

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl. *B29C 70/24* (2006.01) (45) 공고일자 2006년11월14일  
 (11) 등록번호 10-0645342  
 (24) 등록일자 2006년11월06일

---

(21) 출원번호	10-2000-0045255	(65) 공개번호	10-2001-0049996
(22) 출원일자	2000년08월04일	(43) 공개일자	2001년06월15일

---

(30) 우선권주장 09/370,392 1999년08월06일 미국(US)

(73) 특허권자 벨 헬리콥터 텍스트론 인크.  
 미국 텍사스 76053, 타르랜트, 허스트, 이스트 허스트 불바드 600

(72) 발명자 무어로버트에이  
 미국텍사스주76028버래손크로스크리크코트237

메섬로날드제이  
 미국텍사스주76053허스트시안코트1005

(74) 대리인 김진희  
 김태홍

심사관 : 홍상표

---

**(54) 섬유 복합체 물품 성형 방법**

---

**요약**

틸트 로터 항공기의 로터 블레이드용 스파와 같은 복잡한 물품은 섬유 복합체 재료로 제조된다. 끊기지 않은 섬유 스트립이 스파의 길이를 따라 배치되어 스파에 사용되는 온길이 섬유(full length fibers)의 개수를 최대화한다. 스파의 길이를 따라 횡단면 부분은 형상 및 면적 모두가 변할 수 있다. 섬유는 이러한 가변 형상을 수용 및 형성하도록 배치된다. 섬유의 위치는 각 횡단면을 위한 스트립의 위치를 확정한 다음, 대응하는 지점을 함께 연결하여 스트립이 배치될 지점을 특정함으로써 결정된다.

**대표도**

도 1

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 항공기 로터 블레이드의 사시도.

도 2는 선택된 횡단면들을 포함하는 로터 블레이드의 스파의 횡단면도.

도 3은 도 2의 횡단면 중 몇개의 확대도.

도 4는 단일 횡단면의 확대도.

도 5는 다른 단일 횡단면의 확대도.

도 6은 스파를 따른 단일 섬유 스트립의 배치를 보여주기 위한 몇개의 횡단면의 도면.

도 7은 자동 섬유 배치 머신을 제어하는 명령을 결정하여 바람직한 스파를 제조하는 바람직한 컴퓨터 처리 방법을 보여주는 순서도.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

10 : 블레이드

12 : 스파

14 : 기단

16 : 선단

18-40 : 횡단면

42 : 전연부

44 : 상면

46 : 저면

50, 52, 54, 56 : 표시

58, 60 62 : 스트립

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 말하자면 섬유 복합체 재료를 사용한 물품의 제조에 관한 것으로, 보다 구체적으로 말하자면 그 길이를 따라 횡단면 형상이 변하는 항공기용 로터 블레이드(rotor blade)의 일부 등과 같은 물품을 성형하기 위한 방법에 관한 것이다.

섬유 복합체 재료는 중량 및 강도 등의 이유로, 항공기 부품과 같은 하이-테크 구조체에서의 사용이 증대되고 있다. 섬유 복합체 재료는 에어 포일(air foils), 로터 블레이드 및 유사 부품 등의 항공기 부품에서 사용이 증대되고 있다.

몇몇 부품의 설계는 상당히 복잡하며, 따라서 그러한 구조체는 용이하게 제조될 수 없다. 이러한 구조체의 예로는 헬리콥터 로터 또는 항공기 프로펠러용의 블레이드 부재가 있다. 이러한 블레이드는 흔히 블레이드의 전연부를 따라 제조되는 것이 전형적인 일차적 하중 지지 구조체를 구비한다. 본 명세서에서는 이러한 구조체를 "스파(spar)"라 칭한다. 몇몇 항공기의 탑재, 특히 헬리콥터의 로터 및 텔트 로터 항공기의 로터의 경우에는 스파의 형상이 비교적 복잡하다.

예를 들어, 텔트 로터 항공기의 로터 블레이드용 스파는 그 길이가 거의 15 내지 30 피트 정도일 수도 있다. 스파의 길이를 따라 횡단면의 면적 및 형상이 변한다. 또한, 스파는 공기 역학적 용도의 트위스트(twist)를 포함하고 있다.

섬유 복합체 재료를 사용하여 스파를 제조하는 데에는 여러가지 기술을 이용할 수 있긴 하지만, 종래의 기술들이 현재의 물품에 항상 적합한 것은 아니다. 예를 들어, 텀트 로터 항공기의 블레이드용 스파를 제조하기 위한 한 가지 기술로는 이들 물품을 2개의 부재로 성형하는 기술이 있다. 상반부와 하반부를 성형 몰드에서 각각 별도로 성형한 다음, 다른 성형 몰드에서 함께 결합시킨다. 2개의 부재를 함께 부착하면 대개는 최초에 성형한 2개의 절반부의 변형이 수반된다. 이러한 기술은 조립 시간 및 노동의 관점에서, 그리고 물품의 제조 설비 면에서 비용이 많이 드는 경향이 있다.

물품의 강도 및 강성을 증대시키기 위해서는 스파의 전체 길이를 따라 가급적 많은 섬유를 배치하는 것이 바람직하다. 스파의 형상이 복잡하다는 특징으로 인해, 종래 기술을 사용하여는 그러한 배치가 어려울 수 있다.

텀트 로터 항공기의 로터 블레이드용 로터 스파와 같은 복잡한 형상을 제조하기 위한 기술 및 이 기술에 의한 물품을 제공하는 것이 바람직하다. 이러한 기술은 제조 및 공구의 비용의 모든 면에서 비교적 저렴하면서 의도한 복잡한 형상을 정확하게 재현할 수 있는 것이 바람직하다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명에 따르면, 텀트 로터 항공기의 로터 블레이드용 스파와 같은 복잡한 물품을 섬유 복합체 재료로 제조한다. 스파의 길이를 따라 끊기지 않은 섬유 스트립을 배치하여 스파에 사용되는 온길이 섬유(full length fibers)의 개수를 최대화한다. 스파의 길이를 따라 횡단면 영역들이 형상 및 면적 모두가 변할 수 있다. 섬유는 이러한 가변 형상에 적응하며 그 형상을 형성하도록 배치된다. 섬유의 위치는 각 횡단면을 위한 스트립의 위치를 확정하고, 대응하는 지점을 함께 연결하여 스트립이 배치될 지점을 특정함으로써 결정된다.

본 발명의 특징이라 믿어지는 신규한 구성은 첨부된 특허 청구의 범위에 제시되어 있다. 그러나, 본 발명 그 자체와 바람직한 사용 모드, 그리고 추가의 목적 및 장점은 후술되는 실시예의 상세한 설명을 첨부 도면과 관련하여 읽으면 잘 이해될 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

후술되는 설명은 텀트 로터 항공기용 로터 블레이드 부재를 형성하는 데에 본 발명의 기술을 적용하는 것을 예시하고 있다. 본 명세서에서 "스파"라고 부르는 이러한 로터 블레이드 부재는 본 발명의 기술을 사용하여 완성되는 비교적 복잡한 형상을 갖고 있다. 당업자라면 후술하는 기술을 사용하여 서로 다른 복잡한 형상의 다수의 기타 부품을 제조할 수도 있음을 알 수 있을 것이다.

도 1에는, 예를 들어 텀트 로터 항공기의 로터 블레이드로서 사용하기에 적당한 공력 블레이드(10)가 도시되어 있다. 이와 유사한 블레이드를 헬리콥터 및 기타 항공기에 사용할 수 있다. 당업계에 알려진 바와 같이, 전연부를 형성하고 있는 블레이드의 하중 지지부는 블레이드에 일차적 강도 및 일차적 강성을 제공하도록 제조되어 있다. 본 발명의 설명을 위해, 블레이드의 상기 하중 지지부를 텀트 로터 항공기용의 로터 블레이드 부재로서 사용되는 "스파"라 칭한다.

도 1에 도시된 바와 같이, 스파(12)는 대체로 블레이드의 기단(14)으로부터 선단(16)까지 연장한다. 블레이드(10)의 외면은 평활하며 블레이드가 사용되는 항공기의 요건에 따른 공기 역학적인 형상으로 형성되어 있다. 이러한 유형의 블레이드는 통상, 도 1에는 도시하지 않았지만 기단으로부터 선단으로 갈수록 크기와 형상이 변할 뿐만 아니라 보다 효율적으로 양력(lift)을 발생시키도록 트위스트(twist)를 갖고 있다.

이러한 블레이드의 제조는 상당히 비용이 많이 들며 복잡할 수 있다. 특히, 하중 지지 스파(12)는 비용이 많이 드는 중요한 부재이다. 이러한 스파의 형성에 있어 섬유 복합체 재료의 사용을 증대시킬 경우, 보다 복잡한 형상도 가능해진다. 이에 따라 스파를 이것이 사용되는 항공기의 요건에 보다 잘 합치되도록 형성할 수 있다.

도 2에는 텀트 로터 항공기의 로터 블레이드에 유용한 스파(12)가 선으로 도시되어 있다. 도 2를 참조하면, 스파(12)에는 다수의 횡단면(18-40)이 제공되어 있다. 이들 횡단면으로부터, 스파(12)의 여러가지 특징을 용이하게 알 수 있다.

도 2에 명확하게 도시된 일 특징은 스파(12)가 그 단면 전체에 걸쳐 중실형이 아니라는 점이다. 대신에, 스파는 중량 및 강도를 고려하여 중공형이다. 스파는 통상 "D"자형으로 성형되며, 로터 블레이드의 전연부 뿐만 아니라 블레이드의 나머지

부분을 위한 일차적 지지부를 제공하도록 설계된다. 또한, 스파의 길이를 따라 여러 횡단면(18-40)의 형상이 동일하지 않는 것을 도 2의 횡단면으로부터 쉽게 알 수 있다. 이러한 스파(12)에서는 기단(14) 부근의 횡단면이 비교적 일정한 두께를 갖고 있다. 반대로, 선단(16) 부근의 횡단면에서는 스파의 전연부를 따라 보다 큰 체적을 갖고 있다.

바람직한 실시예의 스파(12)는 여러가지 공학적 설계 규칙을 따르고 있다. 본 발명과 관련된 일 규칙은 스파의 횡단면의 면적이 기단으로부터 선단으로 갈수록 증가되지 않는다는 것이다. 따라서, 스파의 선단을 형성하는 데에 필요한 재료의 체적은 기단에서 필요한 것보다 적다. 바람직한 실시예와 관련하여, 용어 "횡단면의 면적"은 재료가 보여지는 스파의 횡단면의 면적을 의미하는 것으로, 스파의 중공의 둘러싸인 내측 영역은 횡단면의 면적 부분으로서 계산되지 않는다.

도 3은 5개의 횡단면(22 내지 30)을 보여주는 도 2의 확대도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상면 및 저면을 따라 스파의 두께는 실질적으로 일정하다. 도면에서, 스파(12)는 상면이 우측에 저면이 좌측에 오도록 배향되어 있다. 스파가 전연부로 부터 후연부로의 방향에서 짚아짐에 따라, 전연부에서 필요한 재료의 양이 증가된다. 따라서, 도 3에 도시된 제1 횡단면의 전연부에서의 재료의 양은 기본적으로 상면 및 저면을 따라 동일한 반면, 도 3의 다섯번째 횡단면에서는 전연부에서 재료의 양이 상당히 많아진다.

도 4와 도 5를 함께 참조하면 이러한 특징을 보다 잘 알 수 있다. 도 4와 도 5는 동일한 스케일로 도시되지 않은 것으로, 실제로는 도 4의 높이가 도 5의 높이의 2배이다. 이들 2개의 도면을 비교하여 알 수 있는 바와 같이, 도 4의 횡단면(20)의 위치에서 스파는 전체적으로 두께가 대략 동일하다. 반대로, 도 5의 횡단면(40)에서 스파는 공기 역학적 설계 조건에 부합하도록 상당히 확장된 전연부(42)를 구비한다. 이들 2개의 도면에서, 스파(12)의 각각의 상면(46)과 저면(44)의 두께는 실질적으로 동일하다.

이제 소망하는 구조체를 제조하기 위한 바람직한 기술이 상세히 설명된다. 이러한 바람직한 방법은 신시네티(Cincinnati)에 의해 시판되고 있는 바이퍼 1200 섬유 배치 머신(Viper 1200 Fiber Placement Machine)에서의 사용과 결부되어 설명된다. 그러나, 동일한 방법을 후술하는 능력을 갖춘 다른 머신에서 사용할 수도 있다.

스파는 그 형상이 완성 스파의 내측 중공 형상에 일치하는 공구 상에서 성형된다. 스파의 상면과 저면 그리고 전연부가 이 공구 상에서 최종 형상으로 성형된다. 스파가 공구 상에서 성형될 때에 스파의 후연부는 개방되어 있으며, 스파가 공구로 부터 제거된 후에는 폐쇄되어 밀봉된다. 스파(12)의 후연부는 블레이드의 전연부로부터 후연부까지 연장하는 스파의 코드(chord)에 대해 대체로 연직 방향이다.

우선, 섬유유리와 같은 섬유 재료 층을 공구 위에 배치한다. 이 층은 공구의 가공면 위에 일정한 두께로 놓여진다. 다음 본 발명에 따라, 스파의 체적 및 형상을 확정하는 층을 배치한다.

바람직하게는, 섬유유리 스텝을 스파의 길이를 따라 개별적으로 배치한다. 전술한 바이퍼 1200 머신에 사용할 경우, 이들 스텝의 폭은 1/8 인치씩 증가하여 1½인치까지 될 수 있다. 각 스텝의 두께는 0.018 인치이다. 이들 스텝을 각각의 상면에 배치함에 따라 체적은 배치되는 섬유 스텝의 개수에 비례해진다.

섬유 스텝의 배치에 있어서는 스파를 성형하기 위해 사용되는 온길이 스텝의 개수를 최대화하는 것이 목표이다. 이것은 완성 스파의 강도 및 강성을 최대화한다. 또한, 가급적 각 스텝의 폭을 최대화하는 것이 바람직하다. 따라서, 조합 폭이 1½인치인 2개의 스텝보다는 폭이 1½인치인 단일 스텝이 바람직하다. 또한, 전체 길이가 총 10 피트인 2개의 별개의 스텝보다는 스파를 따라 길이가 10 피트인 단일 스텝이 바람직하다.

바람직한 실시예의 방법에 따르면, 스텝은 스파의 기단에서 시작하여 후연부를 따라, 공구 및 밑에 층 위에 한번에 하나씩 배치한다. 스텝의 최초 배치 방법이 도 4의 횡단면(20)과 관련하여 가장 명확하게 도시되어 있다. 도 4에서, 각각의 틱 마크(tick mark)(50-56)와 도면 부호가 매겨 있지 않은 나머지 틱 마크는 스텝의 중간부가 횡단면을 통과하는 지점을 나타낸다. 스텝은 횡단면의 개방 후연부로부터 전연부를 향해 연이어 배치된다.

섬유 스텝을 배치하기 위한 하나의 바람직한 순서는 다음과 같다. 4개의 스텝을 저면의 후연부에 함께 배치하여, 틱 마크(50)에서 필요한 두께를 형성한다. 다음 4개의 스텝을 틱 마크(52)에서 상면의 후연부에 배치한다. 그 후, 처음 4개의 스텝에 인접하게 전연부를 향해 틱 마크(54)에 4개의 스텝을 배치하고, 이어서 4개의 스텝을 틱 마크(56)에 배치한다. 모든 스텝을 그 확정 위치에 배치할 때까지 이러한 교호(交互) 패턴은 계속된다.

스트립을 배치하기 위한 다른 패턴을 사용할 수도 있다. 특정 용례에 따라서, 어떤 패턴은 바람직하고 또 어떤 패턴은 그렇지 않을 수도 있다. 다른 유용한 패턴은 우선 전술한 바와 같은 4개 한 그룹의 스트립을 전연부에 배치하여 시작된다. 이 스트립 배치 패턴에서는 그 후, 바람직하게는 전술한 바와 유사한 교호 방식으로 상면 및 저면의 후연부를 향해 뒤쪽으로 스트립을 배치해 나간다. 다른 패턴이 유용할 수도 있으며 당업자라면 이러한 다른 패턴을 알 수 있을 것이다.

도 5를 참조하면, 스파의 선단 부근에서 취한 횡단면(40)은 전연부를 향한 스트립의 이동 효과를 보여주고 있다. 본 명세서에서는 도 4에서와 같이, 스트립의 폭이 1½인치에서 시작한다. 스파가 선단 부근에서 상당히 짧아지기 때문에, 스파의 상면(46)과 저면(44)을 형성하는 데에는 전연부로부터 후연부의 방향으로 단지 대략 3열의 스트립만이 요구된다. 나머지 스트립은 전연부 상에 적층되어 그곳에 필요한 여분의 체적을 제공한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 다수의 스트립이 전연부에 적층되어 필요한 형상을 형성한다.

전연부에 적용된 제1 스트립(58)의 폭은 대략 1½인치 이지만, 이후의 스트립(60)의 폭은 보다 좁아진다. 전연부의 전방 부근에서 스트립(62)은 매우 작아진다. 바람직한 실시예에서, 스트립의 폭은 장치가 제공할 수 있는 최소 1/8 인치만큼 작아질 수 있다.

스트립의 위치를 확정하기 위해서는 여러 위치에서의 스파의 체적을 결정할 필요가 있다. 이것은 여러 횡단면의 면적을 결정함으로써 달성된다. 도 4와 도 5에는 그 결정치가 도시되어 있다.

스파의 설계에 책임이 있는 자들에 의해 제공되는 스파의 횡단면에서 시작하여, 한 세트의 오프셋 곡선부를 각 횡단면에 배치한다. 이 곡선부는 형상 확정 층의 두께를 나타낸다. 각각의 섬유 스트립 층을 사용하여 필요한 두께를 형성한다. 이러한 층이 도 4와 도 5에 도시되어 있으며, 곡선부로 나타내어지는 층의 두께는 섬유 스트립의 두께와 일치한다. 물론, 형상 확정 층의 체적을 채우는 데에 필요한 곡선부의 수는 여러 위치에서의 형상 확정 층의 두께에 좌우된다. 도시된 실시예는 상면 및 저면에 4개의 섬유 스트립 층을 필요로 한다. 횡단면에 곡선부를 배치하는 것은 당업계에 알려져 있는 바와 같은 적당한 CAD 소프트웨어를 사용하여 용이하게 수행된다.

각 횡단면을 별개로 간주하여, 섬유 스트립을 배치한다. 도 4와 도 5에 도시된 바와 같은 틱 마크는 섬유 스트립의 중심선의 위치를 지정하도록 CAD 소프트웨어를 사용하여 배치한다.

마지막으로, 각 횡단면의 중심 지점을 위치 설정하고 나면, 횡단면의 대응 지점을 연결하여야 한다. 각 횡단면으로부터의 일 지점이 단일 섬유 스트립을 확정하며, 각 횡단면으로부터 잇따라 지점이 취해져 형상 확정 층을 형성하기 위해 사용되는 여러 섬유 스트립의 위치를 확정한다. 각 스트립을 확정하기 위해 이웃하는 이용 가능한 지점이 사용되므로, 스트립이 스파의 선단 부근의 전연부로 이동하는 경향이 있다.

도 6에는 단일 스트립(62)이 스파의 저면으로부터 전연부로 이동하는 방식이 도시되어 있다. 이것은 전연부에서 끝나는 모든 스트립의 배치 방식을 보여주는 것이다. 스파의 기단(14) 부근에서 이 스트립은 저면 부분을 형성하며, 이 때 중심선은 지점(64)에 위치한다. 스파 길이의 대략 중간쯤에서 이 스트립(62)은 또한 저면 부분을 형성하며 그 중심선은 지점(66)으로 도시되어 있다.

그러나, 스파의 선단 부근에서는 전연부로부터 후연부까지의 스파의 길이가 상당히 짧아진다. 이때쯤에는, 스트립(62)은 전연부에 부착되어 있으며, 선단 부근의 상면과 저면은 이미 완성되어 있다. 3차원 공간에서, 스트립은 기단으로부터 선단을 향해 배치되는 경우 3차원 나선의 일부를 형성하는 경향이 있다.

대부분의 경우에, 스파의 선단 부근의 횡단면의 면적은 기단 부근에서보다 작다. 이것은 마지막으로 배치된 스트립이 스파의 전체 길이를 연장하지 않음으로써 달성된다. 따라서, 스트립은 처음 배치 경로에서는 스파의 전체 길이를 연장하지만, 마지막 경로에서는 선단보다 다소 짧은 지점에서 끝난다. 이후의 스트립의 정확한 길이는 선단 부근의 횡단면의 면적에 대한 특정값에 좌우된다.

선단 부근의 횡단면의 면적은 또한 배치 스트립의 폭을 좁힘으로써 감소된다. 스파의 선단 부근의 몇몇 폭이 좁은 스트립의 조합체는 선단까지 연장하는 보다 적은 개수의 스트립과 함께 기단 부근에서보다 작은 횡단면의 면적을 제공한다.

모든 스트립을 본 발명에 따라 배치하고 나면, 일정한 두께의 추가의 층을 전술한 형상 확정 층의 상면에 형성하는 것이 바람직하다. 이 외층은 스파의 마무리면이다. 스파는 공구 상에서 완전히 성형된 후 당업계에 알려진 바와 같이 후연부에서 제거되어 폐쇄된다. 그 후, 스파를 당업계에 알려진 바와 같이 경화시켜 블레이드의 나머지 부분에 부착시킨다.

전술한 방법의 단계들은 일반적인 용도의 디지털 컴퓨터에서 수행하는 것이 바람직하다. 전술한 공정을 수행하도록 프로그램할 경우에는 날리지 테크놀러지 인터내셔널(Knowledge Technologies International)에 의해 시판되고 있는 ICAD와 같은 널리 이용되고 있는 다수의 CAD 프로그램 중 하나가 적당하다. 이하의 설명에 따르면, 섬유 스트립의 위치를 계산하여 확정하는 프로그램 코드가 CAD 시스템과 함께 사용되어 상기 섬유 배치 머신의 수치 제어기에 사용하기에 적당한 코드를 생성한다. 이렇게 생성된 코드는 섬유 배치 머신을 구동시켜 정확한 위치에 제1 스트립을 자동적으로 재현 가능하게 배치한다.

바람직한 방법을 수행하도록 컴퓨터 상에서 수행되는 단계들은 비교적 간단하며 도 7에 도시되어 있다. 우선, 스파의 정의(definition)가 생성되어 소프트웨어에 의해 수신된다(70). 3차원 CAD 시스템에서의 이러한 정의의 생성은 당업계에 잘 알려져 있는 것으로 본 발명의 방법의 일부를 구성하지는 않는다. 스파의 정의는 여러 위치에서의 스파의 다양한 횡단면을 포함하고 있다. 3차원적으로 스파를 완벽하게 확정하는 것을 이를 횡단면이면 충분하다.

스파의 정의가 수신되고 나면, 바람직한 실시예의 방법은 스파의 정의에서 각 횡단면에 대한 섬유 스트립의 중심선 교차점을 계산한다(72). 이 계산은 전술한 바와 같이 인접한 열에 스트립을 배치하는 것을 포함한다. 스트립의 배치 경로의 개수는 전술한 바와 같은 형상 확정 층의 두께에 좌우된다. 이 계산은 적절한 CAD 시스템의 성능을 이용하여 이루어질 수 있다.

일반적으로, 상기 절차는 상면 및 저면의 후연부로부터 시작하여 각 섬유 스트립이 연이어 배치되는 것으로 하고 있다. 각 횡단면의 충전 면적 및 스트립의 면적이 주어지면, 스트립을 간단한 자동화 절차를 통해 필요한 위치에 배치할 수 있다. 각 스트립의 횡단면의 면적은 단순히 그 두께와 폭을 곱한 값이다. 하나의 횡단면에 대해 스트립의 필요한 위치가 결정되고 나면, 나머지 횡단면에 대해 이러한 절차를 반복 수행한다.

모든 스트립의 중심선을 모든 횡단면에 배치하고 나면, 각 스트립의 중심선을 횡단면에 걸쳐 함께 연결한다(74). 이것은 스파의 표면을 따른 스트립의 위치를 제공한다. 각 횡단면 상의 대응하는 위치가 단일 스트립에 대해 확정된다. 따라서, 확정된 제1 스트립은, 예를 들어 상면의 후연부에 가장 가까운 중심선을 사용하여 내층으로 될 수 있다. 그 후, 확정된 제2 스트립은 저면의 대응하는 부분이 된다. 확정될 다음 스트립은 상면의 후연부를 따른 제2 중심선 세트를 위한 것이며, 저면의 대응 지점에 대해 계속된다. 이러한 방식으로, 모든 세트의 중심선 교차점을 함께 연결하여 사용할 스트립을 확정한다.

스파의 선단이 가까워짐에 따라, 필요한 횡단면의 공간을 채우는 데에 보다 적은 개수의 중심선 교차점이 필요하게 된다. 이것은 하나 이상의 스트립이 횡단면보다 짧은 지점에서 종결되는 것을 의미한다. 이 스트립은 이것이 확정된 중심선 교차점을 갖고 있는 마지막 지점에서 간단하게 짧게 절단된다.

바람직한 실시예에서, 섬유 스트립은 그 중심선이 배치되는 때에 다소 계단형으로 이동된다. 계단부의 크기는 스트립의 폭과 동일한데, 이 실시예에서는  $1\frac{1}{2}$ 인치이다. 이것은 스트립의 중심선의 최초 계단에 의해 횡단면 사이에 폭이  $1\frac{1}{2}$ 인치이며 간격이 단지 1인치의 몇분의 일일 수도 있는 날카로운 계단부가 초래될 수 있음을 의미한다. 이를 계단부는 평활하여야 하므로, 스파의 전연부를 향해 중심선이 점진적으로 이동하게 된다. CAD 프로그램에서 활용할 수 있는 일반적인 스플라인 방법을 사용하여, 중심선이 스파 횡단면의 교차점을 연결하는 평활한 가장 잘 맞는 곡선부인지를 검산한다(76).

단일 섬유 스트립에 사용되는 공간 상의 일련의 중심선 교차 위치는 연속적인 섬유 띠를 공급하면서 섬유 배치 머신에 의해 달성되는 한 세트의 지점으로서 계산된다(78). 섬유 스트립이 스파의 표면에 대해 비틀려 있지 않도록, 각각의 교차점에 대해 법선 벡터를 계산할 필요가 있다(78). 이 벡터를 사용하여, 제어기는 섬유 스트립이 스파의 이전에 배치된 층에 대하여 평평하게 배치되도록 스트립 분배 헤드를 배향시킨다.

이 때, 섬유 스트립 분배기의 제어기를 구동시키는 명령어 세트가 생성된다(80). 유효한 정보에는 모든 스트립 중심선 교차점이 포함되어 있다. 각 지점의 위치 및 방위(법선 벡터에 의해 확정된)는 알려져 있다. 각 스트립을 확정하기 위해 사용된 일련의 지점을 확인한다. 마지막으로, 각 지점에서의 스트립의 폭도 알려져 있다. 이 데이터는 당업계에 알려져 있는 바와 같은 섬유 스트립을 적용할 수 있도록 제어기에 대한 파일(file)로서 제공된다. 이 파일에 사용될 포맷은 제어기에 의해 예상되는 포맷에 좌우되며, 당업자에게는 알려져 있는 것이다.

당업자에게는 전술한 기술의 변형에 또한 가능할 것이다. 예를 들어, 전술한 바람직한 실시예는 스파의 기단으로부터 선단으로 갈수록 횡단면이 면적을 증가시키지 않는다는 설계 규칙과 결부되어 설명되어 있다. 그러나, 전술한 기술은 이 규칙

에 부합하지 않는 구조에도 용이하게 사용될 수 있다. 완성 물품의 양 단부의 횡단면의 면적이 중간부에서보다 큰 경우, 섬유를 양 단부로부터 중간부쪽으로 배치할 수 있다. 횡단면의 면적이 다수회에 걸쳐 증가 및 감소되는 경우, 보다 짧은 섬유 스트립이 필요하게 되어, 단부 중 어느 쪽도 아닌 임의의 시작 지점에서부터 배치되게 된다.

이러한 기법은, 예를 들어 제조 중에 또는 그 후에 스파에 중량체 또는 기타 재료를 배치하여야 하는 경우 필요할 수도 있다. 온길이의 섬유만을 사용하는 것이 이상적이긴 하지만, 이러한 목표에 가능한 한 가까워지는 것이 스파의 중요한 물리적 특성을 전반적으로 최대화할 것이다.

섬유 배치 장비가 기타 변형례를 취급할 수 있는 한 그러한 변형례가 사용될 수도 있다. 예를 들어 섬유 배치 장비가 상이한 두께의 섬유 스트립을 배치할 수 있다면, 이는 원래의 스트립 배치가 이루어졌을 때에 고려될 수 있다. 그러나, 전술한 바와 동일한 일반적인 기법을 사용할 수도 있다.

일반적으로, 바람직한 기술은 복잡한 형상의 복수 개의 횡단면에 각 섬유 스트립을 위한 중심선의 지점과 같은 지점을 확정하는 방법을 포함한다. 각 횡단면을 위해 필요한 횡단면의 면적을 채우기에 충분한 개수의 지점을 확정한다. 이어서, 여러 횡단면을 위한 지점은 횡단면마다 하나씩 복수 조로 조합되어, 섬유 스트립의 배치 위치를 확정한다. 이를 복수 조는 그 후, 섬유 배치 기계의 제어기에 제공되어, 자동 제어에 의해 형상을 형성한다.

이렇게 형성된 구조체는 가급적 온길이 및 온폭의 섬유로부터 형성되어, 최대 강도 및 강성이 부여된다. 각 섬유 스트립은 필요에 따라 정해진 체적을 채우도록 형상의 표면을 가로질러 감기게 된다. 이에 따라, 종래 기술을 사용하여서는 용이하게 형성될 수 없었던 또는 전혀 형성 불가능하였던 형상을 형성할 수 있다.

바람직한 기술은 공구 및 제조 비용을 종래 기술을 사용하여 획득 가능하였던 것보다 상당히 감소시킨다. 이에 따라 개선된 복잡한 형상을 상업적으로 제공하는 것이 가능해지며, 이를 사용하여 제조한 물품의 성능이 증대된다.

바람직한 실시예가 상세히 설명되어 있지만, 당업자라면 본 발명의 사상은 첨부된 특허 청구의 범위에 의해 한정된다는 것을 알 수 있을 것이다.

### 발명의 효과

본 발명에 따르면, 스파의 전체 길이를 따라 가급적 많은 온길이의 섬유를 배치함으로써, 제조 및 공구의 비용의 모든 면에서 비교적 저렴하면서도 복잡한 형상을 정확하게 재현할 수 있게 된다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

섬유 복합체 물품을 성형하는 방법으로서,

섬유 복합체 물품을 확정하는 복수 개의 횡단면을 선택하는 단계와;

각 횡단면에서 섬유 스트립을 위한 배치 지점으로서의 복수 개의 지점을 확정하는 단계와;

연속적인 섬유 스트립의 배치 위치를 확정하기 위해 횡단면마다 하나의 지점을 갖는 복수 조로 상기 지점들을 분류하는 단계와; 그리고

상기 확정되고 분류된 복수 조의 지점에서 스트립을 섬유 복합체 물품에 적용하는 단계

를 포함하는 섬유 복합체 물품 성형 방법.

#### 청구항 2.

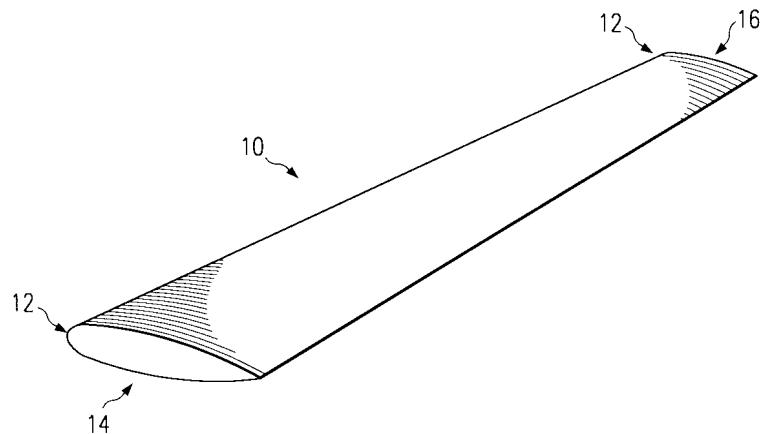
제1항에 따른 섬유 복합체 물품 성형 방법에 따라 복수 개의 섬유 스트립으로 성형된 섬유 복합체 물품으로서,

복수 개의 연속된 섬유 스트립으로 성형된 긴 본체를 포함하며,

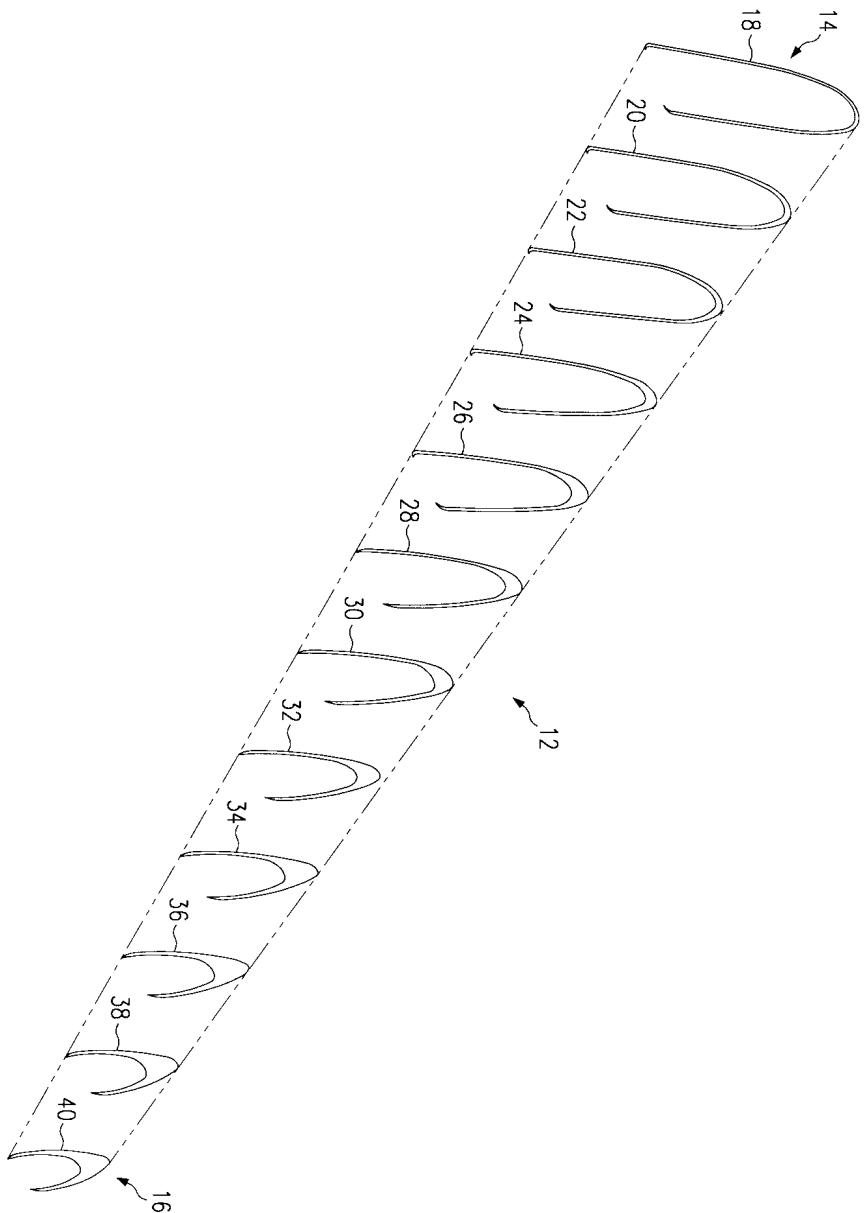
상기 스트립은 섬유 복합체 물품의 일단부로부터 대향측 단부를 향해 소정 거리에 걸쳐 연장하며, 대향측 단부를 향한 방향으로 섬유 복합체 물품의 횡단면의 면적이 증가되지 않는 것인 섬유 복합체 물품.

도면

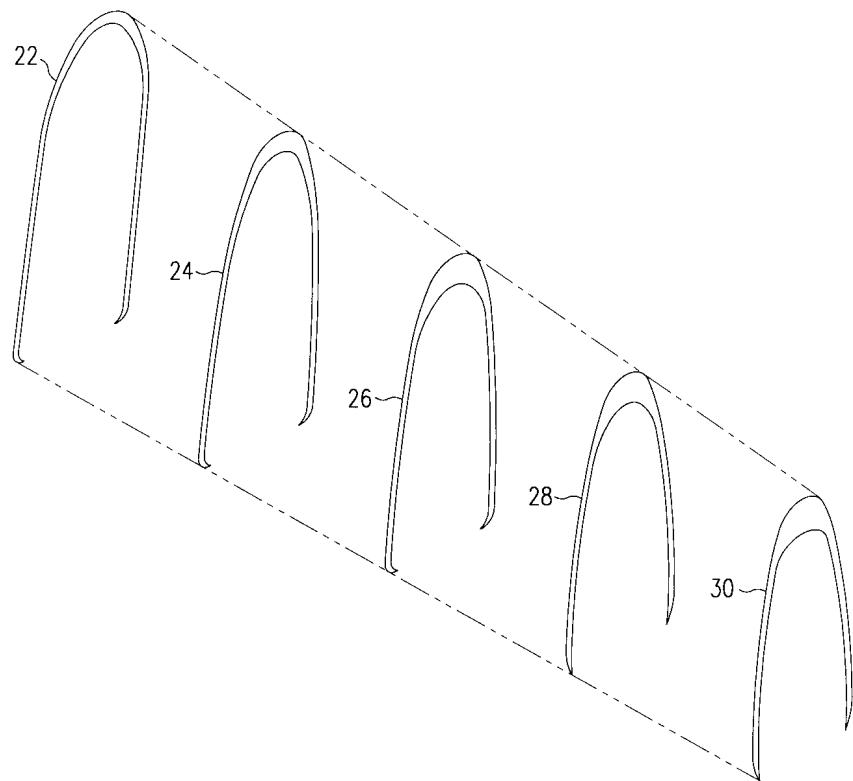
도면1



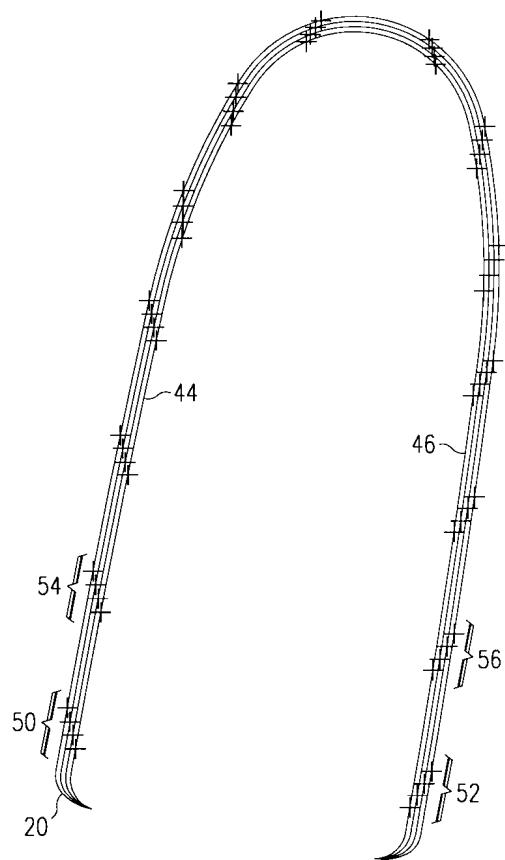
도면2



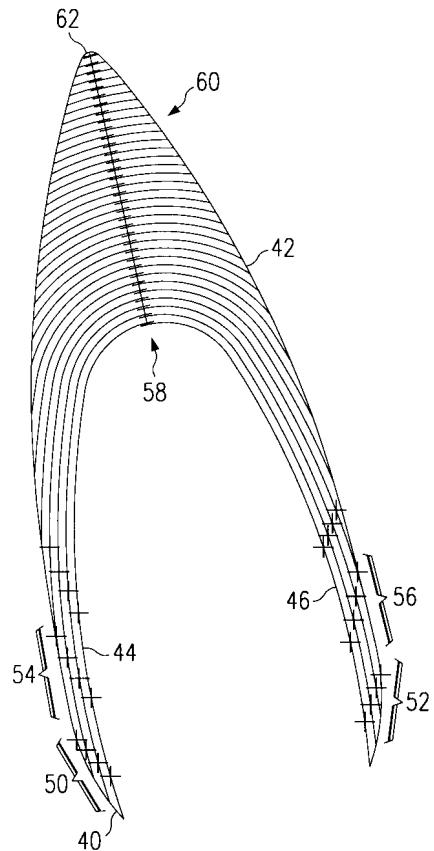
도면3



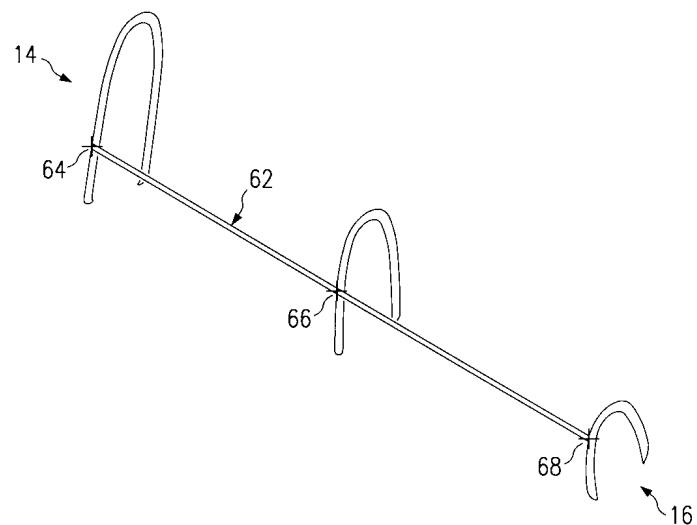
도면4



도면5



도면6



## 도면7

