



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2013-0141658  
(43) 공개일자 2013년12월26일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>D04H 1/60 (2006.01) B29C 43/34 (2006.01)<br/>C08J 5/04 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2013-7020282</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2011년08월31일<br/>심사청구일자 2013년12월02일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2013년07월30일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/070314</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2012/105080<br/>국제공개일자 2012년08월09일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2011-019891 2011년02월01일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>데이진 가부시키키가이샤<br/>일본 오사카후 오사카시 주오꾸 미나미홉마찌 1초<br/>메 6방 7고</p> <p>(72) 발명자<br/>코나가이 유헤이<br/>일본국 에히메켄 마즈야마시 니시하부마치 2345반<br/>치 데이진 가부시키키가이샤 마즈야마 지교쇼 나이<br/>하기하라 카츠유키<br/>일본국 에히메켄 마즈야마시 니시하부마치 2345반<br/>치 데이진 가부시키키가이샤 마즈야마 지교쇼 나이<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인 원전</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 랜덤 매트, 및 강화섬유 복합재료

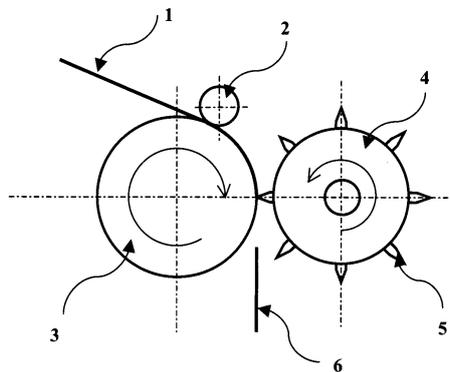
**(57) 요약**

본 발명의 목적은, 섬유강화 복합재료 성형체의 예비 성형품으로서 이용되는 랜덤 매트를 제공하는 것이다. 본 발명은, 섬유 길이 5~100mm의 강화섬유와 열가소성 수지로부터 구성되고, 강화섬유의 중량이 25~3000g/m<sup>2</sup>이며, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트의 섬유 전량에 대한 비율이 30Vol% 이상 90Vol% 미만이며, 또한 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가 하기 식(2)을 충족하는 것을 특징으로 하는 랜덤 매트이다.

$$\text{임계단사수} = 600/D \quad (1)$$

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2) \quad (\text{여기서 } D \text{는 강화섬유의 평균 섬유 지름}(\mu\text{m})\text{이다})$$

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**소노다 나오아키**

일본국 에히메켄 마츠야마시 니시하부마치 2345번  
치 데이진 가부시키가이샤 마츠야마 지교쇼 나이

**오키토 노보루**

일본국 에히메켄 마츠야마시 니시하부마치 2345번  
치 데이진 가부시키가이샤 마츠야마 지교쇼 나이

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

평균 섬유 길이 5~100mm의 강화섬유와 열가소성 수지로 구성되고, 강화섬유의 중량이 25~3000g/m<sup>2</sup>이며, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트(1)의 섬유 전량에 대한 비율이 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만이며, 또한 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가 하기 식 (2)를 충족하는 것을 특징으로 하는 랜덤 매트.

$$\text{임계단사수} = 600/D \quad (1)$$

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2)$$

(여기서 D는 강화섬유의 평균 섬유 지름(μm)이다)

**청구항 2**

제1항에 있어서,

강화섬유가 탄소섬유, 아라미드 섬유, 및 유리 섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 일종인 것을 특징으로 하는 랜덤 매트.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

랜덤 매트(1)에 있어서의 열가소성 수지의 존재량이, 강화섬유 100중량부에 대해, 50~1000중량부인 것을 특징으로 하는 랜덤 매트.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

열가소성 수지가, 섬유상 및/또는 입자상으로 존재하는 것을 특징으로 하는 랜덤 매트.

**청구항 5**

이하의 공정 1~4를 포함하는, 청구항 1~4 중 어느 한 항에 기재된 랜덤 매트(1)의 제조 방법.

1. 강화섬유를 컷하는 공정,
2. 컷된 강화섬유를 관내에 도입하고, 공기를 섬유에 내뿜는 것에 의해, 섬유다발을 개설키는 공정,
3. 개설키킨 강화섬유를 확산시킴과 동시에, 섬유상 또는 입자상의 열가소성 수지와 함께 흡인하고, 강화섬유와 열가소성 수지를 산포하는 도포 공정,
4. 도포된 강화섬유 및 열가소성 수지를 정착시키는 공정.

**청구항 6**

청구항 1~4 중 어느 한 항에 기재된 랜덤 매트(1)를 성형하여 얻어지는 강화섬유 복합재료.

**명세서**

**기술분야**

본 발명은, 섬유 강화 복합재료 성형체의 예비 성형품으로서 이용되는 랜덤 매트, 및 그것에 의해 얻어지는 강화섬유 복합재료에 관한 것이다.

**배경기술**

[0001]

- [0002] 탄소섬유나 아라미드 섬유, 유리 섬유 등을 강화섬유로서 이용한 섬유 강화 복합재료는, 그 높은 비강도·비탄성률을 이용하여, 항공기나 자동차 등의 구조재료나, 테니스 라켓, 골프 샤프트, 낚싯대 등의 일반 산업이나 스포츠 용도 등에 넓게 이용되어 왔다. 이것들에 이용되는 강화섬유의 형태로서는, 연속 섬유를 이용하여 제작되는 직물이나, 1방향으로 섬유가 당겨 정렬된 UD시트, 컷한 섬유를 이용하여 만들어지는 랜덤 시트, 부직포 등이 있다.
- [0003] 일반적으로, 연속 섬유를 이용한 직물이나 UD시트 등은, 섬유가 가지는 이방성으로부터, 예를 들면 0/+45/-45/90 등과 같이, 여러가지 각도로 적층되고, 또한 성형품의 휘어짐을 방지하기 위해, 면대상으로 적층되는 등, 적층 공정이 번잡하게 되는 것이, 섬유 강화 복합재료의 코스트를 인상하는 원인의 하나로 되고 있었다.
- [0004] 그 때문에, 미리 등방성인 랜덤 매트를 이용하는 것으로, 비교적 저가의 섬유 강화 복합재료를 얻을 수가 있다. 이 랜덤 매트는, 컷한 강화섬유 단체, 혹은 열경화성의 수지를 성형틀에 동시에 내뿜는 스프레이업 방식(건식)이나, 바인더를 함유시킨 슬러리에 미리 컷한 강화섬유를 첨가하여, 초지(抄紙)하는 방법(습식) 등에 의해 얻을 수가 있지만, 장치가 비교적 소형이기때문에, 건식 제조 방법을 이용함으로써, 보다 저가로 랜덤 매트를 얻을 수가 있다.
- [0005] 건식 제조 방법으로서, 연속 섬유를 이용하여, 컷과 동시에 내뿜는 수법이 많이 이용되고, 그 대부분은 로터리 커터를 사용한 것이다. 그렇지만, 섬유 길이를 길게 하기 위해서, 칼날의 간격을 넓게 했을 경우, 컷 빈도가 떨어짐으로써, 섬유의 토출이 불연속으로 되어 버린다. 이 때문에, 국소적인 매트의 섬유 중량불균일이 생기고, 특히 중량이 낮은 매트를 제작하는 경우에는, 두께불균일이 현저하게 되는 것 때문에, 표면 의장이 불량하게 된다고 하는 문제가 있었다.
- [0006] 한편, 섬유 강화 복합재료의 코스트를 인상하는 또 하나의 요인으로서, 성형 시간이 길다고 하는 점이 있다. 통상, 섬유 강화 복합재료는, 미리, 강화섬유기체에 열경화성 수지를 함침시킨 프리프레그라고 불리는 재료를, 오토클레이브를 이용하여 2시간 이상 가열·가압함으로써 얻어진다. 최근, 수지를 함침시키지 않은 강화섬유기체를 금형내에 세트한 후, 열경화성 수지를 흘려 넣는 RTM 성형 방법이 제안되어, 성형 시간은 큰폭으로 단축되었다. 그렇지만, RTM 성형 방법을 이용했을 경우에도, 하나의 부품을 성형할 때까지에 10분 이상 필요하게 된다.
- [0007] 그 때문에, 종래의 열경화성 수지를 대신하여, 열가소성 수지를 매트릭스로 이용한 콤포지트가 주목받고 있다. 그러나, 열가소성 수지는, 일반적으로 열경화성 수지와 비교하여 점도가 높고, 그 때문에, 섬유기체에 수지를 함침시키는 시간이 길고, 결과적으로 성형까지의 택트(takt)가 길어진다고 하는 문제가 있었다.
- [0008] 이러한 문제를 해결하는 수법으로서, 열가소스탬핑(stamping) 성형(TP-SMC)이라고 불리는 수법이 제안되고 있다. 이것은, 미리 열가소성 수지를 함침시킨 초프드(chopped)화이버를 용점 또는 유동 가능한 온도 이상으로 가열하여, 이것을 금형내의 일부에 투입한 후, 즉시 틀을 닫고 틀내에서 섬유와 수지를 유동시킴으로써 제품 형상을 얻고, 냉각·성형한다고 하는 성형 방법이다. 이 수법에서는, 미리 수지를 함침시킨 섬유를 이용함으로써, 약 1분 정도라고 하는 짧은 시간으로 성형이 가능하다. 초프드 섬유다발 및 성형 재료의 제조 방법에 관한 특허 문헌 1 및 2가 있지만, 이것들은 SMC나 스탬파블(stampable)시트로 불리는 성형 재료로 하는 방법이며, 이러한 열가소스탬핑 성형에서는, 틀내를 섬유와 수지를 유동시키기 때문에, 박육(薄肉)의 것을 만들 수 없고, 섬유 배향이 흐트러져, 제어가 곤란한 등의 문제가 있었다.
- [0009] 섬유 유동시키지 않고, 박육의 것을 만드는 수단으로서, 강화섬유보다 초지법으로 얇은 시트를 만든 후, 수지를 함침시켜 프리프레그를 만드는 수법이 제안되고 있다(특허 문헌 3). 초지법에서는 분산액 중에 균질로 강화섬유를 분산시키기 때문에, 강화섬유는 단사상(單絲狀)이 된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0010] (특허문헌 0001) (특허 문헌 1) 일본국 특개 2009-114611호 공보
- (특허문헌 0002) (특허 문헌 2) 일본국 특개 2009-114612호 공보
- (특허문헌 0003) (특허 문헌 3) 일본국 특개 2010-235779호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] **발명의 개시**

[0012] **발명이 해결하고자 하는 과제**

[0013] 본 발명의 과제는, 섬유 강화 복합재료 성형체의 예비 성형품으로서 이용되는 랜덤 매트, 및 그것에 의해 얻어지는 강화섬유 복합재료에 관한 것이다. 본 발명의 랜덤 매트, 열가소성의 매트릭스 수지를 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유 다발 내 및 강화섬유의 단사(單絲) 사이에 용이하게 함침할 수 있는 것을 특징으로 하고, 이것에 의해 박육이고, 또한 기계 물성이 뛰어난 섬유 강화 복합재료를 제공할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0014] **과제를 해결하기 위한 수단**

[0015] 본 발명은, 열가소성 수지와 특정의 수축(收束) 혹은 개섬(開織) 조건을 충족하는 강화섬유로부터 구성되는 랜덤 매트로 함으로써, 열가소성의 매트릭스 수지를 용이하게 함침할 수 있어, 섬유 강화 복합재료가 매우 적합하게 제공할 수 있는 것을 발견하여 본 발명에 이른 것이다. 즉, 본 발명은, 평균 섬유 길이 5~100mm의 강화섬유의 중량이 25~3000g/m<sup>2</sup>이며, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트릭스의 섬유 전량에 대한 비율이 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만이며, 또한 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가 하기 식 (2)을 충족하는 것을 특징으로 하는 랜덤 매트,

[0016] 임계단사수 = 600/D (1)

[0017]  $0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2$  (2)

[0018] (여기서 D는 강화섬유의 평균 섬유 지름(μm)이다)

[0019] 랜덤 매트, 및 그것에 의해 얻어지는 강화섬유 복합재료이다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명의 랜덤 매트, 섬유 강화 복합재료 성형체의 예비 성형품으로서 바람직하게 이용되고, 이것에 의해 표면 품질이 뛰어난 섬유 강화 복합재료를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 랜덤 매트, 예비 성형품으로 함으로써, 박육화나 등방성이 뛰어난 섬유 강화 복합재료를 제공할 수 있다. 본 발명의 랜덤 매트, 각종 구성 부재, 예를 들면 자동차의 내판, 외판, 구성 부재, 또한 각종 전기제품, 기계의 프레임이나 케이스 등의 예비 성형품으로서 이용할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0021] 도 1은 컷 공정의 개략도이다.

도 2는 로터리 나선 커터의 일례(정면과 단면의 개략도)이다.

도 3은 로터리 분섬(分織) 커터의 일례(정면과 단면의 개략도)이다.

도 4는 섬유 방향으로 평행한 칼날을 가진 커터의 일례(정면도와 사시도의 개략도)이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] **발명을 실시하기 위한 최량의 형태**

[0023] 이하에, 본 발명의 실시의 형태에 관하여 순차적으로 설명한다.

[0024] [랜덤 매트]

[0025] 본 발명의 랜덤 매트, 섬유 길이 5~100mm의 강화섬유와 열가소성 수지로부터 구성되고, 강화섬유의 중량이 25~3000g/m<sup>2</sup>이며, 하기 식 (1)에서 정의되는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유다발(A)에 관해서, 매트릭스의 섬유 전량에 대한 비율이 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만이며, 또한 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가 하기 식

(2)를 충족하는 것을 특징으로 한다.

- [0026] 임계단사수 =  $600/D$  (1)
- [0027]  $0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2$  (2)
- [0028] (여기서 D는 강화섬유의 평균 섬유 지름( $\mu\text{m}$ )이다)
- [0029] 랜덤 매트에서, 강화섬유는 특정의 방향으로 배향하고 있지 않고, 무작위인 방향으로 분산하여 배치되어 있다.
- [0030] 본 발명의 랜덤 매트는 면내 등방성의 재료이다. 랜덤 매트에서 성형체를 얻었을 경우에, 랜덤 매트 중의 강화섬유의 등방성은, 성형체에 있어서도 유지된다. 랜덤 매트에서 성형체를 얻고, 서로 직교하는 두 방향의 인장탄성률의 비를 구함으로써, 랜덤 매트 및 그것들의 성형체의 등방성을 정량적으로 평가할 수 있다. 랜덤 매트로부터 얻어진 성형체에 있어서의 2방향의 탄성률의 값 중 큰 것을 작은 것으로 나눈 비가 2를 넘지 않을 때에 등방성이라고 한다. 비가 1.3을 넘지 않을 때는 등방성이 뛰어나다고 한다.
- [0031] 랜덤 매트에서 강화섬유의 중량은  $25 \sim 3000 \text{g/m}^2$ 의 범위이다. 랜덤 매트는 프리프레그로서 유용하고, 소망한 성형에 맞추어 각종 중량을 선택할 수 있다.
- [0032] [강화섬유]
- [0033] 랜덤 매트를 구성하는 강화섬유는 불연속이며, 어느 정도 긴 강화섬유를 포함하여 강화 기능을 발휘할 수 있는 것을 특징으로 한다. 섬유 길이는, 얻어진 랜덤 매트에서 강화섬유의 섬유 길이를 측정하여 구한 평균 섬유 길이로 표현된다. 평균 섬유 길이의 측정 방법으로는 무작위로 추출한 100분의 섬유의 섬유 길이를 노기스 등을 이용하여 1mm단위까지 측정하여, 그 평균을 구하는 방법을 들 수 있다.
- [0034] 본 발명의 랜덤 매트에서 강화섬유의 평균 섬유 길이 5~100mm 이하이며, 바람직하게는 10~100mm이며, 보다 바람직하게는 15mm 이상 100mm 이하이며, 더 바람직하게는 15mm 이상 80mm 이하이다. 20mm 이상 60mm 이하가 더욱 바람직하다.
- [0035] 후술하는 바람직한 강화섬유의 컷방법에 있어서, 강화섬유를 고정 길이로 컷하여 랜덤 매트를 제조한 경우, 평균 섬유 길이는 컷한 섬유 길이와 거의 같아진다.
- [0036] 랜덤 매트를 구성하는 강화섬유는, 탄소섬유, 아라미드 섬유, 및 유리 섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 일종인 것이 바람직하다.
- [0037] 이것들은 병용할 수도 있고, 그 중에서도 탄소섬유가, 경량이면서 강도가 뛰어난 복합재료를 제공할 수 있는 점에서 바람직하다. 탄소섬유의 경우, 평균 섬유 지름은 바람직하게는 3~12 $\mu\text{m}$ 이며, 보다 바람직하게는 5~7 $\mu\text{m}$ 이다.
- [0038] 강화섬유는 사이징제가 부착된 것을 이용하는 것이 바람직하고, 사이징제는 강화섬유 100중량부에 대해, 0 초과~10중량부인 것이 바람직하다.
- [0039] [개섬 정도]
- [0040] 본 발명의 랜덤 매트는, 식 (1)
- [0041] 임계단사수 =  $600/D$  (1)
- [0042] (여기서 D는 강화섬유의 평균 섬유 지름( $\mu\text{m}$ )이다)
- [0043] 로 정의하는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트의 섬유 전량에 대한 비율이 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만인 것을 특징으로 한다. 매트 중에는, 강화섬유 다발(A) 이외의 강화섬유로서, 단사의 상태 또는 임계단사수 미만으로 구성되는 섬유다발이 존재한다.
- [0044] 즉 본 발명의 랜덤 매트에는, 평균 섬유 지름에 의존하여 정의되는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발의 존재량을 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만으로 하는, 즉 강화섬유의 개섬 정도를 컨트롤하여, 특정 본수 이상의 강화섬유로 이루어지는 강화섬유 다발과, 그 이외의 개섬된 강화섬유를 특정의 비율로 포함하는 것을 특징으로 한다. 강화섬유 다발의 존재량을 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만으로 하려면, 후술하는 바람직한 제법에 있어서는, 예를 들면 개섬 공정에 있어서의 내뿜는 공기의 압력 등에 의해 컨트롤할 수 있다. 또한, 컷 공정에 제공하는 섬유 다발의 크기, 예를 들면 다발의 폭이나 폭당의 섬유수를 조정함으로써 컨트롤할 수도 있다. 구체적으로는 개

섬하는 등하여 섬유다발의 폭을 펼치어 컷 공정에 제공하는 것, 컷 공정 전에 슬릿 공정을 설치하는 방법을 들 수 있다. 또한 짧은 갈날을 다수 늘어놓은 이른바 분섬나이프를 이용하여 섬유다발을 컷하는 방법이나, 컷과 동시에, 슬릿하는 방법을 들 수 있다. 바람직한 조건에 관해서는 개섬 공정의 항에 기재한다.

[0045] 섬유 전량에 대한 강화섬유 다발(A)의 비율이 30Vo1% 미만이면, 본 발명의 랜덤 매트르 성형했을 때에, 표면 품위가 뛰어난 복합재료를 얻을 수 있다고 하는 이점은 있지만, 기계 물성이 뛰어난 섬유 강화 복합재료는 얻기 어려워진다. 강화섬유 다발(A)의 비율이 90Vo1% 이상이 되면, 섬유의 교락부(交絡部)가 국부적으로 두꺼워져, 박육의 것을 얻지 못하여, 본 발명의 목적에 맞지 않다. 강화섬유 다발(A)의 비율은 보다 바람직하게는 30Vo1% 이상 80Vo1% 미만이다.

[0046] 또한 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가 하기 식 (2)

$$[0047] \quad 0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2)$$

[0048] (여기서 D는 강화섬유의 평균 섬유 지름( $\mu\text{m}$ )이다)

[0049] 를 충족하는 것을 특징으로 한다. 그 중에서도 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는,  $6 \times 10^4 / D^2$ 미만인 것이 바람직하다. 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)를 상기 범위로 하려면, 후술하는 바람직한 제법에서는, 컷 공정에 제공하는 섬유다발의 크기, 예를 들면 다발의 폭이나 폭 당의 섬유수를 조정함으로써 컨트롤할 수도 있다. 구체적으로는 개섬하는 등으로 섬유다발의 폭을 펼치어 컷 공정에 제공하는 것, 컷 공정 전에 슬릿 공정을 설치하는 방법을 들 수 있다. 또한 섬유다발을 컷과 동시에, 슬릿해도 된다.

[0050] 또한 개섬 공정에 있어서의 내뿜는 공기의 압력 등에 의해 컷된 섬유다발의 해체 방법을 조정하여, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)를 컨트롤할 수도 있다. 바람직한 조건에 관해서는 개섬 공정 및 컷 공정의 항에 기재한다.

[0051] 구체적으로는 랜덤 매트르를 구성하는 탄소섬유의 평균 섬유 지름이 5~7 $\mu\text{m}$ 의 경우, 임계단사수는 86~120본이 되어, 탄소섬유의 평균 섬유 지름이 5 $\mu\text{m}$ 의 경우, 섬유다발 중의 평균 섬유수는 280본 초과~4000본 미만의 범위가 되지만, 그 중에서도 600~2500본인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 600~1600본이다. 탄소섬유의 평균 섬유 지름이 7 $\mu\text{m}$ 의 경우, 섬유다발 중의 평균 섬유수는 142본 초과~2040본 미만의 범위가 되지만, 그 중에서도 300~1500본인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 300~800본이다.

[0052] 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가  $0.7 \times 10^4 / D^2$  이하의 경우, 높은 섬유 체적 함유율(Vf)을 얻는 것이 곤란해진다. 또한 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가  $1 \times 10^5 / D^2$  이상의 경우, 국부적으로 두꺼운 부분이 생겨, 보이드의 원인이 되기 쉽다.

[0053] 1mm 이하의 박육한 복합재료를 얻으려고 했을 경우, 단순히 분섬만 했던 섬유를 이용해서는, 소밀(疎密)이 크고, 양호한 물성을 얻을 수 없다. 또한, 모든 섬유를 개섬했을 경우에는, 보다 얇은 것을 얻는 것은 용이하게 되지만, 섬유의 교락이 많아져, 섬유 체적 함유율이 높은 것을 얻을 수 없다. 식 (1)에서 정의되는 임계단사 이상의 강화섬유 다발(A)과, 단사 상태 또는 임계단사수 미만의 강화섬유(B)가 동시에 존재하는 랜덤 매트르에 의해, 박육이고, 또한 얻어지는 물성이 높은 랜덤 매트르를 얻는 것이 가능하다.

[0054] 본 발명의 랜덤 매트르는, 각종의 두께로 하는 것이 가능하지만, 이것을 예비 성형품으로 하여, 두께가 0.2~1mm 정도의 박육 성형품도 매우 적합하게 얻을 수 있다. 즉 본 발명에 의해, 각종 목적으로 하는 성형품의 두께에 맞춘 랜덤 매트르를 제작할 수가 있고, 특히 샌드위치재의 표피 등, 박물(薄物)의 성형품인 예비 성형품으로서 유용하다.

[0055] [열가소성 수지]

[0056] 본 발명의 랜덤 매트르는 고체의 열가소성 수지를 포함하고, 섬유 강화 복합재료를 얻기 위한 예비 성형품이 된다. 랜덤 매트르에 있어서는, 열가소성 수지가, 섬유상 및/또는 입자상으로 존재하는 것이 바람직하다. 강화섬유와 섬유상 및/또는 입자상의 열가소성 수지가 혼합하여 존재하고 있으므로, 틀내에서 섬유와 수지를 유동시킬 필요가 없고, 성형시에 열가소성 수지를 강화섬유 다발 내 및 강화섬유의 단사 사이에 용이하게 함침할 수 있는 것을 특징으로 한다. 열가소성 수지는, 섬유상 또는 입자상으로 구성되는 것이 바람직하다. 열가소성 수지의 종류를 2종 이상으로 할 수도 있고, 또한 섬유상과 입자상의 것을 병용해도 된다.

[0057] 섬유상의 경우, 섬도(纖度) 100~5000dtex의 것, 보다 바람직하게는 섬도 1000~2000 dtex의 것이 보다 바람직하

고, 평균 섬유 길이로서는 0.5~50mm가 바람직하고, 보다 바람직하게는 평균 섬유 길이 1~10mm이다.

- [0058] 입자상의 경우, 구상, 작은 조각 모양, 혹은 펠렛과 같은 원주상을 바람직하게 들 수 있다. 구상의 경우는, 진원 또는 타원의 회전체, 혹은 계단상 같은 형상을 바람직하게 들 수 있다. 구(球)로 했을 경우의 바람직한 평균 입자 지름은 0.01~1000 $\mu$ m이다. 보다 바람직하게는 평균 입자 지름 01~900 $\mu$ m의 것이 보다 바람직하고, 더욱 바람직하게는 평균 입자 지름 1~800 $\mu$ m의 것이 보다 바람직하다. 입자 지름 분포에 관해서는 특별히 제한은 없지만, 분포가 날카로운 것이 보다 얇은 성형체를 얻는 목적으로서는 보다 바람직하지만, 분급 등의 조작에 의해 소망하는 입도 분포로서 이용할 수가 있다.
- [0059] 작은 조각 모양의 경우, 펠렛과 같은 원주상이나, 각주상, 인편상을 바람직한 형상으로서 들 수 있고, 필름을 가늘게 재단하여 직사각형으로 한 것도 바람직하다. 이 경우 어느 정도의 어스펙트비를 가져도 되지만, 바람직한 길이는 상기의 섬유상의 경우와 동일한 정도로 한다.
- [0060] 열가소성 수지의 종류로서는 예를 들면 염화비닐 수지, 염화비닐리덴 수지, 아세트산비닐수지, 폴리비닐알코올 수지, 폴리스티렌 수지, 아크릴로니트릴-스티렌 수지(AS수지), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 수지(ABS 수지), 아크릴 수지, 메타크릴 수지, 폴리에틸렌 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리아미드 6수지, 폴리아미드 11수지, 폴리아미드 12수지, 폴리아미드 46수지, 폴리아미드 66수지, 폴리아미드 610수지, 폴리아세탈 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트 수지, 폴리에틸렌나프타레이트 수지, 폴리부틸렌테레프탈레이트 수지, 폴리부틸렌나프타레이트 수지, 폴리아릴레이트 수지, 폴리페닐렌에테르 수지, 폴리페닐렌술퍼드 수지, 폴리술폰 수지, 폴리에테르술폰 수지, 폴리에테르에테르케톤 수지, 폴리락트산 수지 등을 들 수 있다. 이러한 열가소성 수지는 단독으로 사용해도 되고, 복수를 병용하여 이용해도 된다.
- [0061] 랜덤 매트에서의 열가소성 수지의 존재량은, 강화섬유 100중량부에 대해, 50~1000중량부인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 강화섬유 100중량부에 대해, 열가소성 수지 55~500중량부, 더욱 바람직하게는, 강화섬유 100중량부에 대해, 열가소성 수지 60~300중량부이다.
- [0062] [다른 제]
- [0063] 본 발명의 랜덤 매트 중에는, 본 발명의 목적을 해치지 않는 범위에서, 유기 섬유 또는 무기 섬유의 각종 섬유상 또는 비섬유상 필러, 난연제, 내UV제, 안료, 이형제, 연화제, 가소제, 계면활성제의 첨가제를 포함하고 있어도 된다.
- [0064] [제조 방법]
- [0065] 이하 본 발명의 랜덤 매트를 바람직하게 얻는 방법에 관해 기술한다. 본 발명의 랜덤 매트는 이하의 공정 1~4에 의해, 바람직하게 제조된다.
- [0066] 1. 강화섬유를 컷하는 공정,
- [0067] 2. 컷된 강화섬유를 관내에 도입하고, 공기를 섬유에 내뿜는 것에 의해, 섬유다발을 개입시키는 공정,
- [0068] 3. 개입시킨 강화섬유를 확산시킴과 동시에, 섬유상 또는 입자상의 열가소성 수지와 함께 흡인하여, 강화섬유와 열가소성 수지를 산포하는 도포 공정,
- [0069] 4. 도포된 강화섬유 및 열가소성 수지를 정착시키는 공정.
- [0070] 즉 본 발명은, 상기의 공정 1~4를 포함한, 랜덤 매트의 제조 방법을 포함한다. 이하, 각 공정에 관해 상세하게 기술한다.
- [0071] [컷 공정]
- [0072] 본 발명 방법에 있어서의 강화섬유의 컷 방법은, 구체적으로는 나이프를 이용하여 강화섬유를 컷하는 공정이다. 컷에 이용하는 나이프로서는 로터리 커터 등이 바람직하다. 로터리 커터로서는, 나선 모양 나이프, 혹은 짧은 칼날을 다수 늘어놓은 이른바 분섬(分纖)나이프를 설치한 것이 바람직하다. 컷 공정의 구체적인 모식도를 도 1에 나타낸다. 나선 모양 나이프를 가지는 로터리 커터의 일례를 도 2에, 분섬나이프를 가지는 로터리 커터의 일례를 도 3에 나타낸다.
- [0073] 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)를 본 발명에 있어서의 바람직한 범위로 하기 위해서, 컷 공정에 제공하는 섬유다발의 크기, 예를 들면 다발의 폭이나 폭 당의 섬유수를 조정하는 것으로 컨트롤하는 것이 바람직하다.
- [0074] 컷에 이용하는 섬유다발로서 미리 강화섬유의 섬유 다발수가 (2)식의 범위인 것을 이용하는 것이 바람직하다.

그러나, 일반적으로 섬유 다발수가 적은 만큼, 섬유의 가격이 고가로 되어 버린다. 그래서 저가로 입수할 수 있는 섬유 다발수가 많은 강화섬유 다발을 이용하는 경우에는, 컷 공정에 제공하는 섬유다발의 폭이나 폭 당의 섬유수를 조정하여 컷 공정에 제공하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 개섬하는 등하여 섬유다발을 얇게 피고 폭을 확장하여 컷 공정에 제공하는 것이나, 컷 공정 전에 슬릿 공정을 설치하는 방법을 들 수 있다. 슬릿 공정을 설치하는 방법에서는, 미리 섬유다발을 가늘게 한 후, 컷 공정에 제공하기 때문에, 커터로서는, 특별한 기구를 가지지 않는, 통상의 평칼날, 나선칼날 등을 사용할 수 있다.

[0075] 또한 분섬나이프를 이용하여 섬유다발을 컷하는 방법이나, 슬릿 기능을 가지는 커터를 이용하고, 컷하는 것과 동시에 슬릿하는 방법을 들 수 있다.

[0076] 분섬나이프를 이용하는 경우, 나이프폭이 좁은 것을 이용함으로써 평균 섬유수(N)을 작게 할 수가 있고, 반대로 나이프의 폭이 넓은 것을 이용함으로써 평균 섬유수(N)를 크게 할 수가 있다.

[0077] 또한, 슬릿 기능을 가지는 커터로서, 섬유 방향으로 수직인 칼날에 더하여 섬유 방향으로 평행한 슬릿 기능이 있는 칼날을 가진 분섬커터의 예를 도 4에 나타낸다. 도 4의 커터는, 섬유 방향으로 수직인 짧은 칼날이 나선 모양으로, 어느 일정한 간격으로 설치되고 있고, 이것들로 섬유를 컷함과 동시에, 섬유 방향으로 평행한 칼날에 의해 슬릿할 수 있다.

[0078] 또한 도 2에 나타낸 바와 같은 분섬나이프에 있어서도, 분섬나이프 사이에 섬유 방향으로 평행한 칼날을 설치해도 된다.

[0079] 표면 품질이 뛰어난 열가소 수지 강화용 랜덤 매트를 얻기 위해서는, 섬유의 소밀불균일이 크게 영향을 준다. 통상의 평칼날을 배치한 로터리 커터에서는, 섬유의 컷이 불연속이며, 그대로 도포 공정에 도입했을 경우에는, 섬유 중량에 불균일이 발생해 버린다. 그 때문에, 각도를 규정한 나이프를 이용하여 섬유가 도중에 잘리는 일이 없이, 연속적으로 컷하는 것에 의해, 소밀불균일의 작은 도포가 가능하게 된다. 즉 강화섬유를 연속적으로 컷하는 목적으로, 나이프는, 특정의 각도로 규칙적으로 로터리 커터에 배열되는 것이 바람직하다. 둘레방향과 칼날의 배치 방향과의 이루는 각이 하기 식 (3)을 충족하도록 컷하는 것이 바람직하다.

[0080] 칼날의 피치 = 강화섬유 스트랜드폭 × tan(90-θ) (3)

[0081] (여기서, θ는 둘레방향과 나이프의 배치 방향이 이루는 각이다.)

[0082] 주방향의 칼날의 피치는, 그대로 강화섬유의 섬유 길이에 반영된다.

[0083] 도 2~도 4는, 이와 같이 각도를 규정한 나이프의 예이며, 이러한 커터의 예에 있어서의 둘레방향과 나이프의 배치 방향이 이루는 각 θ를 도면 중에 나타낸다.

[0084] [개섬 공정]

[0085] 본 발명 방법에 있어서의 개섬 공정은 컷된 강화섬유를 관내에 도입하고, 공기를 섬유에 내뿜는 것에 의해, 섬유다발을 개섬시키는 공정이다. 개섬의 정도, 강화섬유 다발(A)의 존재량, 및 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)에 관해서는, 공기의 압력 등에 의해 적의 컨트롤할 수가 있다. 개섬 공정에 있어서, 바람직하게는 압축 공기 분사구멍에서, 풍속 1~1000m/sec로 공기를 직접 섬유다발에 내뿜는 것에 의해, 강화섬유를 개섬시킬 수가 있다. 바람직하게는 풍속 5~500m/sec이며, 보다 바람직하게는 풍속 50 초과~500m/sec이다. 구체적으로는 강화섬유가 통과하는 관내에 Φ1~2mm정도의 구멍을 몇군데 뚫어, 외측에서 0.01~1.0MPa, 보다 바람직하게는 0.2~0.8MPa 정도의 압력을 가해, 압축 공기를 섬유다발에 직접 내뿜는다. 풍속을 내리는 것에 의해, 보다 많은 섬유다발을 남기는 것이 가능하고, 반대로, 풍속을 올리는 것에 의해, 섬유다발을 단사상까지 개섬시킬 수가 있다.

[0086] [도포 공정]

[0087] 본 발명 방법에 있어서의 도포 공정은 개섬시킨 강화섬유를, 확산시킴과 동시에, 섬유상 또는 입자상의 열가소성 수지와 함께 흡인하여, 강화섬유와 열가소성 수지를 동시에 살포하는 도포 공정이다. 개섬시킨 강화섬유와, 섬유상 또는 입자상의 열가소성 수지를 바람직하게는 동시에, 시트상, 구체적으로는 개섬 장치 하부에 마련한 통기성 시트위에 도포한다.

[0088] 도포 공정에 있어서, 열가소성 수지의 공급량은, 강화섬유 100중량부에 대해, 50~1000중량부인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 강화섬유 100중량부에 대해, 열가소성 수지 55~500중량부, 더욱 바람직하게는, 강화섬유 100중량부에 대해, 열가소성 수지 60~300중량부이다.

- [0089] 여기서, 강화섬유와, 섬유상 또는 입자상의 열가소성 수지는 2차원 배향하는 것처럼 살포하는 것이 바람직하다. 개성된 섬유를 2차원 배향시키면서 도포하기 위해서는, 도포 방법 및 하기의 정착 방법이 중요해진다. 강화섬유의 도포 방법에는, 원추형 등의 테이퍼관을 이용하는 것이 바람직하다. 원추 등의 관내에서는, 공기가 확산하여, 관내의 유속이 감소하고, 이때 강화섬유에는 회전력이 주어진다. 이 벤츄리 효과를 이용하여 개성시킨 강화섬유를 바람직하게 확산시켜 산포할 수 있다.
- [0090] 또한 하기의 정착 공정과 도포 공정은 동시에 실시한다. 즉 도포하여 퇴적시키면서 정착시켜도 된다. 흡인 기구를 가진 가동식의 통기성 시트위에 살포하여, 매트상으로 퇴적시켜 그 상태로 정착시키는 것이 바람직하다. 이때, 통기성 시트를 네트로 이루어지는 컨베이어로 구성하여, 한방향으로 연속적으로 이동시키면서 그 위로 퇴적시키도록 하면 연속적으로 랜덤 매트를 형성시킬 수 있다.
- [0091] 또한, 통기성 시트를 전후좌우로 이동시킴으로써 균일한 퇴적이 실현되도록 하여도 된다. 또한, 강화섬유와 열가소성 수지와와의 도포(분사)부의 선단을, 연속적으로 이동하는 통기성 지지체의 이동 방향과 직교하는 방향으로 왕복 운동시켜 연속하여 도포~정착시키는 것도 바람직하다.
- [0092] 여기서 강화섬유 및 열가소성 수지는, 랜덤 매트 중에 균등하게 불균일하게 산포하는 것이 바람직하다.
- [0093] [정착 공정]
- [0094] 본 발명 방법에 있어서의 정착 공정은, 도포된 강화섬유 및 열가소성 수지를 정착시키는 공정이다. 바람직하게는 통기성 시트 하부에서 공기를 흡인하여 섬유를 정착시킨다. 강화섬유와 동시에 산포된 열가소성 수지도 혼합되면서, 섬유상이면 공기 흡인에 의해, 입자상이어도 강화섬유에 수반하여 정착된다.
- [0095] 통기성의 시트를 통하여, 하부에서 흡인하는 것에 의해, 2차원 배향이 높은 매트를 얻을 수가 있다. 또한, 발생하는 부압(負壓)을 이용하여 입자상, 또는 섬유상의 열가소성 수지를 흡인하고, 또한, 관내에서 발생하는 확산 흐름에 의해, 강화섬유와 용이하게 혼합할 수가 있다. 얻어지는 강화기체는, 강화섬유의 근방에 열가소성 수지가 존재하는 것에 의해, 함침 공정에 있어서, 수지의 이동거리가 짧고, 비교적 단시간에 수지의 함침이 가능해진다. 또한, 미리, 이용하는 매트릭스 수지와 동일한 재질의 통기성의 부직포 등을 정착부에 세트하여, 부직포 위에 강화섬유 및 입자를 내뿜는 것도 가능하다.
- [0096] 상기의 랜덤 매트의 바람직한 제조 방법에 의해, 섬유의 장축이 3차원 방향으로 배향하고 있는 것이 적고, 이차원 배향성이 있는 랜덤 매트로 할 수 있다.
- [0097] 도포 및 정착 공정은 동시에 행하여져도 된다. 또한 랜덤 매트를 공업적으로 생산하는 경우에는, 통기성 지지체를 연속적으로 이동시키면서 도포~정착시키는 것이 바람직하다. 또한 강화섬유와 열가소성 수지와와의 도포(분사)부의 선단을, 연속적으로 이동하는 통기성 지지체의 이동 방향과 직교하는 방향으로 왕복운동시켜서 연속하여 도포~정착시키는 것도 바람직하다.
- [0098] [섬유 강화 복합재료]
- [0099] 본 발명의 랜덤 매트를 예비 성형품으로서 성형함으로써, 강화섬유와, 열가소성 수지로 이루어지는 섬유 강화 복합재료를 얻을 수 있다. 성형 방법으로는, 프레스 성형 및 또는 열성형이 바람직하다. 본 발명의 랜덤 매트는 열가소성 수지를 용이하게 함침하기 쉬운 특징을 가지기 때문에, 핫 프레스 성형 등에 의해 성형하여, 섬유 강화 복합재료를 효율 좋게 얻을 수 있다. 구체적으로는 가압 하에서 랜덤 매트 중의 열가소성 수지를 용융하고, 강화섬유 다발 내 및 강화섬유의 단사 사이에 열가소성 수지를 함침시킨 후 냉각하여 성형하는 것이 바람직하다.
- [0100] 이와 같이 하여 예를 들면 판 모양의 섬유 강화 복합재료를 단시간에 효율 좋게 얻을 수 있다. 판 모양의 섬유 강화 복합재료는, 또한 입체 성형용의 프리프레그, 그 중에서도 프레스 성형용의 프리프레그로서 유용하다. 구체적으로는 판 모양의 섬유 강화 복합재료를 용점 이상 혹은 유리 전이점 이상까지 가열하고, 이것을 얻으려고 하는 성형체의 형상에 맞추어 단독 또는 복수매 포개서, 용점 미만 혹은 유리 전이점 미만으로 유지한 금형내에 투입하여, 가압한 후, 냉각하는, 이른바 콜드 프레스로 성형체를 얻을 수가 있다.
- [0101] 또는, 금형내에 판 모양의 섬유 강화 복합재료를 투입하여 용점 이상 혹은 유리 전이점 이상까지 승온하면서, 프레스 성형을 실시하고, 뒤이어 금형을 용점 미만 혹은 유리 전이 온도 미만까지 냉각하는, 이른바 핫 프레스로 성형체를 얻을 수가 있다.
- [0102] 즉 본 발명은 랜덤 매트에 의해 얻어진 섬유 강화 복합재료를 포함한다. 상술한 바와 같이 본 발명의 랜덤 매트

는 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합되고, 근접하여 존재하고 있으므로, 틀내에서 섬유와 수지를 유동시킬 필요가 없고, 열가소성 수지를 용이하게 함침할 수 있는 것을 특징으로 한다. 본 발명의 랜덤 매트에서 얻어진 섬유 강화 복합재료에 있어서도, 랜덤 매트 중의 강화섬유의 형태, 즉 등방성을 유지하는 것이 가능해진다. 또한 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 개섬 정도도, 섬유 강화 복합재료에 있어서도 거의 유지된다.

[0103] 즉 본 발명은 바람직하게는, 상기의 랜덤 매트로부터 얻어지는 평균 섬유 길이 5mm 초과 100mm 이하의 강화섬유와 열가소성 수지로 구성되고, 강화섬유가 실질적으로 2차원 랜덤으로 배향하고 있어, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수 이상으로 구성되는 강화섬유다발(A)에 관해서, 섬유 전량에 대한 강화섬유다발(A)의 비율이 30Vo1% 이상 90Vo1% 미만이며, 또한 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)가 하기 식(2)을 충족하는 것을 특징으로 하는 복합재료이다.

[0104] 임계단사수 =  $600/D$  (1)

[0105]  $0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2$  (2)

[0106] (여기서 D는 강화섬유의 평균 섬유 지름( $\mu\text{m}$ )이다)

[0107] 복합재료에 있어서의 강화섬유의 평균 섬유 길이나 섬유다발에 관해서는, 복합재료에서 수지를 제거한 후, 랜덤 매트에 있어서의 방법과 동일하게 측정할 수 있다.

[0108] 실시예

[0109] 이하에 실시예를 나타내지만, 본 발명은 이것들에 제한되는 것은 아니다.

[0110] 1) 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유 다발의 분석

[0111] 랜덤 매트를 100mm×100 mm정도로 자른다.

[0112] 자른 매트에서, 섬유다발을 핀셋으로 모두 꺼내, 강화섬유 다발(A)의 다발의 수 (1) 및 섬유다발의 길이(Li)와 중량(Wi)을 측정하여, 기록한다. 핀셋으로 꺼낼 수가 없는 정도로 섬유다발이 작은 것에 대해서는, 정리하여 마지막에 중량을 측정한다(Wk). 중량의 측정에는, 1 /100mg까지 측정 가능한 천칭을 이용한다. 랜덤 매트에 사용하고 있는 강화섬유의 섬유 지름(D)에 의해, 임계단사수를 계산하고, 임계단사수 이상의 강화섬유다발(A)과, 그 이외로 나눈다. 또한, 2종류 이상의 강화섬유가 사용되고 있는 경우에는, 섬유의 종류마다 나누고, 각각에 대해 측정 및 평가를 실시한다.

[0113] 강화섬유 다발(A)의 평균 섬유수(N)의 구하는 방법은 이하와 같다.

[0114] 각 강화섬유 다발 중의 섬유본 수(Ni)는 사용하고 있는 강화섬유의 섬도(F)로부터, 다음 식에 의해 구하여진다.

[0115]  $N_i = W_i / (L_i \times F)$

[0116] 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는, 강화섬유 다발(A)의 다발의 수(I)로부터, 다음 식에 의해 구하여진다.

[0117]  $N = \sum N_i / I$

[0118] 강화섬유 다발(A)의 매트의 섬유 전량에 대한 비율(VR)은, 강화섬유의 밀도( $\rho$ )를 이용하여 다음 식에 의해 구하여진다.

[0119]  $VR = \sum (W_i / \rho) \times 100 / ((W_k + \sum W_i) / \rho)$

[0120] 2) 랜덤 매트 또는 복합재료에 포함되는 강화섬유의 평균 섬유 길이의 분석

[0121] 랜덤 매트 또는 복합재료로부터 무작위로 추출한 강화섬유 100본의 길이를 노기스 및 확대경으로 1mm단위까지 측정하여 기록하고, 측정한 모든 강화섬유의 길이(Li)로부터, 다음 식에 의해 평균 섬유 길이(La)를 구했다.

[0122] 복합재료의 경우는 500℃×1시간 정도, 로(爐)내에서 수지를 제거한 후, 강화섬유를 추출했다.

[0123]  $La = \sum L_i / 100$

[0124] 3) 복합재료에 있어서의 강화섬유 다발 분석

[0125] 성형관, 즉 본 발명의 강화섬유 복합재료에 관해서는, 500℃×1시간 정도, 로내에서 수지를 제거한 후, 상기의

랜덤 매트에 있어서의 방법과 동일하게 하여 측정한다.

[0126]

4) 복합재료에 있어서의 섬유 배향의 분석

[0127]

복합재료를 성형한 후, 섬유의 등방성을 측정하는 방법으로서, 성형관의 입의 방향, 및 이것과 직행하는 방향을 기준으로 하는 인장 시험을 실시하고, 인장 탄성률을 측정하여, 측정한 인장 탄성률의 값 중 큰 것을 작은 것으로 나눈 비( $E\delta$ )를 측정했다. 탄성률의 비가 1에 가까울수록, 등방성이 뛰어난 재료이다. 본 실시예에서는 탄성률의 비가 1.3 이하의 경우, 등방성이 뛰어나다고 평가한다.

[0128]

실시예 1

[0129]

강화섬유로서 토호테낙스사 제의 탄소섬유 "테낙스" (등록상표) STS40-24KS(평균 섬유 지름  $7\mu\text{m}$ , 섬유폭 10mm)를 확장하여, 섬유폭 20mm로 한 것을 사용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 이용하여 나선 모양 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 이때,

[0130]

하기 식 (3)

[0131]

$$\text{칼날의 피치} = \text{강화섬유 스트랜드폭} \times \tan(90-\theta) \quad (3)$$

[0132]

(여기서,  $\theta$ 는 둘레방향과 나이프가 이루는 각이다.)

[0133]

에 있어서의  $\theta$ 는 63도이며, 칼날의 피치를 10mm로 하여, 강화섬유를 섬유 길이 10mm로 컷하도록 했다. 개성 장치로서, 지름이 다른 SUS304제의 니플을 용접하여, 이중관을 제작했다. 내측의 관에 작은 구멍을 설치하고, 외측의 관과의 사이에 압축기를 이용하여 압축 공기를 송기했다. 이때, 작은 구멍으로부터의 풍속은, 450m/sec였다. 이 관을 로터리 커터의 직하에 배치하고, 또한 그 하부에는 테이퍼관을 용접했다. 테이퍼관의 측면에서, 매트릭스 수지를 공급하고, 이 매트릭스 수지로서 테이진카세이사 제의 폴리카보네이트 "판 라이트" (등록상표) L-1225L 펠릿을 냉동분쇄하고, 또한, 20메쉬, 및 100메쉬로 분급한 입자를 이용했다. 폴리카보네이트 파우더의 평균 입경은 약  $710\mu\text{m}$ 였다. 다음에, 테이퍼관출구의 하부에, XY방향으로 이동 가능한 테이블을 설치하여, 테이블 하부로부터 브로와로 흡인을 실시했다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 180g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 480g/min,로 세트하고 장치를 가동하여, 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합된 랜덤 매트를 얻었다. 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 10mm이며, 중량은,  $200\text{g}/\text{m}^2$ 였다.

[0134]

얻어진 랜덤 매트에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수는 86이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트의 섬유 전량에 대한 비율은 35%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 240이었다. 또한, 폴리카보네이트 파우더는, 강화섬유 중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되고 있었다.

[0135]

얻어진 랜덤 매트를 300℃로 가열한 프레스 장치에서, 1MPa에서 3분간 가열하고, 두께 0.6mm의 성형판(본 발명의 강화섬유 복합재료이다, 이하 성형판)을 얻었다. 얻어진 성형판에 관하여 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.

[0136]

얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한바, 탄성률의 비( $E\delta$ )는 1.03이며, 섬유 배향은 대부분 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수 있었다. 또한, 이 성형판을 500℃×1시간 정도 노내에서 가열하여, 수지를 제거하고, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한바 10mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 강화섬유 다발(A)의 섬유 전량에 대한 비율은 35%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 240이며, 상기 랜덤 매트의 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.

[0137]

실시예 2

[0138]

강화섬유로서 토호테낙스사 제의 탄소섬유 "테낙스" (등록상표) IMS60-12K(평균 섬유 지름  $5\mu\text{m}$ , 섬유폭 6mm)를 사용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 사용하고 나선 모양 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 이 로터리 커터에는, 섬유다발을 소형화할 목적으로, 도 4에 나타난 바와 같은 섬유 방향으로 평행한 칼날을 0.5mm 간격으로 설치한 분심 커터를 이용했다. 이때, 상기 식 (3) 중의  $\theta$ 는 17도, 칼날의 피치를 20mm로 하고, 강화섬유를 섬유 길이 20mm로 컷했다. 개성 장치로서, 작은 구멍을 가진 관을 준비하여, 압축기를 이용하여 압축 공기를 송기했다. 작은 구멍으로부터의 풍속은, 150m/sec로 했다. 이 관을 로터리 커터의 직하에 배치하고, 또한, 그 하부에는 테이퍼관을 용접했다. 테이퍼관의 측면에서, 매트릭스 수지를 공급하고, 이 매트릭스 수지로서 2mm로 드라이 컷한 PA66 섬유(아사히화성 섬유제 T5나일론 섬유 1400dtex)를 이용했다. 다음에, 테이퍼관출구의 하

부에, XY방향으로 이동 가능한 테이블을 설치하고, 테이블 하부에서 브로와로 흡인을 실시했다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 1000g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 30 00g/min,로 세트하고 장치를 가동해, 강화섬유와 폴리 아미드가 혼합된 랜덤 매트르 얻었다. 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트르의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 20mm이며, 중량은 1000g/m<sup>2</sup>였다.

[0139] 얻어진 랜덤 매트에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임 계단사수는 120이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트르의 섬유 전량에 대한 비율은 86%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 900이었다. 또한, 나일론 섬유는, 강화섬유중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되어 있었다.

[0140] 얻어진 랜덤 매트르를 280℃로 가열한 프레스 장치에서, 1.0MPa에서 3분간 가열하여, 두께 3.2mm의 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판에 관하여 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.

[0141] 얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한바, 탄성률의 비(E δ)는 1.07이며, 섬유 배향은 거의 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수 있었다. 또한, 이 성형판을 500℃×1시간 정도 노내에서 가열하고, 수지를 제거하고, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한바 20mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 강화섬유 다발(A)의 섬유 전량에 대한 비율은 86%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 900이며, 상기 랜덤 매트르의 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.

[0142] 실시예 3

[0143] 강화섬유로서, 일본 전기초자사 제의 유리 섬유 EX-2500(평균 섬유 지름 15μm, 섬유폭 9mm)을 사용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 이용하고, 섬유와 90도 방향의 짧은 칼날이 비스듬하게 배치된, 분섬 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 나이프의 폭은 1mm이며, 또한 나이프 사이에는 섬유다발을 소형화하는 목적으로, 섬유 방향으로 평행한 칼날을 설치했다. 이때, 상기 식 (3) 중의 θ는 10도이며, 칼날의 피치를 50mm로 하고, 강화섬유를 섬유 길이 50mm로 컷했다. 개설편 장치로서 실시예 1과 동일한 장치를 이용했다. 압축기의 압력을 내리는 것에 의해, 작은 구멍으로부터의 풍속은, 350m/sec로 했다. 이 관을 로터리 커터의 직하에 배치하고, 또한 그 하부에는 테이퍼관을 용접했다. 테이퍼관의 측면에서, 매트릭스 수지를 공급하고, 이 매트릭스 수지로서 테 이진카세이사 제의 폴리카보네이트 "판 라이트" (등록상표) L-1225L 펠릿을 냉동분쇄하고, 또한, 30메쉬, 및 200메쉬로 분급한 파우더를 이용했다. 이때, 평균 입경은 약 360μm였다. 다음에, 테이퍼관출구의 하부에, XY방향으로 이동 가능한 테이블을 설치하고, 테이블 하부로부터 브로와로 흡인을 실시했다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 300g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 600g/min,로 세트하여 장치를 가동해, 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합된 랜덤 매트르를 얻었다. 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트르의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 50mm이며, 중량은 300g/m<sup>2</sup>였다.

[0144] 얻어진 랜덤 매트에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임 계단사수는 40이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트르의 섬유 전량에 대한 비율은 68%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 60이었다. 또한, 폴리카보네이트 파우더는, 강화섬유 중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되고 있었다.

[0145] 이 랜덤 매트르를 300℃로 가열한 프레스 장치에서, 1.0MPa에서 3분간 가열하여, 두께 0.6mm의 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판에 관해서 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.

[0146] 얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한바, 탄성률의 비(E δ)는 1.14이며, 섬유 배향은 거의 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수가 있었다. 또한, 이 성형판을 500℃×1시간 정도 노내에서 가열하고, 수지를 제거하여, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한바, 50mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과 평균 섬유수(N)를 조사한바, 상기 랜덤 매트르의 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.

[0147] 실시예 4

[0148] 강화섬유로서, 토호테낙스사 제의 탄소섬유 "테낙스" (등록상표) STS40-24KS(평균 섬유 지름 7μm, 섬유폭 10mm)를 개설편하여, 섬유폭 30mm로 한 것을 사용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 이용하여 나선 모양 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 이때, 상기 식 (3) 중의 θ는 45도이며, 칼날의 피치를 30mm로 하고, 강화섬유를 섬유 길이 30mm로 컷하도록 했다. 개설편 장치로서, 지름이 다른 SUS304계의 니플을 용접하여, 이중관을 제작했다. 내측의 관에 작은 구멍을 설치하고, 외측의 관과의 사이에 압축기를 이용하여 압축 공기를 송기했다.

이때, 작은 구멍으로부터의 풍속은, 200m/sec였다. 이 관을 로터리 커터의 직하에 배치하고, 또한, 그 하부에는 테이퍼관을 용접했다. 테이퍼관의 측면으로부터, 매트릭스 수지를 공급하고, 이 매트릭스 수지로서 테이진카세이사 제의 폴리카보네이트 "관 라이트" (등록상표) L-1225L 펠릿을 냉동분쇄하고, 또한, 20메쉬, 및 100메쉬로 분급한 입자를 이용했다. 폴리카보네이트 파우더의 평균 입경은 약 710 $\mu$ m였다. 다음에, 테이퍼관출구의 하부에, XY방향으로 이동 가능한 테이블을 설치하고, 테이블 하부로부터 브로와로 흡인을 실시했다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 1000g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 1100g/min로 세트하여 장치를 가동하여, 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합된 랜덤 매트르 얻었다. 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트르의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 30mm이며, 중량은 1000g/m<sup>2</sup>였다.

- [0149] 얻어진 랜덤 매트에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수는 86이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트르의 섬유 전량에 대한 비율은 60%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 1620이었다. 또한, 폴리카보네이트 파우더는, 강화섬유 중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되어 있었다.
- [0150] 얻어진 랜덤 매트르를 3층 겹치고, 300 $^{\circ}$ C로 가열한 프레스 장치에서, 1MPa에서 3분간 가열하여, 두께 1.5mm의 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판에 관하여 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.
- [0151] 얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한바, 탄성률의 비(E $\delta$ )는 1.01이며, 섬유 배향은 거의 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수 있었다. 또한, 이 성형판을 500 $^{\circ}$ C $\times$ 1시간 정도 노내에서 가열하고, 수지를 제거해, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한바 30mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과 평균 섬유수(N)를 조사한바, 상기 랜덤 매트르의 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.
- [0152] 실시예 5
- [0153] 강화섬유로서, 토호테낙스사 제의 탄소섬유 "테낙스" (등록상표) STS40-24KS(평균 섬유 지름 7 $\mu$ m, 섬유폭 10mm)를 개입하여, 섬유폭을 20mm로 한 것을 사용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 이용하여 나선 모양 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 이때, 상기 식 (3) 중의  $\theta$ 는 68도이며, 칼날의 피치를 8mm로 하고, 강화섬유를 섬유 길이 8mm로 컷하도록 했다. 개입 장치로서, 지름이 다른 SUS304제의 니플을 용접하여, 이중관을 제작했다. 내측의 관에 작은 구멍을 설치하고, 외측의 관과의 사이에 압축기를 이용하여 압축 공기를 송기했다. 이때, 작은 구멍으로부터의 풍속은, 350m/sec였다. 이 관을 로터리 커터의 직하에 배치하고, 또한, 그 하부에는 테이퍼관을 용접했다. 테이퍼관의 측면으로부터, 매트릭스 수지를 공급하고, 이 매트릭스 수지로서, 테이진화성사 제의 폴리카보네이트 "관 라이트" (등록상표) L-1225L 펠릿을 냉동분쇄하고, 또한, 20메쉬, 및 100메쉬로 분급한 입자를 이용했다. 폴리카보네이트 파우더의 평균 입경은 약 710 $\mu$ m였다. 다음에, 테이퍼관출구의 하부에, XY방향으로 이동 가능한 테이블을 설치하고, 테이블 하부로부터 브로와로 흡인을 실시했다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 1200g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 1600g/min로 세트하여 장치를 가동하고, 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합된 랜덤 매트르를 얻었다. 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트르의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 8mm이며, 중량은 1200g/m<sup>2</sup>였다.
- [0154] 얻어진 랜덤 매트에 관하여, 강화섬유 다발(A)의 비율과 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수는 86이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트르의 섬유 전량에 대한 비율은 38%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 220이었다. 또한, 폴리카보네이트 파우더는, 강화섬유 중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되고 있었다.
- [0155] 얻어진 랜덤 매트르를 300 $^{\circ}$ C로 가열한 프레스 장치에서, 1MPa에서 3분간 가열하여, 두께 1.9mm의 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판에 관하여 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.
- [0156] 얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한바, 탄성률의 비(E $\delta$ )는 1.02이며, 섬유 배향은 거의 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수 있었다. 또한, 이 성형판을 500 $^{\circ}$ C $\times$ 1시간 정도 노내에서 가열하여, 수지를 제거하고, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한바 8mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과 평균 섬유수(N)를 조사한바, 상기 랜덤 매트르의 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.
- [0157] 실시예 6
- [0158] 강화섬유로서, 토호테낙스사 제의 탄소섬유 "테낙스" (등록상표) STS40-24KS(섬유 지름 7 $\mu$ m 섬유폭 10mm 인장

강도 4000MPa)를 확폭하여 30mm폭으로 하여 사용했다. 분섬장치에는, 초경합금을 이용하여 원반상의 칼날을 만들고, 1mm간격으로 배치한 슬리터를 이용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 사용하여 나선 모양 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 이때, 상기 식 (3) 중의  $\theta$ 는 45도이며, 칼날의 피치를 30mm로 하고, 강화섬유를 섬유 길이 30mm로 컷하도록 했다. 개섬 장치로서, 지름이 다른 SUS304제의 니플을 용접하여, 이중관을 제작했다. 내측의 관에 작은 구멍을 마련하고, 외측의 관과의 사이에 압축기를 이용하여 압축 공기를 송기했다. 이때, 작은 구멍으로부터의 풍속은, 350m/sec였다. 이 관을 로터리 커터의 직하에 배치하고, 또한 그 하부에는 테이퍼관을 용접했다. 테이퍼관의 측면으로부터, 매트릭스 수지를 공급하고, 이 매트릭스 수지로서 데이진카세이사 제의 폴리카보네이트 "관 라이트" (등록상표) L-1225L 펠릿을 냉동분쇄하고, 또한, 20메쉬, 및 100메쉬로 분급한 입자를 이용했다. 폴리카보네이트 파우더의 평균 입경은 약 710 $\mu$ m였다. 다음에, 테이퍼관출구의 하부에, XY방향으로 이동 가능한 테이블을 설치하고, 테이블 하부로부터 브로와로 흡인을 실시했다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 500g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 550g/min,로 세트하여 장치를 가동하고, 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합된 랜덤 매트르 얻었다. 랜덤 매트르에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트르의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 30mm이며, 중량은 500g/m<sup>2</sup>였다.

[0159] 얻어진 랜덤 매트르에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수는 86이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트르의 섬유 전량에 대한 비율은 35%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 270이었다. 또한, 폴리카보네이트 파우더는, 강화섬유 중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되어 있었다.

[0160] 얻어진 랜덤 매트르를 4층 겹치고, 300℃로 가열한 프레스 장치에서, 1MPa에서 3분간 가열하여, 두께 3.0mm의 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판에 관하여 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.

[0161] 얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한바, 탄성률의 비( $E_{90}/E_0$ )는 1.02이며, 섬유 배향은 거의 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수 있었다. 또한, 이 성형판을 500℃×1시간 정도 노내에서 가열하고, 수지를 제거하고, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한바 30mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 상기 랜덤 매트르의 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.

[0162] 실시예 7

[0163] 강화섬유로서 토호테낙스사 제의 탄소섬유 "테낙스" (등록상표) STS40-24KS(평균 섬유 지름 7 $\mu$ m, 스트랜드폭 10mm)를 30mm로 확폭하여 사용했다. 분섬 장치에는, 초경합금을 이용하여 원반상의 칼날을 만들고, 0.5mm간격으로 배치한 슬리터를 이용했다. 컷 장치에는, 초경합금을 이용하여 나선 모양 나이프를 표면에 배치한 로터리 커터를 이용했다. 이때, 상기 식(3) 중의  $\theta$ 는 45도이며, 칼날의 피치를 30mm로 하고, 강화섬유를 섬유 길이 30mm로 컷하도록 했다.

[0164] 커터를 통과한 스트랜드를 로터리 커터의 직하에 배치한 유연한 수송 배관에 도입하고, 계속해서, 이것을 개섬 장치에 도입했다. 개섬 장치로서는, 지름이 다른 SUS304사 제의 니플을 용접하고, 이중관을 제작하여 사용했다. 이중관의 내측의 관에 작은 구멍을 설치하고, 외측의 관과의 사이에 압축기를 이용하여 압축 공기를 송기했다. 이때, 작은 구멍으로부터의 풍속은, 100m/sec였다. 이 관의 하부에는 하방으로 향하여 지름이 확대하는 테이퍼관을 용접했다.

[0165] 상기 테이퍼관의 측면으로부터, 매트릭스 수지로서 유니티카사 제의 나일론 수지 "A1030" 를 공급했다. 그리고, 테이퍼관출구의 하부에, 일정 방향으로 이동하는 통기성의 지지체(이후, 정착 넷이라고 부른다)를 설치하고, 그 하방으로부터 브로와로 흡인을 실시하여, 그 정착 넷상에, 상기 유연한 수송 배관과 테이퍼관을 폭방향으로 왕복 운동시키면서, 컷한 강화섬유와 나일론 수지의 혼합체를 띠모양으로 퇴적시켰다. 그리고, 강화섬유의 공급량을 500g/min, 매트릭스 수지의 공급량을 530g/min,로 세트하여 장치를 가동하고, 지지체상에 강화섬유와 열가소성 수지가 혼합된 랜덤 매트르 얻었다. 랜덤 매트르에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한바, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다. 얻어진 랜덤 매트르의 강화섬유의 평균 섬유 길이는 30mm이며, 중량은 500g/m<sup>2</sup>였다.

[0166] 얻어진 랜덤 매트르에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한바, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수는 86이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트르의 섬유 전량에 대한 비율은 85%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 370이었다. 또한, 나일론 파우더는, 강화섬유 중에 큰 불균일이 없는 상태로 분산되고

있었다.

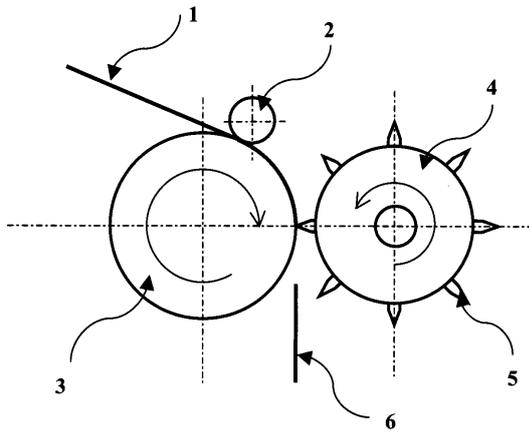
- [0167] 얻어진 랜덤 매트를 2층 겹치고, 260℃로 가열한 프레스 장치에서, 1MPa에서 3분간 가열하여, 두께 1.5mm의 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판에 관하여 초음파 탐상 시험을 실시한바, 미함침부나 보이드는 확인되지 않았다.
- [0168] 얻어진 성형판의 0도 및 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한다, 탄성률의 비( $E\delta$ )는 1.03이며, 섬유 배향은 거의 없고, 등방성이 유지된 재료를 얻을 수가 있었다. 또한, 이 성형판을 500℃×1시간 정도 노내에서 가열하여, 수지를 제거하고, 강화섬유의 평균 섬유 길이를 구한다 30mm였다. 성형판으로부터 수지를 제거하고, 강화섬유 다발(A)의 비율과 평균섬유수(N)를 조사한다, 상기 랜덤 매트와 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.
- [0169] 비교예 1
- [0170] 작은 구멍으로부터의 풍속을, 50m/sec로 한 이의는 실시예 1과 동일하게 랜덤 매트를 만들었다. 랜덤 매트에 있어서의 강화섬유의 형태를 관찰한다, 강화섬유의 섬유축은 면과 거의 병행에 있고, 면내에 있어서는 무작위로 분산되고 있었다.
- [0171] 얻어진 랜덤 매트에 관해서, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한다, 식 (1)에서 정의되는 임계단사수는 86이며, 강화섬유 다발(A)에 관해서, 매트와 섬유 전량에 대한 비율은 95%, 강화섬유 다발(A) 중의 평균 섬유수(N)는 1500이었다.
- [0172] 얻어진 랜덤 매트는, 강화섬유 다발이 굵고, 이 랜덤 매트를 이용하여 실시예 1과 동일하게 성형판을 만들고, 초음파 탐상 시험을 실시한다, 미함침부가 확인되었다. 또한, 성형판을 깎아서, 단면을 관찰한다, 섬유다발 내부에 수지가 함침되어 있지 않은 부분을 확인할 수 있었다.
- [0173] 비교예 2
- [0174] 비교예 1과 동일하게 하여 얻어진 랜덤 매트, 300℃로 가열한 프레스 장치에서, 압력을 4 MPa로 올려, 3분간 가열하여 성형판을 얻었다. 얻어진 성형판은, 약 2배의 면적으로 확대되고, 두께는 0.3mm정도로 약 절반으로 되어 있었다. 얻어진 성형판은 육안으로 섬유 유동을 확인할 수 있고, 유동 방향, 및 유동에 대해, 90도 방향의 인장 탄성률을 측정한다, 탄성률의 비( $E\delta$ )는 2.33이며, 크게 섬유 배향하고 있는 것을 확인했다. 또한, 이 성형판을 500℃×1시간 정도 노내에서 가열하여, 수지를 제거한 후, 강화섬유 다발(A)의 비율과, 평균 섬유수(N)를 조사한다, 비교예 1 기재의 랜덤 매트와 측정 결과와 차이는 볼 수 없었다.

**부호의 설명**

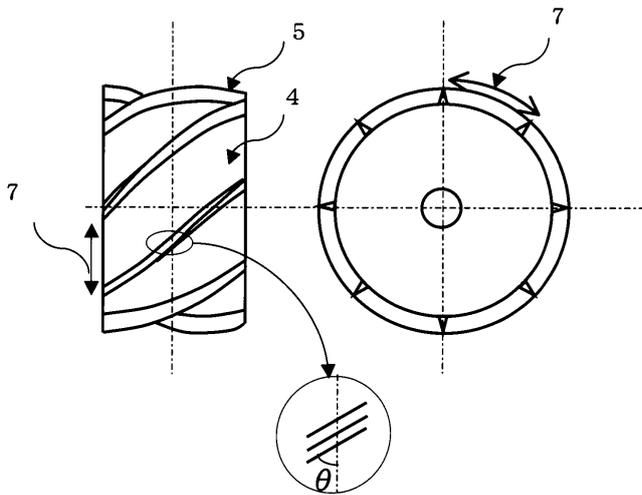
- [0175] 1. 강화섬유
- 2. 펀치롤러
- 3. 고무 롤러
- 4. 로터리 커터 본체
- 5. 칼날
- 6. 컷된 강화섬유
- 7. 칼날의 피치
- 8. 섬유 방향으로 평행한 칼날

도면

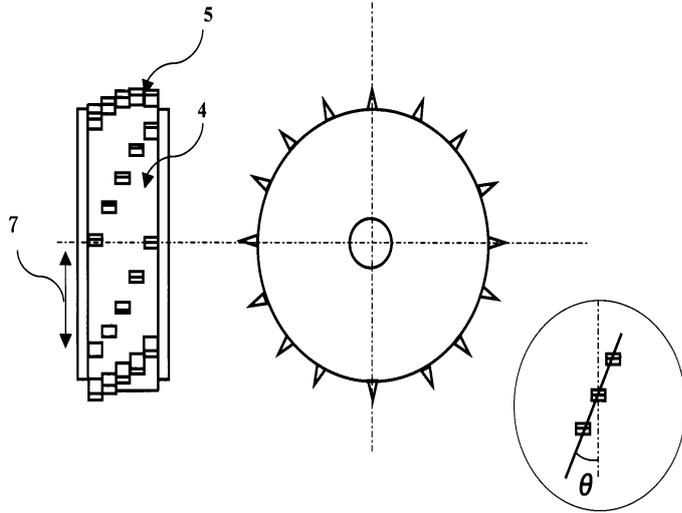
도면1



도면2



도면3



도면4

