(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
B29C 70/32

(11) 공개번호 특2002-0003081
(43) 공개일자 2002년01월10일

(21) 출원번호 10-2001-0028297
(22) 출원일자 2001년05월23일

(30) 우선권주장 10025628.7 2000년05월24일 독일(DE)

(71) 출원인 에스지엘 카본 악티엔게젤샤프트
가쯔다, 잔타
독일연방공화국 65203 비스바덴 라인가우스트라세 182

(72) 발명자 구케르트베르너
독일데-86674바아르비르트잭커스트라세7
라우치지크프리드
미합중국캘리포니아91355발렌시아메들라드라이브28312

(74) 대리인 송재련
김양오

심사청구 : 없음

(54) 필라멘트 권사로 제조되는 성분, 이의 제조 방법 및 이의용도

요약

본 발명은, 하나 이상의 일정한 스레드 장력(바람직하기는 층에서 층으로 증가하는 스레드 장력)이 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)의 권사(winding)동안 적용되고, 최외각 겹은 항상 감겨진 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)으로 구성되는, 하나 이상의 수지-함침된 직물(프리프레그)로 이루어진 층(2;4) 및 하나 이상의 감겨진 스레드(3), 얀(3), 로우빙(3) 또는 리본(3)으로 이루어진 층을 포함하는 전개 가능한 구조부 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 전개 가능한 구조부(1)는 직물 프리프레그 층(2;4) 및 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)으로 만든 권사를 조합 적용하여 얻을 수 있으며, 이 구조부는 특히 수지 매트릭스의 경화 후, 또는 경화 및 탄화 후, 또는 경화, 탄화 및 그래파이트화 후에 고강도 및 우수한 기계적 성질과 화학적 내성을 갖는다. 이러한 구조부는 스테이 파이프 또는 서포트 롤러, 보호 튜브, 가열 파이프, 열 절연 실린더 또는 고온-프레스 다이로 사용하는 것이 바람직하다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1, 2 및 3은 본 발명에 따른 감겨진 재료 층으로 만든 전개 가능한 구조부의 구성을 구조부 길이축에 수직 단면으로 도시한 도면,

도 4는 가능한 처리 순서를 흐름도로 나타낸 도면.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1:1':1" 전개 가능한 구조부

2;2'능직 짜임새를 갖는 직물로 만든 프리프레그

2i;2i';2m;2a;2a'능직 짜임새를 갖는 직물로 만든 프리프레그(도 3)

3l;3'l;3" l스레드, 얀, 로우빙, 리본의 왼쪽으로 기울어진 권취각(winding angle)

3r;3'r;3" r스레드, 얀, 로우빙, 리본의 오른쪽으로 기울어진 권취각

4;4';4" 평직 짜임새를 갖는 직물로 만든 프리프레그

5로우빙으로 만든 리본

6부직포 재료

7호일, 그래파이트 호일, 금속 호일

I무 - 수지 재료 공급기

II수지 - 함유 재료 공급기

III권사 장치, 권사

IV수지 경화 장치, 수지의 경화

V완성된 구조부를 형성하기 위하여 VI 후 추가 처리하는 장치

VI탄화 장치, IV 후에 탄화

VII완성된 구조부를 형성하기 위하여 VI 또는 IX 후 추가 처리하는 장치

VIII액체 탄소 기재로 함침하는 장치, VI 또는 X 후 함침

IX탄화 장치, VIII 후 탄화

X그래파이트 장치, VI 또는 IX 후 그래파이트화

XI X 후 완성된 구조부를 형성하기 위하여 추가 처리하는 장치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 섬유 조성물로 제조된 전개 가능한 구조부, 이의 제조 방법 및 이의 용도에 관한 것이다.

본 발명에서 " 전개 가능한 구조부" 라는 용어는, 기하학적 변형을 통하여 몸체가 하나의 평면으로 전개될 수 있으며, 이런 식으로 도면 설명이 가능한 3차원 구조부를 의미한다. 이러한 구조부에는 예를 들어, 원형, 타원형, 또는 직사각형 또는 정사각형 등의 각진 단면을 가지고 속이 빈 튜브 또는 실린더가 포함된다.

섬유 조성물로 튜브형 구조부를 제조하는 방법은 원래 공지되어 있다. 이러한 구조부는 예를 들어, 수지[바람직하게는 합성수지, 소위 프리프레그 (prepregs)]가 함침되어 있는 다수의 섬유층을 서로의 상부에 라이네이팅하여 제조한다. 구조적 결함이 없는 전개 가능한 섬유 조성물은 제조하기 어려우며, 복잡한 다단계 공정에 따라 제조된다. 간극 및 주름이 없는 제품을 얻기 위하여, 일반적으로 약 2 내지 4 섬유층을 서로의 상부에 놓거나 감는다. 이어서, 이런 식으로 얻어진 몸체를, 그 안에 함유된 수지가 경화되는 동안에 처리해야 한다. 제조 공정을 계속하기 전에, 일반적으로 경화된 몸체의 표면을 매끄럽게 하여, 상부의 울퉁불퉁함을 없애고, 프리프레그층을 추가할 수 있도록 준비해야 한다. 이러한 중간 경화는, 당업자에게 공지되어 있으며 특정 장치가 필요한 진공 백 공정에 의한 성형(shaping) 및 압착(compaction)과 연계하여 실시되는 경우가 많다. 이러한 경우, 부가적으로 진공 백 공정용 오토클레이브를 바람직한 경화 조건으로 조절한다. 이러한 시간 소모적인 중간 경화에 이어서, 추가의 섬유층을 표면에 적용한다. 제조하고자 하는 요소의 바람직한 벽 두께가 얻어질 때까지 이러한 공정 순서를 유지한다. 고품질의 섬유 조성물 요소를 제조하는 경우, 중간 경화와 함께 이러한 권사 공정을 3회 이상 실시하여야 한다. 따라서, 이러한 공정은 시간-소모가 많고 비용이 많이 든다. 결과적으로, 비용면의 이유로, 다른 물질로 만든 구조부가 매우 바람직하지 못하거나 부적합한 경우에만, 이러한 방식으로 제조된 구조부가 사용된다.

튜브형 구조부는 US-A-5 638 870에 기재되어 있으며, 튜브형 요소의 축 방향에 상응하며 직물의 날실 방향으로 연장되는 강화 섬유, 및 직물의 씨실 방향으로 연장되며 상기 강화 섬유와 섞어 짜여지는 열가소성 수지 섬유로 구성되어 있는 직물로 제조된다. 이와 같이 공지된 구조부는 예를 들어, 불균일하게 배향되어 있는 섬유의 중간층이 그 사이에 배치되어 있는 제 1 및 제 2 직물층을 포함하여 이루어지는 구조를 갖는다. 이러한 불균일 배향 섬유층은 강화 섬유 및 열가소성 수지 섬유를 갖는 섬유다발로 제조된다. 이런 식으로 제조된 조성물은, 코어(맨드릴)에 적용된 후, 외부 성형 몰드가 외부에서 조성물 주위에 적용되어 압력 및 열에 의하여 성형된다.

그러나, 이러한 공정의 단점은 공정이 복잡하고, 외부 성형 기구를 사용해야 한다는 점이다.

튜브형 구조부를 제조하기 위한 권사 기술도 공지되어 있다. US-A-5 047 104에는, 액상 수지로 함침된 후 비-함침된 섬유 또는 유기 재료로 만든 모노필라멘트로 도포되는 섬유 재료로 이루어진 고형 및 공동 프로파일이 기재되어 있다. 이러한 유기 재료는, 사용되는 반응성 수지가 겔 상에 이르기 전에 수축력이 계속 활성이 있도록 선택된다. 1차적으로 언급한 섬유 재료를 권사 섬유로 약 12%만 도포하면 충분하다. 적용된 유기 섬유는 이어서 경화 단계를 거치는 동안 수축하며, 수지로 침투한다. 이를 통하여, 외부 성형 장치를 사용할 필요 없이 단면이 정확히 원형인 구조부를 제조할 수 있다. 이러한 구조부는 특히 강화 콘크리트용 케이블 또는 와이어로서 적합하다. 이들은 또한 고도의 내후성을 갖는다.

EP-A-0 443 470에는 튜브형 영역 및 하나 이상의 평평한 플랜지를 갖는 섬유 조성물로 만든 구조부가 개시되어 있다. 섬유 가닥을 코어 축에 비스듬히 가로질러 맨드릴에 권사한다. 이어서, 튜브형 영역의 말단을 팽창 요소를 사용하여 원뿔형으로 넓힌다. 권사는 이러한 팽창 요소를 사용하여 각 경우에 튜브형 영역의 양측에서 실시하며, 성형 기구를 외부로부터 권사의 튜브형 영역에 적용한다.

DE-A-40 21 547에는, 섬유가 서포트 요소 주위에 감겨 있어 실질적으로 공극(pore)이 없는 섬유 조성물 요소의 제조 방법이 개시되어 있다. 이를 위하여, 매트릭스 재료로 형성된 동공 공간이 없이 각 섬유가 둘러싸인 섬유 리본이 사용된다. 공극이 없는 도포된 각 섬유도 매트릭스 재료로 감을 수 있다. 이어서 고온 등압압축성형(isostatic pressing)하는 동안, 매트릭스 재료, 섬유 및 서포트 요소는 유체 형성을 통하여 연결된다. 실질적으로 직사각형의 단면을 갖는 섬유 리본을 사용함으로써, 사용을 꺼리던 구조부를 사용하여 섬유를 이동시켜 섬유 리본층을 매트릭스 재료에 끼워넣는다. 또한, 섬유 리본이 직사각형 단면이므로, 중간에 공간이 없이 도포할 수 있다.

GB-A-2 127 771에는, 예를 들어 맨드릴에 감긴 탄소 섬유로 이루어진 길이방향으로 배향된 직물 단편으로 만든 제1층과, 가로로 감긴 연속 섬유로 된 제 2층으로 구성되는 불규칙한 형태의 권사 요소의 제조방법이 개시되어 있다. 이어서, 권사 요소를 열가소성 또는 열경화성 물질로 함침하고, 수지를 경화시킨다. 그리고나서, 탄화 처리를 선택적으로 실시할 수 있다. 제 2 변형방법에 따르면, 구체적으로 권사 요소 또는 코어의 최종 형태에 맞도록 하기 위하여, 섬유층을 바람직한 강도의 권사가 얻어질 때까지 코어 상에 감는다. 따라서, 코어는 실질적으로 코어 주변에 감기는 다수의 날실 스레드와, 날실(씨실에 직각으로 배치되어 있다)을 가로지르는 다수의 씨실 스레드를 포함하는 섬유로 덮인다.

그리고나서, 제 1 변형방법과 같이 수지로 함침한다. 이어서 수지 경화 및 선택적인 추가 처리 단계를 실시한다.

두 변형 방법의 핵심적인 특징은, 감긴 층이 건조 상태로 적용되며, 후 처리 단계에서 함침된다는 것이다. 따라서, 이러한 문헌에는 미끄러짐을 방지하기 위하여 직물 또는 직물 단편이 고정되어야 하는 건조 구조물이 기재되어 있다.

US-A-4 555 113에는 수지층이 맨드릴에 적용되어 있으며 직물이 상부에 적용되어 있는, 예를 들어 골프 클럽용 샤프트의 제조방법이 개시되어 있다. 두가지 다른 형태의 탄소 섬유 리본이 이 형성된 몸체에 상호 반대되는 권사 방향으로 나선형으로 감기며, 이러한 권사 기술의 결과로 많은 교차점이 얻어진다. 이어서, 권사 요소의 표면이 셀로판 리본으로 덮이고 수지가 경화된다. 그리고 나서, 셀로판 리본과 내부 성형 맨드릴이 분리되고, 이로써 바람직한 샤프트가 얻어진다.

상기 공정은, 공정의 순서가 시간-소모적일 뿐 아니라 비용이 많이 드는 여러 단계를 포함하여 이루어진다는 단점이 있다. 통상의 많은 제조 방법에서는 특히, 결함 및 균열이 없도록 하기 위하여 권사 요소의 벽이 여러 단계를 통하여 구성되어야 한다. 다시 말하면, 비교적 소수의 일정한 권사층을 적용한 후, 권사 요소는 권단기(winding machine)로부터 분리되어 수지로 함침되어야 하고, 이 수지는 경화되거나, 권사 요소에 수지가 이미 함유되어 있는 경우에는 수지만 경화되어야 한다.

이제는, 권사 요소 표면 상에 울퉁불퉁함을 없애고 이어서 권사 층이 잘 결합하도록 하기 위하여, 권사 요소의 표면을 매끄럽게 하기만 하면 된다. 그리고나서, 이런 방식으로 처리된 권사 요소를 권단기에 다시 고정해야 하며, 권사를 계속한다. 많은 경우, 완성된 권사 요소를 얻기 위하여, 이러한 공정을 여러번 반복해야 한다. 권사 요소의 후-압축에는 다른 문제점이 있다. 이는 추가의 압축 및 수지 함유 권사 요소의 압축을 의미하는 것으로 이해할 수 있다. 이런 경우에는 공지의 진공 백 기술이 사용되며, 이 때 변형된 방법에 따라 진공 백 내에 위치한 구조부의 배출 후 약 1 바의 외부 기

압이 압축 방식에서 작용한다. 진공백이 오토클레이브 내에 위치하는 바람직한 제 2 변형 방법에 따르면, 특정 한도 내에서 압축 압력이 임의로 증가될 수 있도록, 배출 후에 압력 매질을 추가로 적용한다. 그러나, 이러한 압축의 결과, 조성물 요소 층에 주름 및 박리가 일어나는 경우가 많다. 결과적으로, 특히 조성물 요소의 기계적 및 전기적 성질을 악화시키는 결함의 발생을 피할 수 없다. 재현성을 갖는 고품질의 조성물 요소는 지나친 수준의 비용을 사용하여 이런 방식으로만 제조할 수 있다. 이러한 통상적인 방법으로 제조한 전기 가열 요소는 예를 들어 전기 저항이 서로 동등하지 않은 경우가 많고, 이로 인해 이들의 유용성이 감소된다. 따라서, 통상적인 방법으로 제조된 부하-베어링 구조부는 비용을 증가시킬 수도 있는 더 높은 안전성 보정값으로 구성되어야 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은, 주름 또는 감긴 재료부의 이동에 따른 결함이 없고 더욱 균일하고 개선된 기계 및 전기적 성질을 가지며, 기계적 공정동안 개선된 특성을 나타내는, 섬유 조성물로 만든 전개가능한 구조부를 제조하기 위한 기술적으로 단순하고 비용이 적은 공정을 얻고자 하였다. 또한, 뛰어난 기계적, 화학적 및 전기적 성질을 가진 안정한 전개가능한 구조부를 얻고자 하였고, 특히 이의 유용한 용도를 제공하고자 하였다.

발명의 구성 및 작용

이러한 기술적인 문제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따르면, 하나 이상의 수지-함침 직물 또는 프리프레그 및, 이어서 각 경우에 수지-포화 또는 무-수지의 감겨진 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본으로 만든 하나 이상의 층을, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본으로 만든 각 층을 권사하는 동안 적어도 일정한 스레드 장력으로 성형 임시 맨드릴 상에 적용함으로써, 구조부의 최외각층은 감긴 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본으로 구성되고, 권사 공정 후 얻어진 구조부는 경화되거나, 경화 및 탄화되거나, 경화 및 탄화 및 그래파이트화되는, 섬유 조성물로 만든 전개가능한 구조부를 제조하는 방법이 제공된다.

본 발명에 있어서 하기 용어의 의미는 다음과 같다.

얀은 가연(twisting) 또는 정방(spinning) 연속 또는 스테이플 섬유로 제조된다. 본 발명에 따른 공정에 사용하기 위하여, 적어도 10 N의 스레드 장력으로 권사 가능한 장력 강도를 가져야 한다.

로우빙은 서로 가연되지 않고 평행 배열된 연속 필라멘트 또는 개별 섬유로 형성된 텍스타일 가닥이다.

리본은 서로 평행 또는 인접 배열되어 있으며, 상호 연결되지 않거나, 리본의 길이 방향에 대하여 가로로 연장되어 있는 보조스레드에 의하여 제 위치에 고정되어 있는 로우빙, 얀 또는 스레드로 구성된다.

본 발명에 따르면, 특정 조건을 관찰하는 동안 둘 이상의 특정 재료를 사용하는 공지의 라이네이팅 및 권사 공정의 조합을 기재한다. 이러한 경우, 본 발명에 따르면, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 모든 층은, 수지-포화 직물 또는 프리프레그로 만든 하부에 위치된 층 또는 상부에 위치된 층이 제 위치에 압착, 압축 및 고정되도록 충분히 크게 선택되는 적어도 균일한 스레드 장력으로 권사하는 것이 필수적이다. 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본으로 만든 층을 감는 방식은, 이전에 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 권사 층을 감았던 스레드 장력 보다 큰 스레드 장력으로 각 층을 감는 방식이 바람직하다. 본 발명의 또 다른 특징은, 가장 바깥쪽의 최종 권사 층은 언제나 스레드 또는 얀 또는 로우빙 또는 리본층으로 구성된다는 것이다. 이를 통하여, 길이 및 단면이 균일한 구조부의 최적 압축이 가능하다. 따라서, 구조부는 균일하고 결함이 없는 구조를 가지며, 축 및 방사상 방향에서 모두 높은 수준으로 균일한 분포의 기계적 및 전기적 정격(ratings)을 얻을 수 있는 공정으로 제조된다. 권사 층을 적용하는 사이에 각각 후-압축 및 경화때문에 시간 소모적으로 권사 공정을 중단할 필요가 더 이상은 없다. 본 발명에 따른 방법을 사용하면, 비교적 시간-소모적이며 비용이 많이 드는 진공 백 공정 후의 처리도 더 이상 필요가 없다. 따라서, 본 발명에 따른 공정은 비용 면에서 상당히 효과적이고, 경제적이며, 따라서 질이 크게 개선된 구조부를 얻을 수 있다. 특히, 공지된 방법(직물 프리프레그로만 구성되는 튜브 또는 로

우빙 권사만으로 구성되는 튜브)의 단점을 극복하고 장점을 개발할 수 있다.

본 발명에 따른 전개가능한 구조부는 많은 부문에서 사용 가능하다. 이들은 탄화 또는 그래파이트화된 상태에서 보호 튜브, 가열 튜브, 고온 가스 튜브, 열 절연체로서, 예를 들어, 반도체 물질을 제조하는 경우에 노즐로서, 또한 스테이 튜브(stay tubes), 서포트 프로파일 또는 고온-프레스 다이로서 사용하는 것이 바람직하다. 이들은 덕트, 검사 구멍, 플랜지 연결점 또는 다른 장치가 제공될 수 있거나, 예를 들어 S-형 가열 요소가 이로부터 제조될 수 있도록, 기계적으로, 예를 들어 소잉(sawing), 터닝(turning), 밀링(milling) 또는 드릴링(drilling)을 통하여 탁월하고 정확하게 가공될 수 있다. 이러한 구조부를 통하여 이를 파괴하지 않고 못을 운반할 수도 있다. 본 발명의 구조부가 높은 수준의 화학적 내성을 보임에 따라, 구조부, 특히 화학 산업용 튜브로서의 이들의 적합성도 강조되어야 한다. 본 구조부는 또한 높은 충격 강도 및 고압 내성을 갖는다. 그래파이트화 튜브형 구조부의 경우에 압력 내성은 약 400 N/㎟ 이며, 따라서, 공지의 권사 공정으로 제조한 튜브의 경우보다 인자가 3 내지 4 크다. 이와 같은 높은 내성 및 높은 밀도는 특히 스레드, 얀, 로우빙, 또는 리본을 사용한 후-압축으로 인해 가능하다. 이들이 종이, 필름, 텍스타일 또는 프린트된 물질과 같은 재료 웹의 제조 또는 가공을 위한 운반체, 지지체, 가이딩, 접촉 프레스 또는 적용 롤러로서 실린더형인 경우, 경화만 되어 있으며 비-탄화, 비-그래파이트화된 구조부가 사용될 수 있다.

따라서, 본 발명에 따른 전개가능한 구조부의 제조 방법에는 많은 가능성이 존재하며, 이러한 구조부는 요구되는 바에 따라 특별히 제조가능한 것으로 보인다. 이러한 경우에 영향을 미치는 기초적 인자는 첫째로 권사 공정에서의 층의 순서, 이들의 구조 및 질이고, 둘째로는 사용되는 직물, 프리프레그 및 섬유 및 필라멘트 재료의 선택이며, 셋째로는 사용되는 수지 또는 탄소 기재의 선택이고, 넷째로는 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본 층을 권사하는 동안의 스레드 장력의 선택이고, 다섯째로는 감기어 경화된 구조부를 얻은 후의 후-처리(즉, 구조부가 탄화될 것인지 또는 탄화 및 그래파이트화될 것인지)이며, 마지막으로는 구조부가 탄화 또는 그래파이트화된 후에 후-압축되는지(즉, 구조부의 열린 공극 시스템이 하나 이상의 함침 단계를 통해 함침제로 충전되는지, 및 이어서 구조부가 다시 탄화 또는 그래파이트화 되는지)이다. 상기 영향을 미치는 인자를 다양화함으로써, 본 발명의 범위에 속하는 변형된 제조 방법이 다수 가능하다.

권사 층에 관하여, 직물 또는 프리프레그 층에 이어 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본층이 올 수 있다. 그러나, 이러한 두 층에 추가의 직물 또는 프리프레그 층 및 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본 층이 선택적으로 올 수 있으며, 이러한 방법이 바람직하다. 다른 변형 방법에 따르면, 하나 이상의 직물 또는 프리프레그층을 우선 예를 들어 임시 맨드릴 또는 코어에 감고, 이어서 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본층을 직물 또는 프리프레그로 만든 둘 이상의 층에 감는다. 이 때, 하나 이상의 직물 또는 프리프레그 층 및 하나의 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본층의 이러한 구조를 일회 또는 수회 방사상으로 반복할 수도 있다. 다른 변형된 방법에 따르면, 층의 순서는 종래의 예에서와 같이 일정하지 않으며 자유롭게 선택된다. 따라서, 예를 들어 우선 프리프레그 두 층, 이어서 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 한 층, 이어서 직물 또는 프리프레그 세층, 이어서 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 다른 층, 마지막으로 직물 또는 프리프레그 층, 그리고 나서 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본 최외각층을 적용할 수 있다. 하기에 더 기재하는 바와 같이, 적당한 부직포 재료층 또는 호일 또는 이들 모두를 여기에 기재된 권사 층 사이에 권사를 통해 삽입할 수 있다. 권사에 사용되는 직물은 수지가 없을 수 있다. 그러나, 비경화 수지로 함침되고, 이에 따라 프리프레그 특성을 갖는 것이 바람직하다. 본 발명에서 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 권사 층은, 바람직하게는 특정 각으로 서로 교차되도록 적용되는 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 두 권사층을 의미한다. 그러나, 이러한 권사층이 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 한 층만으로 구성되는 것도 가능하다. 사용된 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본은 경화되지 않은 수지로 함침 또는 도포되거나, 수지 코팅 없이 사용될 수 있다. 바람직한 변형 형태에 따르면, 전개가능한 구조부는 직물 프리프레그 및 로우빙 또는 리본의 교대층으로 제조되고, 각 로우빙 또는 리본층은 장력 응력(tension stress) 또는 스레드 장력이 증가되면서 내부로부터 외부층으로 감겨진다. 그 결과, 케이블 윈치와 유사한 방법으로 하부에 위치한 층에 미치는 압축 효과가 강화된다.

예를 들어 평직, 능직 또는 수자직과 같은 다양한 짜임새의 직물을 사용할 수 있다. 능직 및 평직이 바람직하다. 구조부가 경화된 상태로 사용되기만 하면 통상적인 모든 종류의 섬유로 직물을 구성할 수 있다. 그러나, 이들을 예를 들어 몰리브덴과 같은 금속 섬유 또는 필라멘트로 구성할 수도 있다. 구조부를 탄화 또는 탄화 및 그래파이트화하려는 경우, 직물을 셀룰로오스, 폴리아크릴로니트릴, 몰리브덴 또는 바람직하게는 탄소 또는 그래파이트 섬유로 구성한다. 큰 부하를 견딜 수 있는 구조부를 얻기 위하여 특히 바람직한 변형 방법에 따르면, 직물은 그래파이트화된 탄소 섬유, 특히 높은 모듈러스의 그래파이트 섬유로 만든 로빙으로 구성된다.

본 발명에 따르면, 탄소 섬유는 1,800℃ 이하, 바람직하게는 1,000 내지 1,400℃의 온도로 가열된 탄소로 구성된 섬유이다. 그래파이트 섬유는 1,800℃ 이상, 바람직하게는 2,200 내지 2,700℃의 온도로 가열된 탄소로 구성된 섬유이다. 탄화를 위하여, 구조부를 비-산화 대기에서 800 내지 1,600℃, 바람직하게는 900 내지 1,400℃의 온도 범위로 가열한다. 그래파이트화를 위하여, 이를 비-산화 조건하에 1,800 내지 3,000℃, 바람직하게는 2,000 내지 2,700℃ 범위의 온도로 가열한다.

본 발명에 따른 방법에 사용되는 얀은 서로 스펀(spun)된 울, 셀룰로오스, 폴리아크릴로니트릴 또는 탄소로 만든 스테이플 섬유로 구성된다. 그래파이트화된 탄소 얀은 고품질의 구조부의 제조시에 사용한다.

본 방법에 사용되는 얀은 얀 또는 로우빙을 가연하여 제조할 수 있다. 본 발명에 따라 사용되는 로우빙은 셀룰로오스, 폴리아크릴로니트릴, 또는 탄소 또는 그래파이트 섬유로 만든 상호 평행한 모노필라멘트로 구성된다. 특별한 경우, 금속 섬유, 예를 들어 몰리브덴-함유 금속 필라멘트를 사용할 수 있다. 다수의 탄소 또는 그래파이트 필라멘트, 즉 3,000 내지 60,000 범위의 다수의 탄소 또는 그래파이트 필라멘트로 만든 로우빙을 사용하는 것이 바람직하다. 폴리아크릴로니트릴을 기본으로 하여 제조한 그래파이트 섬유로 만든, 모노 필라멘트 인덱스 6,000 내지 24,000의 로우빙을 사용하는 것이 바람직하다. 탄소 또는 그래파이트 필라멘트로 만든 로우빙은 바람직하게는 장력 강도 2,000 내지 3,600 MPa 범위이며, 밀도는 바람직하게는 1.75 내지 1.90 g/㎤ 범위이다.

리본은 서로 인접 배열되어, 가로지르는 텍스타일 연결 요소로 제 위치에 고정될 수 있는 다수의 스레드, 얀 또는 로우빙으로 구성된다.

스레드, 얀, 로우빙 또는 리본층의 권사 결과로, 하부에 위치한 구조부 층은 압축되고, 직물 또는 프리프레그층의 섬유 및 수지 분포는 표준화된다.

1,800℃ 이상의 온도에서 적용하기 위하여 구조부를 제조하는 경우, 이에 필요한 모든 텍스타일 구조부를 그래파이트화된 품질로 사용하는 것이 유리하다. 그 결과, 제조 공정동안 구조부의 변형을 피할 수 있다.

본 분야에서 직물 및 선택적으로 스레드, 얀, 로우빙 및 리본 함침용 수지 및 프리프레그, 피치 또는 피치-수지 혼합물 제조용 수지로서 공지된 천연 또는 합성 수지도 이러한 목적에 사용할 수 있다. 그러나, 에폭시, 퓨란, 및 페놀 수지를 사용하는 것이 바람직하고, 구조부가 경화 후에 탄화 또는 탄화 및 그래파이트화되는 경우에 페놀 수지가 특히 바람직하다. 감기거나 경화된 구조부가 권사 코어가 없고 탄화되는 경우, 많은 경우에 있어, 이어서 이의 물리적 성질, 특히 이의 저항을 개선하기 위하여 후-압축한다. 이는 액체에 사용할 수 있는 공극 시스템을 수지, 특히 합성 수지 또는 피치로 충전하고, 이어서 이 수지 또는 피치를 탄화 또는 탄화 및 그래파이트화하는 것을 의미하는 것으로 이해된다. 탄화 동안 큰 탄소 잔기를 갖는 페놀 수지 또는 피치, 또는 합성 수지 및 피치의 혼합물을, 수회 실시도 가능하며 그래파이트화된 구조부로도 실시가능한 이러한 처리 단계에 사용하는 것이 바람직하다.

스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 권사동안 적용되는 장력 응력(이후 스레드 장력이라 함)은 큰 범위 내에서 변화 가능하다. 실제로 사용되는 스레드 장력은, 권사에 의해 도포되는 층의 원하는 압축 정도에 달려있으며, 제조하려는 구조부의 내성 및 안전성에 기본적으로 영향을 미친다. 적용되는 스레드 장력은 10 내지 300N의 범위로 다양하다. 따라서, 예를 들어 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 강도 또는 이러한 권사 층 밑에 위치한 재료의 압력 감도에 따라 약 10 내지 20N의 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본 장력을 적용할 수 있으나 이보다 높은 스레드 장력도 가능하다. 전개가능한 구조부가, 방사상 압력이 너무 높아 결과적으로 구조부 안이 비-균질하게 되는 경우에 수축될 수 있는 부직포 재료 또는 그래파이트 호일 층을 포함하면, 10 내지 200N, 바람직하게는 10 내지 100N의 비교적 낮은 스레드 장력을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 예로는, 열 절연을 위한 실린더 또는 재킷이 있다. 고부하된 튜브 또는 구조부를 제조하기 위하여 약 100 내지 250N 범위의 스레드 장력을 적용하는 것이 편리하다.

예를 들어 탄화 또는 그래파이트화되지 않은 섬유 재료로 강화된 플라스틱 물질 형태의 종이, 호일, 텍스타일 또는 프린트된 물질과 같은 물질 웹의 제조 또는 가공용 운반체, 지지체, 가이딩, 접촉 프레스 또는 적용 롤러로 사용하기 위하여 전개 가능한 구조부를 제조할 수 있다. 이를 위하여, 층을 권사한 후 이를 권단기에서 분리하여, 공지된 한 방법에 따라 수지 경화 처리한다. 텍스타일 중간부를 구조부에 포함시키고, 조성물질로 만든 고품질의 구조부를 제조하는 방식으로 경화 수지 다리를 통하여 서로 연결시키는 방법으로 고체 수지 매트릭스를 제조한다. 권사 코어 또는 맨드릴의 제거 및 처리 및 선택적으로 말단 면 및 표면의 후-처리로 구성되는 공지의 방법이 이어진다.

특정한 큰 부하 또는 고온에서의 적용을 위하여, 전개 가능한 구조부는 탄소 또는 그래파이트, 바람직하게는 탄소 또는 그래파이트 섬유로 강화된 탄소, 또는 그래파이트 섬유로 강화된 그래파이트로 구성한다. 이러한 구조부를 제조하기 위하여, 적당한 텍스타일 강화 재료 및 적당한 수지를 사용하여 제조한 구조부를 경화, 비-탄화 상태에서 산화 물질의 부재하에 탄화시킨다. 특정한 경우에는, 처리가 완료된 후, 이러한 상태에서 이들을 사용할 수 있다. 단순한 탄화 상태에서 이들의 데이터 수준이 요건을 만족시키지 못한다면, 함침 및 연이은 탄화를 통하여 이들의 요소를 일회 또는 수회 후-압축하여, 특히 강도 및 강성에 대한 데이터 수준을 크게 개선할 수 있다. 전개 가능한 구조부의 요건 프로파일에 따라 요구된다면, 그래파이트 섬유로 강화된 그래파이트 요소를 제조한다. 이를 위하여, 탄화된 상태의 구조부를 추가로 그래파이트화 처리한다. 물론, 이러한 경우에 출발점은 단순히 경화된 구조부도 가능하며, 단일 작동 단계에 이어서 탄화 및 그래파이트화 단계를 실시할 수 있다. 그리고 나서, 상기 요구되는 바와 같이 그래파이트화된 요소를 후-압축할 수 있어, 탄소 기재로 함침된 그래파이트화된 요소에 탄화만을 행하거나 탄화 및 그래파이트화를 행할 수 있다. 강화된 탄소 및 그래파이트 구조부를 제조하는 경우, 구조부에 그래파이트 섬유, 특히 소위 고모듈러스 그래파이트 섬유의 큰 탄성 계수 및 우수한 내성을 이용하기 위하여, 그리고 제조 공정동안 구조부가 변형되는 것을 막기 위하여, 그래파이트화된 직물 및 로우빙은 권사 요소를 권사하는 동안 미리 사용하는 것이 바람직하다.

상기로부터, 본 발명에 따른 방법은 다수의 변형된 방법으로 구체화될 수 있으며, 그 결과로 다수의 다른 형태의 전개 가능한 구조부를 때때로 매우 다른 성질로 제조할 수 있다. 당업자는 구조부에 대한 지식 및 기술적 요구에 기초하여 다양한 변형된 방법을 사용하여 이를 결정해야 한다. 이 때, 선택적으로 본 명세서에 교시된 간단한 시험을 이용할 수 있다.

전개 가능한 구조부의 벽 두께는 수 밀리미터로부터 120mm까지 가능하다. 직물, 프리프레그, 스레드, 얀, 로우빙, 리본 및 수지로부터 단독으로 구성된 구조부에서 벽 두께는 3 내지 30mm의 범위가 바람직하며, 고온 소자용 요소의 경우와 같이 추가로 부직포 물질 또는 호일층을 함유하는 구조부는, 30 내지 80mm 범위의 벽 두께가 바람직하다.

제조한 구조부의 원하는 적용분야에 따라, 직물 또는 직물 프리프레그의 감긴 층 또는 층들, 및 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 층 또는 층들에 추가하여 하나 이상의 부직포 재료 층을 구조부에 삽입할 수 있다. 탄화 또는 탄화 및 그래파이트화를 통하여 셀룰로오스 섬유 부직포 재료 또는 폴리아크릴로니트릴 섬유 부직포 재료로부터 제조되는 탄소 섬유 부직포 재료 또는 그래파이트 섬유 부직포 재료가 한편으로 이러한 부직포 재료용 재료로서 적합하다. 부직포 재료를 형

성하기 위하여 니들링하거나 탄화된 피치 섬유로부터 제조된 부직포 재료를 그래파이트화함으로써, 탄화 또는 그래파이트화된 피치 섬유로부터 이러한 경우에 사용될 수 있는 다른 종류의 탄소 또는 그래파이트 섬유 부직포 재료를 제조한다. 그러나, 산화 알루미늄 섬유, 바살트(basalt) 섬유 또는 락울(rockwool)로 만든 부직포 재료 또는 셀룰로오스 또는 폴리아크릴로니트릴 섬유계 부직포 재료와 같은 세라믹 부직포 재료도 사용할 수 있다. 특히 부직포 재료층을 함유하는 전개 가능한 구조부에 우수한 열 절연성이 요구되는 경우, 셀룰로오스 부직포 재료로부터 제조되는 그래파이트 부직포 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 다양한 성질을 갖는 다수의 다른 부직포 재료를 사용할 수 있으며, 구조부의 적용 목적에 따라, 바람직하게는 온도 요건에 따라 특정한 부직포 재료를 사용할 수 있는 것으로 보아야 한다. 부직포 재료층 또는 다수의 부직포 재료층의 두께는, 원하는 적용 목적에 따른 기술적 요건에 추가하여, 제조하려는 구조부의 최종 크기에 따라 선택한다. 일반적으로, 권사 후 부직포 재료층의 두께는 2 내지 20mm이며, 5 내지 10mm가 바람직하다. 벽 두께가 큰 구조부를 제조하려는 경우에는 두께를 20mm 이하로 하는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 전개 가능한 구조부는, 부직포 재료 대신에 하나 이상의 호일층을 함유하거나, 부직포 재료층 또는 층들에 추가하여 호일층 또는 층들이 감길 수도 있다. 이런 경우에, 고온 내성 및 화학제 내성이며 가스와 유체가 스미지 않고, 그래파이트화 처리에 견디거나 그 특성으로 변하는 그래파이트 호일이 특히 적합하다. 그러나, 적용 목적에 따라 요구된다면, 예를 들어 몰리브덴 또는 구리를 기본으로 하는 금속 호일도 사용할 수 있다. 각 경우에 사용되는 호일 물질을 제조 공정 및 사용 동안 구조부가 노출되는 열 및 화학 조건에 적합하게 하는 것은 중요하다. 호일을 사용하는 경우, 예를 들어 가스 및 유체가 스미지 않고, 비-산화 내지 약 산화성 매질에 대하여 현저한 화학 내성을 가지며, 2,000℃ 이상의 온도 범위에서도 우수한 열 절연성을 갖는 튜브 또는 실린더와 같은 전개 가능한 구조부를 제조할 수 있다. 이러한 구조부는 우주공학, 고온 공학 및 반도체 공학에 사용한다. 호일의 두께는 또한 전개 가능한 구조부의 제조 및 적용 요건에 따라 선택한다. 통상적으로, 0.2 내지 1mm 두께의 호일을 사용하며, 호일 두께는 약 0.5mm가 바람직하다. 특별한 경우나 구조부 직경이 큰 경우에, 1 mm 이상의 두께를 갖는 호일을 사용하는 것도 물론 가능하다.

직물 프리프레그층의 두께는 0.20 내지 2.00mm 범위가 될 수 있고, 약 0.5 내지 1.0mm 두께를 선택하는 것이 바람직하다. 매우 정교한 직물을 사용하는 경우, 다수의 직물 프리프레그층을 서로 상부에 라미네이트하는 것이 바람직할 수 있으며, 셋 또는 네 층을 서로 상부에 두는 것이 바람직하다. 이러한 다수의 직물층은 예를 들어 총 두께가 약 2mm일 수 있다. 다수의 직물 프리프레그층이 서로 위에 배열되는 경우, 이러한 층들의 두께가 동일할 필요는 없다. 이는 스레드, 얀, 로우빙, 리본 및 부직포 재료 또는 호일의 권사층에 동일하게 적용된다.

직물 또는 직물 프리프레그층 대 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본 층의 비는 1:1 내지 4:1의 범위가 바람직하다. 제조하려는 전개 가능한 구조부의 직경 또는 벽 두께에 따라 다수의 층을 제공할 수도 있다.

권사동안 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 각은 권사 축, 즉 전개 가능한 구조부의 길이축에 대하여 ±20 내지 ±90°의 범위가 바람직하다. 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본의 각 층에 대하여 다른 권사 각을 설정할 수 있다. 특히 권사 각을 적당히 선택함으로써 전개 가능한 구조부의 기계적 및 특정 전기적 성질에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 권사 각은 제조하려는 구조부의 성질에 따라 선택한다. 구조부가 특히 휨 응력(flexural stresses)을 견뎌야하는 경우에 ±20°의 범위로 권사 각을 설정한다. ±80°내지 ±90°범위의 권사 각은, 제조된 구조부가 높은 압력을 흡수할 수 있도록 하는 효과를 갖는다. 이는 구조부가 고온 프레싱 다이로 사용되는 경우에 특히 중요하다. 70 내지 90°의 각도에서 권사는 핀 칼라 없이 일어날 수 있다. 그러나, 70°이하의 권사 각에는 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본이 슬라이딩 또는 무빙되는 것을 막는 핀 칼라가 사용되어야 한다.

권사동안 층의 속도는 약 20 내지 200 m/min의 범위가 바람직하다. 사용 속도는 우선 제조하려는 구조부의 직경에 따라 선택한다. 원칙적으로, 속도는, 구조부의 직경이 클수록 느리게 조정하는 것이 바람직하다.

본 발명을 하기 선택된 몇몇 실시예로 더욱 설명한다.

실시예 1

그 직물이 6,000개의 모노필라멘트로 구성되는 그래파이트 섬유 로우빙으로부터 능직 짜임새로 제조되는 페놀 수지-함유 직물 프리프레그를 사용하여 전개 가능한 구조부를 제조하였다. 직물의 단위면적 당 중량은 420g/㎡이었다. 직물 프리프레그 층을 도포하기 위하여, 24,000개의 고모듈러스 그래파이트 모노필라멘트로 구성되는 로우빙을 사용하였다. 모노필라멘트는 밀도 1.8g/㎥(DIN 65569에 따라 측정), 장력 강도 약 2,400 MPa(DIN ENV 1007-4)였다. 이들 섬유의 절단시 신도는 0.6 내지 1.0%(DIN ENV 1007-4로 측정)이다. 이러한 직물 프리프레그 및 로우빙을 권단기에서 표면에 분리제가 미리 제공되어 있는 직경 200mm인 맨드릴에 감았으며, 층의 순서 및 로우빙의 스레드 장력은 다음과 같았다.

제 1층: 프리프레그 겹 두께 0.6mm

제 2층: 로우빙(장력 응력 70N) 겹 두께 1.2mm

제 3층: 프리프레그 겹 두께 0.6mm

제 4층: 로우빙(장력 응력 80N) 겹 두께 1.3mm

제 5층: 프리프레그 겹 두께 0.6mm

제 6층: 로우빙(장력 응력 90N) 겹 두께 1.2mm

로우빙의 권취각은 각 층에서 구조부의 길이축에 대하여 ±80°이었다. 즉, 한 층의 로우빙을 각 +80°로 감았고, 한 층의 로우빙을 -80°로 맨 위에 감았다. 이어서, 권사 맨드릴에 위치한 권사 요소를 권단기에서 분리하고, 경화로에서 190℃로 경화하되, 4시간동안 가열하고 2시간동안 두었다. 경화된 구조부를 냉각시킨 후, 권사 맨드릴을 빼내고(즉, 제거), 구조부를 소정의 길이로 전-처리하였다. 이어서, 이를 비-산화 대기에서 1주에 걸쳐 탄화시키되, 최종 온도 950℃ 및 체류 시간 24시간으로 하였다. 그리고나서, 탄화된 구조부를 진공 압력 처리를 통하여 함침 압력 6바로 피치를 사용하여 일회 함침시킨 후, 이미 기재한 바와 같이 다시 탄화시켰다. 이어서, 후-압축 및 탄화된 구조부를 비-산화 조건하에 2,000℃의 온도로 그래파이트화하였다. 그래파이트화 로의 냉각 및 제거 후, 고온 보호 대기 로에서 미앤더링 굴곡을 갖는 실린더형 가열 요소를 형성하기 위하여 밀링 및 터닝으로 구조부를 가공하였다.

실시예 2

하기 구조부는 고온 보호 대기 로에서 절연 및 보호 실린더로 사용하기 위하여 제공하였다.

택스처(능직) 및 기본 섬유(그래파이트 섬유)가 실시예 1과 동일한 페놀 수지-함유 직물 프리프레그를 사용하여, 내부 직경 600mm, 벽 두께 40mm, 및 길이 800mm인 이러한 전개 가능한 튜브형 구조부를 제조하였다. 그러나, 이 실시예에서 직물은 대조적으로 12,000 개의 필라멘트로 구성된 로빙으로 구성되며, 약 0.5mm의 두께, 440g/㎡의 단위 면적당 중량을 갖는다. 도포용 로빙은, 밀도 약 1.83g/㎤(DIN 65569에 따라) 및 모노필라멘트에 관하여 장력 강도 약 3,000 MPa(DIN ENV 1007-4)인 12,000개의 고모듈러스 그래파이트 모노필라멘트로 구성된다. 이 때, 그래파이트 호일 및 그래파이트 부직포 재료 층을 추가로 감았다. 그래파이트 호일은 두께 0.5mm, DIN ISO 536에 따른 밀도 1.0g/㎤ 및 단위 면적당 중량 1,000g/㎡이었다. 호일층이 이후에 적용되는 프리프레그 층에 결합되는 것을 개선하기 위하여, 그래파이트 호일의 접촉면을 접착 수지로 도포한 후 이어서 프리프레그층을 권사하였다. 그래파이트 부직포 재료

는, 탄화 및 그래파이트화를 통하여 셀룰로오스 섬유로 구성되는 부직포 재료로 제조하였다. 이는 10mm의 두께, DIN 53854에 따른 단위면적당 중량 약 1,000g/㎡이었다. 이러한 직물 프리프레그, 로우빙, 그래파이트 호일 및 그래파이트 부직포 재료를 권단기 상에서 표면에 분리제가 미리 도포되어 있는 600mm 직경의 맨드릴에 감았으며, 층 순서 및 로우빙의 스레드 장력은 다음과 같았다.

제 1 순서의 층: 프리프레그 4중 겹, 총 겹 두께 2mm.

제 2층: 로우빙 2중 겹, 0.5mm의 두께, 스레드장력 100N, 제 1 겹의 권취각 +80°, 제 2 겹의 권취각 -80°.

제 3층: 그래파이트 호일의 겹, 겹 두께 0.5mm.

제 4층: 그래파이트 부직포 재료의 겹, 겹 두께 10mm.

제 5층: 그래파이트 호일의 겹, 겹 두께 0.5mm.

제 6층: 프리프레그 겹, 겹 두께 0.5mm.

제 7층: 로우빙 이중 겹, 0.5mm 두께. 스레드장력 100N, 제 1 겹의 권취각 +80°, 제 2 겹의 권취각 -80°.

제 8층: 그래파이트 호일의 겹. 겹 두께 10mm.

제 9층: 그래파이트 호일의 겹. 겹 두께 0.5mm.

제 10층: 프리프레그의 겹, 겹 두께 0.5mm.

제 11층: 로우빙 이중 겹, 0.5mm 두께. 스레드장력 120N, 제 1 겹의 권취각 +80°, 제 2 겹의 권취각 -80°.

제 12층: 그래파이트 부직포 재료 시트, 겹 두께 10mm.

제 13층: 그래파이트 호일의 겹. 겹 두께 0.5mm.

제 14층: 프리프레그의 겹, 겹 두께 0.5mm.

제 15층: 로우빙의 4중층, 총 겹 두께 2.0mm, 스레드 장력 130N, 권취각 ±80°.

상기 층으로 구성되는 구조부는 권사 후에 총 두께 40mm였다. 권사 맨드릴에 위치한 감겨진 요소를 실시예 1에 기재된 바와 같이 권단기으로부터 분리하였고, 경화, 탄화 및 그래파이트화하였다. 그러나, 실시예 1의 절차와 대조적으로, 구조부를 탄화된 상태에서 후-압축하지 않았다. 이어서, 그래파이트화된 구조부를 소정 길이로 처리하고, 측정 및 조작 장치용 구멍을 제공하였다. 부직포 재료 층이 포함됨에 따라 구조부에 탁월한 열 절연 성질이 얻어졌다. 시험에서, 실린더 내부 온도는 1,600℃이고 이의 외부 온도는 400℃였다. 또한, 실린더는 그래파이트 호일층이 포함되었기 때문에 증기 및 가스 배리어로 작용하였다.

실시예 3

직물이 6,000개의 모노필라멘트로 구성되는 그래파이트 섬유 로빙으로부터 능직 짜임새로 제조되는 페놀 수지-함유 직물 프리프레그를 사용하여 전개 가능한 구조부를 제조하였다. 직물의 단위 면적당 중량은 420g/㎡이었다. 사용되는

로빙은, 밀도 약 1.83g/㎤(DIN 65569에 따라) 및 모노필라멘트에 관하여 장력 강도 약 3,000 MPa(DIN ENV 1007-4에 따라)인 12,000개의 고모듈러스 그래파이트 모노필라멘트로 구성되었다. 이러한 섬유의 절단시 신도는 0.6 내지 1.0% 범위(DIN ENV 1007-4에 따라 측정)이다. 이러한 직물 프리프레그 및 로우빙을 권단기 상에서 표면에 분리제가 미리 제공되어 있는 1,145mm 직경의 맨드릴에 감았으며, 층 순서 및 로우빙의 스레드 장력은 다음과 같았다.

제 1층: 직물 프리프레그 3중 겹, 총 겹 두께 1.5mm.

제 2층: 로우빙 2중 겹, +80° 및 -80°의 권취각, 로우빙당 스레드장력 90N. 겹 두께 1.3mm.

제 3층: 직물 프리프레그 3중 겹, 총 겹 두께 3.5mm.

제 4층: 단순한 로우빙 겹, 권취각 +80°, 스레드장력 180N, 겹 두께 0.7mm.

권사 맨드릴에 위치한 감겨진 요소를 실시예 1에 기재된 바와 같이 권단기로부터 분리하였고, 경화, 탄화 및 그래파이트화하였다. 그러나, 실시예 1에 따른 처리 방법과 대조적으로, 구조부를 탄화된 상태에서 후-압축하지 않았다. 제조된 전개 가능한 구조부는 외부 직경 1,150mm, 내부 직경 1,140mm 및 길이 850mm였다. 이는 반도체 제조용 로에서 열차폐물로 사용되도록 고안된다.

실시예 4

이 실시형태에서, 각 경우에 감겨질 로우빙을 함유 및 위치시키기 위하여 맨드릴의 양측에 핀 칼라를 갖는 통상의 권사 장치로, 전개 가능한 구조부용 블랭크를 제조하였으며, 블랭크는 특히 20°의 권사 각으로 로우빙 층을 함유하였다. 층 두께 0.3mm의 레졸형 페놀 수지(프리프레그 단위 면적당 중량, 433g/㎡)로 함침되었으며, 단위 면적당 중량 225g/㎡인 그래파이트 섬유 로우빙(로우빙 당 3,000 필라멘트)으로 만든 능직 짜임새 2/2 직물로 제조한 프리프레그를 제 1층으로서 직경 210mm의 맨드릴에 적용하였다. 이어서, 이 제 1층을 1차로 +20°및 2차로 -20°의 권취각을 사용하여 스레드 장력 70N의 로우빙으로 도포하였다. 로우빙 두 층으로 구성되는 이러한 제 2 권사층은 두께가 1.2mm였다. 사용된 로우빙은 24,000개의 그래파이트 필라멘트로 구성되었다. 이 로우빙 필라멘트는 벌크 밀도 1.8g/㎤(DIN 65569에 따라), 장력 강도(DIN ENV 1007-4에 따라) 2,400MPa 및 절단시 신도(DIN ENV 1007-4에 따라) 0.6 내지 1.0%였다. 제 1 권사층에 사용되는 것과 동일한 0.3mm 두께의 제 3 프리프레그 층을 이러한 제 2 층 위에 감았다. 제 2층에 사용되는 것과 같은 로우빙으로 만든 1.2mm 두께의 제 4 층을 이 제 3 층에 적용하였다. 이 층도 제 2층과 같이 우선 +20°의 권사 각, 두번째로 -20°의 각으로 감긴 로우빙 두 층으로 구성되었다. 이러한 제 2층과 달리, 이 때 권사동안의 스레드 장력은 80N였다. 이어서, 제 1층 및 제 3층의 프리프레그층과 재료 및 구성 면에서 상응하는 0.3mm 두께의 프리프레그층을 제 5층으로 적용하였다. 90N의 스레드장력으로 + 및 - 80°의 권사 각으로 이중층으로 감겨진 로우빙으로 만든 외부 가장자리가 제 6층을 형성하였다. 이러한 목적을 위하여, 이전의 두층 및 네 층에도 사용되었던 것과 동일한 로우빙을 사용하였다. 권사 공정 후, 이어서 권사 요소를 권사 맨드릴으로부터 분리하고 나서, 900℃에서 탄화시키고, 이어서 2,000℃에서 그래파이트화하였다. 이런 식으로 제조된 전개 가능한 구조부는 고온 보호 대기 로에서 매우 단단한 베어링 롤러의 역할을 하였다.

본 발명은 개략적으로만 설명한 도면을 참조하여 하기에 더 설명한다.

도 1, 2 및 3은 본 발명에 따른 감겨진 재료 층으로 만든 전개 가능한 구조부의 구성을 구조부 길이축에 수직 단면으로 도시한다. 도 4는 가능한 처리 순서를 흐름도로 나타낸 것으로, 이에 따라 본 발명에 따른 전개 가능한 구조부를 제조할 수 있다.

도 1은 그래파이트 섬유로 강화된 탄소로 만들었으며 외부 압력에 영향을 받도록 고안된 구조부를 나타낸다. 구조부(1)를 제조하는 경우, 가장 안쪽의 겹(2)은 페놀 수지-함유 프리프레그로 감았으며, 이의 기본 직물은 능직 짜임새를 가

졌고, 고모듈러스 그래파이트 필라멘트로 만든 로우빙으로부터 제조되었다. 이러한 경우, 직물의 날실 스레드는 구조부의 길이축에 수직으로 정렬되는 방식으로 권사되었다. 제 2 겹(3l;3r)은 두 층(3l, 3r)으로 구성된다. 권사하는 동안, 이는 구조부의 길이축에 대하여 기울기 -85°(3l)로 한 번, 기울기 +85°(3r)로 한번 감겨진 고모듈러스 그래파이트 필라멘트로 만든 페놀 수지-함유 로우빙으로 구성되었다. 이어서, 리넨 짜임새로 직조된 기본 직물이 고모듈러스 그래파이트 필라멘트로 만든 로우빙으로부터 제조된, 페놀 수지로 함침된 프리프레그로 만든 제 3 겹(4)을 적용하였다. 이 층에, 제 2 겹(3l;3r)처럼 구성되고 이보다 큰 스레드 장력으로 감긴 이중층(3'l;3'r)을 이어서 제 4 겹로서 적용하였다. 이러한 제 4 겹에 이어서, 구성 및 배향 면에서 제 1 겹의 프리프레그(2)에 상응하는 프리프레그로 만든 층을 제 5 겹(2')로 감았다. 고모듈러스 그래파이트 필라멘트 로빙(5)으로 만든 페놀 수지-함유 리본을 가장 바깥쪽의 제 6 겹(5)으로서 구조부의 길이축에 대하여 90°의 권사 각으로, 스레드 장력을 제 4 겹의 로우빙(3l;3r)을 감았던 스레드 장력보다 크게 하여 감았다. 권사 맨드릴을 뽑은 후 권사 요소를 경화처리하고 탄화하였다.

도 2는 고온 보호 대기 로에서 증기 또는 가스 배리어를 갖는 열 절연 실린더로서 사용하고자 하는 전개 가능한 구조부(1')를 도시한다. 수지 구조부의 경화 전의 제조공정 동안 각 층이 무엇으로, 무엇으로부터 어떻게 구성되는지에 대한 설명은 하기와 같다. 경화 후, 이어서 구조부는 탄화 및 그래파이트화되었다. 제 1 겹은 그래파이트로 구성되고 에폭시 수지로 함침된 평직 직물의 세 층(4;4';4")으로 구성되었다. 이 위에, 탄소 스테이플 섬유로 만들어지고 에폭시 수지를 함유하는 그래파이트화된 얀 두 층(3l 및 3r)을, 제 2 겹(3l, 3r)로서 각 -80°(3l) 및 +80°(3r)로, 스레드 장력을 40N로 하여 감았다. 제 3 겹(6)은 수지로 함침되지 않은 두께 8mm의 그래파이트화된 셀룰로오스 부직포 재료로 구성하였다. 이 제 3 겹(6)에, 말단이 시트 웹의 임팩트 위치와 약간 겹쳐져 있으며 두께 0.2mm인 몰리브덴(7) 시이트로 된 제 4 겹(7)을 적용하였다. 이 위에 위치한 제 5 겹(3'r; 3'l)은, 구조부의 길이축에 대하여 권사 각 +80°(3'r)로 한번, 권취각 -80°(3'l)로 다시 한번 적용되었으며 스레드 장력이 120N인 그래파이트 필라멘트의 페놀 수지-함유 로우빙 두 층(3'r; 3'l)으로 구성하였다. 텍스타일 기초가 능직 짜임새로 그래파이트 얀으로부터 만든 직물인 페놀 수지-함유 프리프레그 이중층(2;2')을 제 6 겹(2;2')으로서 적용하였다. 바깥쪽의 제 7 겹(3" r;3" l)은, 그래파이트 필라멘트로 만든 페놀 수지-함침된 로우빙을 사용하여 각 +80°(3" r)로 한번 감고 각 -80°(3" l)로 다시 한번 감은 두 층으로 구성하였으며 스레드 장력은 150N로 감았다.

도 3은 비-경화된 상태로 권사 후 벤딩되도록 고안된 전개 가능한 구조부(1")를 도시한다. 이러한 구조부는, 운반을 위하여 탄소 섬유로 강화된 플라스틱 물질로 만들어진 롤 또는 롤러 형태로 경화 및 최종 처리 후, 또는 필름, 종이 또는 텍스타일과 같은 연속 웹을 일반적인 실온에서 추가 처리한 후에 사용할 수 있었다. 다른 변형된 용도에 따르면, 기본 요소에 함유된 수지를 경화시킨 후, 구조부를 탄화 및 그래파이트화하였다. 내부 겹(2i;2i')은 고모듈러스 그래파이트 필라멘트의 로우빙으로 만든 능직에 기초한 페놀 수지-함유 직물 프리프레그로 만든 두 층(2i;2i')으로 구성한다. 직물의 씨실 스레드를 권사 요소의 길이축에 평행하게 정렬하는 방식으로 권사를 실시하였다. 제 2 겹(3l;3r)은 두 핀 칼라를 사용하여 구조부의 길이축에 대하여 각 -20°(3l)로 한번, 각 +20°(3r)로 다시 한번, 스레드 장력 30N으로 감은 페놀 수지로 함침된 고모듈러스 그래파이트 필라멘트로 만든 로우빙(3l,3r)의 두 층으로 구성하였다. 이어서, 제 3 겹(2m)은 페놀 수지를 함유하고 제 1층(2i;2i')에 사용되었던 프리프레그와 구성 및 배향이 상응하는 프리프레그로 만든 층으로 구성하였다. 제 4 겹(3'l;3'r)은 제 2 겹(3l;3r)에 사용된 로우빙과 구성 및 전-처리가 상응하는 로우빙으로 만든 두 층(3'l;3'r)으로 구성하였다. 그러나, 이와 달리 이 경우에 로우빙은 권사 각 -75°(3'l) 및 +75°(3'r), 스레드 장력 140N로 감았다. 이에 적용하는 제 5 겹(2a, 2a')은 제 1 (2i, 2i') 및 제 3층(2m)에 사용되었던 직물 프리프레그와 구성 및 배향이 상응하는 직물 프리프레그로 만든 두 층(2a, 2a')으로 구성하였다. 또한, 고모듈러스 그래파이트 필라멘트로 만든 페놀 수지를 함유하는 로우빙으로부터 두 층(3" l, 3" r)으로 구성되며, 구조부의 길이축에 대하여 각 -85°(3" l)로 한 번, +85°(3" r)로 다시 한 번 감은 외부 제 6 겹(3" l;3" r)을 다시 형성하였다.

도 4로부터 유추가능한 처리 단계는 본 분야에서 공지된 장치로 실시할 수 있다. 따라서, 이러한 점에서 이를 더 정확히 기재할 필요는 없다. 블록 다이어그램은 두 저장 용기(I,II)를 도시한다. 용기(I)는 직물, 스레드, 얀, 로우빙, 리본 및 부직포 재료 또는 호일과 같은 무-수지 출발 재료를 함유한다. II는 직물, 스레드, 얀, 로우빙, 리본 및 부직포 재료 또

는 호일과 같은 수지 출발 재료를 함유한다. 전개 가능한 구조부를 제조하기 위하여, 공급기(I)로부터의 무-수지 직물을 권사 장치(III)에서 임시 맨드릴 상에 감은 후, 공급기(II)로부터의 수지-함침된 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본으로 도포하였다. 공급기(II)로부터의 프리프레그를 맨드릴에 감은 후, 공급기(I)로부터의 무-수지 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본으로 도포할 수도 있다. 도시하지 않았으나, 이러한 권사 요소는 때때로 권사 후 수지로 함침된다. 그러나, 공급기(II)로부터의 수지로 함침된 프리프레그, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본을 권사 장치(III)에서 처리하여 예비 제품 요소를 형성하는 것이 바람직하다. 추가의 호일 또는 부직포 재료를 권사 요소에 포함시키려 하는 경우, 이는 일반적 및 비-배타적으로 무-수지로 공급기(I)에서 공급된다. 몇몇 경우에 있어서, 권사(III)하는 동안 하나 이상의 평평한 표면 상에서 호일에 수지 접착층을 제공한다. 본 발명의 상세한 설명에, 권사하는 동안 공급기(I, II)로부터의 다양한 원료를 결합 및 배열할 수 있는 다양한 가능성이 기재되어 있다. 이어서, 권사 공정(III) 후 얻어진 권사 요소를, 안에 담겨진 수지 분획을 경화하는 장치(IV)에 넣는다. 변형된 방법에 따르면, 이런 방식으로 얻어진 섬유 재료로 강화된 플라스틱 물질 요소를 기계적으로 처리 및 마무리(V)하기 위한 장치에서 더 처리하여 완성된 구조부를 형성할 수 있다. 다른 변형된 방법에 따르면, 권사 코어로부터 분리되었으며 경화된 수지를 함유하는 전개 가능한 구조부를, 탄화 가능한 모든 구조부를 탄소로 전환시키는 장치(VI)에 공급한다. 가능한 한 형태에 따르면, 이런 방식으로 얻어진 탄소 요소를 기계적 처리 및 완성을 위한 장치(VII)에서 더 처리하여 완성된 구조부를 형성한다. 가능한 제 2 형태에 따르면, 함침 장치(VIII)에서 탄소를 함유하는 적당한 유체 시약으로 능직을 함침하고, 함침된 요소를 탄화 장치에서 다시 탄화하여, 침투되어 있는 탄소 기재를 탄화한다. 후-압축으로 불리며 구조부의 특징 프로파일을 개선하는 이러한 공정을 일회 이상 실시할 수도 있다. 이러한, 후-압축되어 단순히 탄화된 구조부(VIII+IX)를 장치(VII)에서 더욱 처리하여 완성된 구조부를 형성할 수도 있으나, 도시는 않는다. 그러나, 이들을 장치(X)에서 그래파이트화 처리하는 것이 바람직하다. 완성된 구조부(VII)를 형성하기 위하여 바로 처리 또는 (VIII+IX)에서 후-압축되지 않는 장치(VI)로부터의 탄화된 구조부를 장치(X)에서 처리할 수도 있다. 이런 식으로 얻어진 그래파이트화된 구조부는 다시 후-압축(VIII + IX)할 수 있고, 이어서 가능한 추가 처리 단계[VII(도시하지 않음), 또는 X] 중 하나를 적용할 수 있으며, 이 구조부가 요구 사항 및 비용을 만족시키는 것으로 보이는 경우에만 이를 실시한다. 그러나, 구조부는, 장치(XI)에서 그래파이트화된 후 완성된 구조부를 형성하도록 더 처리되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

본 발명에 의하면 주름 또는 감긴 재료부의 이동에 따른 결함이 없고 더 균일하고 개선된 기계 및 전기적 성질을 가지며, 기계적 공정동안 개선된 특성을 나타내는 구조부를 단순하면서 비용이 낮은 공정에 의해 얻을 수 있다.

이러한 구조부는 스테이 파이프 또는 서포트 롤러, 보호 튜브, 가열 파이프, 열 절연 실린더 또는 고온-프레스 다이로 사용하는 것이 바람직하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

하나 이상의 수지-함침된 직물 또는 프리프레그 층(2;4) 및 하나 이상의 수지-포화 또는 무-수지의 감겨진 스레드(3), 얀(3), 로우빙(3) 또는 리본(3)으로 만든 층을, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)으로 만든 각 층을 권사(III)하는 동안에 적어도 일정한 스레드 장력으로 성형 임시 맨드릴 상에 적용함으로써 섬유 조성물로 만든 전개 가능한 구조부를 제조하는 방법으로서, 상기 구조부의 최외각 겹은 감겨진 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)으로 구성되고, 얻어진 구조부(1)는 권사 공정(III)후에 경화(IV)되거나 경화(IV) 및 탄화(VI)되거나, 경화(IV), 탄화(VI) 및 그래파이트화(X)되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 구조부(1)는 둘 이상의 직물 프리프레그층(2;4) 및 둘 이상의 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3) 층으로 제조되고, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)의 각 층은 전에 감겨진 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3) 층보다 큰 스레드 장력으로 감겨지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 구조부(1)는 권사 공정(III)동안 어느 때에도 중간 처리를 위해 권단기으로부터 분리될 필요가 없는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1항, 2항 또는 3항에 있어서, 상기 권사 요소(1)는 층을 적용하는 사이에 도중에 경화되지 않는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 1항 내지 4항 중의 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 부직포 재료(6) 층이 권사(III) 동안 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 탄소 섬유, 그래파이트 섬유, 셀룰로오스 섬유, 폴리아크릴로니트릴 섬유, 세라믹 섬유로 만든 부직포 재료 그룹 중에서 선택된 하나 이상의 부직포 재료(6)가 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 1항 내지 6항 중의 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 호일 층(7)이 권사(III) 동안에 추가로 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 그래파이트 호일 또는 금속 호일로부터 선택된 하나 이상의 호일(7)이 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 8항에 있어서, 몰리브덴을 함유하는 하나 이상의 호일(7)이 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 1항 내지 9항 중의 어느 한 항에 있어서, 기본 직물이 탄소, 그래파이트 또는 몰리브덴으로 만든 섬유로 구성되는 프리프레그(2;4)가 권사(III)에 사용되고, 탄소, 그래파이트 또는 몰리브덴으로 만든 모노필라멘트 또는 섬유로 구성되는 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)이 권사(III)에 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 1항 내지 10항 중의 어느 한 항에 있어서, 직물 프리프레그(2;4)를 얻기 위하여 페놀 수지, 에폭시 수지, 피치 또는 이의 혼합물로 함침되어 있는 직물이 권사(III)에 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 1항 내지 11항 중의 어느 한 항에 있어서, 각각 초기 상태에서 0.20 내지 2.00mm 범위의 두께를 갖는 프리프레그 층(2;4)이 권사에 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 1항 내지 11항 중의 어느 한 항에 있어서, 각각 초기 상태에서 0.50 내지 1.00mm 범위의 두께를 갖는 프리프레그 층(2;4)이 권사(III)에 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 1항 내지 13항 중의 어느 한 항에 있어서, 10,000 내지 60,000개의 모노필라멘트로 구성되는 로우빙(3)이 권사에 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 14항에 있어서, 1.75 내지 1.90g/㎤의 밀도를 갖는 그래파이트 모노필라멘트 또는 탄소로 구성되는 로우빙(3)이 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 15항에 있어서, 2,200 내지 5,000 Mpa 범위의 장력 강도를 갖는 로우빙(3)이 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제 1항 내지 16항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 권사(III)는 직물 프리프레그(2;4) 층 대 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본 권사(3) 층의 층수 비율이 1:1 내지 4:1인 방식으로 행해지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제 1항 내지 17항 중의 어느 한 항에 있어서, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)이 ±20 내지 ±90° 범위의 각으로 감겨지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제 1항 내지 18항 중의 어느 한 항에 있어서, 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3)이 스레드, 얀, 로우빙 또는 리본(3) 당 10 내지 250N 범위의 스레드 장력 및 20 내지 200m/min 범위의 속도로 권사되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20.

제 1항 내지 19항 중의 어느 한 항에 따른 방법으로 제조가능한 섬유 조성물로 만든 전개 가능한 구조부(1).

청구항 21.

제 20항에 있어서, 부직포 재료(6)로 만든 하나 이상의 층 및/또는 호일(7)로 만든 하나 이상의 층을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 구조부(1).

청구항 22.

제 20항 또는 21항에 있어서, 안쪽으로부터 바깥쪽으로 하기의 순서를 갖는 층 구조인 것을 특징으로 하는 구조부(1):

제 1층: 직물 프리프레그

제 2층: 로우빙

제 3층: 직물 프리프레그

제 4층: 로우빙

제 5층: 직물 프리프레그

제 6층: 로우빙

청구항 23.

제 20항 또는 21항에 있어서, 안쪽으로부터 바깥쪽으로 하기의 순서를 갖는 층 구조인 것을 특징으로 하는 구조부(1) :

제 1층: 네 겹의 직물 프리프레그

제 2층: 한 겹의 로우빙

제 3층: 한 겹의 그래파이트 호일

제 4층: 한 겹의 부직포 재료

제 5층: 한 겹의 그래파이트 호일

제 6층: 한 겹의 직물 프리프레그

제 7층: 한 겹의 로우빙

제 8층: 한 겹의 부직포 재료

제 9층: 한 겹의 그래파이트 호일

제 10층: 한 겹의 직물 프리프레그

제 11층: 한 겹의 로우빙

제 12층: 한 겹의 부직포 재료

제 13층: 한 겹의 그래파이트 호일

제 14층: 한 겹의 직물 프리프레그

제 15층: 한 겹의 로우빙

청구항 24.

제 20항 또는 21항에 있어서, 안쪽으로부터 바깥쪽으로 하기의 순서를 갖는 층 구조인 것을 특징으로 하는 구조부(1) :

제 1층: 세 겹의 직물 프리프레그

제 2층: 한 겹의 로우빙

제 3층: 세 겹의 직물 프리프레그

제 4층: 한 겹의 로우빙

청구항 25.

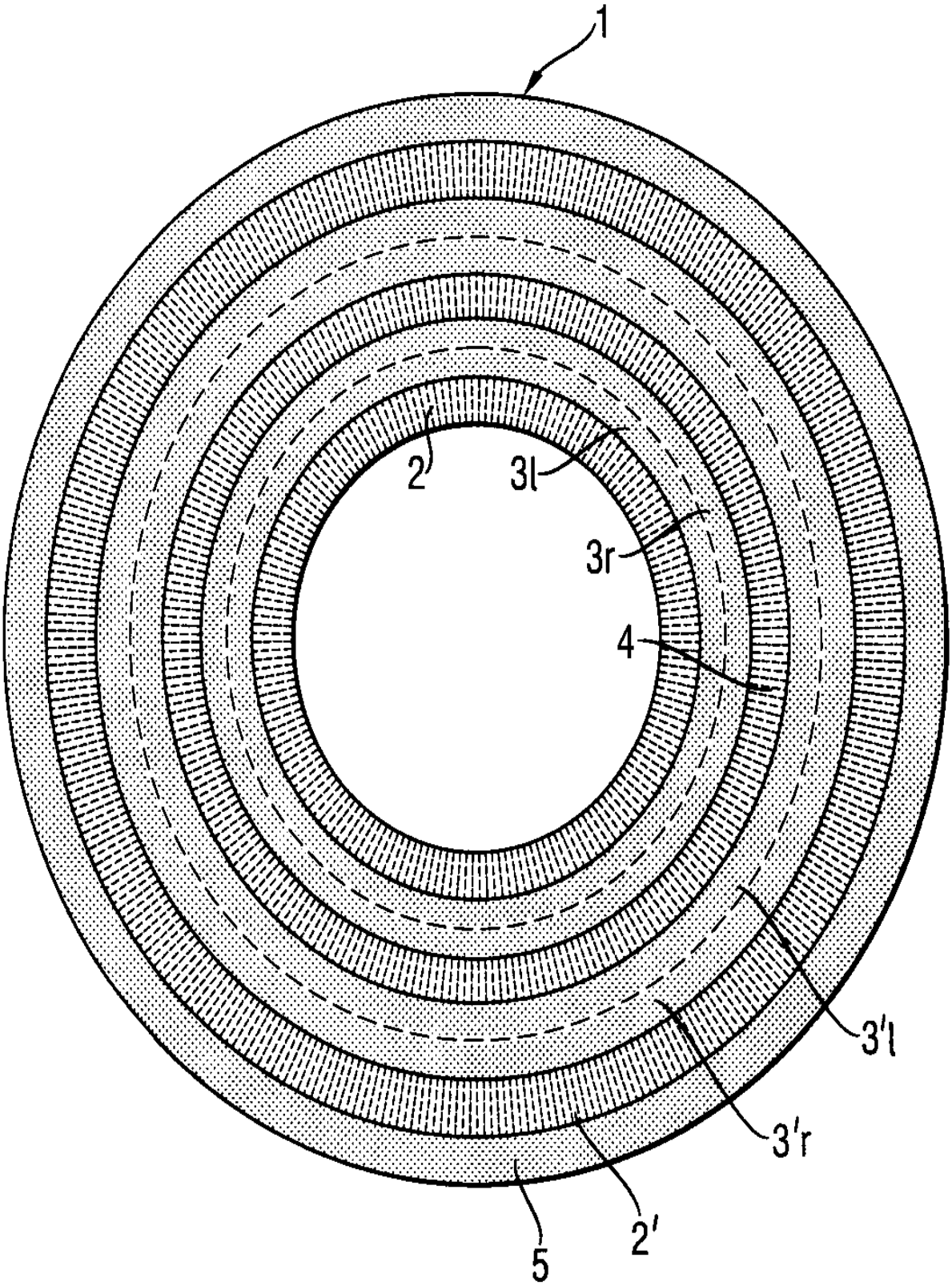
제 20항 내지 24항 중의 어느 한 항에 따른 전개 가능한 구조부(1) 또는 제 1항 내지 19항 중 어느 한 항에 따른 방법으로 제조가능한 전개 가능한 구조부(1)의 열 절연 실린더로서의 용도.

청구항 26.

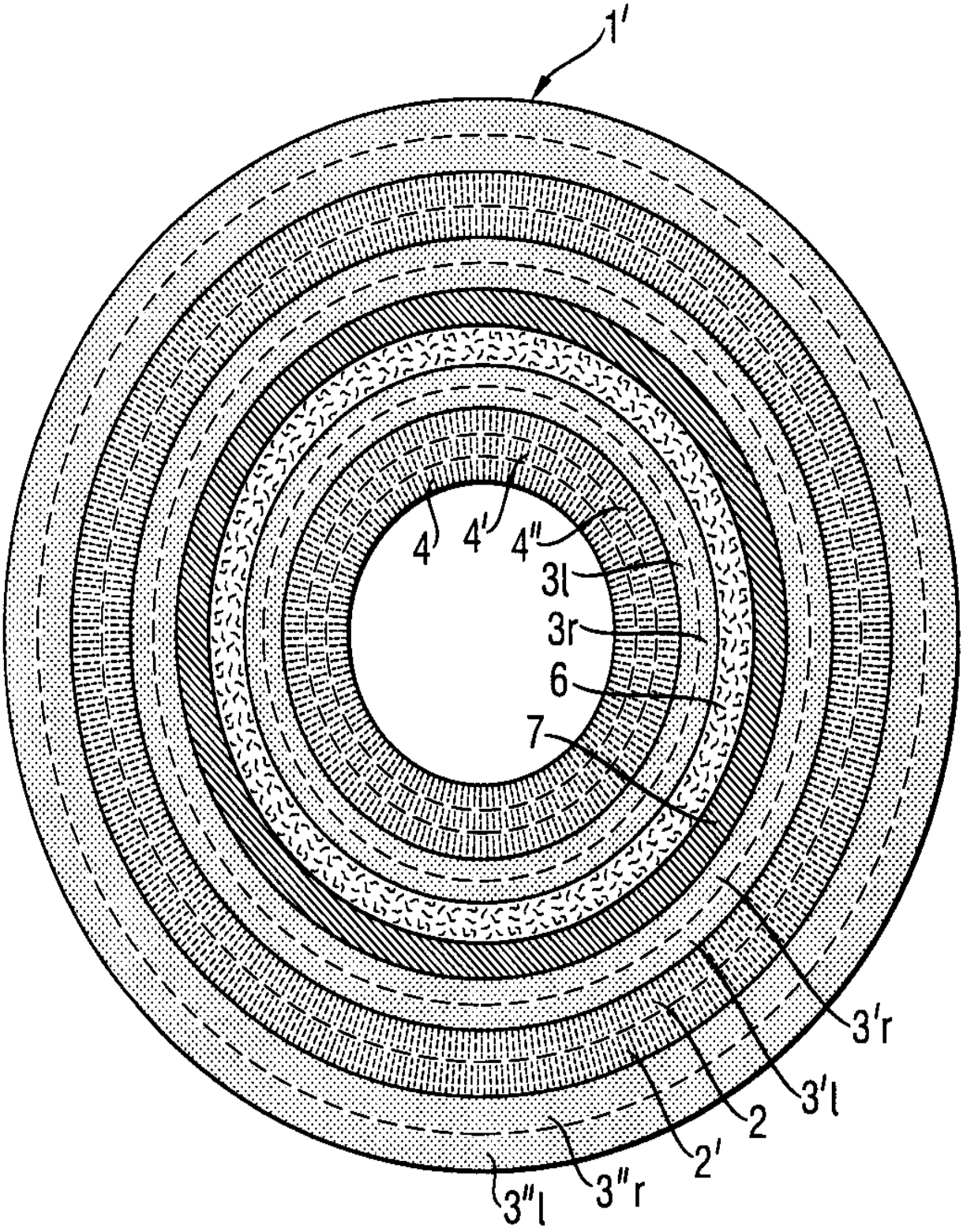
제 20항 내지 24항 중의 어느 한 항에 따른 전개 가능한 구조부(1) 또는 제 1항 내지 19항 중 어느 한 항에 따른 방법으로 제조가능한 전개 가능한 구조부(1)의 보호 튜브, 가열 요소, 스테이 파이프, 고온-프레스 다이 또는 열 절연 요소로서의 용도.

도면

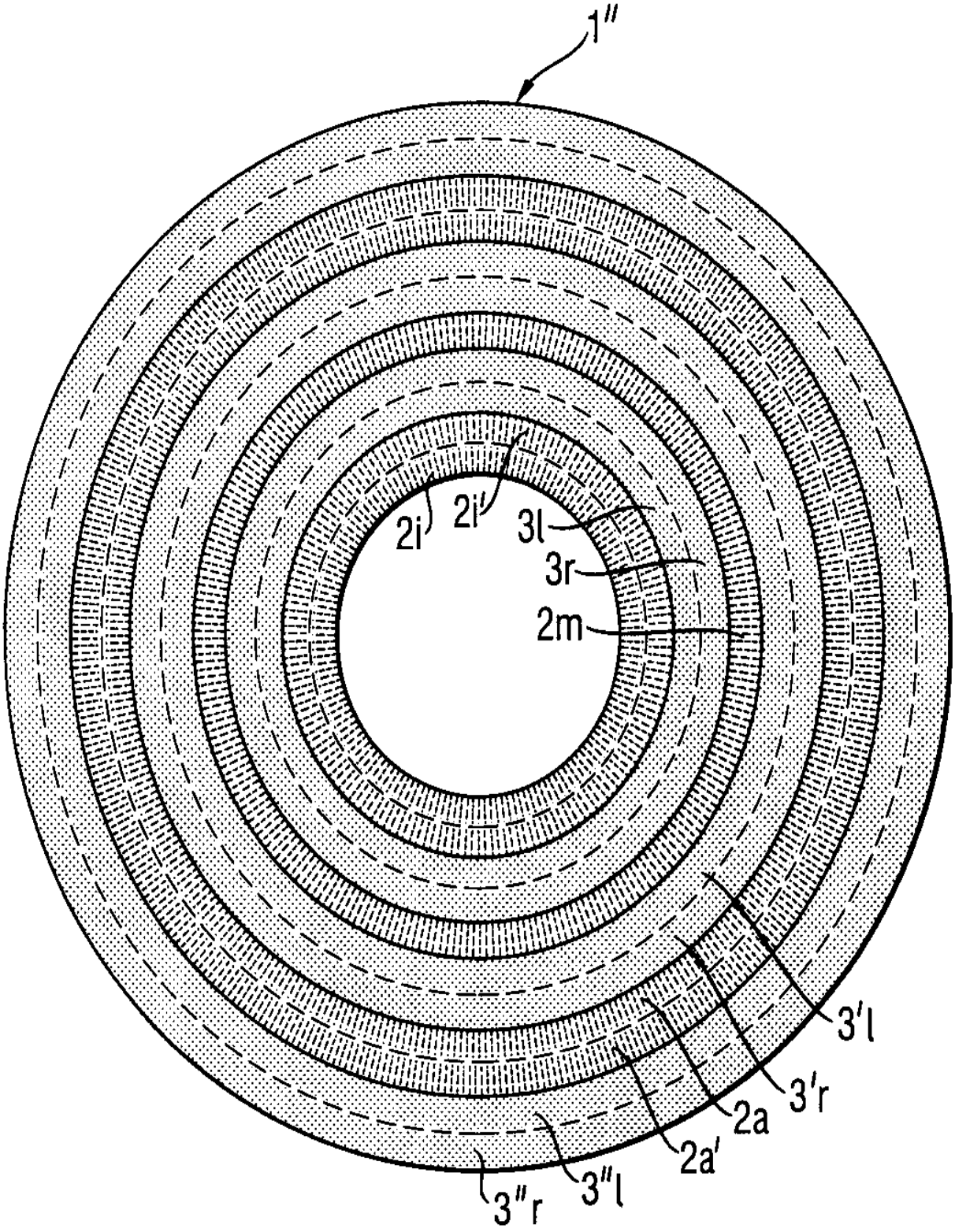
도면 1



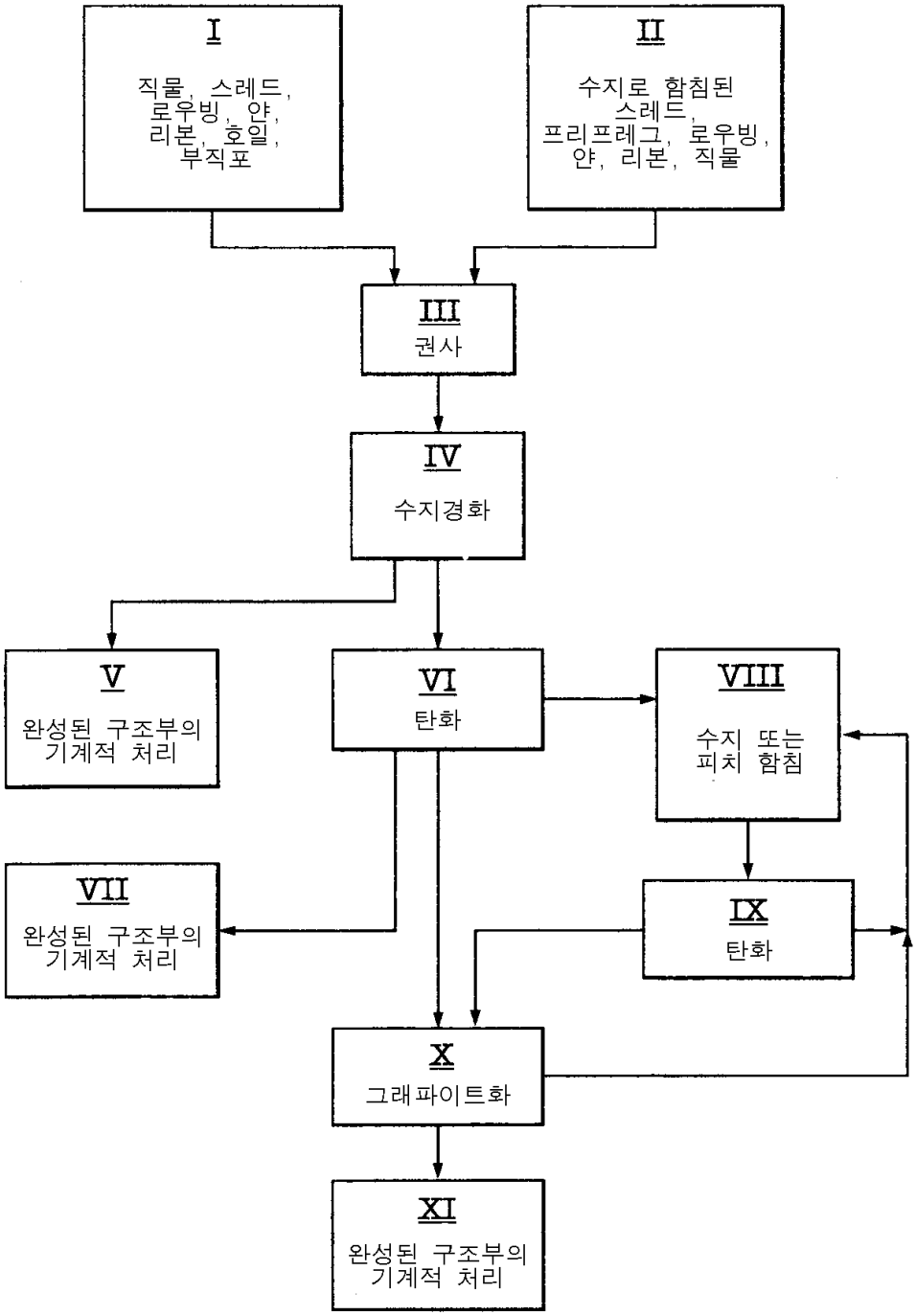
도면 2



도면 3



도면 4


I
직물, 스레드, 로우빙, 얀, 리본, 호일, 부직포
II
수지로 함침된 스레드, 프리프레그, 로우빙, 얀, 리본, 직물
III
권사
IV
수지경화
V
완성된 구조부의 기계적 처리
VI
탄화
VIII
수지 또는 피치 함침
VII
완성된 구조부의 기계적 처리
IX
탄화
X
그래파이트화
XI
완성된 구조부의 기계적 처리