

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0102672

(43) 공개일자 2024년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B65D 81/05 (2006.01) *B65B 55/20* (2006.01)*C08L 1/02* (2006.01) *C08L 3/02* (2006.01)

(52) CPC특허분류

B65D 81/051 (2013.01)*B65B 55/20* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0184940

(22) 출원일자 2022년12월26일

심사청구일자 2022년12월26일

(71) 출원인

경상국립대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

이지영

경상남도 진주시 금산면 중장로154번길 49, 113동 303호 (진주금산두산위브아파트)

조해민

경상남도 진주시 내동로348번길 10, 102동 205호 (가좌동, 가좌그린빌주공아파트)

(74) 대리인

특허법인태백

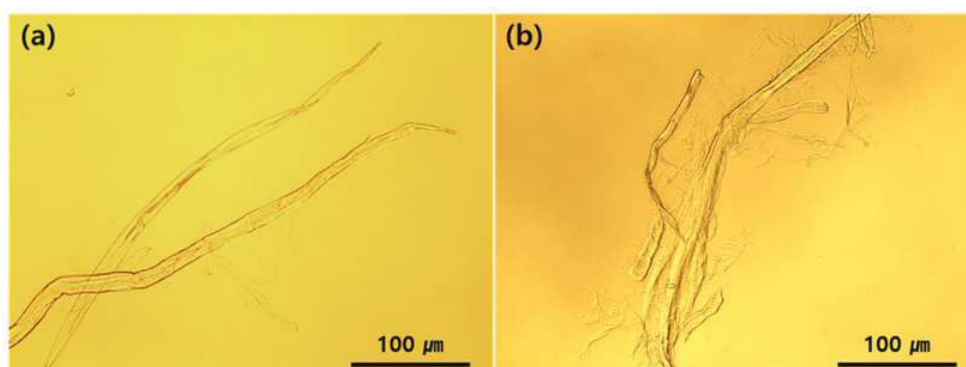
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 친환경 발포 완충재, 이의 제조방법 및 이의 용도

(57) 요약

본 발명은 친환경 발포 완충재, 이의 제조방법 및 이의 용도에 관한 것으로, 상기 친환경 발포 완충재는 진분에 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 일정 비율로 포함하여 가소제, 발포제와 같은 약품 투입 없이도 20 N 이상의 압축 저항을 갖는 고강도 완충재의 제조가 가능한 장점이 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C08L 1/02 (2013.01)

C08L 3/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	140500461
과제번호	2020186G10-2222-AA02
부처명	산림청
과제관리(전문)기관명	한국임업진흥원
연구사업명	산림융복합전문인력양성(R&D)
연구과제명	항노화 제품별 맞춤형 스마트 종이 포장기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 포함하고,

상기 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스의 총 함량은 20 내지 40중량%인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전분은 옥수수, 쌀, 찰옥수수, 감자, 타피오카, 고구마 및 보리로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 전분을 포함하는 친환경 발포 완충재.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 정제된 펄프는 펄프 원료를 해리 및 고해시켜 제조된 섬유이고,

상기 섬유는 100 내지 300 mL CSF인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 펄프 원료를 해리 및 고해시키고 기계적으로 전처리하여 제조된 섬유이고,

상기 섬유는 300 내지 600 mL CSF인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 정제된 펄프는 0 내지 30 중량%인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 0 내지 30 중량%인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 친환경 발포 완충재는 망상 또는 판상 구조의 전분에 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스가 망상 또는 판상 구조의 층 사이를 연결하는 지지체를 형성한 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 친환경 발포 완충재는 망상 구조의 정제된 펄프 섬유에 전분 및 미세피브릴화 셀룰로오스가 섬유 사이를 연결하는 벽면을 형성한 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재.

청구항 9

전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 혼합하고 교반하여 혼합물을 제조하는 단계; 및
상기 혼합물을 동결건조하여 완충재를 제조하는 단계를 포함하고,
상기 혼합물을 제조하는 단계는 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 20 내지 40중량%으로 혼합하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 혼합물을 제조하는 단계는 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 혼합하고 5,000 내지 10,000 rpm으로 1 내지 10분 동안 균질화하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,
상기 정제된 펄프는 0 내지 30 중량%으로 혼합하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,
상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 0 내지 30 중량%으로 혼합하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,
상기 완충재를 제조하는 단계는 -150 내지 -100℃에서 40 내지 60시간 동안 동결건조하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서,
상기 정제된 펄프는 펄프 원료를 해리 및 고해시켜 정제된 펄프를 제조하여 100 내지 300 mL CSF 섬유를 제조하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법.

청구항 15

제 9 항에 있어서,
상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 펄프 원료를 해리 및 고해시키고 기계적으로 전처리하여 미세피브릴화 셀룰로오스를 제조하여 30 내지 600 mL CSF의 섬유를 제조하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법.

청구항 16

청구항 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 친환경 발포 완충재를 포함하는 포장재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전분, 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스로 제조된 친환경 발포 완충재, 이의 제조방법 및 이의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 온라인 쇼핑과 배송 서비스의 발달로 인해 포장 기술과 상품 보호에 대한 중요성이 높아지고 있다. 많은 소비자 들은 식품, 소모품 뿐만 아니라 파손 위험이 있는 종류의 상품들도 온라인으로 구매한다. 이러한 전자제품, 유

리에 담긴 화장품 같은 상품들은 약간만 손상되어도 상품 가치가 크게 떨어진다. 따라서 판매자들은 상품 보호를 위해 포장 박스 내부에 추가적으로 완충재(cushioning materials)를 필수적으로 사용하고 있다. 완충재는 목적에 따라 여러 형태로 제조되는데 상품을 박스에 단단히 고정시키는 비교적 큰 형태의 성형 발포체(molded-foam)이나, 빈 공간을 채우기 위한 완충재(loose-fill)처럼 작은 형태로도 제조된다. 완충재에는 일반적으로 발포(expanded) 폴리스티렌(polystyrene)(EPS), 폴리프로필렌(polypropylene)(EPP), 폴리에틸렌(polyethylene)(EPE or PE), 그리고 폴리우레탄(polyurethane)(PU) 소재가 주로 사용된다. 이러한 소재들은 발포 수준에 따라 밀도를 조절할 수 있고 수많은 공극을 가진 내부 구조로 인해 충격 흡수에 효과적이다. 이러한 플라스틱 계열의 완충재는 제조와 폐기 과정 모두에서 환경 문제를 초래할 수 있고, 재활용도 어렵다. 온라인 시장과 배송 서비스가 성장하는 만큼 환경 친화적인 완충재를 생산하는 것은 합성 고분자의 사용량을 줄이고 지속가능한 포장산업을 위해 해결해야 하는 중요한 과제이다.

[0003] 완충재의 가장 중요한 역할은 배송 과정에서 발생하는 충격으로부터 상품을 보호하는 것이다. 상하차 과정이나 운송 중에 제품으로 전달될 수 있는 힘과 진동을 조절하기 위해 적합한 물리적 특성을 가져야 한다. 완충재가 너무 단단하면 외부의 충격이 제품에 그대로 전달되거나 완충재 자체가 파손될 수 있고, 반대로 너무 부드러우면 완충재가 적은 충격에도 벽(바닥)에 닿아 완충성을 상실하게 된다. 그래서 적절한 유연성과 강도를 갖는 것이 중요하다. 최근 이러한 물성을 충족시키면서도 친환경적인 완충재를 사용하기 위한 방안으로 여러 소재가 제시되고 있다. 발포 플라스틱 폼을 대체하기 위해 Polylactic acid(PLA) 복합재를 이용하거나 Polyvinyl alcohol(PVA) foam의 제조가 보고된 바 있다. 여러 대안 중 가장 먼저 시장에 실제로 상용화된 재료는 전분을 발포하여 제조한 완충재이다. 전분은 지구상에서 가장 풍부한 천연 고분자로, 석유 기반의 소재를 대체하기에 적합하고 유망한 원료이다. 초기에는 전분 완충재의 강도를 보완하기 위해 연구자들은 다양한 합성 고분자를 첨가하거나 전분을 전처리함으로써 전분 폼(foam)의 물리적 특성을 높이려 했다. 하지만 최근에는 전분의 원료를 감자, 타피오카, 찰옥수수(waxy corn) 등으로 다양화하거나 발포 조건을 조절함으로써 강도 특성을 향상시키려는 시도가 이루어지고 있다. 추가적으로 압출과 발포를 원활하게 하기 위해 가소제, 발포조절제, 윤활제를 사용하는데 여기에는 PVA, 지방산염, 아민염과 같은 물질이나 파라핀계 왁스가 포함되기도 한다. 따라서 약품으로부터 자유로우면서 완충재로써 충분한 물성을 갖는 친환경 완충재의 제조가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본공개특허 JP 1999-292148 (1999.10.26. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 전분, 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스의 비율을 조절하여 압축강도가 향상되고 친환경적인 발포 완충재, 이의 제조방법 및 이의 용도를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 포함하고, 상기 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스의 총 함량은 20 내지 40중량%인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재를 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명은 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 혼합하고 교반하여 혼합물을 제조하는 단계; 및 상기 혼합물을 동결건조하여 완충재를 제조하는 단계를 포함하고, 상기 혼합물을 제조하는 단계는 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 20 내지 40중량%로 혼합하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법을 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 상기 서술한 친환경 발포 완충재를 포함하는 포장재를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따른 친환경 발포 완충재는 전분에 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 일정 비율로 포함하여

가소제, 발포제와 같은 약품 투입 없이도 20 N 이상의 압축 저항을 갖는 고강도 완충재의 제조가 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0010]

도 1은 상업용 완충재인 발포 옥수수 전분(a) 및 발포 폴리에틸렌(b)의 이미지이다.

도 2는 펄프 섬유(pulp fibers)의 광학현미경 이미지이고, 배율은 x200이며, a는 HwBKP이고, B는 정제된 펄프(RP)이다.

도 3는 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 섬유의 전계방출형 주사전자현미경(FE-SEM) 이미지이고, a는 x5,000, b는 x10,000 배율이다.

도 4는 본 발명에 따른 완충재의 주사전자현미경(SEM) 이미지이고, a는 정제된 펄프(RP), b는 옥수수 전분(CS), c는 찹쌀 전분으로 이루어진 완충재이다.

도 5는 본 발명에 따른 완충재의 주사전자현미경(SEM) 이미지이고, a-c는 정제된 펄프(RP)가 각각 10%, 20% 30% 첨가된 옥수수(CS) 완충재이고, d-f는 정제된 펄프(RP)가 각각 10%, 20% 30% 첨가된 찹쌀 전분(GS) 완충재이다.

도 6은 본 발명에 따른 완충재의 주사전자현미경(SEM) 이미지이고, a-c는 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)가 각각 10%, 20% 30% 첨가된 찹쌀 전분(GS) 완충재이다.

도 7은 본 발명에 따른 정제된 펄프(RP) 및 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)가 첨가된 찹쌀 전분(GS) 완충재의 주사전자현미경(SEM) 이미지이고, a는 RP 25%+MFC 5%, b는 RP 20%+MFC 10%, c는 RP 10%+MFC 20%, d는 RP 5%+MFC 25%이다.

도 8은 본 발명에 따른 찹쌀 전분-셀룰로오스 완충재의 응력 변형 곡선(Stress-deformation curve)으로, a는 정제된 펄프(RP)의 결과이고, b는 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 결과이다.

도 9는 본 발명에 따른 옥수수 전분-셀룰로오스 완충재의 응력 변형 곡선(Stress-deformation curve)으로, a는 정제된 펄프(RP)의 결과이고, b는 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 결과이다.

도 10은 본 발명에 따른 완충재의 응력 변형 곡선(Stress-deformation curve)으로, a는 찹쌀 전분(GS), 정제된 펄프(RP) 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 포함 완충재의 결과이고, b는 상업용 완충재의 결과이다.

도 11은 본 발명에 따른 친환경 발포 완충재의 제조방법을 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하, 본 발명에 대해 상세하게 서술한다.

[0013]

본 발명은 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 포함하고, 상기 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스의 총 함량은 20 내지 40중량%인 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재를 제공한다.

[0014]

상기 전분은 찹쌀, 옥수수, 쌀, 찰옥수수, 감자, 타피오카, 고구마 및 보리로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 전분을 포함한다. 구체적으로 상기 전분은 찹쌀 전분일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전분은 호화시킨 것일 수 있다.

[0015]

상기 정제된 펄프는 펄프 원료를 해리 및 고해시켜 제조된 섬유이고, 상기 섬유는 100 내지 300 mL CSF 또는 200 내지 300 mL CSF일 수 있다. 구체적으로 상기 섬유의 직경은 50 내지 200 nm 또는 100 내지 150 nm일 수 있다.

[0016]

상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 펄프 원료를 해리 및 고해시키고 기계적으로 전처리하여 제조된 섬유이고, 상기 섬유는 300 내지 600 mL CSF 또는 400 내지 500 mL CSF일 수 있다. 구체적으로 상기 섬유의 직경은 50 내지 200 nm 또는 100 내지 150 nm일 수 있다. 상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 수산화기를 갖는 미세피브릴로 구성되어 전분 및 정제된 펄프와 수소결합하여 강도를 향상시킬 수 있다.

[0017]

상기 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스의 총 함량은 20 내지 40중량%, 25 내지 35중량% 또는 25 내지 30중량%일 수 있다.

- [0018] 구체적으로 상기 정제된 펄프는 0 내지 30 중량% 또는 5 내지 25 중량%일 수 있고, 상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 0 내지 30 중량% 또는 5 내지 25 중량%일 수 있다.
- [0019] 상기 친환경 발포 완충재는 전분과 정제된 펄프 또는 미세피브릴화 셀룰로오스를 포함하는 경우 망상 또는 판상 구조의 전분에 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스가 망상 또는 판상 구조의 층 사이를 연결하는 지지체를 형성할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 친환경 발포 완충재는 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 포함하는 경우 망상 구조의 정제된 펄프 섬유에 전분 및 미세피브릴화 셀룰로오스가 섬유 사이를 연결하는 벽면을 형성할 수 있다.
- [0021] 상기와 같은 구성을 가짐으로써, 본 발명의 친환경 발포 완충재는 기존의 상업용 발포 완충재와 비교하여 강도가 유사하거나 우수할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은 도 11에 나타낸 것과 같이 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 혼합하고 교반하여 혼합물을 제조하는 단계; 및 상기 혼합물을 동결건조하여 완충재를 제조하는 단계를 포함하고, 상기 혼합물을 제조하는 단계는 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 20 내지 40중량%으로 혼합하는 것을 특징으로 하는 친환경 발포 완충재의 제조방법을 제공한다.
- [0024] 상기 전분은 옥수수, 쌀, 찹쌀, 감자, 타피오카, 고구마 및 보리로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 전분을 포함한다. 구체적으로 상기 전분은 찹쌀 전분일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전분은 호화시킨 것일 수 있다.
- [0025] 상기 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스는 20 내지 40중량%, 25 내지 35중량% 또는 25 내지 30중량%으로 혼합할 수 있다.
- [0026] 상기 정제된 펄프는 0 내지 30 중량% 또는 5 내지 25 중량%으로 혼합할 수 있고, 상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 0 내지 30 중량% 또는 5 내지 25 중량%으로 혼합할 수 있다.
- [0027] 상기 정제된 펄프는 펄프 원료를 해리 및 고해시켜 정제된 펄프를 제조하여 100 내지 300 mL CSF 또는 200 내지 300 mL CSF 섬유를 제조할 수 있다. 구체적으로 상기 섬유의 직경은 50 내지 200 nm 또는 100 내지 150 nm일 수 있다.
- [0028] 상기 미세피브릴화 셀룰로오스는 펄프 원료를 해리 및 고해시키고 기계적으로 전처리하여 미세피브릴화 셀룰로오스를 제조하여 30 내지 600 mL CSF 또는 400 내지 500 mL CSF의 섬유를 제조할 수 있다. 구체적으로, 구체적으로 상기 섬유의 직경은 50 내지 200 nm 또는 100 내지 150 nm일 수 있다.
- [0029] 상기 혼합물을 제조하는 단계는 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스를 혼합하고 5,000 내지 10,000 rpm 또는 8,000 내지 10,000 rpm으로 1 내지 10분 또는 1 내지 5분 동안 균질화할 수 있다.
- [0030] 상기 완충재를 제조하는 단계는 -150 내지 -100℃에서 40 내지 60시간 또는 40 내지 50시간 동안 동결건조하여 완충재를 제조할 수 있다. 상기와 같은 동결건조 과정을 통해 아밀로오스 함량이 높은 옥수수 전분은 촘촘한 그물망 형태를 형성하고, 아밀로펙틴으로 구성된 찹쌀 전분은 크고 넓은 네트워크를 형성할 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명은 상기 서술한 친환경 발포 완충재를 포함하는 포장재를 제공한다.
- [0033] 상기 친환경 발포 완충재는 상술한 내용으로 대신할 수 있다.
- [0035] 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

[0037] 실험예

[0038] 1. 재료

[0039] 본 발명에서는 찹쌀 전분(glutinous rice starch, GS)와 옥수수 전분(corn starch, CS)를 Keundeul Food (Jinju, Republic of Korea)에서 구입하여 사용하였고 모두 호화되지 않은 분말 형태로 제공받았다. 정제된 펄프(refined pulp, RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(microfibrillated cellulose, MFC)를 제조하기 위해서 사용한 혼합 활엽수 표백 크라프트 펄프(mixed-hardwood bleached kraft pulp, HwBKP)는 Moorim Paper(Jinju, Republic of Korea)로부터 제공받아 사용했다. 본 발명에서 제조한 전분-셀룰로오스 완충재(starch-cellulose loose-fill)의 물리적 성능과 비교하기 위해 밀도 약 30 kg/m^3 의 상업용 완충재인 발포 옥수수 전분(expanded corn starch, EC)(도 1a), 발포 폴리에틸렌(expanded polyethylene, EPE)(도 1b)와 비교하였다.

[0041] 2. 실험방법

[0042] 1) 정제된 펄프(RP) 및 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 특성 측정

[0043] 여수도 240 mL CSF로 고해가 완료된 정제된 펄프는 섬유장 분석기(FQA-360, OpTest Equipment Inc., Hawkesbury, Canada)를 이용하여 평균섬유장, 섬유폭, 및 미세분 함량을 평가했다. 섬유 형태를 관찰하기 위해 광학현미경(BX51, Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하여 이미지를 촬영하였다. MFC는 FE-SEM(JSM-7610F, JEOL, Tokyo, Japan)을 이용하여 섬유 형태와 피브릴화 수준을 관찰하였다. FE-SEM 촬영을 위한 시료를 제작하기 위해 에틸 알코올(Ethyl alcohol) (95%, Daejung CHEMICALS & METALS Co., Ltd., Siheung, Republic of Korea), n-헥산(n-Hexane) (95%, Fisher Scientific, Waltham, USA)으로 용매치환을 실시했다. 촬영 이전에 플래티넘(platinum)으로 스퍼터 코팅(sputter coating)을 실시했고, SEI Mode에서 WD 6.0 mm, accelerating voltages는 5.0 kV 조건으로 촬영했다.

[0045] 2) 전분-셀룰로오스 완충재 구조

[0046] 전분, 정제된 펄프(RP), 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)로 구성된 완충재(loose-fill)의 내부 구조를 분석하기 위해서 SEM (JSM-6380, JEOL, Japan)을 이용해 내부 모습을 관찰했다. Stainless blade (ST-300, DORCO, San Diego, USA)를 이용해 완충재를 폭 방향으로 얇게 잘라낸 뒤 단면을 관찰했다. SEM 이미지의 촬영 이전에 샘플을 플래티넘(platinum)으로 스퍼터 코팅(sputter coating)을 실시했고, SEI Mode에서 WD 11 mm, accelerating voltages는 20 kV 조건으로 촬영했다.

[0048] 3) 전분-셀룰로오스 완충재의 물성 측정

[0049] 완충재는 포장 내부에서 충격으로부터 물건을 보호하기 위해 강도적 특성을 가져야 한다. 만능강도 측정기(Universal Tester, FRANK-PTI GmbH, Birkenau, Germany)를 이용하여 전분의 종류, 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 투입량에 따라 제조된 완충재의 압축 변형을 측정하였다. 모든 시편을 $15 \times 15 \times 30$ (mm) 크기로 제조한 다음 길이 방향의 1/3 지점에 해당하는 10 mm 변형까지 힘을 측정하였다.

[0051] **<실시예 1> 완충재 제조**

[0052] 1. 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스의 제조

[0053] 전분과의 혼합비에 따른 완충재(loose-fill)의 제조를 위해 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 제조하였다. 정제된 펄프의 제조를 위해 1.57% 농도로 HwBKP를 물에 희석시킨 후 실험실용 밸리미터를 이용해 20분간 해리하였다. 이후 펄프의 피브릴화를 위해 여수도가 더 이상 감소하지 않을 때까지 고해를 실시하였고 70분 고해하여 240 mL CSF의 섬유를 얻었다. 최종적으로 정제된 펄프의 농도는 1.44%였다. 미세피브릴화 셀룰로오스를 제조하기 위해서는 밸리미터를 이용하여 기계적 전처리를 실시했다. 1.57% 농도로 HwBKP를 밸리미터를 이용해 20분간 해리하였고, 35분간 고해하여 450 mL CSF로 제조되었다. 이후 1% 농도로 희석한 뒤 Super Mass Collider (MKZA6-2, Masuko Sagnyo Co., Ltd., Kawaguchi, Japan)를 이용하여 스톤 간격 $-150 \mu\text{m}$, 회전속도 1,500 rpm조건으로 1회만 통과시켜 미세피브릴화 셀룰로오스를 제조하였다.

[0054] 2. 전분-셀룰로오스 완충재 제조

[0055] 천연 재료로 구성된 완충재를 제조하기 위해서 전분, 정제된 펄프 및 미세피브릴화 셀룰로오스만을 사용했다.

기본적으로 전분을 기반으로 하고 정제된 펄프와 미세피브릴화 셀룰로오스의 함량을 달리하여 혼합했다. 두 종류의 전분은 호화시킨 뒤 각각 실험에 사용했다. 3.5% 농도로 희석된 전분은 80℃ 온도의 워터 배스에서 30분간 교반되었다. 호화 중 증발된 만큼의 물을 추가해서 고형분 함량을 3.5%로 유지했다. 이후 65-70℃의 온도로 유지시키면서 다음 실험 단계에 사용했다.

[0056] 전분-셀룰로오스 완충재(Starch-cellulose loose-fill)을 제조하기 위해 먼저 호화된 전분에 정제된 펄프 또는 미세피브릴화 셀룰로오스를 전체 전건 대비 30% 까지 추가했다. 완충재의 총 전건 섬유 무게가 1.05g이 되도록 원료를 혼합하였고, 밀도는 약 35 kg/m³ 로 제조했다. 전분과 정제된 펄프, 미세피브릴화 셀룰로오스의 상세한 혼합 조건은 하기 표 1에 나타났다. 혼합된 전분과 셀룰로오스를 호모게나이저(HG-15A, DAIHAN Scientific, Republic of Korea)를 이용하여 10,000 rpm으로 2분간 균질화하였고 - 30℃에서 얼렸다. 이어서 냉동된 시료는 동결건조기(HyperCOOL, Labogene, Lillerod, Denmark)를 이용하여 -110℃에서 48시간 동결건조되었다.

표 1

[0057]

Materials	Starch	RP or MFC	-
RP	-	100	-
GS + Cellulose	100	0	
	90	10	
	80	20	
	70	30	
CS + Cellulose	100	0	
	90	10	
	80	20	
	70	30	
Materials	Starch	RP	MFC
GS + RP + MFC	70	25	5
		20	10
		10	20
		5	25

[0059] <실시예 2> HwBKP 및 미세피브릴화의 특성

[0060] HwBKP는 벨리비터에 의해 70분간 고해되었다. 고해는 섬유의 1차 벽(primary wall)을 탈락시키고 내부 세포벽이 드러나게 하는 피브릴화를 일으킨다. 하기 표 2를 보면, 이러한 기계적 처리에 따라 HwBKP는 섬유장이 크게 감소하였고 미세분 함량은 크게 증가했다. 도 2를 살펴보면, 섬유폭은 기계적 전처리에 의한 피브릴화로 인해 약간 감소하였다. 펄프를 종이 원료로 사용할 때에는 고해에 의한 미세 피브릴과 미세분의 과도한 발생이 탈수성과 강도를 저하시키는 원인이 되지만, 완충재의 제조에서는 구조를 유지하는 데에 도움을 줄 수 있다. 또한, 고해에 의해 피브릴화된 섬유들은 전분과 미세피브릴화 셀룰로오스 간 결합에 유리할 것으로 예상된다. 미세피브릴화 셀룰로오스는 그라인더를 1회 통과한 이후 마이크로 크기의 섬유로 분화되었다. 도 3을 보면 섬유폭이 수 마이크로 이하의 수준으로 제조되었으며 100 nm 이하의 섬유폭을 갖는 섬유도 포함되어 있음을 알 수 있다. 미세피브릴화 셀룰로오스는 수산화(OH)기를 가지는 수많은 미세 피브릴로 구성되어 있기 때문에 전분 및 정제된 펄프와 수소결합하여 강도 향상에 유리할 것으로 예상된다.

표 2

[0061]

	Canadian standard freeness (mL CSF)	Fiber length (mm)	Fiber width (μm)	Fines content (%)
HwBKP	600	0.70	18.4	7.9
RP	240	0.37	19.2	35.1

[0062] <실시예 3> 전분-셀룰로오스 완충재의 구조

[0063] 먼저 전분 또는 정제된 펄프로만 이루어진 완충재의 내부 모습을 도 4에 나타냈다. 세 종류의 원료로 제조된 완충재는 서로 다른 형태를 나타냈다. 도 4a를 보면, 정제된 펄프는 개별 섬유로 잘 분리되어 있는 것을 확인하였

다. 두 종류의 전분은 완전히 다른 모습을 나타냈다. 도 4c를 보면 아밀로펙틴으로 구성된 찹쌀 전분(GS)는 판상 형태가 층을 이루고 있는 반면, 도 4b를 보면 아밀로오스 함량이 높은 옥수수 전분(CS)는 작고 짧은 구조체가 서로 연결되어 있는 모양이 관찰되었다. 전분 입자는 물이 침투한 뒤 열을 가하면 과립이 팽창하여 호화된다. 일반적으로 전분의 그레인(granule)은 구형의 모양을 나타내나, 호모게나이저 균질화 처리에 의해 그레인이 깨지고 드러난 전분 분자들이 서로 네트워크를 형성한 것으로 판단된다. 아밀로펙틴은 분지상의 큰 구조를, 아밀로오스는 작은 선형 구조를 가지고 있는 것은 잘 알려져 있다. 따라서 동결건조 과정에서 아밀로오스 함량이 높은 옥수수 전분(CS)는 짧고 촘촘한 그물망 형태를, 아밀로펙틴으로만 구성된 찹쌀 전분(GS)가 더 크고 넓은 네트워크를 만들어 공간을 마련하는 것을 확인하였다.

[0064] 전분에 정제된 펄프를 혼합한 경우에도 전분의 종류에 따라 다른 모습을 나타냈다. 도 5의 a-c를 보면 아밀로오스 함량이 높은 옥수수 전분(CS)는 기존의 작은 그물 형태와 정제된 펄프(RP) 섬유의 형태가 유사하여 정제된 펄프의 투입량이 증가함에 따라 상대적으로 크기가 큰 정제된 펄프(RP)의 섬유에 옥수수 전분(CS)가 달라붙은 모양을 나타낸다. 반면(d)-(f)에서는 찹쌀 전분(GS)가 판상 모양의 층을 만들고 정제된 펄프(RP) 섬유가 그 사이를 지지하는 형태를 확인할 수 있다. 이러한 구조는 누르는 힘에 의해서 변형이 일어날 때 찹쌀 전분(GS)에서 유래한 판상 층이 완충재의 내부 공간을 유지하도록 하여 유연성을, 정제된 펄프(RP)가 그 사이에서 강도 향상 효과를 낼 수 있도록 돕는 효과적인 구조인 것으로 판단된다.

[0065] 정제된 펄프(RP)에 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 투입한 경우에도 마찬가지로 찹쌀 전분(GS)는 판상의 층을 먼저 형성했다. 도 6a를 보면 정제된 펄프(RP)보다 작은 크기의 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)가 찹쌀 전분(GS) 층 사이를 지지하는 형태를 관찰할 수 있다. 투입량이 증가함에 따라 찹쌀 전분(GS) 층 사이에서 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)가 자체적으로 네트워크를 형성하여 지지하는 벽이 더 많이 생성되고, 도 6c에서는 이러한 벽 구조가 넓어져 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 층과 함께 공극과 같은 모양을 만들어 냈다. 반면, 도 7을 살펴보면, 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)와 정제된 펄프(RP)를 함께 투입한 경우 이전과는 구조 차이가 나타났다. 판상 형태의 찹쌀 전분(GS) 층 대신, 긴 정제된 펄프(RP) 섬유가 망상 구조를 형성하고 그 사이에 찹쌀 전분(GS)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)가 섬유 사이를 연결하는 벽면을 형성했다. 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 투입량이 증가하게 되면 GS+MFC 30%(도 6c)보다 작은 홀들이 생성되었다. 전분과 셀룰로오스 간의 결합보다는 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 결합으로 더 치밀한 구조가 만들어졌다. 이처럼 주사전자현미경(SEM) 이미지에서 볼 수 있는 서로 다른 형태들은 다음 결과인 강도적 특성에도 영향을 미쳤다.

[0067] <실시예 4> 전분-셀룰로오스 완충재의 물리적 특성

[0068] 전분의 종류와 혼합 비율에 따른 물리적 특성을 평가하기 위해 압축 방향으로 가해지는 하중에 따른 변형을 측정했다. 도 8a를 살펴보면, 찹쌀 전분(GS)에 정제된 펄프(RP)를 혼합한 경우 찹쌀 전분(GS)를 단독 사용했을 때보다 강도가 크게 증가했다. 주사전자현미경(SEM) 이미지(도 5 d-f)에서 확인한 것처럼, 찹쌀 전분(GS) 사이를 정제된 펄프(RP) 섬유가 연결함으로써 지지하는 역할을 하고 내부 구조를 견고하게 만들어 강도가 향상되는 것으로 판단된다. 이러한 경향은 찹쌀 전분(GS)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 혼합한 경우에서도 확인할 수 있다. 도 8b를 살펴보면, 정제된 펄프(RP)보다 사이즈가 작고 미세 피브릴 함량이 높은 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)는 동일한 혼합 비율에서 정제된 펄프(RP)보다 강도 향상 효과가 더 크게 나타났다. 모든 시편을 유사한 밀도로 제조했다는 점을 고려하면 동일한 전건 섬유 양을 사용할 경우 정제된 펄프(RP)가 아닌 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 사용하면 더 높은 강도의 완충재를 제조할 수 있다는 것을 알 수 있다. 도 9는 찹쌀 전분(GS)와는 달리 옥수수 전분(CS)를 사용하는 경우 비교적 단단한 완충재가 제조된다는 것을 나타냈다. 도 9b를 살펴보면 일정 변형 이상에서 하중 저항이 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이는 완충재가 유연하지 않고 해당 지점 이상의 변형이 일어나면 비가역적인 파괴(irreversible deformation)가 발생했다는 것을 의미한다. 따라서 배송 시 내부 물건의 보호를 위해서는 옥수수 전분(CS)보다는 찹쌀 전분(GS)가 충격 흡수를 위한 완충 효과를 나타내기 위해 더 적합한 것으로 판단된다.

[0069] 도 10a는 찹쌀 전분(GS)에 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 함께 혼합하여 제조한 완충재의 강도를 평가했다. 정제된 펄프(RP) 또는 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 단독으로 혼합한 것보다 훨씬 높은 강도를 나타냈다. 이러한 결과는 전분과 셀룰로오스의 결합 능력이 다르기 때문인 것으로 예상된다. 전분은 글루코오스 유닛(glucose unit)이 반복된다는 점에서 셀룰로오스와 유사하지만 결합 방식은 다르다. 셀룰로오스는 β -1,4 glycosidic bonds로 분자가 직선으로 연결되도록 하지만 전분은 그렇지 않다. 전분의 α -1,4 glycosidic bonds는 느슨한 나선 구조를 형성하게 하여 다른 분자와의 접촉을 어렵게 하는 반면, 셀룰로오스의

직선적인 사슬 구조는 다른 분자와 가까이 접근할 수 있어 수소결합을 더 쉽게 유도한다. 따라서 정제된 펄프(RP)나 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 찹쌀 전분(GS)에 단독으로 투입하는 것보다 함께 투입시키면 셀룰로오스 간; 즉, 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC) 간 결합이 추가로 형성되어 완충재의 강도가 크게 향상되었다. 실제 도 7의 주사전자현미경(SEM) 이미지에서도 찹쌀 전분(GS)에 정제된 펄프(RP)나 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 단독으로 투입하는 것보다 동시에 투입하는 경우 셀룰로오스 재료끼리의 결합이 눈에 띄게 나타나 이러한 결과를 뒷받침한다. 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 혼합비에 따른 결과에서는 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 비율이 증가할수록 강도는 증가하고 유연성은 감소하는 그래프 모양이 나타났다. 도 7e를 보면, 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 미세 피브릴은 투입량이 증가할수록 네트워크 형성 면적을 증가시켰고, 정제된 펄프(RP) 함량이 높은 경우보다 내부 구조를 치밀하게 만들었기 때문에 다소 낮은 유연성을 나타낸 것으로 판단된다. 완충재의 강도와 유연성은 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 혼합비에 따라 조절될 수 있다.

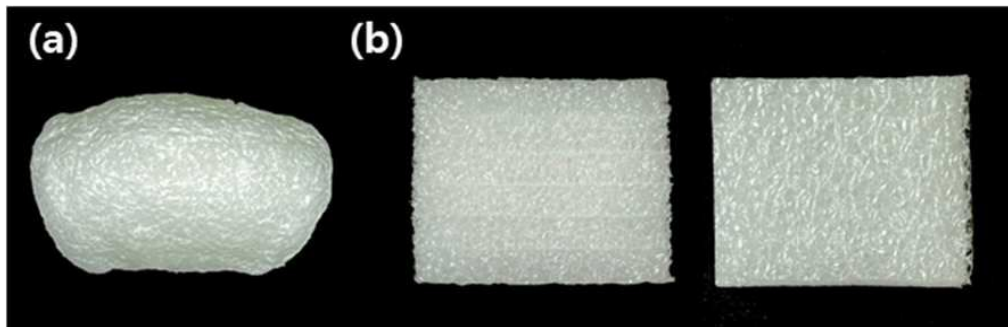
[0070] 도 10b는 현재 유통되고 있는 상업용 완충 재료(cushioning material)의 응력-변형 곡선이다. 플라스틱 기반인 발포 폴리에틸렌(EPE)은 기울기가 낮고 하중에 의해 쉽게 변형되지만 유연한 특성을 나타냈으며 발포 전분인 발포 옥수수 전분(EC)는 일정 변형 이상에서 파괴된다. 본 발명에서 제조한 여러 종류의 전분-셀룰로오스 완충재(starch-cellulose loose-fill)는 상업용 완충재료보다 더 큰 하중에 저항하지만 파괴되지 않았다. 따라서, 본 발명에 따른 발포 완충재는 전분의 일부를 셀룰로오스로 대체하고 정제된 펄프(RP)와 미세피브릴화 셀룰로오스(MFC)를 혼합함으로써 유연하면서도 높은 강도 특성을 갖는 친환경 전분-셀룰로오스 완충재(starch-cellulose loose-fill)를 제조할 수 있었다.

[0072] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술한 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현 예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

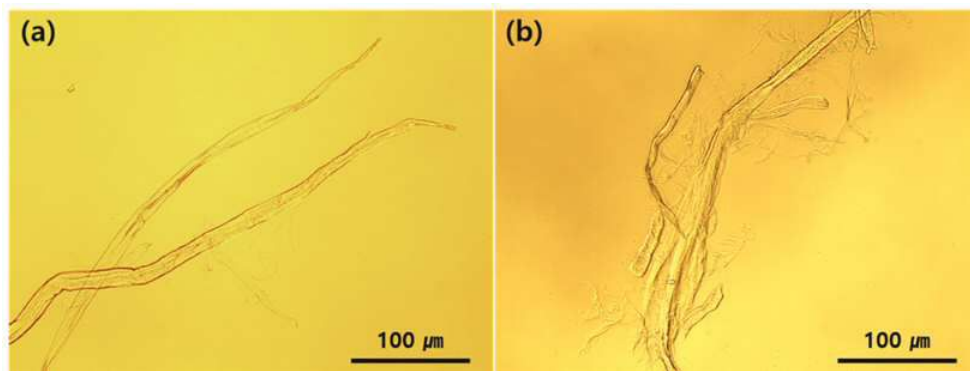
[0073] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

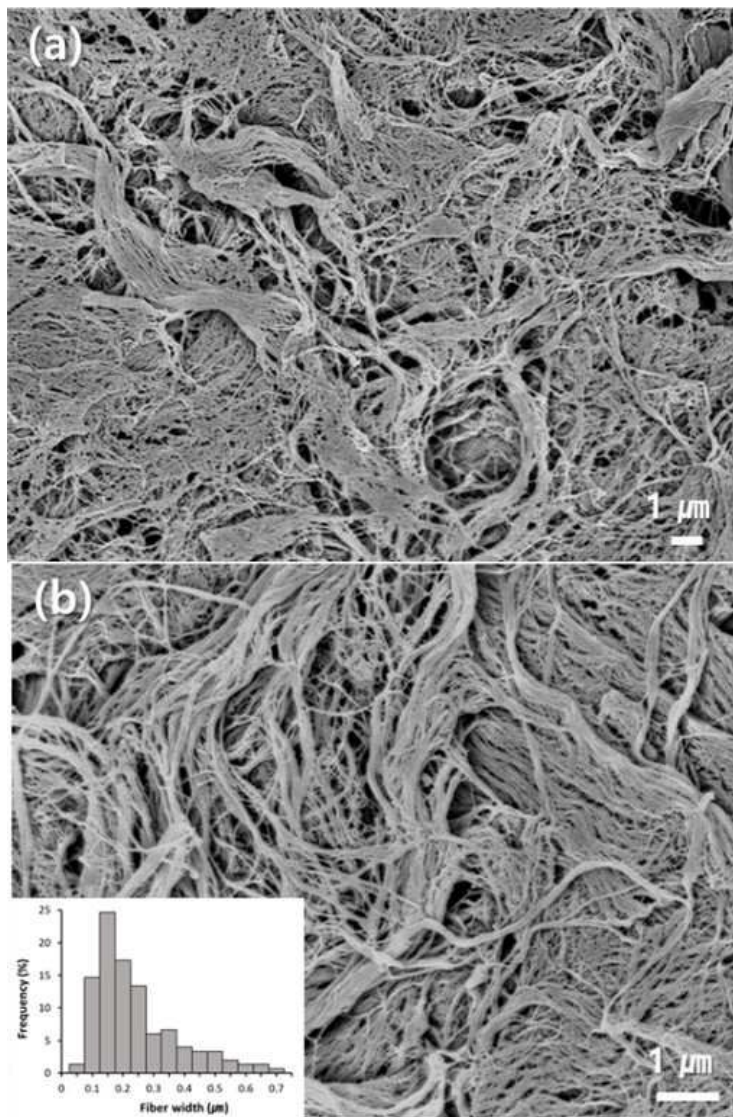
도면1



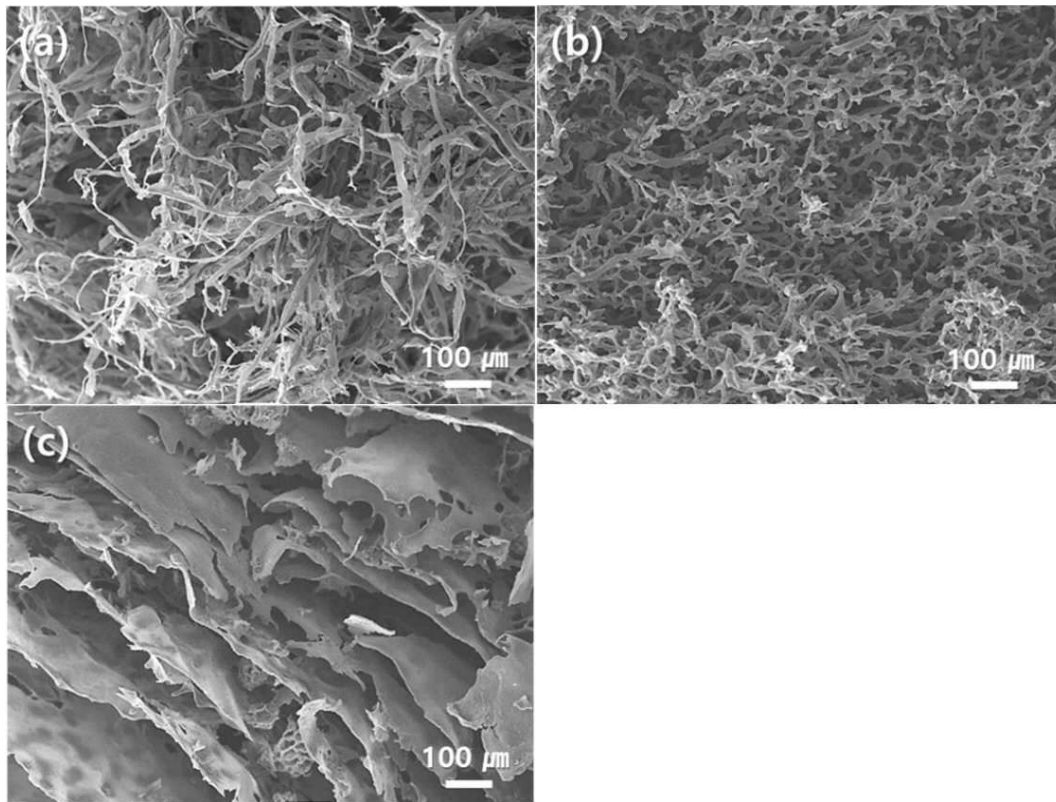
도면2



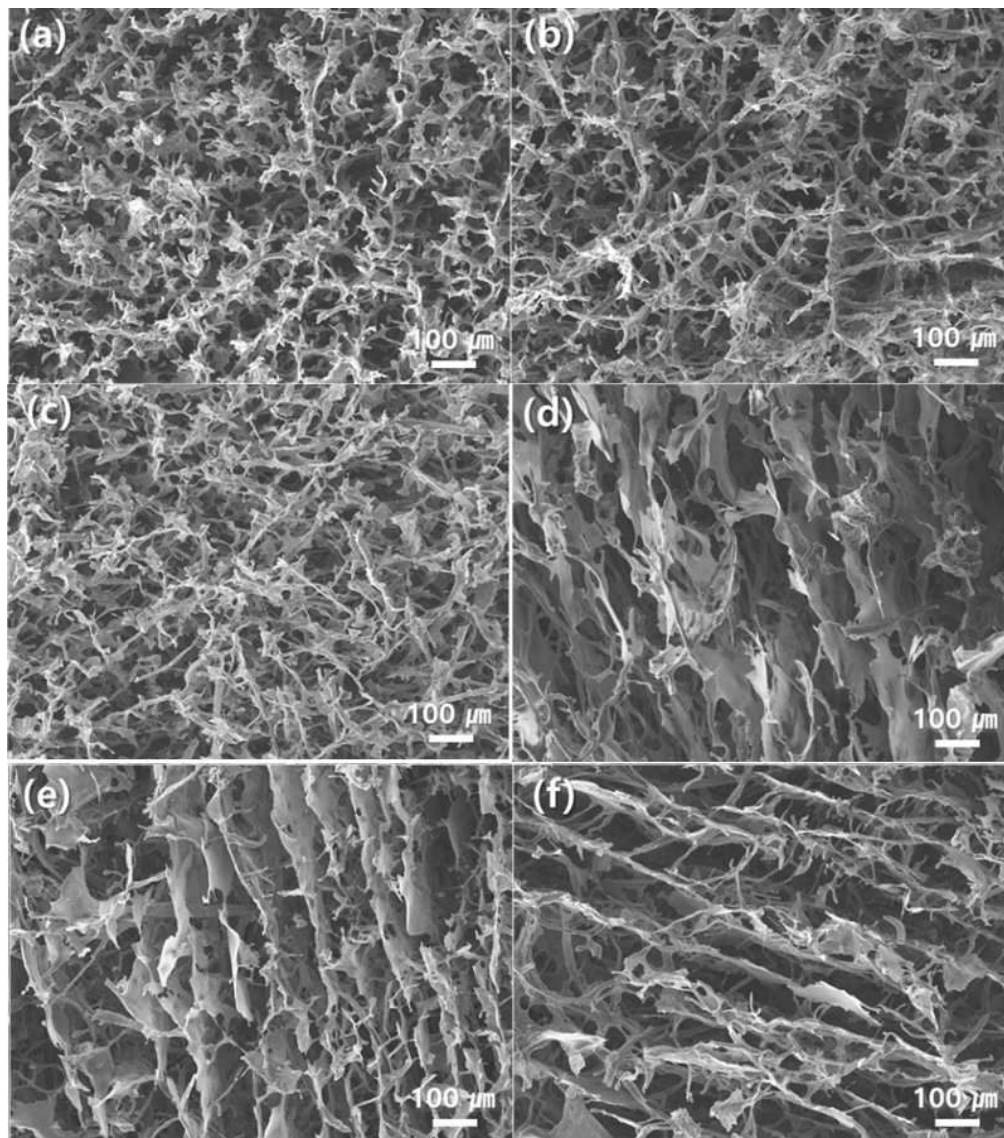
도면3



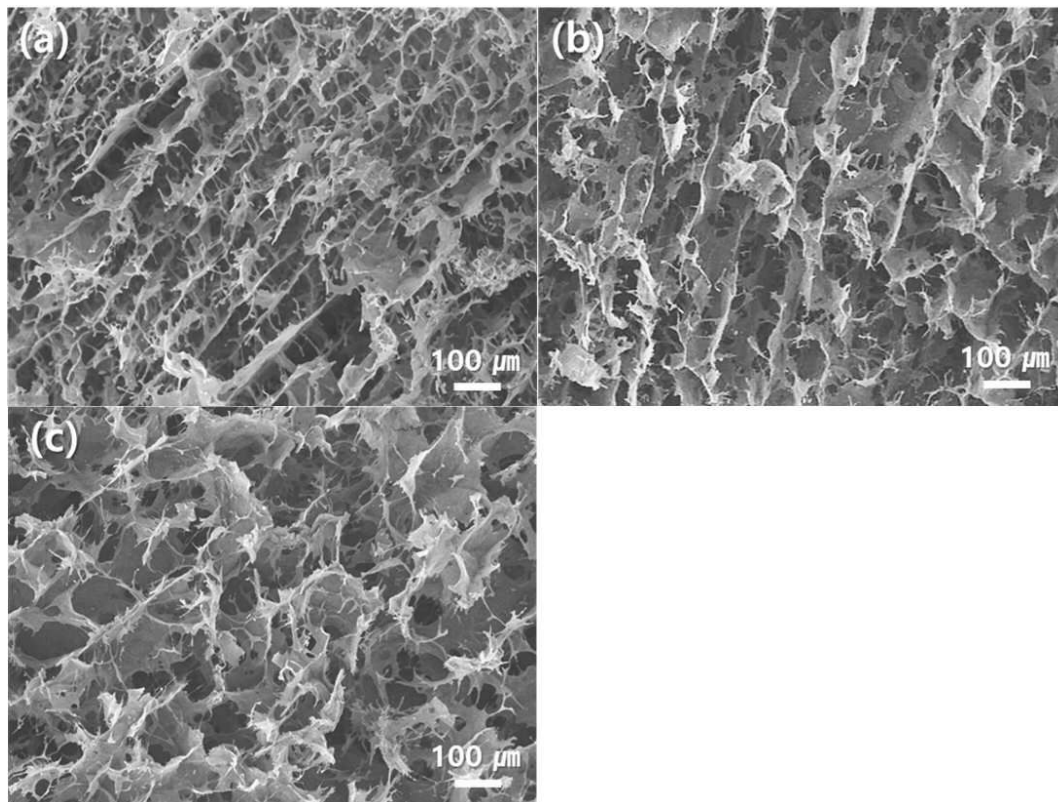
도면4



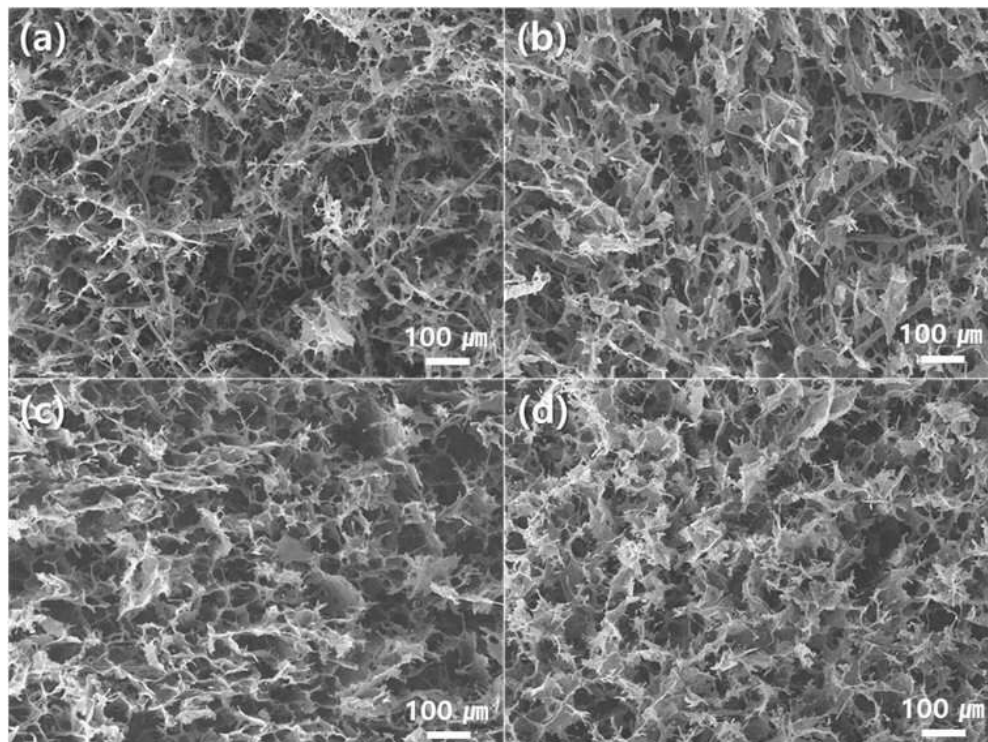
도면5



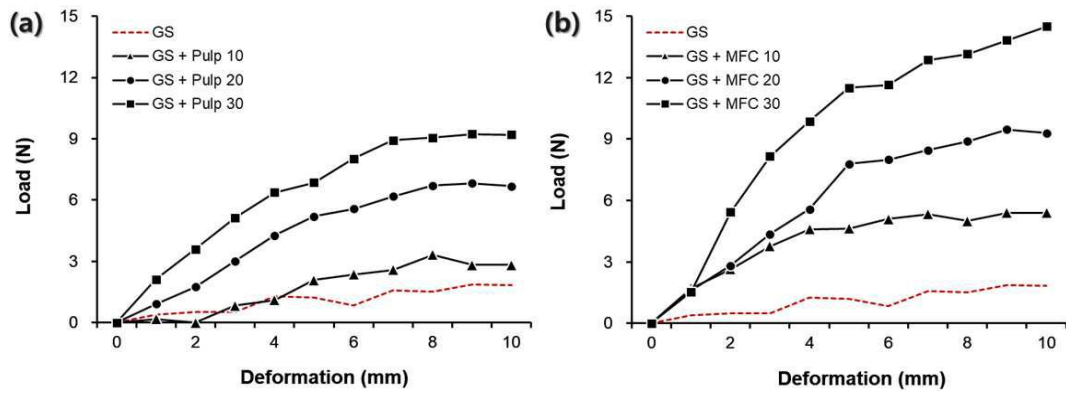
도면6



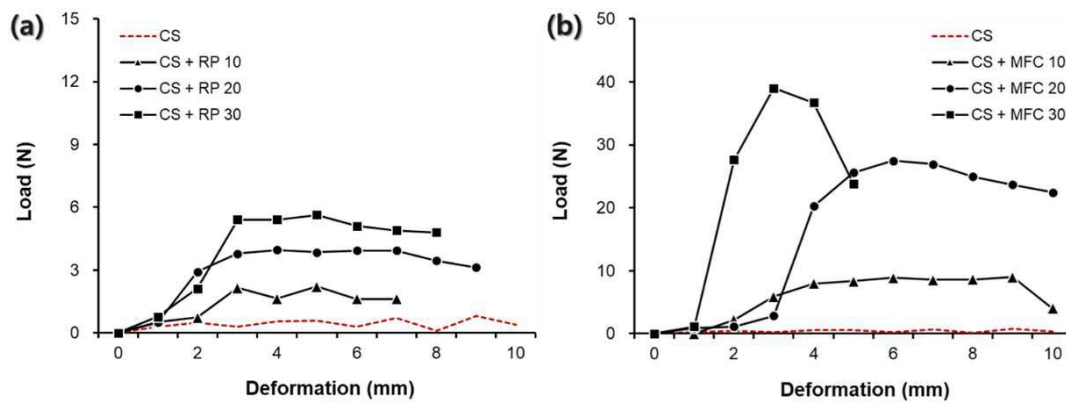
도면7



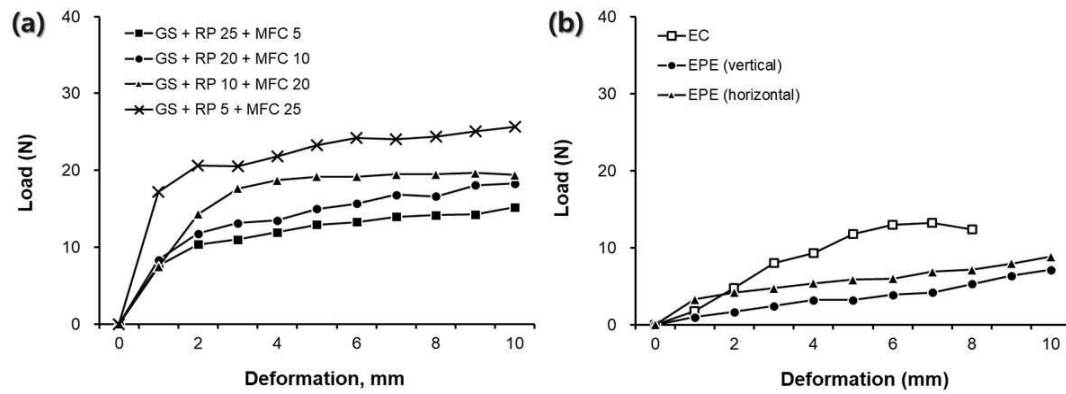
도면8



도면9



도면10



도면11

