



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월19일
 (11) 등록번호 10-1407800
 (24) 등록일자 2014년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B29C 70/16 (2006.01) C08J 5/04 (2006.01)
 B29D 23/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0003602
 (22) 출원일자 2012년01월11일
 심사청구일자 2012년10월09일
 (65) 공개번호 10-2013-0082404
 (43) 공개일자 2013년07월19일
 (56) 선행기술조사문헌
 W01995029824 A1
 JP7023755 B2

(73) 특허권자
주식회사 이노캡
 대구광역시 달성군 논공읍 논공중앙로 416-8
(주)엘지하우시스
 서울특별시 영등포구 국제금융로 10, 원아이에프
 씨 (여의도동)
 (72) 발명자
정기훈
 대전 유성구 신성로84번길 41, 303호 (신성동)
윤용훈
 대전 서구 만년로 45, 102동 1307호 (만년동, 초
 원아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 신상훈

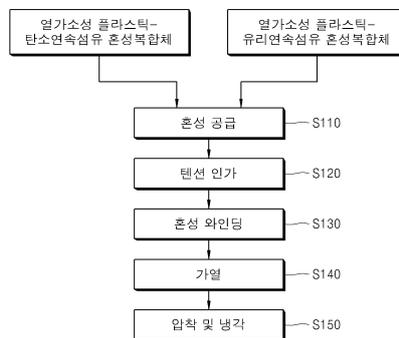
(54) 발명의 명칭 **열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법 및 그를 이용한 고압용기 및 그 제조방법**

(57) 요약

열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법 및 그를 이용한 고압용기 및 그 제조방법을 개시한다.

본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법은 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 혼성하여 공급하는 단계; 혼성 공급된 혼성복합체들에 텐션을 가하는 단계; 텐션이 가해져 혼성 공급된 혼성복합체들을 맨드릴의 외주면을 따라 와인딩하는 단계; 및 혼성 와인딩된 혼성복합체들에 열을 가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

김희준

경기 성남시 분당구 내정로 186, 104동 1201호 (수내동, 파크타운대림아파트)

이태화

대전광역시 유성구 도룡동 LG화학 사택 구연립 6호

오애리

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG 제1연구 단지 내 LG하우시스 연구소

공진우

경남 진주시 진주대로815번길 11, 103동 1903호 (주약동, 주약현대아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

유리연속섬유 다발 또는 탄소연속섬유 다발을 광폭으로 균일하게 펼쳐는 단계;

상기 펼쳐진 유리연속섬유 또는 탄소연속섬유를 가열하는 단계;

상기 가열된 유리연속섬유 또는 탄소연속섬유와, 테이프 형상의 열가소성 플라스틱을 접합하여 각각의 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 형성하는 단계;

상기 각각의 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 지그재그 형태로 접어 각각의 다층 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 만드는 단계;

상기 각각의 다층 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 각각 압착하여 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 제조하는 단계;

상기 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 상기 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 이들 두 개의 혼성복합체가 혼성되는 상태의 혼성로빙으로 공급하는 단계;

상기 혼성로빙으로 공급된 혼성복합체들에 텐션을 가하는 단계;

상기 텐션이 가해져 혼성 공급된 혼성복합체들을 맨드릴 또는 라이너의 외주면을 따라 혼성 와인딩하는 단계; 및

혼성 와인딩된 혼성복합체들에 열을 가하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체는

탄소섬유의 함량이 40 내지 80중량%인 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체는

유리섬유의 함량이 40 내지 80중량%인 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 와인딩은

상기 혼성 공급된 혼성복합체들이 동일 평면 상에 교호적으로 배열되는 수직 구성인 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 와인딩은

상기 혼성 공급된 혼성복합체들이 서로 다른 평면 상에 교대로 적층되는 수평 구성인 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 와인딩은

9축 이상 회전 가능한 와인딩 헤드를 사용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 열을 가한 후,

상기 와인딩된 혼성복합체들을 압착 및 냉각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법.

청구항 8

원하는 용기 형상에 대응하는 형상을 가지는 라이너; 및

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 혼성 와인딩 방법에 의해 상기 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 상기 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 혼성 와인딩하여 형성되는 강도보강층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 고압용기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 강도보강층은

상기 탄소섬유와 상기 유리섬유가 상기 열가소성 플라스틱에 혼합되어 함침된 단층인 것을 특징으로 하는 고압용기.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 강도보강층은

제1 강도보강층 및 제2 강도보강층이 교대로 라미네이트된 다층 구조이며,

상기 제1 강도보강층은 열가소성 플라스틱에 탄소섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합재이고, 상기 제2 강도보강층은 열가소성 플라스틱에 유리섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합재인 것을 특징으로 하는 고압용기.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 강도보강층 중 한 층은 상기 라이너와 접촉하고, 상기 제2 강도보강층 중 한 층은 외부에 노출되는 것을 특징으로 하는 고압용기.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 라이너는

수용 공간을 갖되, 중앙부는 실린더 형상을 갖는 실린더부로 형성되고, 가장자리는 돔(dome) 형상을 갖는 돔부로 형성되는 것을 특징으로 하는 고압용기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 돔부의 측단 중앙부에는

상기 돔부로부터 연장 돌출되어 외부 보기류와의 체결시스템을 제공하는 보스가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 고압용기.

청구항 14

원하는 용기 형상에 대응하는 형상을 가지는 라이너를 맨드릴에 끼우는 단계; 및

상기 맨드릴을 회전시키면서 상기 라이너의 외주면을 따라 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 혼성 와인딩 방법에 의해 상기 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 상기 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 혼성 와인딩하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고압용기의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 열을 가한 후,

상기 혼성 와인딩된 혼성복합체들을 압착 및 냉각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고압용기의 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 와인딩은

상기 혼성 공급된 혼성복합체들이 동일 평면 상에 교호적으로 배열되는 수직 구성의 와인딩으로 수행하는 것을 특징으로 하는 고압용기의 제조방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 와인딩은

상기 혼성 공급된 혼성복합체들이 서로 다른 평면 상에 교대로 적층되는 수평 구성의 와인딩으로 수행하는 것을 특징으로 하는 고압용기의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 복합재료의 와인딩에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩(Hybrid Winding) 방법 및 그를 이용한 고압용기 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 신소재로 각광받고 있는 섬유강화 복합재료(Fiber Reinforced Plastic; 이하 FRP)는 일반 금속재료에 비해 비강성(Specific Stiffness)과 비강도(Specific Strength) 등의 우수한 기계적 성질을 나타내므로 구조물의 경량화가 요구되는 여러 산업분야에서 널리 사용이 확대되고 있는 추세이다.

[0003] 이러한 FRP는 섬유계열의 보강재료와 수지계열의 기지재료(Matrix Material)로 구성되어 있고, 요구되는 구조물의 형상에 따라 성형방법을 달리하고 있다. 축대칭 혹은 회전체 복합재료 구조물을 제작하는 데에는 제작비용, 시간, 대량생산 등 여러 측면에서 유리섬유나 케이블, 탄소섬유 등의 높은 비강성 및 비탄성도를 이용한 필라멘트 와인딩(Filament Winding) 공법이 가장 적절하다.

[0004] 일반적으로, FRP를 이용한 와인딩 공정은 대형 파이프(pipe), 액정표시장치(Liquid Crystal Display; LCD) 또는 플라즈마표시패널(Plasma Display Panel; PDP)의 제조공정에 사용되는 로봇핸드(Robot hand), 고압용기 등의 분야에 가장 널리 이용되고 있다.

[0005] 그 중 FRP 고압용기는 아래의 제조방법에 의해 제작되고 있다. 먼저, 탄소섬유와 같은 연속섬유(Filament)를 에폭시 또는 불포화 폴리에스테르와 같은 액상의 열경화성 수지에 함침(Impregnation)시킨 후, 수지를 함침시킨 탄소섬유를 회전하는 원통형의 라이너(라이너가 없는 경우 심축)에 와인딩 한다. 이어서, 유리섬유를 에폭시 또는 불포화 폴리에스테르와 같은 액상의 열경화성 수지에 함침시킨 후, 수지를 함침시킨 유리섬유를 와인딩된 탄소섬유 위에 와인딩 한다. 그런 다음, 경화로에서 회전축에 걸어 회전시키면서 수지를 경화시킨 후, 탈형 및 절단을 거쳐 최종적으로 FRP 고압용기를 완성한다.

[0006] 그러나, 상기한 방법으로 제조된 FRP 고압용기의 경우, 기지재료로 별도의 경화공정을 필요로 하는 열경화성 수지를 사용함에 따라 제조비용의 상승 및 생산성 저하를 초래하는 문제점을 안고 있다.

[0007] 또한, 탄소섬유와 유리섬유 각각에 사용되는 열경화성 수지의 최적화된 조성이 서로 달라서 탄소섬유의 와인딩 공정과 유리섬유의 와인딩 공정을 분리해서 진행해야 하기 때문에 더욱더 제조비용의 상승 및 생산성 저하를 초래하는 문제점을 안고 있다.

[0008] 관련 선행문헌으로는 한국 공개특허 KR 2008-0113212호(2008.12.29. 공개)가 있으며, 상기 문헌에는 권선(winding)으로 도포되고, 열경화성 수지에 매립되되, 유리섬유를 포함하는 제1 보강재 및 탄소섬유를 포함하는 제2 보강재가 형성된 압력 용기에 대하여 개시하고 있을 뿐, 혼성 와인딩 방법에 대하여 개시하는 바가 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 하나의 목적은 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있는 탄소섬유 함유 혼성복합체와 유리섬유 함

유 혼성복합체의 혼성(또는 혼사) 와인딩 방법을 제공하는 것이다.

- [0010] 또한, 본 발명의 다른 목적은 탄소섬유 또는 유리섬유를 함유하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법을 이용하여 경제성과 요구 물성 간 균형을 이루는 고압용기를 제공하는 것이다.
- [0011] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 생산성 향상과 더불어 손쉽게 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있는 고압용기의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 하나의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법은, 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 혼성하여 공급하는 단계; 혼성 공급된 혼성복합체들에 텐션(tension)을 가하는 단계; 텐션이 가해져 혼성 공급된 혼성복합체를 맨드릴(mandrel)의 외주면을 따라 와인딩하는 단계; 및 혼성 와인딩된 혼성복합체들에 열을 가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압용기는 원하는 용기 형상에 대응하는 형상을 가지는 라이너; 및 열가소성 플라스틱에 탄소섬유와 유리섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합체가 상기 라이너의 외주면에 와인딩되어 형성되는 강도보강층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압용기의 제조방법은 원하는 용기 형상에 대응하는 형상을 가지는 라이너를 맨드릴에 끼우는 단계; 상기 맨드릴을 회전시키면서 상기 라이너의 외주면을 따라 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체와 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 혼성하여 와인딩하는 단계; 및 혼성 와인딩된 혼성복합체에 열을 가하는 단계;를 포함하며, 상기 혼성복합체를 혼성 와인딩하는 단계는 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체 및 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체를 혼성하여 공급하는 단계 및 혼성 공급된 혼성복합체들에 텐션을 가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따른 와인딩 방법은 탄소섬유와 유리섬유를 혼성으로 사용하고, 경화공정이 필요 없는 열가소성 플라스틱을 사용함으로써, 제조비용 절감 및 생산성 향상과 더불어 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명에 따른 고압용기는 탄소섬유 함유 혼성복합체 및 유리섬유 함유 혼성복합체가 혼성 와인딩되어 형성됨으로써 경제성과 요구 물성 간 균형을 이루고, 열가소성 수지의 사용으로 재활용이 가능하다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 고압용기의 제조방법은 탄소섬유와 유리섬유를 혼성으로 사용하고, 경화공정이 필요 없는 열가소성 수지를 사용하는 혼성 와인딩 방법을 통해 손쉽게 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있고, 생산성 향상 및 재활용이 가능한 고압용기의 제작이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 제조방법을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 제조방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 와인딩 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 공정을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고압용기를 도시한 사시도이다.
- 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 도 5를 선 I-I'로 절취한 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 도 5를 선 I-I'로 절취한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0020] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성 복합체의 혼성 와인딩(hybrid winding) 방법 및 그를 이용한 고압용기 및 그 제조방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성 복합체의 제조방법을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 제조방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0022] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성 복합체는 열가소성 플라스틱과 유리섬유 또는 탄소섬유(carbon fiber 또는 graphite fiber)와 같은 연속섬유가 적층된 다층 구조를 가진다. 이때, 열가소성 플라스틱은 열가소성 수지로 일컬어지며, 예를 들어, 폴리아미드(polyamide; PA), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리에틸렌테레프탈레이트 (polyethyleneterephthalate; PET), 폴리아세테이트(polyacetate), 아크릴로니트릴 뷰타다이엔 스타이렌(acrylonitril-butadiene-styrene; ABS) 수지 중에서 선택되는 하나 이상의 재질로 형성될 수 있다. 열가소성 플라스틱은 함침성, 비용, 물성 등이 우수한 폴리아미드(polyamide; PA), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에틸렌(polyethylene) 중 하나 이상의 재질로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0023] 이러한 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체는 a)유리섬유 다발 또는 탄소섬유 다발을 광폭으로 균일하게 펼치는 단계(S10)와, b)펼쳐진 유리섬유 또는 탄소섬유를 가열하는 단계(S20)와, c)가열된 유리섬유 또는 탄소섬유와 테이프 형상의 열가소성 플라스틱을 접합하여 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 형성하는 단계(S30)와, d)접합체를 지그재그 형태로 접어 다층 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 만드는 단계(S40) 및 e)다층 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체를 압착시키는 단계(S50)를 포함하여 제조될 수 있다.
- [0024] (a)단계의 유리섬유 다발은 통상 연속섬유 강화 플라스틱에 사용되는 것이면 특별히 제한되지 않으나, 화학적 결합력을 높이기 위해 사이징(sizing) 처리된 유리섬유를 선택하는 것이 바람직하다. 또한, 유리섬유의 직경은 작을수록 좋으나 통상 15 μ m 내지 20 μ m 수준의 것이 바람직하다.
- [0025] 유리섬유 다발은 1200TEX가 2400TEX보다는 광폭화 측면에서 용이하나, 혼성복합체의 경제적 측면을 고려한다면 2400TEX를 사용하는 것이 생산성이 높아 보다 바람직하다. 탄소섬유 다발은 통상적으로 와인딩 공정에 사용되는 24K를 사용할 수 있다. 탄소섬유의 직경은 작을수록 좋으나 통상 2 μ m 내지 7 μ m 수준의 것이 바람직하다.
- [0026] a)단계에서 유리섬유 다발 또는 탄소섬유 다발을 다단계의 볼록 바(convex bar) 및 가이드 바(guide bar)를 이용하여 점진적으로 광폭화하여 시트 형태로 균일하게 펼칠 수 있으며, 사용되는 볼록 바 및 가이드 바의 수는 필요에 따라 조절될 수 있다.
- [0027] b)단계의 가열은 펼쳐진 유리섬유 또는 탄소섬유를 120 내지 280 $^{\circ}$ C의 온도로 가열한다. 이 온도범위 내에서 유리섬유 또는 탄소섬유를 테이프 형상의 열가소성 플라스틱에 접합하는 경우 최종적으로 제조되는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성 복합체의 유연성이 뛰어나 직조가 용이한 효과가 있다. 이때의 온도는 사용되는 테이프 형상의 열가소성 플라스틱의 종류에 따라 용융온도를 참고로 하여 적절히 선택되며, 혼성복합체가 유연성을 유지할 수 있는 가급적 높은 온도로 최적화하는 것이 바람직하다.
- [0028] c)단계의 테이프 형상의 열가소성 플라스틱은 복수개의 일정 폭을 가진 플라스틱 테이프가 펼쳐진 상태에서 나

란히 동일 평면에 간극 없이 배열된 것일 수 있는데, 그 폭의 합이 가열된 유리섬유 또는 탄소섬유의 폭과 일치되는 것이 바람직하다.

- [0029] c)단계의 열가소성 플라스틱 테이프는 가열된 유리섬유 또는 탄소섬유의 상부 또는 상, 하부에 위치할 수 있으나, 상, 하부 양쪽에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0030] 열가소성 플라스틱 테이프의 폭은 특별히 제한되는 것은 아니나, 5mm 내지 40mm 폭, 바람직하게는 10mm 내지 20mm 폭일 수 있고, 이를 조절함으로써 제조되는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체 내의 연속섬유 함량을 조절할 수 있다.
- [0031] 열가소성 플라스틱 테이프의 폭이 5mm 미만일 경우, 혼성복합체 내의 연속섬유 함량 조절이 어렵고, 40mm를 초과하는 경우, 고압용기와 같이 곡면 형태의 돔 형상(dome shape)이 있는 제품에 와인딩 공정을 적용하는데 어려움이 있다.
- [0032] 유리섬유를 포함하는 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체는 유리섬유가 40 내지 80 중량%로 포함되도록 조절되는 것이 바람직하다. 유리섬유의 함량이 40중량% 미만일 경우, 혼성복합체의 내충격성이 저하될 수 있다. 반면, 유리섬유의 함량이 80중량%를 초과하는 경우, 혼성복합체의 비강성(specific stiffness)이 저하될 수 있다.
- [0033] 탄소섬유를 포함하는 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체는 탄소섬유가 40 내지 80 중량%로 포함되도록 조절되는 것이 바람직하다. 탄소섬유의 함량이 40중량% 미만일 경우, 혼성복합체의 비강성이 저하될 수 있다. 반면, 탄소섬유의 함량이 80중량%를 초과하는 경우, 혼성복합체의 내충격성 저하와 더불어 제조단가의 상승을 초래할 수 있다. 이는 24K의 탄소섬유는 kg당 가격이 30,000원 수준으로 kg당 가격이 1,500원 수준인 2400TEX의 유리섬유에 비해 약 20배가 더 비싸기 때문이다.
- [0034] 그렇지만, 연속섬유로 직조된 등방성 복합재료를 기준으로 인장강성을 비교하면, 탄소섬유가 유리섬유보다 약 2배 정도 인장강성이 높을 뿐이다.
- [0035] 비중까지 고려한 산술적인 계산을 하면 다음과 같다. 먼저, 유리섬유를 100%로 사용하는 경우, 탄소섬유 복합재료에 비해 약 3.0배의 중량이 되지만, 약 15% 수준의 가격이 된다. 탄소섬유를 50% 사용하는 경우, 유리섬유 복합재료에 비해 약 2.0배의 중량이 되며, 약 57% 수준의 가격이 된다. 탄소섬유를 75% 사용하는 경우, 유리섬유 복합재료에 비해 약 1.5배의 중량이 되며, 약 79% 수준의 가격이 된다.
- [0036] 이에 따라, 경량화가 절대적으로 필요하지 않은 경우에는 경제성을 고려하여 탄소섬유와 유리섬유를 혼성으로 사용하는 것이 바람직하며, 이들의 함량 조절을 통해 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있다.
- [0037] c)단계의 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체는 유리섬유 또는 탄소섬유와 테이프 형상의 열가소성 플라스틱이 적층된 구조이거나 열가소성 플라스틱 테이프, 유리섬유 또는 탄소섬유 및 테이프 형상의 열가소성 플라스틱이 순서대로 적층된 구조일 수 있다. 바람직하게는, 테이프 형상의 열가소성 플라스틱, 유리섬유 또는 탄소섬유 및 테이프 형상의 열가소성 플라스틱이 순서대로 적층된 구조이다.
- [0038] 테이프 형상의 열가소성 플라스틱은 신장(Elongation) 특성이 요구되지 않으므로 필름 또는 테이프 형태로 가공이 가능한 대부분의 상업화된 열가소성 플라스틱이 적용될 수 있다. 열가소성 플라스틱은 두께가 30 μ m 내지 200 μ m일 수 있고, 커플링제를 포함할 수 있다.
- [0039] d)단계의 다층 열가소성 플라스틱-연속섬유 접합체는 복수개의 테이프 형상의 플라스틱 간 접촉면이 접혀 지그재그 형태를 갖는 것인데, 결과적으로 그 폭이 플라스틱 테이프 하나의 폭과 동일 또는 비슷하게 된다.
- [0040] e)단계의 압착은 120 $^{\circ}$ C 내지 280 $^{\circ}$ C의 조건 하에서 실시될 수 있다. 압착 온도가 120 $^{\circ}$ C 미만일 경우 다층 열가소

성 플라스틱-연속섬유 접합체의 접힌 상태가 유지되지 않고 다시 풀어질 수 있고, 280℃를 초과하는 경우 과도한 함침으로 인해 혼성복합체의 유연성을 상실할 수 있다.

- [0041] a) 내지 e)단계에 의해 제조된 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체는 연속섬유로 탄소섬유 또는 유리섬유를 사용하고, 기지재료로 열가소성 플라스틱을 사용한 복합재료이며, 열간압착에 의한 플라스틱 수지의 용융함침 전의 연속섬유 강화 플라스틱을 의미한다.
- [0042] 이하에서는, 도 3 내지 도 7을 참조하여 도 1에 의해 제조된 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체를 이용한 혼성 와인딩 방법을 설명하고, 그를 이용하여 제조된 고압용기 및 그 제조방법을 설명하기로 한다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 와인딩 장치를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고압용기를 도시한 사시도이고, 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 도 5를 선 I-I'로 절취한 단면도이며, 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 도 5를 선 I-I'로 절취한 단면도이다.
- [0044] 도 3을 참조하면, 와인딩 장치는 섬유공급부재(310), 와인딩 헤드(winding head, 320) 및 맨드릴(mandrel, 330)을 포함하여 구성된다.
- [0045] 섬유공급부재(310)는 유리섬유 또는 탄소섬유를 함유하는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체(305)를 공급하는 통상적인 것으로, 릴(Reel) 형태를 가진 다수개의 보빈(bobbin, 315)에 와인딩된 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체(305)를 포함한다.
- [0046] 본 발명의 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체(305) 중 하나는 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체(305a)일 수 있고, 나머지 하나는 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체(305b)일 수 있으며, 이들 두 혼성복합체(305a, 305b)는 서로 이웃하여 배열될 수 있다. 여기서, 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체(305)는 로빙(Roving) 상태로 존재할 수 있고, 와인딩될 때에는 이들 두 혼성복합체(305a, 305b)가 혼성(또한 혼사)되는 상태의 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙으로 공급될 수 있다.
- [0047] 맨드릴(330)은 회전구동에 의해 섬유공급부재(310)로부터 공급된 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체(305)를 와인딩하기 위한 것으로 성형물의 기본 틀체가 될 수 있다. 맨드릴(330)은 지지대(340)에 고정되고, 지면에 대해 수평하게 거치된 상태에서 일정속도로 회전할 수 있게 된다.
- [0048] 한편, 도 3에서는 라이너(Liner, 510)가 맨드릴(330)에 끼워진 상태를 도시하였다. 라이너(510)는 본 발명에 따른 고압용기(500, 도 5 참조)의 기본 틀체가 되며, 맨드릴(330)에 끼워져 일정속도로 회전할 수 있다. 라이너(510)는 고압용기(500)의 기밀성 및 내부식성을 담당하는 것으로, 강(steel), 알루미늄(Al)과 같은 금속 재질로 형성되어 내부에 수용 공간을 갖는 원통형일 수 있다.
- [0049] 라이너(510)는 원하는 용기 형상에 대응하는 형상, 보다 바람직하게 실질적으로 동일한 형상을 가질 수 있는데, 일례로, 도 5에 도시된 바와 같이, 중앙부에 위치하는 실린더(cylinder) 형상의 실린더부 및 양측 가장자리에 돔 형상(dome shape)의 돔부를 포함하는 형상일 수 있다. 돔부의 측단 중앙부에는 돔부로부터 연장 돌출되어 외부 보기류와의 체결시스템을 제공하는 금속 재질의 보스(boss, 515)가 제공될 수 있다. 도면에서와 달리, 보스(515)는 일 측 가장자리에만 형성될 수도 있다.
- [0050] 와인딩 헤드(320)는 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 텐션(tension)을 가하는 텐션부(321)와, 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 열을 가하는 토치(torch)부(323) 및 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙을 압착 및 냉각하는 롤 부(325)로 구성될 수 있다. 텐션부(321), 토치부(323) 및 롤 부(325)는 서로 이격 배치되며, 롤 부(325)는 생략 가능하다. 와인딩 헤드(320)는 회전모터(미도시) 및 이송장치(미도시)에 의해 9축 이상 회전이 가능하다.

- [0051] 와인딩 장치는 싱글 헤드(single head) 또는 멀티 헤드(multi head)를 적용할 수 있다. 멀티 헤드 와인딩 장치의 경우, 와인딩 헤드(320)의 크기를 소형화하기 위하여 토치부(323)는 연소가스 방식을 이용하여 열을 가하는 방법을 채택할 수 있다. 싱글 헤드 와인딩 장치의 경우, 토치부(323)는 연소가스 방식을 이용하는 방법 외에 전기발열체를 이용하는 방법이나 레이저를 이용하는 방법 등을 채택할 수 있으나, 전기발열체나 레이저를 이용하는 방법들은 헤드의 크기가 대형화되는 단점이 있다.
- [0052] 연속가스 방식을 이용한 토치부(323)의 경우, 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙이 와인딩되는 선속도에 따라 연소가스의 유량을 제어한다.
- [0053] 한편, 도시하지는 않았으나, 와인딩 장치는 섬유공급부재(310)와 맨드릴(330) 사이에 섬유공급부재(310)에서 공급되는 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체(305)를 맨드릴(330)로 안내하기 위한 섬유이송장치를 더 포함할 수 있다. 섬유이송장치는 섬유공급부재(310)와 대면되는 위치에 돌출 형성되는 돌출부에 장착될 수 있다.
- [0054] 이러한 와인딩 장치의 구동방법을 살펴보면 다음과 같다. 우선, 맨드릴(330) 구동기(미도시)를 구동시켜 맨드릴(330)을 회전시키면서 섬유공급부재(310)에서 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체(305a) 및 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체(305b)를 혼성(또는 혼사)하여 공급한다(S110).
- [0055] 그러면, 이들 두 혼성복합체(305a, 305b)가 혼성된 각각의 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에는 텐션부(321)에 의해 텐션이 가해진(S120) 후, 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙이 회전하는 라이너(510)(라이너(510)가 없을 경우 맨드릴(330))의 외주면을 따라 일정한 속도를 가지고 연속적으로 와인딩된다(S130).
- [0056] 이러한 혼성 와인딩 공정은 9축 이상 회전 가능한 와인딩 헤드(320)를 사용하여 맨드릴(330)에 대해 X축 방향, Y축 방향, Z축 방향 등의 원하는 방향으로 자유자재로 이동시켜서 도 5에 도시된 바와 같이 라이너(510) 상에 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙을 연속적으로 와인딩 할 수 있다. 여기서, X축 방향 와인딩은 와인딩 각도를 라이너(510)의 회전방향과 거의 일치하게 감는 축방향 와인딩(longitudinal winding 또는 helical winding)이며, Y축 방향 와인딩은 와인딩 각도를 축에 거의 수직으로 일정하게 감는 원주방향 와인딩(hoop winding)이다. 와인딩 공정 시, 와인딩 각도는 라이너(510)(라이너(510)가 없을 경우 맨드릴(330))의 회전속도와 와인딩 헤드(320)의 회전 또는 이동속도비에 따라 조절될 수 있다. 한편, 도시되지 않았으나 보스(515)도 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 의해 와인딩된다.
- [0057] 라이너(510)(라이너(510)가 없을 경우 맨드릴(330)) 상에 와인딩된 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙은 토치부(323)를 통해 열이 가해진(S140) 후 롤 부(325)에 의해 압착 및 냉각된다(S150). 이러한 열간압착 과정을 통해 열가소성 플라스틱이 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 용융함침된다. 이는 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙이 적절한 열과 압력으로도 충분히 함침이 될 수 있는 구조를 가지고 있는 독창적인 소재이기 때문이다.
- [0058] 한편, 롤 부(325)에 의한 압착 공정을 생략하더라도 열가소성 플라스틱이 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 용융함침될 수 있음은 물론이다.
- [0059] 이후, 맨드릴(330)을 냉각시키는 등의 통상적인 방법을 통해 라이너(510)(라이너(510)가 없을 경우 와인딩된 구조물)를 탈형한 후 절단 공정을 거치면 도 5에 도시된 본 발명의 고압용기(500)가 완성된다.
- [0060] 본 발명의 혼성 와인딩 공정은 기지재료로 열가소성 플라스틱을 사용하므로, 열경화성 수지와 달리 별도의 경화 과정이 필요 없다.
- [0061] 특히, 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙이 라이너(510)의 외주면을 따라 와인딩될 때, 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙은 수직 구성 또는 수평 구성으로 혼성되어 연속적으로 와인딩될 수 있다.
- [0062] 이 중, 혼성 와인딩 구성이 수직 구성일 경우에는, 동일 평면 상에서는 두 혼성복합체(305a, 305b)가 서로 이웃하여 교호(交互)적으로 배열되면서 와인딩된다.
- [0063] 이로 인해, 열간압착(또는 열)에 의해 열가소성 플라스틱이 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 용융함침될 때 이들 두 혼성복합체(305a, 305b) 간 계면이 서로 섞이게 됨에 따라, 도 6에 도시된 바와 같이, 열가소성 플라스틱에

탄소섬유와 유리섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합재가 라이너(510)의 외주면에 와인딩되어 형성되는 단층의 강도보강층(520)이 형성된 고압용기(500)가 성형된다.

[0064] 이와는 다르게, 혼성 와인딩 구성이 수평 구성일 경우에는, 두 혼성복합체(305a, 305b)는 서로 다른 평면 상에 교대로 수 층이 적층되어 와인딩된다. 이때, 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체(305a) 중 하나는 라이너(510)와 접촉하고, 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체(305b) 중 하나는 외부에 노출된다.

[0065] 그 결과, 열간압착(또는 열)에 의해 열가소성 플라스틱이 탄소섬유-유리섬유 혼성로빙에 용융함침된 후에도 이들 두 혼성복합체(305a, 305b) 간 계면이 유지된다. 이에 따라, 도 7에 도시된 바와 같이, 열가소성 플라스틱에 탄소섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합재가 라이너(510)의 외주면에 와인딩되어 형성되는 제1 강도보강층(520a)과 열가소성 플라스틱에 유리섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합재가 라이너(510)의 외주면에 와인딩되어 형성되는 제2 강도보강층(520b)이 교대로 라미네이트(laminate)된 제1 층 내지 제n 층(520a₁, 520b₁, 520a₂, 520b₂, ..., 520a_n, 520b_n)의 다층의 강도보강층(520)이 형성된 고압용기(500)가 성형된다. 이때, 제1 강도보강층(520a) 중 한 층은 라이너(510)와 접촉하고, 제2 강도보강층(520b) 중 한 층은 외부에 노출된다.

[0066] 이러한 고압용기(500)는 열가소성 플라스틱에 탄소섬유와 유리섬유가 함침되어 있는 열가소성 복합재가 라이너(510)의 외주면에 혼성 와인딩되어 형성되는 강도보강층(520)을 포함하여 형성되므로 사용자의 요청에 의한 경제성과 요구 물성 간 균형을 이루기가 용이하고, 열가소성 수지의 사용으로 재활용이 가능하다.

[0067] 그러나, 혼성 와인딩 구성이 수직 구성일 경우가, 균일성 및 탄소섬유와 유리섬유의 함량 조절 측면에서 보다 유리하다.

[0068] 한편, 로빙 폭의 제약이 없는 파이프나 로봇핸드의 경우에는 수직 구성과 수평 구성을 혼합한 혼성 와인딩 방법을 사용할 수 있다.

[0069] 이렇듯, 본 발명의 와인딩 방법은 탄소섬유와 유리섬유를 혼성으로 사용함으로써 경량화가 크게 요구되지 않는 성형물의 제조시 탄소섬유 및 유리섬유의 함량 조절을 통해 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있다.

[0070] 또한, 기지재료로 경화공정이 필요 없는 열가소성 플라스틱을 사용함으로써, 제조비용 절감 및 생산성 향상의 효과가 있다. 또한, 상기한 혼성 와인딩 방법을 고압용기의 제조에 응용할 경우, 손쉽게 경제성과 요구 물성 간 균형을 이룰 수 있고, 제조비용 절감 및 생산성 향상과 더불어 재활용이 가능한 고압용기의 제작이 가능하다.

[0071] 한편, 본 발명은 설명의 편의를 위하여, 본 발명의 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체의 혼성 와인딩 방법을 고압용기의 성형에 이용하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 파이프나 로봇핸드 등의 다양한 성형기계의 제조에 적용할 수 있음은 물론이다.

[0072] 이하, 본 발명의 실시예를 비교예와 대비하여 기재한다.

[0073] **실시예**

[0074] 50중량%의 PA66 테이프 및 광폭화 후 260℃의 온도로 가열된 50중량%의 탄소섬유를 접합시킨 후 지그재그 형태로 접은 다음 롤러를 사용하여 압착하여 연속섬유로 직조된 등방성 복합재료를 제조하였다.

[0075] **비교예**

[0076] 탄소섬유를 대신하여 유리섬유를 사용한 것을 제외하고는 실시예와 동일하다.

[0077] **물성측정시험**

[0078] <인장강도>

[0079] ASTM D638 규격에 의거하여 시험하였다. 단, 시편의 크기는 Type1을 따르며, 인장속도는 5mm/min이다.

[0080] [표 1]

구분	실시예	비교예
인장강도	53GPa	23GPa

[0081]

표 1은 실시예 및 비교예에서 제조한 연속섬유 등방성 복합재료의 인장강도 측정결과이다.

[0082]

표 1을 참조하면, 탄소섬유를 50중량% 사용하는 경우, 탄소섬유의 인장강도가 유리섬유의 인장강도보다 약 2.3 배 정도 높음을 확인할 수 있었다.

[0083]

[0084]

이를 통해, 경량화가 절대적으로 필요치 않을 때에는 상대적으로 가격이 훨씬 저렴한 유리섬유를 탄소섬유와 혼성하여 사용하는 것이 경제성과 요구되는 물성 간에 균형을 이루는데 바람직함을 알 수 있었다.

[0085]

이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 기술자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형은 본 발명이 제공하는 기술 사상의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구 범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

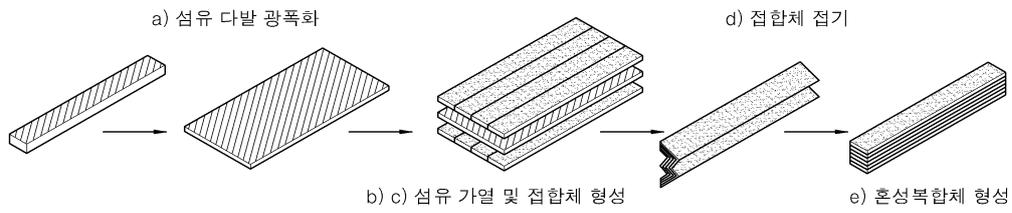
부호의 설명

[0086]

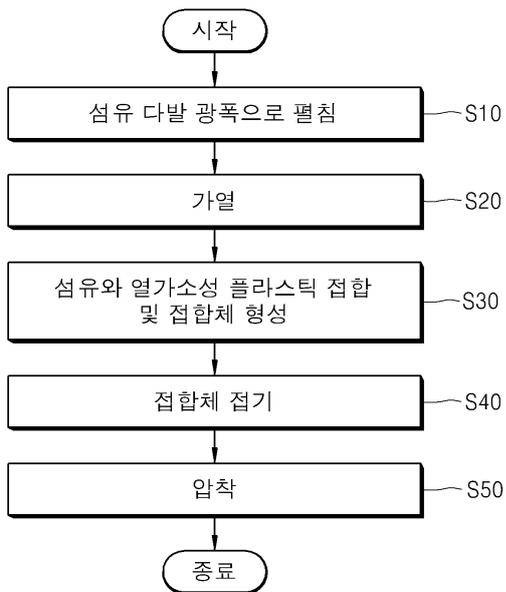
- 305 : 열가소성 플라스틱-연속섬유 혼성복합체
- 305a : 열가소성 플라스틱-탄소연속섬유 혼성복합체
- 305b : 열가소성 플라스틱-유리연속섬유 혼성복합체
- 310 : 섬유공급부재
- 315 : 보빈
- 320 : 와인딩 헤드
- 321 : 텐션부
- 323 : 토치부
- 325 : 롤 부
- 330 : 맨드릴
- 340 : 지지대
- 500 : 고압용기
- 510 : 라이너
- 515 : 보스
- 520 : 강도보강층
- 520a : 제1 강도보강층
- 520b : 제2 강도보강층

도면

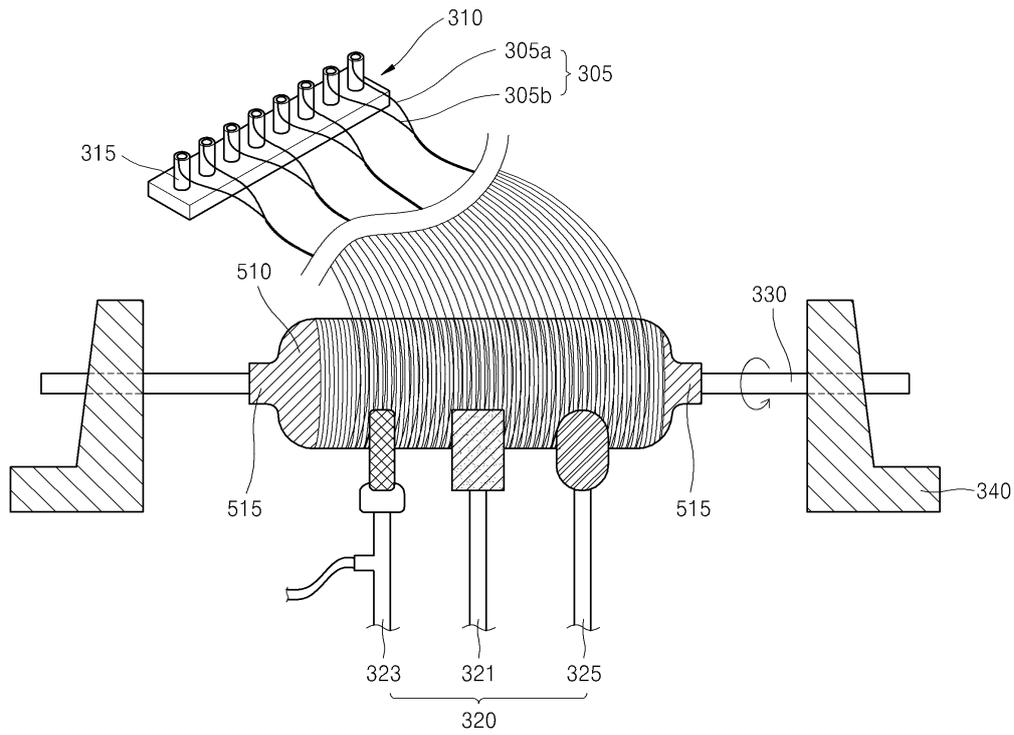
도면1



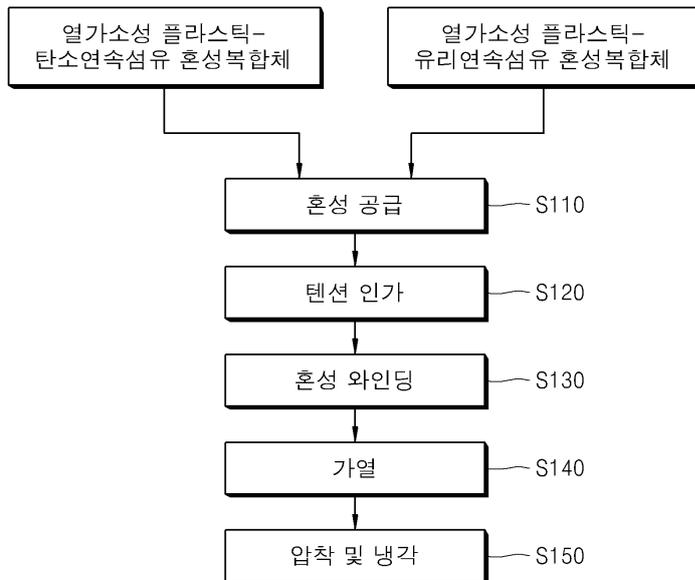
도면2



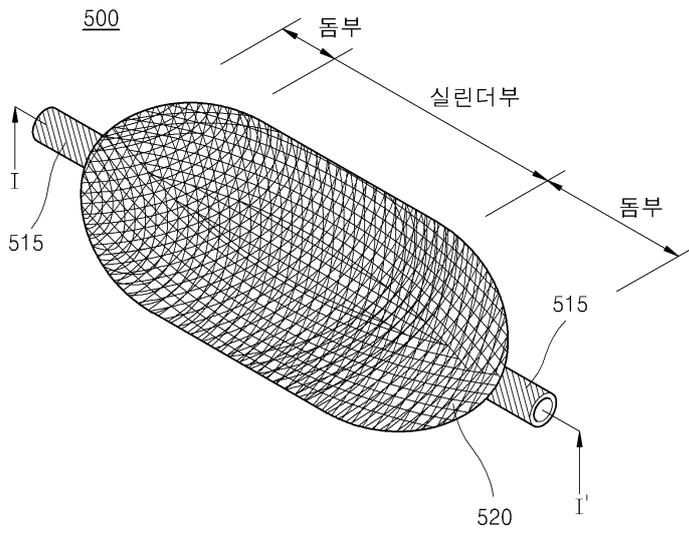
도면3



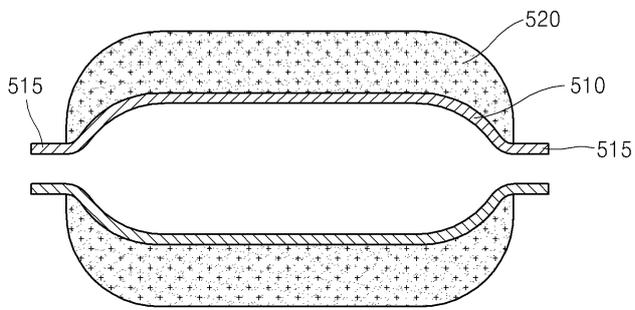
도면4



도면5



도면6



도면7

