 형성되며, 섬도가 30,000 내지 70,000 데니르의 범위이며, 상기 탄소섬유직물의 단위중량이 400 내지  $700\text{g}/\text{m}^2$ 의 범위인 것을 특징으로 하는 일방향성 탄소섬유직물.

## 청구항 5.

섬유기재와 매트릭스수지가 일체화됨으로써 성형된 섬유강화 플라스틱 성형품으로서,

상기 섬유기재가, 제1항 또는 제2항에 기재된 일방향성 탄소섬유직물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품.

## 청구항 6.

섬유기재와 매트릭스수지가 일체화됨으로써 성형된 섬유강화 플라스틱 성형품으로서,

상기 섬유기재가, 제3항에 기재된 일방향성 탄소섬유직물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품.

## 청구항 7.

섬유기재와 매트릭스수지가 일체화됨으로써 성형된 섬유강화 플라스틱 성형품으로서,

상기 섬유기재가, 제4항에 기재된 일방향성 탄소섬유직물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품.

## 청구항 8.

제5항에 있어서, 상기 섬유강화 플라스틱과는 다른 성형재를 보유하고, 그 성형재는 상기 섬유강화 플라스틱과 마주보는 면에 홈을 보유하며, 그 홈이 상기 수지에 의해 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품.

## 청구항 9.

(a) 성형틀, (b) 상기 성형틀의 상면에 놓여진 섬유기재, (c) 상기 섬유기재를 내측에 수용함과 아울러 내측이 외계에 대하여 밀봉되도록 성형틀에 설치된 백필름, (d) 상기 백필름을 관통하여 그 내측으로 성형수지를 공급하는 수지공급파이프, (e) 상기 수지공급파이프에 설치된 수지공급 개폐밸브 및 (f) 상기 백필름의 내측의 공간을 감압으로 유지하는 공기배출구로 이루어지는 진공백 성형장치를 설치하고,

상기 백필름의 내측의 공간이 소정의 감압상태로 될 때까지 상기 공기배출구를 통해 백필름내 공간의 공기를 배출하고,

상기 수지공급파이프를 통해 상기 섬유기재로 수지를 공급하도록 상기 수지 공급 개폐밸브를 개방하고,

수지 공급이 완료된 후 상기 수지공급 개폐밸브를 닫고, 수지를 경화되도록 방치하는 것으로 이루어지는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법으로서,

상기 섬유기재의 일부 또는 전부가, 제1항 또는 제2항에 기재된 일방향성 탄소섬유직물로 형성되고,

상기 수지가 상온경화형의 수지이고,

상기 섬유기재에 접하여 상기 수지의 유동을 확산시키는 확산매체가 설치되는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법.

## 청구항 10.

(a) 성형틀, (b) 상기 성형틀의 상면에 놓여진 섬유기재, (c) 상기 섬유기재를 내측에 수용함과 아울러 내측이 외계에 대하여 밀봉되도록 성형틀에 설치된 백필름, (d) 상기 백필름을 관통하여 그 내측으로 성형수지를 공급하는 수지공급파이프, (e) 상기 수지공급파이프에 설치된 수지공급 개폐밸브 및 (f) 상기 백필름의 내측의 공간을 감압으로 유지하는 공기배출구로 이루어지는 진공백 성형장치를 설치하고,

상기 백필름의 내측의 공간이 소정의 감압상태로 될 때까지 상기 공기배출구를 통해 백필름내 공간의 공기를 배출하고,

상기 수지공급파이프를 통해 상기 섬유기재로 수지를 공급하도록 상기 수지 공급 개폐밸브를 개방하고,

수지 공급이 완료된 후 상기 수지공급 개폐밸브를 닫고, 수지를 경화되도록 방치하는 것으로 이루어지는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법으로서,

상기 섬유기재의 일부 또는 전부가, 제1항 또는 제2항에 기재된 일방향성 탄소섬유직물로 형성되고,

상기 수지가 상온경화형의 수지이고,

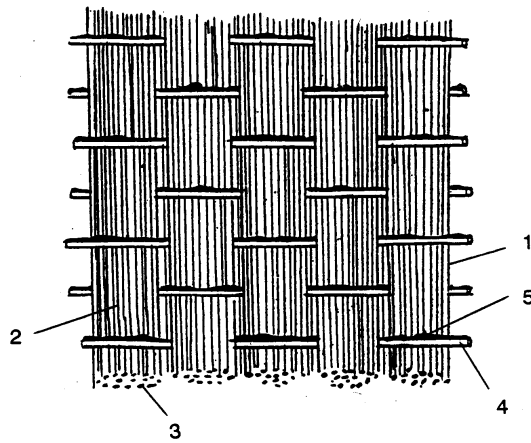
상기 섬유기재에 접하여, 표면에 상기 수지의 유동을 확산시키는 홈을 보유하는 성형체가 설치되는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법.

## 청구항 11.

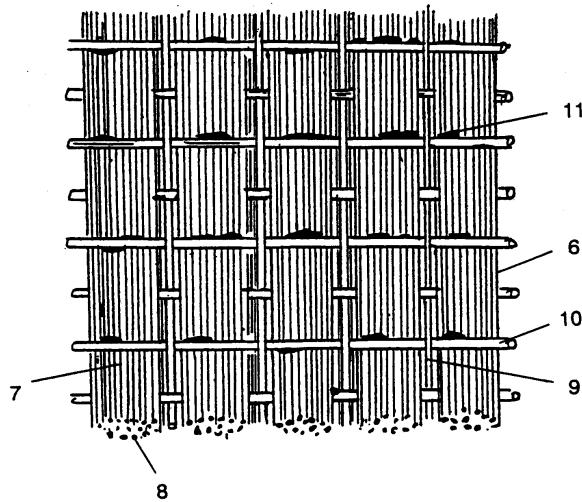
제10항에 있어서, 상기 성형체가 발포체로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 섬유강화 플라스틱 성형품의 제조방법.

### 도면

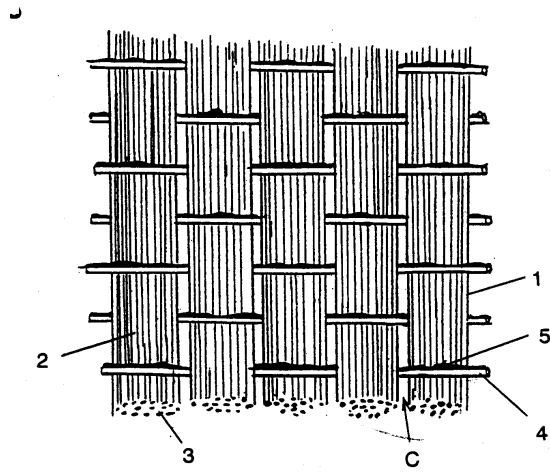
도면1



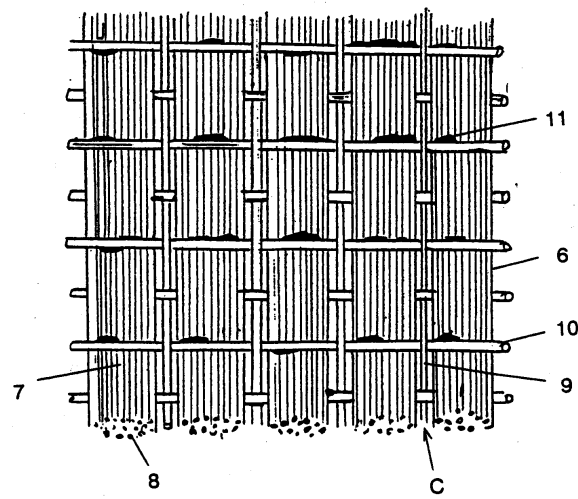
도면2



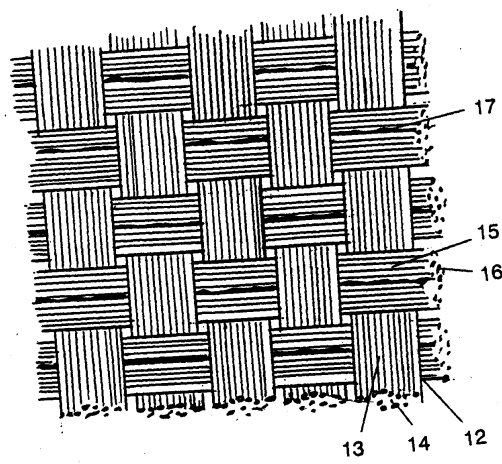
도면3



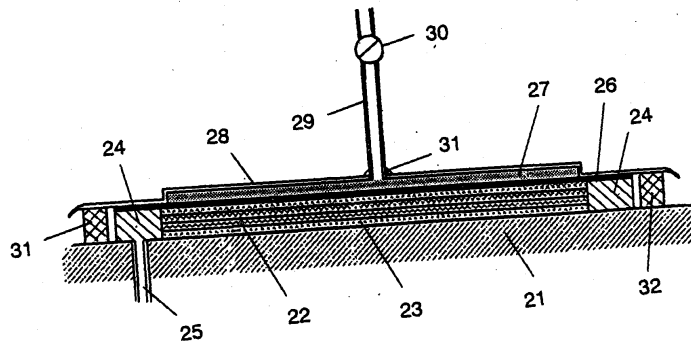
도면4



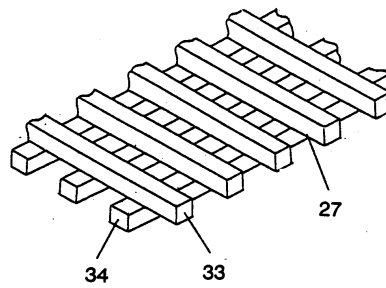
도면5



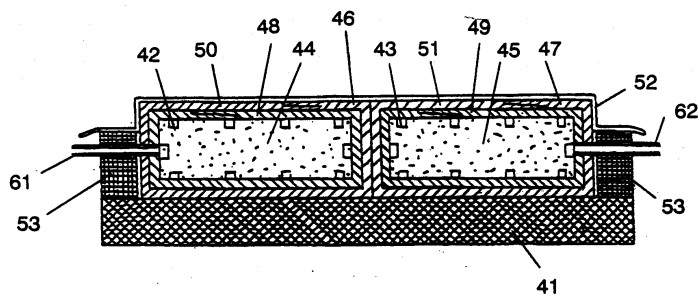
도면6



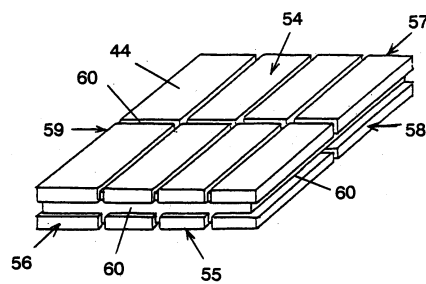
도면7



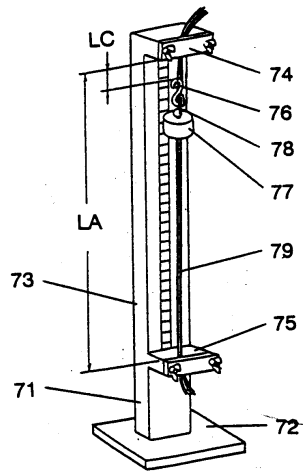
도면8



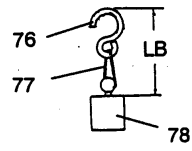
도면9



도면10



도면11



도면12

