(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0118127
(43) 공개일자 2016년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*D02G 3/08* (2006.01) *D01F 8/02* (2006.01)
*D02G 1/02* (2006.01) *D02G 3/04* (2006.01)
*D02G 3/26* (2006.01) *D02G 3/44* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*D02G 3/08* (2013.01)
*D01F 8/02* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0004500
(22) 출원일자 2016년01월14일
심사청구일자 2016년01월14일
(30) 우선권주장
1020150045937 2015년04월01일 대한민국(KR)

(71) 출원인
**충남대학교산학협력단**
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
**서영범**
대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트 501동 1701호
**정선영**
충청남도 계룡시 두마면 사계로 101 계룡더샵아파트 109동 1401호
**지성길**
대전광역시 서구 둔산남로 127 목련아파트 302동 901호
(74) 대리인
**최규환**

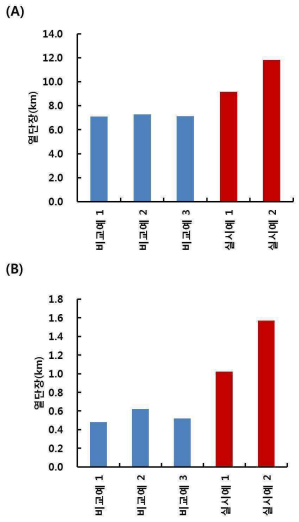
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사**

## (57) 요 약

본 발명은 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사 및 그의 제조방법에 관한 것으로서, 상세하게는 10~99 중량%의 장섬유 및 1~90 중량%의 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 지사에 관한 것이다. 본 발명에 따른 지사는 실의 두께가 종래의 지사에 비해 얇지만 강도가 크므로, 고품질의 지사를 제공할 수 있는 이점이 있다.

*대 표 도* - 도3



(52) CPC특허분류
***D02G 1/02*** (2013.01)
***D02G 3/042*** (2013.01)
***D02G 3/26*** (2013.01)
***D02G 3/44*** (2013.01)
*D10B 2201/01* (2013.01)
*D10B 2201/04* (2013.01)
*D10B 2201/06* (2013.01)
*D10B 2201/20* (2013.01)
*D10B 2401/063* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2014-1196-01
부처명 교육부
연구관리전문기관 충남대학교
연구사업명 CNU학술연구지원사업
연구과제명 나노셀룰로오스의 제조 및 평가
기 여 율 1/1
주관기관 충남대학교
연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

90~99중량%의 장섬유 및 섬유의 폭이 5~500㎚이고, 폭과 길이의 비는 1:2~200인 것을 특징으로 하는 1~10중량%의 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose) 섬유를 포함하고, 인장강도 조화평균이 32MPa 이하이고, 열단장 종횡비가 7.0 이상이며, 밀도가 0.8g/$cm^3$ 이하인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 장섬유는 평균 섬유 길이가 3~20㎜인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 장섬유는 닥섬유, 아바카, 마 및 캐냐프 중에서 선택된 하나 이상인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 장섬유 및 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose) 섬유 이외에 추가로 목재펄프 또는 보조섬유를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 보조섬유는 비목재펄프, 재생섬유, 합성섬유, 혼방섬유 및 혼합섬유 중에서 선택된 하나 이상인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 재생섬유는 레이온 또는 아세테이트이고, 상기 합성섬유는 나일론, 폴리에스테르, 아크릴, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리염화비닐, 폴리프로필렌 및 폴리우레탄 중에서 선택된 하나 이상인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 최근들어 섬유소재는 생활수준의 향상과 문명의 발달로 친환경적이고 인체에 무해한 의복 착용 및 생활용품의 수요가 증가하고 있는 실정이고, 그에 따른 천연섬유의 개발과 기능성 강화에 대한 기술이 각광을 받고 있으며, 그 중에서 지사(紙絲)에 대한 관심은 점차 높아지고 있다.

[0003] 지사(紙絲)는 종이로 만든 실이며, 초섬사(paper yarn)라고도 한다. 주로 삼지닥나무, 닥나무, 아바카, 대마섬유, 케냐프 인피섬유 등의 장섬유로 만든 저평량의 종이를 원료로 하여, 이것을 2~5㎜의 폭으로 절단하여 적당히 꼬아 실로 만든다. 아마사와 비슷한 느낌이기 때문에 유사 마직물로 쓰이기도 하고 또 여름용 띠를 만드는 천, 방석, 장식용 등에 사용된다. 면사를 심실로 하여 그 주위에 지사용 종이를 꼰 것도 있고, 지사로 만든 직물에 내수성을 주기 위해 방수 가공이나 수지 가공을 하는 경우도 있으며, 지사(paper yarn)에 면사나 견사를 병용하여 직물을 만들기도 하였다. 하지만 아직까지는 지사(paper yarn)의 기능 또는  유용성을 높이기 위한 기술이 미흡한 실정이다.

[0004] 현재까지는 지사의 주요 원료인 닥섬유, 아바카, 목재펄프를 이용하여 원지를 만들고 이를 다양한 방법으로 지사를 만들어서 천을 제조하였으나, 원지의 강도가 낮고, 두께가 두꺼우므로 제조되는 실의 강도가 낮고, 굵은

실이 제조되므로 다양한 고급 품질의 실을 제조하기 어려운 실정이다. 이와 같은 지사(paper yarn)를 제조하는 기술의 일례로는 한국등록특허 제0705487호에 개시된 기능성 물질이 내재된 지사 및 그 제조방법에 관한 것이 있으며, 한국등록특허 제0654155호에 한지 등 지류를 일정한 폭으로 절단하여 이루어진 종이 테이프에 꼬임을 가하여 지사를 제조하는 방법에 관한 것이 개시되어 있다.

[0005] 하지만, 아직까지는 상기 지사의 제조에서 나노셀룰로오스 섬유를 목재펄프, 닥섬유 또는 아바카와 같은 장섬유에 혼합하여 지사(紙絲)원지를 제조함으로써 지사(紙絲)의 강도를 높이고, 작은 두께를 갖는 지사 및 이의 제조방법에 대해서는 보고된 바 없다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 요구에 의해 도출된 것으로서, 본 발명은 90~99중량%의 장섬유 및 섬유의 폭이 5~500nm이고, 폭과 길이의 비는 1:2~200인 것을 특징으로 하는 1~10중량%의 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose) 섬유를 포함하고, 인장강도 조화평균이 32MPa 이하이고, 열단장 종횡비가 7.0 이상이며, 밀도가 0.8g/$cm^3$ 이하인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사에 관한 것으로, 상기 지사원지를 이용하여 물리적 특성을 분석하여 나노셀룰로오스 섬유를 포함하지 않은 지사에 비해 동일 평량에서 인장강도 혹은 열단장, 신장율 및 내절강도가 높으며, 두께가 매우 낮은 종이가 만들어져 가늘고 강도가 높은 지사가 제조되는 것을 확인함으로써, 본 발명을 완성하였다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 90~99중량%의 장섬유 및 섬유의 폭이 5~500nm이고, 폭과 길이의 비는 1:2~200인 것을 특징으로 하는 1~10중량%의 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose) 섬유를 포함하고, 인장강도 조화평균이 32MPa 이하이고, 열단장 종횡비가 7.0 이상이며, 밀도가 0.8g/$cm^3$ 이하인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사를 제공한다.

### 발명의 효과

[0008] 본 발명은 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사에 관한 것으로 상세하게는 90~99중량%의 장섬유 및 섬유의 폭이 5~500nm이고, 폭과 길이의 비는 1:2~200인 것을 특징으로 하는 1~10중량%의 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose) 섬유를 포함하고, 인장강도 조화평균이 32MPa 이하이고, 열단장 종횡비가 7.0 이상이며, 밀도가 0.8g/$cm^3$ 이하인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사에 관한 것이다. 본 발명에 따른 지사는 강도가 높고, 두께가 얇은 효과가 있어 고품질의 지사를 제조할 수 있을 뿐만 아니라, 천연소재를 사용하고 있으므로, 친환경적 소재로 적합하게 사용할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에서 제조한 지사의 주사 현미경 사진으로, (A)는 90%의 아바카, 10%의 나노셀룰로오스를 포함하는 지사원지(실시예 2)의 사진이고, (B)는 100%의 아바카로 제조된 J사의 지사원지 제품(비교예 1)의 사진이다.

도 2는 본 발명의 실시예 및 비교예에 대한 평량(g/$m^2$)을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예 및 비교예에 대한 열단장(Km)을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예 및 비교예에 대한 신장률(%)을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예 및 비교예에 대한 내절강도(Frequency)를 나타낸 도면이다.

도 3 내지 도 5의 (A)는 종목(Machine Direction; MD)의 열단장(Km)이고, (B)는 횡목(Cross Direction; CD)의 열단장(Km)이다. 상기 열단장은 동일한 평량하에서 인장강도를 비교하는 단위이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명은 90~99중량%의 장섬유 및 섬유의 폭이 5~500nm이고, 폭과 길이의 비는 1:2~200인 것을 특징으로 하는

1~10중량%의 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose) 섬유를 포함하고, 인장강도 조화평균이 32MPa 이하이고, 열단장 종횡비가 7.0 이상이며, 밀도가 0.8g/$cm^3$ 이하인 것을 특징으로 하는 지사원지로부터 제조된 지사에 관한 것이다.

[0011] 본 발명에서 '지사'는 종이실을 의미하지만, 종이실의 원료가 되는 지사원지를 포괄하는 것으로, 본 발명의 지사에 보조원료로 사용되는 나노셀룰로오스 섬유는 목재펄프를 물리화학적으로 분리하여 제조한 것으로서 짧은 쪽의 폭이 평균 500nm 이하인 것을 특징으로 하는 섬유이다. 더 바람직하게는 상기 나노셀룰로오스 섬유의 폭은 5~500nm이고, 폭과 길이의 비는 1:2~200인 것을 특징으로 하는 섬유이다. 따라서 섬유 간의 결합이 강한 특징이 있으며, 나노셀룰로오스 섬유의 바람직한 일례로는 나노피브릴화 셀룰로오스(nanofibrillated cellulose)일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0012] 상기 장섬유는 섬유의 길이가 3㎜ 이상의 섬유가 바람직하고, 더 바람직하게는 평균 섬유 길이가 3~20㎜인 섬유로서, 닥섬유, 아바카, 마, 캐냐프 중에서 선택된 하나 이상인 것이 바람직하지만, 이에 한정하지 않으며, 상기 장섬유를 두 가지 이상 혼합하는 경우, 혼합비율은 필요에 따라 얼마든지 조절하는 것이 가능하다.

[0013] 상기 닥섬유와 아바카는 길이가 약 8㎜이고, 폭은 약 20㎛인 장섬유인 것이 특징이다.

[0014] 또한, 상기 장섬유 및 나노셀룰로오스 섬유 이외에 목재펄프 또는 보조섬유를 추가로 더 함유할 수 있으며, 상기 목재펄프의 길이는 1~5㎜이고, 폭은 20~50㎛인 것이 특징이다.

[0015] 목재펄프를 더 포함하는 경우, 목재펄프의 가격이 저렴하므로 단가를 낮출 수 있다.

[0016] 상기 보조 섬유는 일반적으로 섬유 산업에서 사용하는 섬유는 어느 것이든지 무방하게 사용할 수 있으며, 상기 보조섬유의 바람직한 일례로는 비목재펄프, 레이온과 아세테이트와 같은 재생섬유이거나, 나일론, 폴리에스테르, 아크릴, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리염화비닐, 폴리프로필렌 및 폴리우레탄 중에서 선택된 합성섬유일 수 있다. 또한 성질이 다른 두 종류 이상의 섬유를 혼합한 혼방섬유 또는 혼합섬유의 사용도 가능하다.

[0017] 상기 나노셀룰로오스가 섬유간의 결합을 높이면 지사원지의 강도가 높아지고 밀도가 높아져 얇은 지사원지를 제조할 수 있고, 지사원지의 두께가 얇아지면, 지사원지를 꼬아서 만드는 지사(paper yarn)의 직경이 짧아지므로 가늘고 강도가 높은 고급지사를 제조할 수 있다. 따라서, 나노셀룰로오스 섬유를 이용함으로써 얇고 강도가 큰 지사의 제조를 가능케 하였다.

[0018] 본 발명의 지사는 지사의 강도가 커지고 직경이 가늘게 된 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 지사(종이실)의 제조방법은 종래의 알려진 방법 중에서 적절하게 선택하여 제조할 수 있으며, 지사를 제조하는 방법의 바람직한 일례로는

[0020] 1) 10~99 중량%의 장섬유 및 1~90 중량%의 나노셀룰로오스 섬유를 이용하여 5~30g/$m^2$의 지사원지를 제조하는 단계;

[0021] 2) 상기 단계 1)에서 제조한 지사원지를 1~5㎜의 폭으로 자르는 단계; 및

[0022] 3) 상기 단계 2)에서 자른 지사원지를 그 자체로 꼬거나, 보조실를 추가하여 섞으면서 꼬아 실을 제조하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 제조방법이다.

[0023] 본 발명의 일 구현예에 따른 방법에서, 상기 장섬유와 나노셀룰로오스 섬유는 전술한 바와 같다.

[0024] 상기 단계 1)에서 추가로, 목재펄프를 더 포함하여 지사원지를 제조할 수 있으며, 상기 단계 3)에서 보조실은 일반적으로 섬유 산업에서 사용하는 섬유는 어느 것이든지 무방하게 사용할 수 있으며, 상기 보조실은 레이온과 아세테이트와 같은 재생섬유실이거나, 나일론, 폴리에스테르, 아크릴, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리염화비닐, 폴리프로필렌 및 폴리우레탄 중에서 선택하여 제조된 합성섬유 실일 수 있고, 상기 단계 2)에서 자른 지사와 함께 꼬아서 지사를 제조할 수 있다. 또한 성질이 다른 두 종류 이상의 섬유를 혼합한 혼방섬유 또는 혼합섬유의 사용도 가능할 뿐만 아니라, 상기 보조실들을 둘 이상 섞어서 함께 꼬아서 사용할 수도 있다.

[0025] 이하, 실시예를 이용하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로 본 발명의 범위가 이들에 의해 제한되지 않는다는 것은 당해 기술분야에서 통상

의 지식을 가진 자에게 있어 자명한 것이다.

[0026]

[0027] **실시예 1**

[0028] 95%의 아바카 및 5%의 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사를 제조하였으며, 본 실시예 1에서 제조한 지사원지의 주사 현미경 사진을 도 1(A)에 개시하였다. 비교예 1의 전자현미경 사진을 개시한 도 1(B)와 비교하였을 대, 본 발명의 지사는 섬유 간의 결합이 매우 많고, 섬유 간의 결합이 많으므로 밀도가 높은 지사라는 것을 확인할 수 있었다.

[0029] **실시예 2.**

[0030] 90%의 아바카 및 10%의 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사를 제조하였다.

[0031] **비교예 1**

[0032] 나노셀룰로오스 섬유를 포함하지 않는 100%의 장섬유로 제조된 J사의 지사 제품을 선정하였다.

[0033] **비교예 2**

[0034] 나노셀룰로오스 섬유를 포함하지 않는 100%의 장섬유로 제조된 D사의 지사 제품을 선정하였다.

[0035] **비교예 3**

[0036] 나노셀룰로오스 섬유를 포함하지 않는 100%의 아바카로만 제조된 지사를 제조하였다.

[0037] **실험예 1. 본 발명에 따른 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사의 물리적 및 광학적 성질의 분석**

[0038] 본 발명에 따른 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사의 물리적 및 광학적 성질을 분석하였다. 물리적 및 광학적 성질은 미국의 종이 펄프 기술 협회의 표준법(TAPPI standard T402 om-88)에 따라 온도는 23±1℃, 상대습도 50±2%로 조절된 항온·항습실에서 24시간 전처리 후 측정하였다. 조습 처리된 시편을 미국의 종이 펄프 기술 협회의 표준법(TAPPI standard)에 의거하여 평량($g/m^2$), 밀도($g/cm^3$), 열단장(Km), 신장율(%)(TAPPI T 494 om-88) 및 내절강도(Frequency)(TAPPI T 423 om-89)의 물리적 성질을 측정하였다.

[0039] 평량은 일정 면적에 대한 지사원지의 중량을 의미하는 것으로, $1m^2$ 면적의 지사원지의 중량을 g으로 나타낸 미터 평량이다.

[0040] 밀도는 단위체적 당 중량을 말하는 것으로 KSM 7021(종이 및 판지의 두께와 밀도의 시험방법)에 규정하고 있으며, 일반적으로 밀도가 올라가면 어느 시점까지는 일반 지력이 상승하며, 밀도가 내려가면 지력이 떨어져 열단장과 내절강도가 문제가 된다.

[0041] 열단장(breaking length, Km)은 인장강도의 척도를 판단하는 기준으로, 종이를 높은 곳에서 아래로 길게 늘어뜨리게 되면 종이의 하중에 의해 절단될 때의 길이(Km)를 열단장이라 한다. 이 시험방법은 KSM 7014(종이의 인장강도 시험방법)에 규정하고 있으며, 동일 평량에서 인장강도를 비교하는 단위가 될 수 있다.

[0042] 신장율(stretch, %)은 늘어난 길이에서 원래의 길이를 빼준 값으로 원래의 길이를 나누고 100을 곱한 값이다.

[0043] 신장률(%)=[(늘어난 길이-원래의 길이)/원래의 길이]×100

[0044] 내절강도(folding endurance, Frequency)는 정해진 크기의 시험지편을 일정 조건에서 교대로 역방향으로 접고, 접은 선에서 절단될 때까지의 회절 횟수로 나타낸 강도로, 종이의 질긴 성질(취성)과 관련이 있다. 즉 포장지나 표지같이 접어 사용하는 종이는 그 성능을 표시하고 또한 섬유강도가 저하하는 종이 노화의 민감한 척도가 된다.

[0045] 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사원지의 물리적 및 광학적 성질은 표 1, 도 2 내지 5에 나타내었다.

표 1

[0046] 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사원지의 물리적 및 광학적 성질

| 종류 | 평량 ($g_f/m^2$) | 밀도 ($g/cm^3$) | 열단장 (Km) | | 신장율 (%) | | 내절강도 (Frequency) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | MD | CD | MD | CD | MD | CD |
| 실시예 1 | 14.85 | 0.73 | 9.15 | 1.02 | 3.12 | 1.52 | 11 | 1 |
| 실시예 2 | 15.35 | 0.76 | 11.82 | 1.57 | 3.87 | 1.72 | 21 | 5 |
| 비교예 1 | 15.11 | 0.59 | 7.10 | 0.48 | 2.31 | 0.97 | 8 | 0 |
| 비교예 2 | 14.22 | 0.52 | 7.28 | 0.62 | 2.80 | 1.03 | 10 | 0 |
| 비교예 3 | 15.00 | 0.43 | 7.13 | 0.52 | 2.21 | 1.10 | 7 | 0 |

[0047] 상기 표 1에서 열단장(Km)은 인장강도/평량(S/g)을 나타내고, 인장강도(Tensile strength, S)는 F/w (힘/시료의 폭. Kilo newtons(kN)/m)으로 나타내며, 단위는 $(kN/m)/(gf/m^2)=(10^3N/m)/(9.81\times10^{-3}N/m^2)=10^6m/9.81=10^3km/9.81$이다. 따라서, 열단장=$(1/9.81)\times S/g\times10^3km$ (ISO 1924-1의 열단장 식과 동일함)이다.

[0048] 표 1에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사원지(실시예 1~2)의 열단장, 신장율 및 내절강도는 나노셀룰로오스 섬유를 포함하지 않는 지사(비교예 1~3)에 비해 현저히 높게 나타났다.

[0049] 본 발명의 실시예 1 및 2와 선행기술(일본 공개특허공보 특개2012-087431호)의 두께, 열단장 조화평균, 인장강도 조화평균 및 열단장 종횡비를 비교하였다.

[0050] 상기 표 1에 개시된 실시예 1 및 2의 평량, 밀도 및 열단장과 하기 계산식 1~4를 이용하여 두께, 열단장 조화평균, 인장강도 조화평균 및 열단장 종횡비를 계산하여 표 2에 나타내었다.

[0051] 계산식 1. 두께=평량/밀도

[0052] 계산식 2. 열단장 조화평균 = (종목(MD)의 열단장 × 횡목(CD)의 열단장)$^{1/2}$

[0053] 계산식 3. 인장강도($Kg_f/m$) = 열단장 조화평균 × 평량

[0054] 계산식 4. 인장강도 조화평균 = (인장강도 × 9.8)/두께

표 2

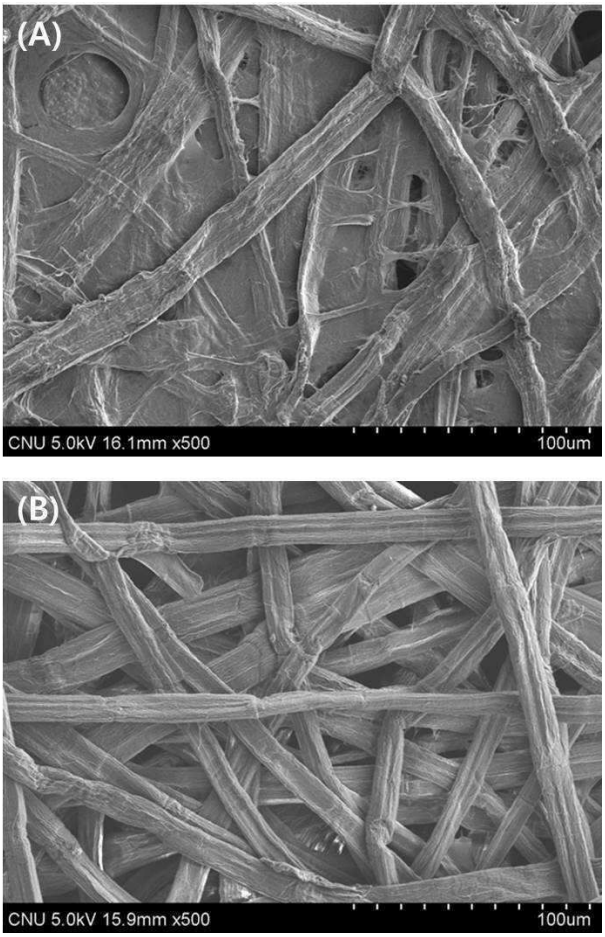
[0055] 나노셀룰로오스 섬유를 포함하는 지사원지의 두께, 열단장 조화평균, 인장강도 조화평균 및 열단장 종횡비

| | | 평량 | 밀도 | 두께 | 열단장, MD | 열단장, CD | 열단장 조화평균 | 인장강도 조화평균 | 열단장 종횡비 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $g/m^2$ | $g/cm^3$ | $m(\times10^{-6})$ | Km | Km | Km | MPa | MD/CD |
| 본 발명 | 실시예 1 | 14.85 | 0.73 | 20.34 | 9.15 | 1.02 | 3.05 | 21.85 | 8.97 |
| | 실시예 2 | 15.35 | 0.76 | 20.20 | 11.82 | 1.57 | 4.31 | 32.08 | 7.53 |
| 선행기술 | 실시예 1 | 15.00 | 1.07 | 14.92 | 8.77 | 2.86 | 5.01 | 52.52 | 3.07 |
| | 실시예 2 | 15.00 | 1.18 | 12.71 | 8.99 | 2.94 | 5.14 | 59.45 | 3.06 |
| | 실시예 4 | 15.00 | 1.27 | 11.81 | 19.85 | 5.70 | 10.64 | 132.39 | 3.48 |
| | 비교예 3 | 15.00 | 1.22 | 12.30 | 11.88 | 3.93 | 6.86 | 81.66 | 3.02 |

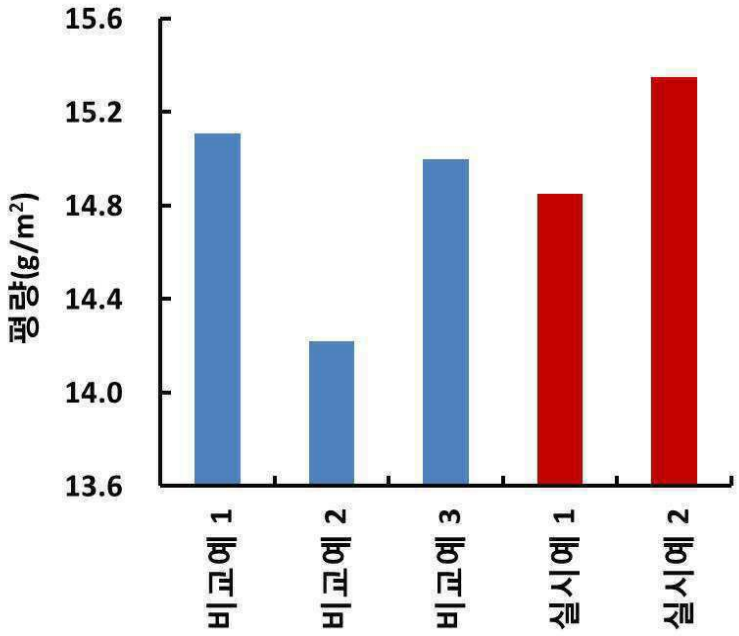
[0056] 상기 표 2에 개시한 바와 같이, 본 발명의 지사원지는 인장강도 조화평균이 32MPa 이하이고, 열단장 종횡비가 7.0 이상이며, 밀도는 $0.8g/cm^3$ 이하인 것을 특징으로 하는 반면에, 선행기술(일본 공개특허공보 특개2012-087431호)의 지사원지는인장강도 조화평균이 52MPa 이상이고, 열단장 종횡비가 3.02~3.48이며, 밀도가 $1.07g/cm^3$ 이상이므로 본 발명의 지사원지와 물리적, 광학적 특성이 현저하게 상이하다는 것을 확인하였다.

## 도면

### 도면1

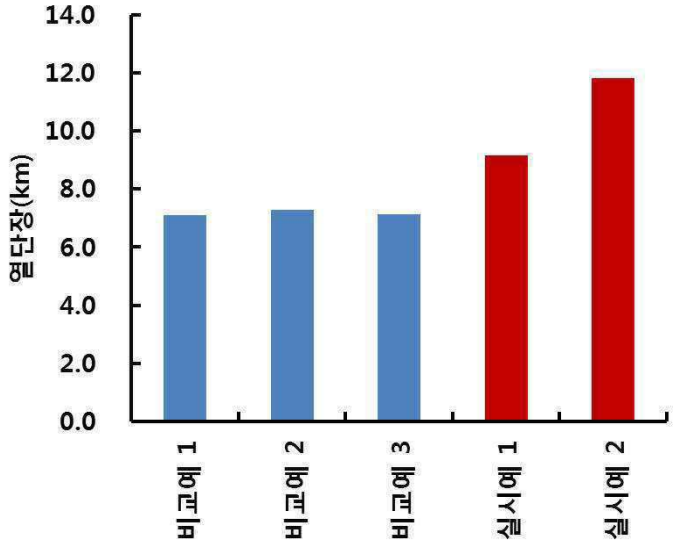

(A)
CNU 5.0kV 16.1mm x500
100um
(B)
CNU 5.0kV 15.9mm x500
100um

### 도면2

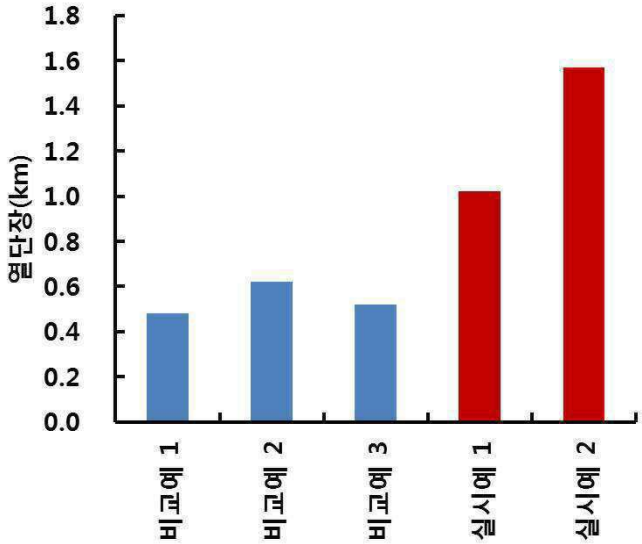

15.6
15.2
14.8
14.4
14.0
13.6
평량(g/m²)
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2

도면3

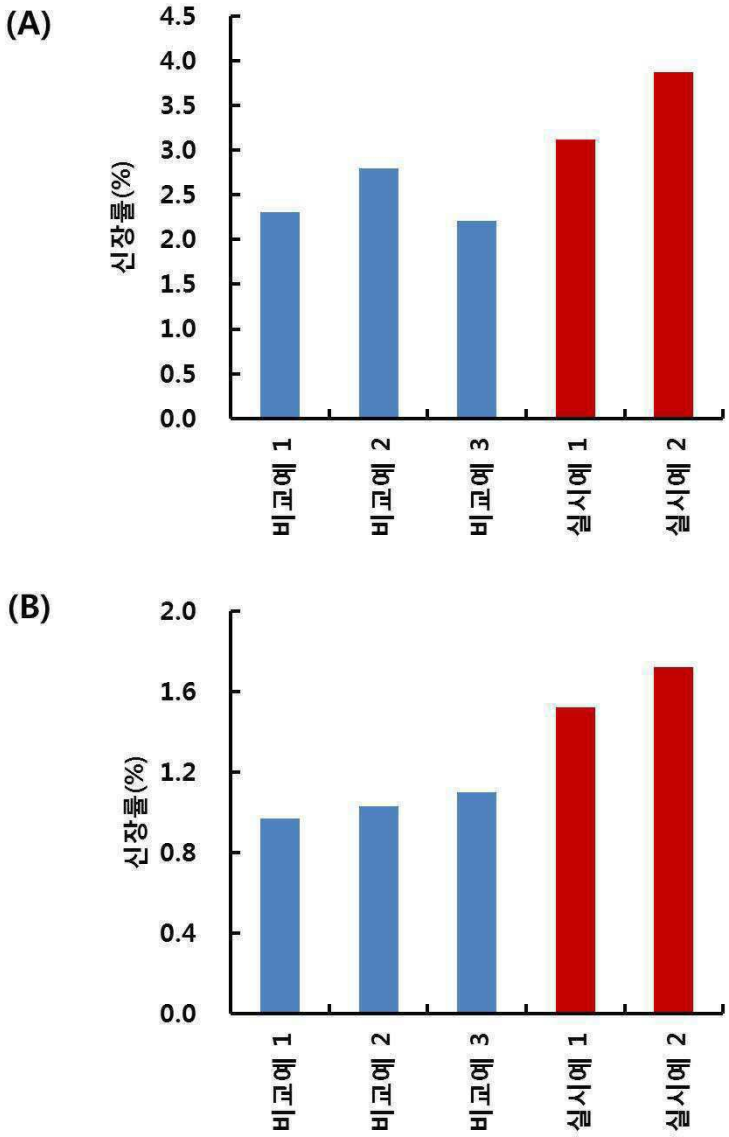
(A)


14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
열단장(km)
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2

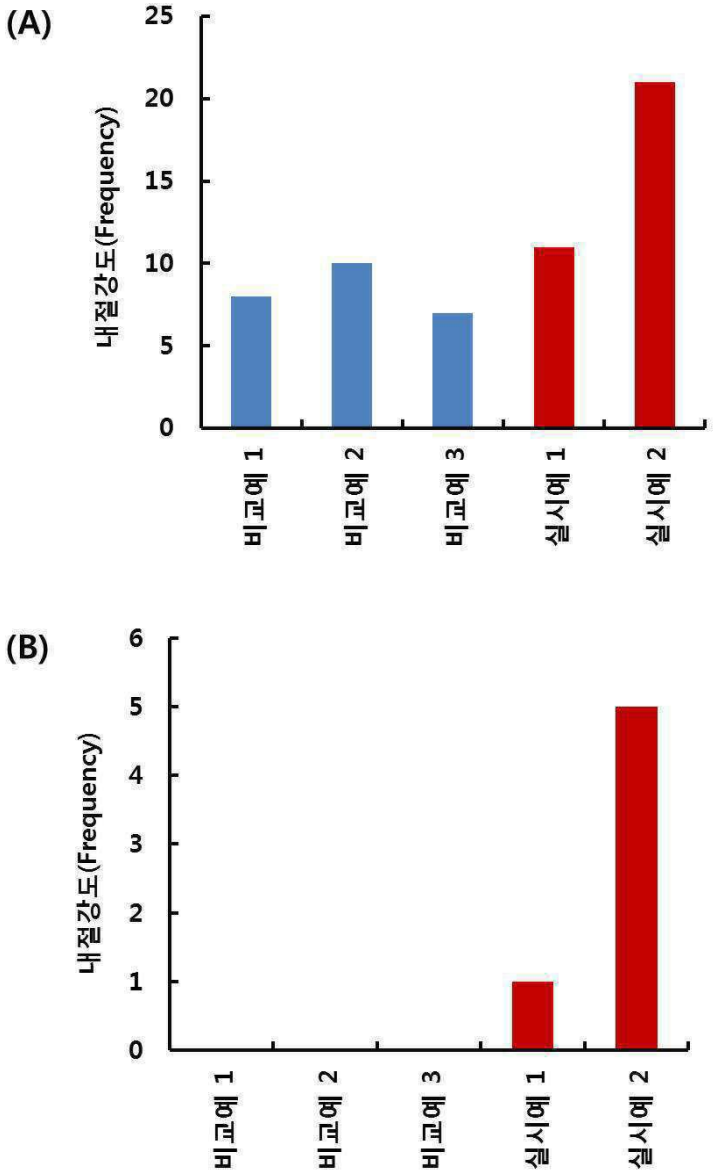
(B)


1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
열단장(km)
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2

도면4


(A)
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
신장률(%)
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2
(B)
2.0
1.6
1.2
0.8
0.4
0.0
신장률(%)
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2

도면5


(A)
내절강도(Frequency)
25
20
15
10
5
0
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2
(B)
내절강도(Frequency)
6
5
4
3
2
1
0
비교예 1
비교예 2
비교예 3
실시예 1
실시예 2