



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0102925
(43) 공개일자 2019년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61L 15/58 (2006.01) A61L 15/40 (2006.01)
B01J 19/08 (2015.01)
(52) CPC특허분류
A61L 15/58 (2013.01)
A61F 13/0253 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0024037
(22) 출원일자 2018년02월27일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
연세대학교 원주산학협력단
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이상우
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1 연세대학교 원
주캠퍼스 백운관 401호
윤대성
서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 하나과
학관 B동 267호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김보민

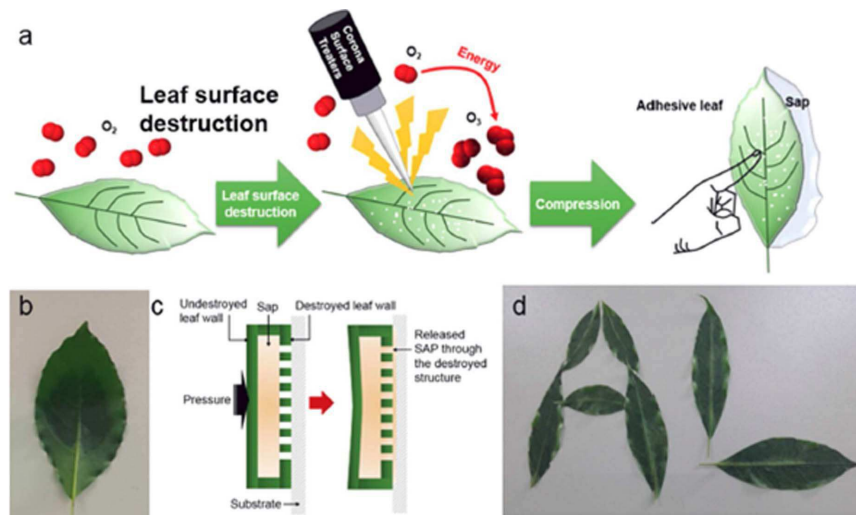
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 코로나 방전을 이용한 점착성 잎 제조방법

(57) 요약

본 발명은 코로나 방전을 이용한 점착성 잎 제조방법에 관한 것으로, 구체적으로 본 발명의 코로나 방전은 미묘하게 잎의 표면구조를 손상시킬 수 있고, 따라서, 손상된 구조를 통해 흘러나오는 수액은 잎의 표면에서 점착성을 지닌다. 이러한 점착력은 잎 자체의 무게(수 밀리그램)를 건디기에 충분하며, 이는 다양한 매질(steel, polymer, glass)에서 부착되는 결과를 나타내므로, 본 발명의 방법은 상처 치료와 같은 기술을 위한 새로운 붕대 개발에 적용할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61L 15/40 (2013.01)

B01J 19/088 (2013.01)

A61F 2013/00655 (2013.01)

A61L 2300/30 (2013.01)

(72) 발명자

이원석

인천광역시 부평구 청안로 8, 101동 1405호(청천동, 인향아파트)

이규도

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 하나과학관 B동 262호

최승엽

강원도 원주시 흥업면 연세대길 1 연세대학교 원주캠퍼스 산학관 212호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017R1A2B2002076

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업

연구과제명 Nucleic acid 복합체부터 세포특성 분석을 위한 DEP tweezers 기반 신개념 미세유체칩 플랫폼 개발 및 응용연구

기 여 율 1/3

주관기관 연세대학교(원주캠퍼스)

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2016R1A2B4010269

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인연구지원(중견연구)

연구과제명 그래핀 센서 소자 기반 퇴행성 뇌질환 관련 약물 스크리닝 기술 개발

기 여 율 1/3

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017R1A6A3A11034311

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 학문후속세대양성

연구과제명 퇴행성 뇌질환 치료를 위한 아밀로이드-나노복합체 및 비색법 약물 스크리닝 기술 개발

기 여 율 1/3

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

잎(leaf)에 코로나 방전(corona discharge) 처리하는 단계를 포함하는 접착성 잎 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 잎은 행복나무(*Heteropanax fragrans*) 잎, 드라세나 레플렉사(*Dracaena reflexa*) 잎 및 홍콩야자(*Schefflera arboricola*) 잎으로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 접착성 잎 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 처리는 잎의 상부 표피에 처리하는 것을 특징으로 하는 접착성 잎 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 코로나 방전은 잎 표피에 미세구멍을 형성하는 것을 특징으로 하는 접착성 잎 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 접착성 잎의 접착력은 코로나 방전 처리시간에 비례하는 것을 특징으로 하는 접착성 잎 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 접착성 잎의 접착력은 코로나 방전 장치 전극과 표피 사이의 거리와 반비례하는 것을 특징으로 하는 접착성 잎 제조방법.

청구항 7

제 1항에 방법에 의해 제조된 접착성 잎.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 코로나-방전(corona discharge)을 이용하여 접착성을 갖는 잎을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자연에서 진화과정은 생물의 다양한 부착방법을 창조해왔다. 예를 들어, 게코도마뱀(Gecko lizard)의 발바닥표

면에는 수십만 개의 잔털(setae, 약 $5300/\text{m}^2$ 로 존재)이 존재하는데, 각 잔털은 수백 개의 세부잔털(spatulas)로 구성되어 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 발바닥 표면의 수많은 잔털들은 도마뱀이 접지하는 표면과 비공유 결합(반데르발스 힘, dipole 힘, 모세관 힘, 등) 상호작용을 통하여 강하게 끌어당기는 힘을 발생시킬 수 있다. 즉, 게코도마뱀은 마이크로 이하의 구조물 각각이 개별적으로 부착하고자하는 표면과 상호작용하고, 이러한 상호작용력이 응축되어 접착력을 증대시킨다고 할 수 있다. 두 번째 예로, 홍합(mussel)의 경우 게코도마뱀의 발바닥에서 사용한 미세구조물들과의 상호작용방식과 다르게, 미세물질의 구조로부터 기인되는 화학접착방식을 사용한다. 구체적으로 홍합은 머리카락모양의 섬유를 생산해 낼 수 있는데, 이러한 섬유는 3,4-dihydroxy-L-phenylalanine, lysine 과 같은 아미노산으로 반복되는 펩타이드 구조로 구성되어 있고, 이러한 특이한 펩타이드 구성 때문에 섬유는 부착면과의 공유결합 또는 금속 킬레이트 결합을 발생시켜 바다의 암초 표면에 단단하게 부착할 수 있도록 만들어준다. 즉 홍합은 물질 자체가 지니는 강한 점착성 특성으로 부착하고자 하는 대상과의 접착력을 증대시킨다고 할 수 있다.

[0003] 이러한 점착성을 지니는 생명체로부터 오는 장점을 취한 기술로는 고대 이집트인들이 만든 종이를 생각해볼 수 있다. 이 종이는 파피루스의 식물의 줄기를 이용하여 만들어졌으며, 어떠한 첨가제 없이도 점착성분을 소유하고 있다. 이후로도 연구자들은 수세기 동안 끊임없이 생명체의 점착방식 또는 점착성분에 대해 끊임없는 연구를 수행하여 왔으며, 오늘날에는 이러한 연구영역을 생체모방(biomimetics)의 한 분야로 정의하고 있다.

[0004] 최근기술동향으로는 앞서 언급한 게코도마뱀 발바닥의 독특한 구조물이 가지는 이점을 모방하여 microfabrication 기술을 적용하여, 화학적 점착성분 없이 미세플라스틱기둥(pillar)의 구조물에 의해 강한 점착성을 지니는 테이프 제작기술이 완성되었고, 홍합섬유와 같은 강한 점착성 물질의 경우 살아있는 세포에 거의 독성을 띄지 않는 것으로 밝혀져, 외과 또는 의공학기술에서 사용될 수 있는 잠재적 재료로 평가받고 있다.

[0005] 한편, 코로나-방전(corona-discharge)은 전극 끝단에 매우 높은 주파수로 강한 전압을 발생시킴으로써 발생이 되는데, 이러한 방전은 물과 공기와 같은 주변매질을 거쳐 처리 대상으로 전도된다. 코로나-방전 처리는 주입 대상에 강한 에너지를 주입시킴으로써, 물질의 표면을 활성화시킬 수 있으며, 경우에 따라서는 표면을 손상시킬 수도 있다. 예를 들어 코로나-방전 처리가 된 polydimethylsiloxane(PDMS)의 경우 어떠한 접착 물질의 첨가 없이도 유리, 플라스틱, 다른 PDMS와 강한 결합을 할 수 있는 것으로 알려져 있다.

[0006] 이에, 본 발명자들은 코로나-방전 처리 후, 행복나무(*Heteropanax fragrans*) 잎의 점착특성을 확인한 결과, 코로나-방전 처리는 잎의 표면구조를 변화시킬 뿐만 아니라 잎의 점착능력까지도 대체시킬 수 있는 것을 확인하였고, 코로나-방전 처리로 인해 점착성을 갖는 잎(adhesive leaf; AL)의 변화 기전은 코로나-방전이 나뭇잎에 전달됨에 따라, 표피가 손상되고, 손상된 틈사이로 나뭇잎의 수액이 밖으로 흘러나오면서 시작되는 것을 확인하였다. 또한, AL 표면적이 증가함에 따라, AL의 점착 세기가 증가하는 것을 확인하였고, 더욱이 AL은 다양한 매질의 표면(steel, polymer, glass)에서도 유의적인 점착능을 갖는 것을 확인하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 코로나 방전(corona discharge)을 이용하여 점착성을 갖는 잎 및 이의 제조하는 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 잎(leaf)에 코로나 방전(corona discharge) 처리하는 단계를 포함하는 점착성 잎 제조방법을 제공한다.

[0009] 아울러, 본 발명은 상기 방법으로 제조된 접착성 잎을 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 코로나-방전은 미묘하게 잎의 표면구조를 손상시킬 수 있고, 따라서, 손상된 구조를 통해 흘러나오는 수액은 잎의 표면에서 접착성을 지닌다. 이러한 접착력은 잎 자체의 무게(수 밀리그램)를 견디기에 충분하며, 이는 다양한 매질(steel, polymer, glass)에서 부착되는 결과를 나타내므로, 본 발명의 방법은 상처 치료와 같은 기술을 위한 새로운 봉대 개발에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 코로나-방전(corona discharge)을 이용하여 접착성을 갖는 잎을 제조하는 방법을 나타낸 도이다.
 도 2는 코로나-방전처리의 결과에 의해 배출되는 수액의 성분을 분석하기 위하여 FTIR 실험을 수행한 결과를 나타낸 도이다.
 도 3은 코로나-방전처리로 인한 잎의 온도 변화를 확인한 도이다.
 도 4는 코로나-방전처리로 인한 잎의 시간에 따른 온도 분포를 나타낸 도이다.
 도 5는 코로나-방전에 의해 파괴된 잎의 표피구조를 SEM을 이용하여 확인한 도이다.
 도 6은 코로나-방전 처리 전과 후의 접착성 잎 표면을 도립 현미경으로 확인한 도이다.
 도 7은 코로나-방전의 작용에 따른 수액의 부피와 코로나-방전의 실험 조건에 따른 관계를 확인한 도이다.
 도 8은 매질에 따른 접착력을 확인한 도이다.
 도 9는 상부 표피와 하부 표피에 코로나-방전 처리에 따른 효과를 확인한 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

[0013] 본 발명은 잎(leaf)에 코로나 방전(corona discharge) 처리하는 단계를 포함하는 접착성 잎 제조방법을 제공한다.

[0014] 상기 잎은 curved leaf, flat leaf을 가지는 식물, 나무 어떠한 것을 이용하여도 무방하나, 바람직하게는 행복나무(*Heteropanax fragrans*) 잎, 드라세나 레플렉사(*Dracaena reflexa*) 잎 및 홍콩야자(*Schefflera arboricola*) 잎인 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0015] 상기 코로나 방전은 잎의 잎맥을 제외한 잎의 상부 표피, 하부 표피, 잎의 앞면, 뒷면 어느 곳에 적용하여도 무방하나, 바람직하게는 잎의 상부 표피에 처리하는 것이 바람직하다.

[0016] 잎에 인위적으로 구멍을 발생시킬 경우, 수액의 점성으로 인해 수액이 표피로 방출되지 않아 잎의 접착성이 부여되지 않으나, 상기 코로나 방전은 잎 표피에 미세구멍을 형성하여 수액을 잎 표피로 방출시켜 잎의 접착성을 부여한다. 따라서, 잎의 접착성을 부여하기 위해서는 코로나 방전을 사용하는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 접착성 잎의 접착력은 코로나 방전 장치의 전극 말단과 잎 표피 사이의 거리의 반비례하여 접착력이 증가하고, 코로나 방전 처리시간에 비례한다.

[0018] 한편, 상기 접착성 잎은 잎 상호 간, glass, polypropylene, steel 등 다양한 매질에 접착성을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 구체적인 실시예에서, 본 발명자들은 코로나-방전처리 후, 잎의 접착성을 평가한 결과, 접착성 잎의 접착힘이 코로나-방전에 의한 잎의 표피구조의 파괴에 의해 형성된 미세구멍을 통한 수액의 배출에 의한 것임을

확인하였다.

[0020] 또한, 본 발명자들은 코로나-방전에 의해 파괴된 잎의 표피구조를 확인한 결과, AL 나뭇잎 표면에 수십 마이크로 크기의 미세구멍이 코로나-방전처리를 통하여 형성된 것을 확인하였다.

[0021] 아울러, 본 발명의 방법으로 제조된 접착성 잎의 다양한 매질에 대한 부착효과를 확인한 결과, steel, polymer, glass 등 다양한 매질에 대한 접착성이 우수한 것을 확인하였다.

[0022] 따라서, 본 발명의 코로나-방전은 미묘하게 잎의 표면구조를 손상시킬 수 있고, 따라서, 손상된 구조를 통해 흘러나오는 수액은 잎의 표면에서 점착성을 지닌다. 이러한 점착력은 잎 자체의 무게(수 밀리그램)를 견디기에 충분하며, 이는 다양한 매질(steel, polymer, glass)에서 부착되는 결과를 나타내므로, 본 발명의 방법은 상처 치료와 같은 기술을 위한 새로운 봉대 개발에 적용할 수 있다.

[0023] 이하 본 발명을 실시예 및 실험예에 의해 상세히 설명한다.

[0024] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예 및 실험예에 한정되는 것은 아니다.

[0025] <실시예 1> 코로나-방전 처리

[0026] 230V 고주파 발생기(Electro-Technic Products, U.S.A.)가 있는 BD-10A 휴대용 코로나-방전 장치를 사용하여 접착성 잎(adhesive leaf; AL)을 제조하였다. 구체적으로, 코로나-방전은 잎 중앙 부근에서 수행하였다(도 1). 한편, 코로나-방전은 높은 전압과 전류를 생성하기 때문에 실험 환경 주변의 모든 전도성 물질을 제거하였다. 또한, 전극과 잎 표면 사이의 거리는 5, 10, 15mm로 유지하고 코로나-방전의 처리 시간은 30 및 60 초로 하였다. 코로나-방전 처리 직후, 제조된 접착성 잎을 시멘트 벽, 유리, 강철 및 폴리머와 같은 다양한 기판에 접착되는 것을 평가하였다.

[0027] <실시예 2> 접착성 잎의 열 이미징(Thermal imaging).

[0028] 접착성 잎의 코로나-방전 처리에 의한 온도 변화는 열 영상과 해당 FLIR ONE 소프트웨어 (FLIR, U.S.A.)를 사용하여 정량적으로 분석되었습니다. 30초 코로나-방전 처리 후 잎의 저속 촬영(time-lapse) 이미지를 실온에서 3 초 간격으로 2 분 동안 획득하였다. 한편, 잎은 어떤 고정 장치도 없이 실험용 종이 위에 놓고 실험을 수행하였다.

[0029] <실시예 3> 접착성 잎의 SEM 이미징

[0030] 코로나-방전 처리 전후의 접착성 잎의 형태 및 구조는 JSM-6701F 전계 방사 주사 전자 현미경 (FE-SEM) 장치 (JEOL, Japan)를 사용하여 확인하였다. 구체적으로 백금 (Pt) 코팅 적용은 실험 전 120초 동안 수행하였다. SEM은 10 kV로 작동시켰고, imaging spot은 접착성 잎 표면에서 무작위로 선택하였다. 각 지점에 대한 SEM 현미경 사진을 다른 배율 (50×, 250× 및 900×)로 수집하였다.

[0031] <실시예 4> 접착성 잎의 광학 이미징

[0032] 코로나-방전 처리 전과 후의 접착성 잎 표면을 관찰하기 위해 도립 현미경 (AE31E, Shinhan Scientific, Korea)을 사용하였다. 잎의 표면 거칠기(Rq) 계산은 SurfCharJ plugin22가 있는 ImageJ(NIH, USA)를 사용하여 하기 [수학식 1]로 수행하였다.

[0033] [수학식 1]

$$R_q = \left(\frac{1}{N_x N_y} \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} z_{ij}^2 \right)^{1/2}$$

[0034]

[0035] 여기서 z 는 표면의 높이 값, N 은 바깥면 normal 벡터의 방향, x 및 y 는 평면 방향의 좌표.

[0036] 코로나-방전 처리 후 잎 표면의 손상된 구조의 정량 분석을 위해, 코로나-방전 처리 후에 계산된 R_q 의 값은 코로나-방전 처리 전에 계산된 R_q 값에 의해 표준화하였다(도 4c).

[0037] <실시예 5> 접착성 잎의 FTIR 분석.

[0038] 수액의 FTIR (Fourier-transform infrared) 스펙트럼은 FTIR 분광기 (Spectrum 100 FT-IR Spectrometer, Perkin Elmer, USA)를 사용하여 4 cm^{-1} 의 resolution에서 취득하였다. 수액은 코로나-방전을 사용하여 접착성 잎의 표면으로부터 약 2 ml 추출하였다. 수액 및 대조군(증류수)의 스펙트럼을 500 내지 4000 cm^{-1} 의 범위로 기록하였다. 흡광도는 대조군 샘플 스펙트럼으로부터 측정된 수액 스펙트럼의 차로 나타내었다.

[0039] <실시예 6> 인장력 측정기를 이용한 접착성 잎의 접착력 측정

[0040] 코로나-방전 처리 직후 Model 4502 인장 시험기 (Instron, U.S.A.)를 이용하여 접착성 잎의 접착력을 측정하였다. 구체적으로, 초기 게이지 길이가 0으로 정의된 클램프 - 클램프 거리를 변경하여 1 N의 초기로드를 적용하였고, 150 mm/min로 시료를 당겼다. 또한, 다양한 기질(철, 폴리 프로필렌 및 유리)에서 접착성 잎의 접착력을 평가하였다.

[0041] <실험예 1> 코로나-방전 처리 후, 잎의 접착성 평가

[0042] 도 1 a 및 도 1b와 같이 행복나무(*Heteropanax fragrans*) 잎에 코로나-방전처리 후에 그 잎(AL)은 벽 표면 위에 부착되는데, AL 표면으로부터 액체가 흘러나오기 때문에 AL의 접착힘의 원인은 도 1c와 같이 코로나-방전에 의한 잎의 표피구조의 파괴로 형성된 미세구멍을 통해 흘러나오는 수액임을 확인하였다.

[0043] 이를 구체적으로 확인하기 위하여, 첫 번째로 형성된 미세구멍의 구조의 성능을 비교하기로 하였다. 바늘을 사용하여 나뭇잎 표면에 수 밀리미터의 직경의 구멍을 생성했다. 이러한 경우 잎의 수액 자체의 점성 때문에 수액이 나뭇잎 표면으로 배출되지 못하였고, 따라서 접착 능력을 보이지 않는 것을 확인하였다. 두 번째로 잎의 수액성분에 의한 접착능력을 평가해보았다. 앞서 시험해본 바늘을 사용한 나뭇잎과 다르게, 코로나-방전처리를 한 AL 나뭇잎으로부터 배출되는 수액의 점성 때문에 AL이 벽에 부착이 되는 것으로 확인이 되었으며, 잎의 접착력으로 인해 다양한 패턴으로 구성을 만들 수 있음을 확인하였다.

[0044] 또한, AL의 접착 세기는 수액이 마른 후에도 지속되었으며, 이는 AL 크기와 그 잎으로부터 배출되는 수액의 양에 의존적임을 확인하였다. 또한, AL이 벽에 부착된 후 수액이 마르고, 적어도 3주 이상 접착능력이 유지되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 AL의 접착힘이 코로나-방전에 의한 잎의 표피구조의 파괴에 의해 형성된 미세구멍을 통한 수액의 배출에 의한 것임을 확인하였다.

[0045] <실험예 2> 코로나-방전처리의 결과에 의해 배출되는 수액의 성분 분석

[0046] 코로나-방전처리의 결과에 의해 배출되는 수액의 성분을 분석하기 위하여 FTIR 실험을 수행하였다(도 2). FTIR 실험결과, 수액성분에 대한 결과 그래프에서 초순수물(Deionized water)의 결과 그래프를 빼면, 수액에서는

glucose가 존재하는 것을 확인하였다. 또한, AL로부터 배출되는 수액의 존재는 방전처리를 한 부분에서의 온도 변화를 통해서도 확인할 수 있다(도 3). 적외선 카메라를 사용하여, 코로나-방전을 수행한 전 후의 나뭇잎 표면의 온도 변화가 발생한다는 것을 확인하였다. 코로나-방전처리 전에는, 나뭇잎의 평균온도가 27℃로 측정되었고(도 3a), 코로나-방전 처리 직후, 코로나-방전 처리한 부분에서 33℃로 급격하게 온도가 증가하는 것을 확인하였다(도 3b). 처리 후 약 20초 후에는 방전 처리한 곳의 온도가 점진적으로 감소하며, 코로나-방전처리를 하기전의 나뭇잎에서의 온도보다 약간 더 낮은 것을 확인하였다(도 3c 및 도 3d). 코로나-방전 처리 이후 상대적으로 코로나-방전 처리 전 낮게 측정되는 온도는 적어도 120초 동안 유지가 되었으며, 이러한 결과는 도 3e에 나타내었다.

[0047] 한편, 도 4에 나타낸 바와 같이 온도 곡선은 Boltzmann sigmoid model를 따르는 것으로 확인하였다. 즉 이러한 온도 변화는 코로나-방전 처리에서 나뭇잎 표면을 파괴시키기 위해 높은 열 에너지가 유도되었음을 알 수 있으며, 또한 수액이 손상된 구조로부터 흘러나오고, 누출된 곳에서 공기와 반응하여 증발한 것을 확인하였다.

[0048]

[0049] <실험예 3> 코로나-방전에 의해 파괴된 잎의 표피구조 확인

[0050] 코로나-방전에 의해 파괴된 잎의 표피구조를 확인하기 위하여, scanning electron microscopy (SEM) 실험을 수행하였다.

[0051] 구체적으로, 관측된 SEM 이미지를 통하여 코로나-방전 처리를 하지않은 나뭇잎과 비교하여 AL 나뭇잎 표면에 수십 마이크로 크기의 미세구멍이 코로나-방전처리를 통하여 형성될 수 있음을 도 5 a 및 도 5b 를 통하여 확인할 수 있다. AL의 미세구멍구조는 코로나-방전을 처리한 부분에서 무작위 하게 생성되며, 이는 잎 안에 포함된 수액이 누출되는 경로에 잠정적인 역할을 한다. 도 6a 및 6b에서 보여지는 흰색의 점은 수액의 빛의 반사에 의해서 나타나는 것으로 볼 수 있고, 심지어 AL 나뭇잎 표면의 흰 점들을 제외하고도, 코로나-방전 처리하지않은 나뭇잎과 비교하였을 때, 그 형태가 매우 변형된 것을 알 수 있다. 나뭇잎 표면이 손상된 정도를 정량화하기 위해, 코로나-방전 에너지세기에 따른 나뭇잎 표면의 거칠기를 평균화하여 계산하였다. 평균화한 표면 거칠기 정도를 계산하기 위해, AL 표면의 거칠기를 코로나-방전 처리하기 전 본연의 나뭇잎 표면의 거칠기로 나눠주는 절차를 수행하였다. 또한, 코로나-방전 에너지는 코로나-방전되는 전극 말단(팁)과 나뭇잎 사이의 거리(dcorona) 사이에 의존하거나 또는 조사 시간(tcorona)에 의존하는데, 이를 5, 10, 15mm 의 dcorona 및 30초, 60초의 tcorona에서의 실험 조건을 통하여 표면 거칠기를 확인해 보았다. 실험 결과, dcorona가 작아질수록, tcorona가 증가함에 따라 표면 거칠기는 증가하는 것으로 확인하였다 (도 6c).

[0052] 따라서, 5 mm의 dcorona, 60초의 tcorona의 실험조건으로 코로나-방전 처리를 하였을 때, 다른 실험 조건과 비교하여 미세 구멍을 포함한 손상된 구조의 형성이 가장 효과적인 것을 확인하였다.

[0053] 한편, AL 표면 거칠기는 손상된 구조를 통해 배출되는 수액의 양과 직접적인 연관이 있으며, AL의 부착 세기는 배출되는 수액의 양에 의존함을 확인하였다. 구체적으로, 먼저 벽에 부착된 AL을 만능인장시험기(Instron tensile-force tester)를 사용하여 부착된 방향과 수평으로 당겨보았다(도 7). 표면 거칠기 분석 과정으로부터 시험해본 코로나-방전 처리 조건들(dcorona, tcorona)을 AL의 접착력 세기 변화로써 다시 시험해 보았다. 특정 표면으로부터의 AL 접착 세기 데이터는 force-distance(F-D) curve로부터 얻어졌는데, 구체적으로 tcorona =30 초 일 때, F-D 곡선은 dcorona 가 다름에도 불구하고 특이하게 다른 점이 없었다(도 7a). 이와 다르게, t=60 초에서의 F-D 곡선은 전과 비교하였을 때 약간 더 큰 것으로 볼 수 있다(5b). 주목해야 할 점은, t=60 초에서의 AL의 접착력은 dcorona =5 mm에서 가장 크다는 것이다. 이러한 경향성은 도 7c에서 명확하게 볼 수 있다. 도 7c에서 조사시간(tcorona), 조사거리(dcorona), 단위면적당 AL 부착력의 세 요인 사이의 관계를 확인할 수 있다.

[0054] 따라서, 본 발명자들은 AL의 부착 세기가 전극으로부터 나뭇잎 표면 사이의 거리가 매우 근접하거나, 코로나-방전 처리 시간이 증가할수록 커진다는 것을 확인하였고, 방출된 수액의 부피는 코로나-방전 조사 시간과 비례하며, 전극과 나뭇잎 표면 사이의 거리에 반비례함을 확인하였다.

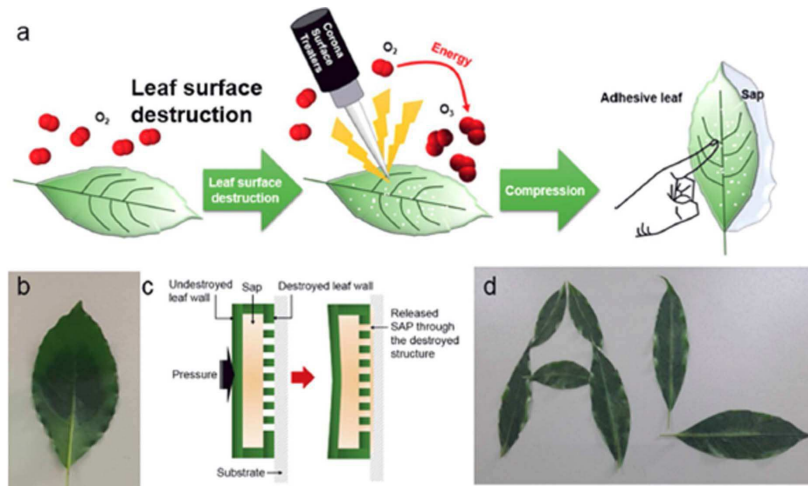
[0055] <실험예 4> 다양한 매질에 대한 부착 효과 확인

[0056] AL이 다른 매질과 효과적으로 부착될 수 있는지 여부를 확인하기 위하여, polypropylene, glass, steel 재질을 사용하여 AL의 부착력과 단일 면적당 부착 세기 측정을 수행하는 실험을 진행하였다(도 8). 모든 실험에서, 10 mm의 dcorona에서 코로나-방전 처리를 한 AL를 가지고 실험을 하였다.

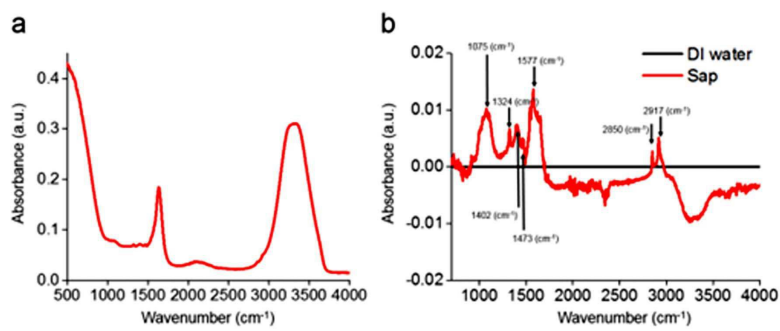
- [0057] 5 mm의 dcorona 실험조건에서는 코로나-방전으로 AL 표면에 너무 과한 파괴가 종종 나타났는데, 이것은 짧은 거리에서의 강한 코로나-방전 세기 때문이다. dcorona 가 증가함에 따라, 이러한 현상은 눈에 띄게 감소하는 것을 확인하였고, 따라서 dcorona =10mm 의 실험 조건으로 수행하였다.
- [0058] AL 접착 성능 분포는 보통 다양한데, 이러한 이유는 AL 크기 때문이 아니라, 코로나-방전 장치를 수작업으로 조절하여 일정한 크기의 조사 면적에 조사하기가 매우 어렵기 때문이다. 코로나 조사에 의하여 나뭇잎 표면에 규칙화된 손상된 부분을 가진 AL을 만들기 위한 대안으로써, 코로나-방전 처리를 나뭇잎 표면 전체에 골고루 적용을 하였다. 실험에서 나뭇잎 크기를 고려하여 코로나-방전 처리 시간을 한 AL당 2~3분 미만으로 설정하였다. 그러한 절차를 통해 측정된 AL 부착력 결과는 크기순서대로 나열하자면, glass, polypropylene, steel 과 같다(도 8d 내지 f). 특히, AL 면적과 부착력은 선형 특성을 보인다 (steel: 1.964 mN/mm^2 , polypropylene 1.848 mN/mm^2 , glass: 2.345 mN/mm^2).
- [0059] 본 발명자들은 선형 곡선에 따르는 다양한 변화(면적당 부착력; figure 6d-f) 대한 이유를 확인하였다. 먼저, 모든 나뭇잎은 독특한 잎맥을 가진다는 사실에 근거하여 모든 잎은 각기 다른 양의 수액을 지니고 있으며 그 분포 또한 다르다는 것을 의미한다. 또한, 미세 구멍이 확률적으로 무작위적으로 형성되는 특성도 면적당 부착력 크기가 다양한 원인으로 생각해 볼 수 있다. 모든 코로나-방전 처리된 나뭇잎은 다양한 미세구멍구조와 위치 및 수를 나타낸다. 그럼에도 불구하고 도 8의 결과는 AL의 면적은 부착력 세기에 비례하며, AL은 다양한 표면의 종류에 부착될 수 있다는 것을 확인하였다. 이에 행복나무의 나뭇잎로부터 AL를 제작하였고, 세가지 다른 종류의 표면 위에서 접착 성질을 평가하였다. AL의 접착 성질의 깊은 탐구를 위해서는 다양한 매질에서의 더 많은 종류의 나뭇잎들을 사용한 연구가 추가적으로 필요하다. 이번 실험 결과, AL을 만들기 위해, 본 발명자들은 코로나-방전을 오직 나뭇잎 상부 표피에만 처리하였다. 하부 표피에 처리를 하지 않는 이유는 잎맥과 같은 돌출된 구조를 가지고 있기 때문에, 본 발명자들은 이 잎맥이 AL의 부착 성질에 영향을 미칠 것이라고 예상하였다. 상부 표피와 하부 표피 사이의 나뭇잎의 코로나-방전 표면처리의 영향을 비교하기 위해, 본 발명자들은 다른 구조를 가지는 두 가지 다른 나뭇잎을 준비했다(curved leaf: *Dracaena reflexa*), flat leaf: *Schefflera arboricola*). 전극과 나뭇잎 표면 사이의 거리는 10 mm 이며, 코로나-방전 처리 시간은 60초 정도였다. Curved leaf는 코로나-방전 처리 후에 잎의 외부구조에도 불구하고 벽에 잘 부착되었다(도 9). 게다가 잎의 앞면이든 뒷면이든(즉, 상부 표피 또는 하부 표피) 상관없이 손상 입은 표피로부터 수액이 배출되었다. 하부 표피에 코로나-방전 처리를 했을 때, 부착 시간이 단지 수초 정도로 다소 짧은 것을 발견하였다(도 9b). 따라서 본 발명자들은 curved 구조가 벽에 안정하게 부착되는 것으로부터 나뭇잎들을 방해하는 것 확인하였다. 이를 구체적으로 확인하기 위하여, flat 한 구조의 나뭇잎(*Schefflera arboricola*)을 사용하여 같은 실험을 수행하였다(도 9c). 그 결과, AL은 코로나-방전 처리를 앞면, 뒷면 상관없이 벽에 잘 부착되는 것으로 보았다. 그러나 하부 표피의 경우, 10초 이상 지속되지는 못하였다(도 9d). 마지막으로 잎맥이 없는 부분을 잘라서 동일한 실험을 진행하였다. 그 결과, 코로나-방전 처리를 한 상부 표피 및 하부 표피 모두 안정된 접착 능력을 보여주었다. 따라서 다양한 실험결과를 통하여 잎맥과 같은 어떤 돌출된 부분만 없으면, 앞면이든 뒷면이든 처리한 잎의 면과 상관없이 AL은 접착 특성을 지닌다는 것을 확인하였다.
- [0060]
- [0061] 결론적으로, 본 발명자들은 코로나-방전 처리를 한 잎의 접착에 관한 연구를 처음으로 수행하였고, 그렇게 함으로써 부착이 되는 과정을 설명하였다. 특히, 코로나-방전은 미묘하게 잎의 표면구조를 손상시킬 수 있고, 그래서 손상된 구조를 통해 흘러나오는 수액은 잎의 표면에서 점착성을 지닌다. 이러한 점착력은 잎 자체의 무게(수 밀리그램)를 견디기에 충분하며, 이는 다양한 매질(steel, polymer, glass)에서 부착되는 결과를 확인하였다. 접착 과정은 미세 구멍을 통하여 점착 성분의 액체가 배출되는 것에서 기인하는 것으로 결론 지었다. 이러한 기술은 상처 치료와 같은 기술을 위한 새로운 붕대 개발에 적용할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

도면

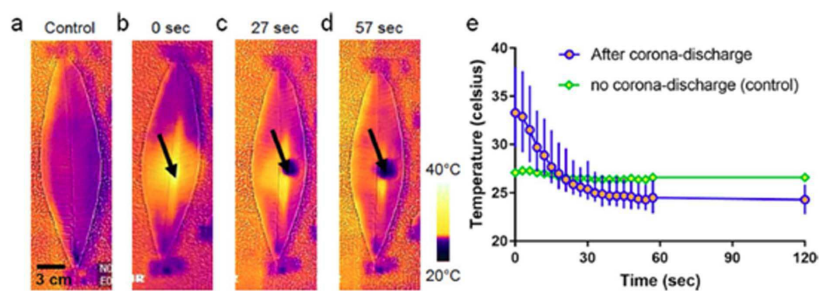
도면1



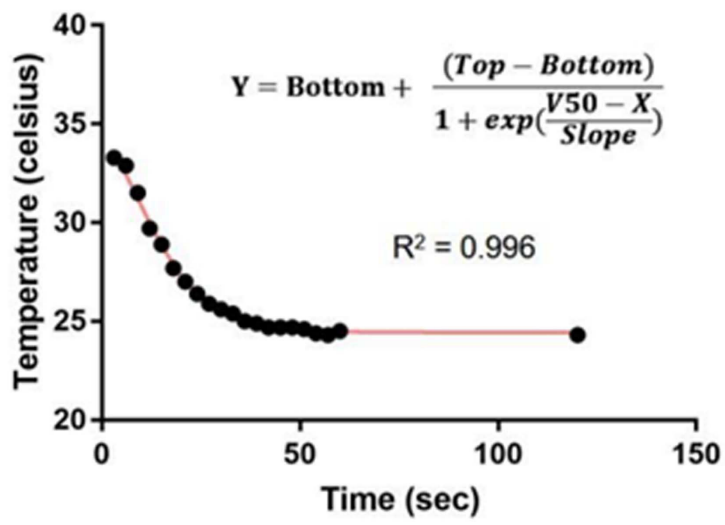
도면2



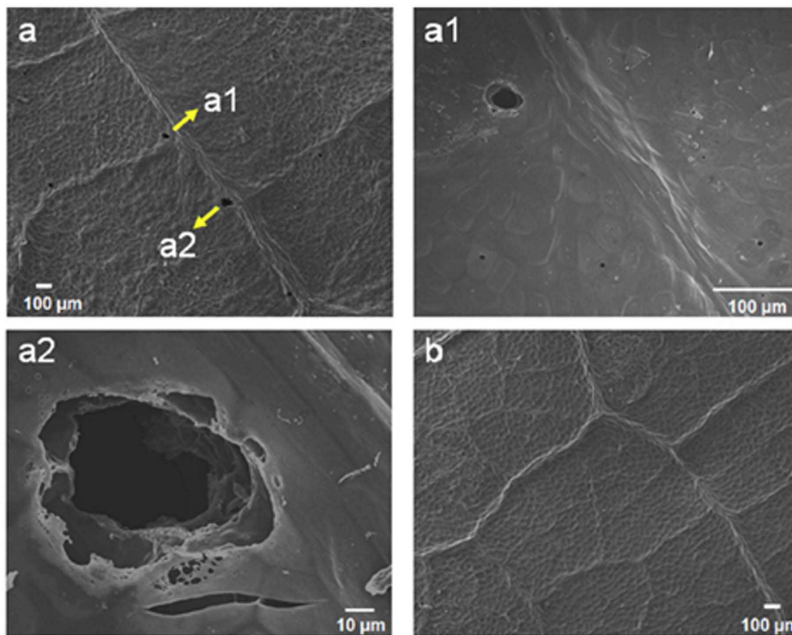
도면3



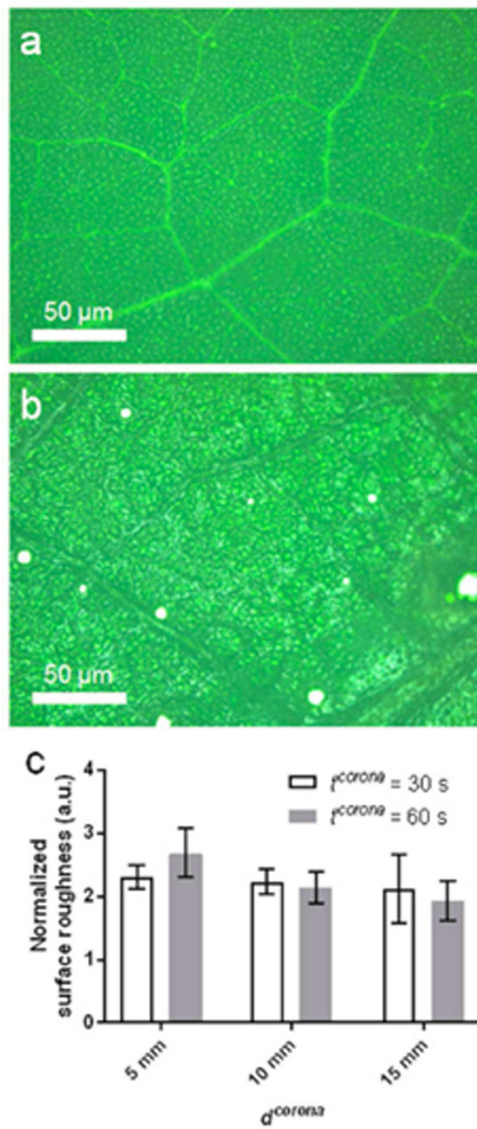
도면4



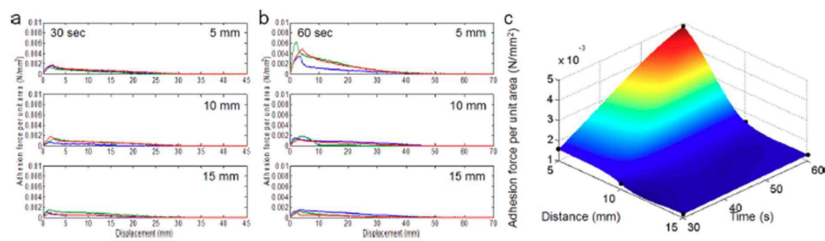
도면5



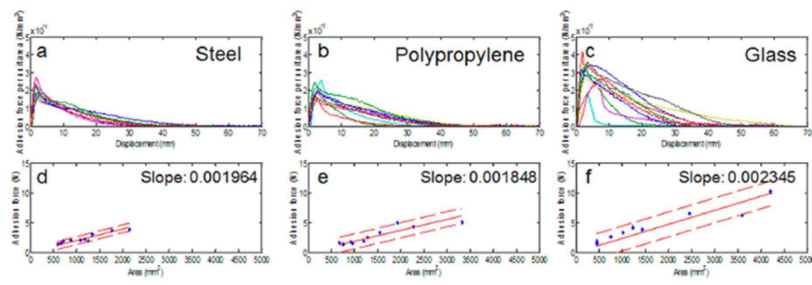
도면6



도면7



도면8



도면9

