



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0057049  
(43) 공개일자 2023년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 15/08 (2006.01) G01N 33/36 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 15/0806 (2013.01)  
G01N 33/367 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0141008  
(22) 출원일자 2021년10월21일  
심사청구일자 2021년10월21일

(71) 출원인  
경상국립대학교산학협력단  
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)  
(72) 발명자  
박종만  
경상남도 진주시 진주대로815번길 11, 118동 704호(주약동, 주약현대아파트)  
김중현  
경상남도 창원시 의창구 소계로 101, 310호(소계동, 수정맨션)  
권동준  
대구광역시 북구 침산로21길 10, 203동 1705호(침산동, 대한동아침산2차무지개아파트)  
(74) 대리인  
특허법인충현

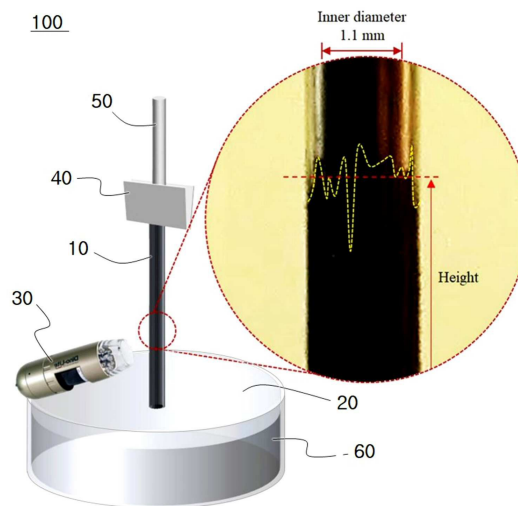
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법

(57) 요약

본 발명은 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법에 관한 것으로 (A) 관에 강화섬유를 삽입하는 단계; (B) 강화섬유가 삽입된 관의 일측 말단을 상하로 움직이는 고정장치의 하측에 고정시키는 단계; (C) 고정장치로 고정된 관의 다른 측 말단을 수지와 접촉시키는 단계; 및 (D) 수지와 접촉된 강화섬유가 삽입된 관 내에서, 상기 수지가 강화섬유에 함침된 길이를 측정하는 단계;를 포함함으로써, 종래의 Permeability 측정법에 비하여 사용되는 시료의 양이 적으며 숙련도가 필요하지 않아 활용도가 높다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                              |
|-------------|----------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1345331001                                   |
| 과제번호        | 2016R1D1A1B01012620                          |
| 부처명         | 교육부                                          |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                       |
| 연구사업명       | 개인기초연구(교육부)(R&D)                             |
| 연구과제명       | 고분산 나노입자를 이용한 에너지저장용 내구성 및 다기능성 코팅의 계면 특성 연구 |
| 기 여 율       | 1/1                                          |
| 과제수행기관명     | 경상대학교                                        |
| 연구기간        | 2021.03.01 ~ 2022.02.28                      |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

- (A) 관에 강화섬유를 삽입하는 단계;  
 (B) 상기 강화섬유가 삽입된 관의 일측 말단을 상하로 움직이는 고정장치의 하측에 고정시키는 단계;  
 (C) 상기 고정장치로 고정된 관의 다른 측 말단을 수지와 접촉시키는 단계; 및  
 (D) 상기 수지와 접촉된 강화섬유가 삽입된 관 내에서, 상기 수지가 강화섬유에 함침된 길이를 측정하는 단계;  
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (A)단계에서 관의 양 측 말단은 뚫려있는 형태인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (A)단계에서 관과 강화섬유의 길이가 동일하여 강화섬유가 삽입된 관의 양 말단이 평탄한 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (A)단계에서 관에 삽입되는 강화섬유는 5000 내지 12000 가닥으로 이루어진 섬유다발인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 (A)단계에서 관의 내경은 1 내지 2 mm인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 강화섬유는 탄소섬유, 유리 섬유, 아라미드 섬유, 보론 섬유, PBO 섬유, 고강력 폴리에틸렌 섬유, 알루미늄 섬유 및 탄화규소 섬유로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 (B)단계에서 상기 고정장치에 고정된 관은 일측의 말단이 상측을 향하고 있으며 다른 측 말단은 하측을 향하도록 하여 수직으로 구비된 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 (C)단계에서는 고정장치를 이용하여 강화섬유가 삽입된 관의 다른 측 말단의 0.3 내지 0.6 mm를 수지에 침지시켜 접촉시키는 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 (C)단계에서 강화섬유가 삽입된 관의 다른 측 말단과 수지를 5 내지 20 분 동안 접촉시키는 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 수지의 점도는 25 ℃에서 100 내지 2500 cps인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의

함침성 측정방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 상기 (D)단계에서 수지가 강화섬유에 함침된 길이는 수직으로 구비된 강화섬유가 삽입된 관에서 수지와 접촉된 강화섬유를 따라 수지가 올라간 높이인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 (D)단계에서 수지가 강화섬유에 함침된 길이는 디지털 현미경으로 측정하는 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 상기 강화섬유의 섬유체적분율과 수지의 함침성은 반비례인 것을 특징으로 하는 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 종래의 Permeability 측정법에 비하여 사용되는 시료의 양이 적으며 숙련도가 필요하지 않아 활용도가 높은 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근에는 단일 소재의 단점을 보완할 수 있는 복합소재들이 많이 사용되고 있다. 예를 들면 탄소섬유 강화플라스틱은 가벼우면서도 강성이 뛰어나 자동차나 항공기 등의 소재로 각광을 받고 있다.

[0003] 구체적으로 섬유강화 복합재는 두 가지 이상 소재가 복합적으로 이루어진 재료로서, 예를 들어 Glass, Carbon Fiber 등의 강화재가 고분자 수지 등의 모재에 둘러 쌓여 있는 구조를 갖는다.

[0004] 이러한 섬유강화 복합재(Fiber Reinforced Plastic)는 가볍고, 고강도이며, 내열성과 내식성이 우수하고, 성형성 등이 좋아 풍력발전용 블레이드, 선박용 파이프, 로켓부품, 항공기 동체, 항공기부품, 자동차부품, 의료용품, 스포츠용품에 널리 사용된다.

[0005] 현재 섬유강화 복합재는 열경화성 수지 또는 열가소성 수지가 섬유 직물에 주입된 후 경화되어 만들어지기 때문에, 섬유의 기계적 물성치가 수지보다 훨씬 높더라도 섬유들이 수지 안에서 충분히 코팅되거나 섬유 다발 틈을 매워야하는 수지의 최적의 양이 존재하기 때문에, 섬유의 부피비 한계는 30~40%이다. 다만 정교하고 정밀한 공법을 통해 섬유의 부피비를 최대 70%까지 높일 수 있으나, 이는 공정 시간이 길고 정밀해야 하기 때문에 항공우주산업 같은 분야에서만 한정적으로 사용하고 있다.

[0006] 즉, 섬유강화 복합재는 필수 구성요소인 섬유와 수지가 불균일한 재료이기 때문에, 이들의 구조, 배열방향 및 제조방법에 따라 물성에 큰 차이가 존재하므로 섬유강화 복합재를 제조하기 전에 강화섬유와 수지 간의 함침성을 평가해야 한다.

[0007] 현재, 섬유강화 복합재료의 함침성을 평가하는 시험으로는 Permeability 측정법이 있는데, 상기 Permeability 측정법은 많은 양의 시료가 소모되어 다량의 폐기물이 발생하며, 측정 시 많은 숙련도 및 별도의 장치가 필요하고, 데이터를 분석 및 정리하는데 많은 시간이 소요되는 문제가 있다.

[0008] 따라서, 소량의 강화섬유 및 수지를 사용하여 함침성을 측정하는 방법이 요구되고 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2017-0086452호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제1735487호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 종래의 Permeability 측정법에 비하여 사용되는 시료의 양이 적으며 숙련도가 필요하지 않아 활용도가 높은 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법을 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 섬유강화 복합재료의 함침성을 측정하는 방법은 (A) 관에 강화섬유를 삽입하는 단계; (B) 상기 강화섬유가 삽입된 관의 일측 말단을 상하로 움직이는 고정장치의 하측에 고정시키는 단계; (C) 상기 고정장치로 고정된 관의 다른 측 말단을 수지와 접촉시키는 단계; 및 (D) 상기 수지와 접촉된 강화섬유가 삽입된 관 내에서, 상기 수지가 강화섬유에 함침된 길이를 측정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 (A)단계에서 관의 양 측 말단은 뚫려있는 형태일 수 있다.
- [0013] 상기 (A)단계에서 관과 강화섬유의 길이가 동일하여 강화섬유가 삽입된 관의 양 말단이 평탄한 것일 수 있다.
- [0014] 상기 (A)단계에서 관에 삽입되는 강화섬유는 5000 내지 12000 가닥으로 이루어진 섬유다발일 수 있다.
- [0015] 상기 (A)단계에서 관의 내경은 1 내지 2 mm일 수 있다.
- [0016] 상기 강화섬유는 탄소섬유, 유리 섬유, 아라미드 섬유, 보론 섬유, PBO 섬유, 고강력 폴리에틸렌 섬유, 알루미늄 섬유 및 탄화규소 섬유로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0017] 상기 (B)단계에서 상기 고정장치에 고정된 관은 길이가 긴 관으로서, 일측의 말단이 상측을 향하고 있으며 다른 측 말단은 하측을 향하도록 하여 수직으로 구비된 것일 수 있다.
- [0018] 상기 (C)단계에서는 고정장치를 이용하여 강화섬유가 삽입된 관의 다른 측 말단의 0.3 내지 0.6 mm를 수지에 침지시켜 접촉시킬 수 있다.
- [0019] 상기 (C)단계에서 강화섬유가 삽입된 관의 다른 측 말단과 수지를 5 내지 20 분 동안 접촉시킬 수 있다.
- [0020] 상기 수지의 점도는 25 °C에서 100 내지 2500 cps일 수 있다.
- [0021] 상기 (D)단계에서 수지가 강화섬유에 함침된 길이는 수직으로 구비된 강화섬유가 삽입된 관에서 수지와 접촉된 강화섬유를 따라 수지가 올라간 높이일 수 있다.
- [0022] 상기 (D)단계에서 수지가 강화섬유에 함침된 길이는 디지털 현미경으로 측정할 수 있다.
- [0023] 상기 강화섬유의 섬유체적분율과 수지의 함침성은 반비례일 수 있다.

### 발명의 효과

- [0024] 본 발명의 섬유강화 복합재료의 함침성을 측정하는 방법은 강화섬유 및 수지를 소량만 사용하더라도 측정이 가능하므로 자원 낭비를 감소시킬 수 있으며, 디지털 현미경만으로 쉽게 측정이 가능하므로 활용도가 높다.
- [0025] 또한, 본 발명의 측정방법을 이용하여 제품 제작 시 미함침 구간의 발생으로 인한 불량률을 감소시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 함침성을 측정하는 장비를 나타낸 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예 1 내지 3의 탄소섬유의 섬유체적분율에 따른 수지의 함침성을 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명은 종래의 Permeability 측정법에 비하여 사용되는 시료의 양이 적으며 숙련도가 필요하지 않아 활용도가 높은 섬유강화 복합재료의 함침성 측정방법에 관한 것이다.

- [0028] 즉, 본 발명에서는 소량의 강화섬유 및 소량의 수지를 사용하고 디지털 현미경을 이용하여 쉽게 함침성을 측정하는 방법을 제공한다.
- [0029] 이하, 본 발명을 도 1을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0030] 본 발명의 섬유강화 복합재료의 함침성을 측정하는 방법은 (A) 관에 강화섬유를 삽입하는 단계; (B) 상기 강화섬유가 삽입된 관의 일측 말단을 상하로 움직이는 고정장치의 하측에 고정시키는 단계; (C) 상기 고정장치로 고정된 관의 다른 측 말단을 수지와 접촉시키는 단계; 및 (D) 상기 수지와 접촉된 강화섬유가 삽입된 관 내에서, 상기 수지가 강화섬유에 함침된 길이를 측정하는 단계;를 포함한다.
- [0031] 먼저, 상기 (A)단계에서는 길이가 긴 관에 강화섬유를 삽입(10)한다.
- [0032] 상기 관의 재질은 강화섬유가 삽입되기 용이하고 수지가 상기 강화섬유를 따라 함침될 수 있는 것이라면 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 유리관을 들 수 있다. 상기 관의 내경은 1 내지 2 mm, 바람직하게는 1.1 내지 1.5 mm이며, 관의 양 측 말단은 뚫려있는 형태이다. 관의 내경이 상기 범위를 벗어나는 경우에는 함침성 측정 시 오차가 크게 발생할 수 있다.
- [0033] 상기 강화섬유의 길이는 관의 길이와 동일하게 하여 강화섬유가 삽입된 관의 양 말단을 평탄(강화섬유가 삽입된 관의 말단을 측면에서 바라볼 때 강화섬유가 튀어나오거나 움푹 들어간 곳 없이 평탄하다는 의미)하게 함으로써, 일측 말단은 고정장치(40)에 쉽게 고정되며, 다른 측 말단은 수지와 접촉 시 모든 강화섬유 가닥이 동일하게 수지와 접촉될 수 있다.
- [0034] 상기 강화섬유는 5000 내지 12000 가닥, 바람직하게는 6000 내지 10000 가닥으로 이루어진 섬유다발일 수 있다. 섬유가닥의 수가 상기 하한치 미만인 경우에는 측정이 불가능하며, 상기 상한치 초과인 경우에는 오차가 크게 발생할 수 있다.
- [0035] 상기 강화섬유는 섬유의 형태나 배열에 대해서는 한정되지 않고, 일방향으로 정렬된 장섬유, 단일의 토우(tow), 직물, 니트, 매트 및 꼰 꼰 등의 섬유 구조물이 이용된다. 상기 강화섬유는 탄소섬유, 유리 섬유, 아라미드 섬유, 보론 섬유, PBO 섬유, 고강력 폴리에틸렌 섬유, 알루미늄 섬유 및 탄화규소 섬유로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 강화섬유일 수 있으며, 바람직하게는 탄소섬유일 수 있다.
- [0036] 상기 유리 섬유로는 유리 섬유 로빙, 유리 섬유 부직포, 유리 섬유 직물, 유리 섬유 편물 및 유리 섬유 테이프 등을 사용할 수 있고, 유리 섬유 밀드 파이버 등의 유리 섬유 단섬유를 포함하고 있어도 된다. 이와 같은 유리 섬유로서, 예를 들어, E 유리, S 유리, C 유리 등을 들 수 있고, 그 중에서도 E 유리가 바람직하다. 또한, 유리 섬유 모노필라멘트의 단면은 원형이어도 되고, 타원형 등의 편평 형상이어도 된다.
- [0037] 상기 탄소섬유로는 구체적으로 아크릴계, 피치(pitch)계 및 레이온계 등의 탄소섬유를 들 수 있고, 특히 인장강도가 높은 아크릴계의 탄소섬유가 바람직하게 이용된다.
- [0038] 상기 아크릴계 탄소섬유는 예를 들면, 다음에 서술하는 공정을 거쳐 제조할 수 있다. 아크릴로니트릴을 주성분으로 하는 모노머로부터 얻어지는 폴리아크릴로니트릴을 포함하는 방사 원액을 습식 방사법, 건습식방사법, 건식 방사법 또는 용융 방사법에 의해 방사한다. 방사 후의 응고 실은 제사(製絲) 공정을 거쳐 프리커서로 하고, 이어서 내염화 및 탄화 등의 공정을 거쳐 탄소섬유를 얻을 수 있다.
- [0039] 탄소섬유의 형태로는 유연사(有撚絲), 해연사(解撚絲) 및 무연사(無撚絲) 등을 사용할 수 있지만, 유연사의 경우는 탄소섬유를 구성하는 필라멘트의 배향이 평행하지 않기 때문에 얻어지는 탄소섬유 강화 복합 재료의 역학적 특성이 저하되는 원인이 되기 때문에 탄소섬유 강화 복합 재료의 성형성과 강도 특성의 밸런스가 좋은 해연사 또는 무연사를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0040] 상기 섬유매트는 상기 강화섬유로 구성된 것으로, 수지를 포함하지 않고 연속 또는 불연속인 강화섬유로 구성되는 면상체이다. 상기 섬유매트는 면 내에서 강화섬유가 랜덤한 방향으로 배양되거나 특정 방향으로 배향되어 적층되어 형성될 수 있다.
- [0041] 다음으로, 상기 (B)단계에서는 상기 강화섬유가 삽입된 관(10)의 일측 말단을 상하로 움직이는 고정장치(40)의 하측에 고정시킨다.
- [0042] 상기 고정장치(40)에 고정된 강화섬유가 삽입된 관(10)은 일측 말단이 상측을 향하고 있으며, 다른 측 말단은 하측을 향하도록 하여 수직으로 구비된다.

- [0043] 다음으로, 상기 (C)단계에서는 상기 고정장치(40)로 고정된 관(10)의 다른 측 말단을 수지와 접촉시킨다.
- [0044] 구체적으로, 상기 고정장치(40)를 이용하여 강화섬유가 삽입된 관(10)의 다른 측 말단의 0.3 내지 0.6 mm, 바람직하게는 0.4 내지 0.5 mm를 수지에 침지시켜 5 내지 20 분, 바람직하게는 7 내지 10 분 동안 접촉시킨다.
- [0045] 수지와 접촉되는 강화섬유가 삽입된 관(10)의 길이 및 침지시간이 상기 하한치 미만인 경우에는 수지가 강화섬유를 따라 함침되지 않을 수 있으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 오차가 크게 발생할 수 있다.
- [0046] 본 발명에서 사용되는 수지의 점도는 25 ℃에서 100 내지 2500 cps, 바람직하게는 300 내지 800 cps일 수 있다. 수지의 점도가 상기 하한치 미만인 경우에는 오차가 크게 발생할 수 있으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 강화섬유에 따라 함침되지 않을 수 있다.
- [0047] 본 발명에서 사용되는 수지는 섬유강화 복합재료를 제조할 수 있는 것이라면 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 에폭시 수지를 들 수 있다.
- [0048] 바람직하게, 상기 에폭시 수지는 비스페놀 A계 에폭시와 아민계 경화제가 혼합된 에폭시 수지일 수 있다.
- [0049] 다음으로, 상기 (D)단계에서는 상기 수지와 접촉된 강화섬유가 삽입된 관 내에서, 상기 수지가 강화섬유에 함침된 길이를 디지털 현미경으로 측정한다.
- [0050] 구체적으로, 상기 수지가 강화섬유에 함침된 길이는 수직으로 구비된 강화섬유가 삽입된 관에서 수지와 접촉된 강화섬유를 따라 수지가 올라간 높이를 의미하는 것이다.
- [0051] 상기 강화섬유를 따라 수지가 올라간 높이는 다른 장비 없이 디지털 현미경만으로 측정이 가능하므로 쉽고 간단하게 측정할 수 있다. 또한, 상기 강화섬유를 따라 수지가 올라간 높이는 도 1에 확대된 사진에 나타난 바와 같이, 구간별로 상이하므로 평균값을 구하여 사용한다.
- [0052] 이와 같이 측정된 함침성은 강화섬유의 체적분율과 반비례인 것을 확인하였다.
- [0053] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.
- [0054] **실시예 1. 탄소섬유 50C 사용**
- [0055] 내경이 1.1 mm인 유리관에 탄소섬유(Torayca사, 50C)가 10000가닥으로 이루어진 섬유다발을 삽입하여 탄소섬유가 삽입된 유리관의 양 말단을 평탄하게 한 후 상기 탄소섬유가 삽입된 유리관의 일 말단을 고정장치의 하측에 고정시킨 다음 탄소섬유가 삽입된 유리관의 다른 말단의 0.5 mm가 수지에 침지되도록 고정장치를 조절하여 8 분 동안 탄소섬유가 삽입된 유리관과 수지를 접촉시킨다. 상기 접촉으로 인해 상기 수지가 탄소섬유를 따라 올라간 높이를 마이크로 현미경을 이용하여 측정하였다.
- [0056] 상기 수지로는 비스페놀 A계 에폭시와 아민계 경화제가 혼합된 VARTM용 에폭시 수지를 사용하였다.
- [0057] **실시예 2. 탄소섬유 60E 사용**
- [0058] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 실시예 1에 사용된 탄소섬유 50C와 사이징제에 의한 표면처리 정도가 상이한 탄소섬유 60E(Torayca사)를 사용하여 수지가 탄소섬유를 따라 올라간 높이를 마이크로 현미경을 이용하여 측정하였다.
- [0059] **실시예 3. 탄소섬유\_사이징제 제거**
- [0060] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 실시예 1에 사용된 탄소섬유 50C 대신 상기 탄소섬유 50C를 600 ℃에서 2 시간 동안 열화시켜 표면의 사이징제를 제거한 퓨어 탄소섬유를 사용하여 수지가 탄소섬유를 따라 올라간 높이를 마이크로 현미경을 이용하여 측정하였다.
- [0061] **<시험예>**
- [0062] **시험예 1. 함침성 평가**
- [0063] 도 2는 본 발명의 실시예 1 내지 3의 탄소섬유의 섬유체적분율에 따른 수지의 함침성을 나타낸 그래프이다.
- [0064] 상기 실시예 1 내지 3에서 사용된 탄소섬유를 활용하여 다양한 섬유체적분율로 탄소섬유가 삽입된 유리관을 제작하여 실험을 진행하였다. 유리관의 무게를 제외한 탄소섬유의 무게를 측정된 다음 실험을 진행하였고, 실험이

끝난 탄소섬유를 80 ℃ 오븐에서 4시간 동안 경화시킨 후 무게를 측정하였다. 오차를 활용하여 탄소섬유 내 고분자 수지의 무게 확인하고, 밀도를 활용하여 탄소섬유 내 섬유체적분율을 확인하였다.

[0065] 도 2에 도시된 바와 같이, 탄소섬유의 체적분율이 증가됨에 따라 점차적으로 탄소섬유 내 수지가 함침된 높이가 감소하는 것을 확인할 수 있었고, 이를 통해 섬유의 체적분율에 반비례하여 함침성이 감소되는 것을 확인하였다.

[0066] 이를 관계식으로 정리하여 다른 섬유체적분율에서의 함침성을 예측할 수 있다.

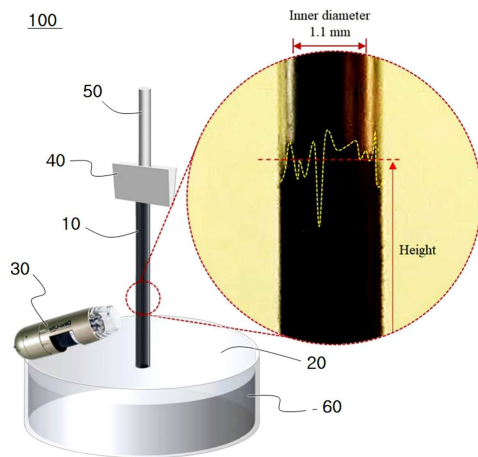
[0067] 또한, 동일한 섬유체적분율에서 사이징제의 함량에 따라 수지 함침성이 다른 것을 확인하였다. 즉, 동일한 섬유체적분율에서 사이징제의 함량이 증가함에 따라 수지 함침성이 2배 이상 개선되는 것을 확인하였다.

### 부호의 설명

[0068] 100: 함침성 측정 장비      10: 유리관  
20: 수지      30: 디지털 현미경  
40: 고정장치      50: 고정대  
60: 고정받침대

### 도면

#### 도면1



도면2

