



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월19일

(11) 등록번호 10-2046568

(24) 등록일자 2019년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B32B 27/06 (2006.01) *A61F 2/50* (2006.01)

A61L 27/60 (2006.01) *B25J 9/00* (2006.01)

B32B 27/18 (2006.01) *B32B 27/40* (2006.01)

B32B 5/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B32B 27/065 (2013.01)

A61F 2/50 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0063467

(22) 출원일자 2018년06월01일

심사청구일자 2018년06월01일

(56) 선행기술조사문헌

JP2004230041 A*

KR1020090101872 A*

KR1020180015092 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

김진국

경상남도 진주시 내동로348번길 8 (가좌동, 가좌
그린빌주공아파트) 108동301호

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 7 항

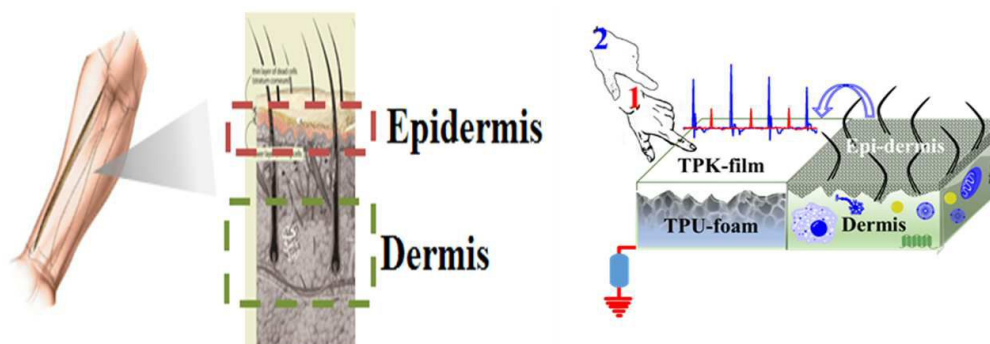
심사관 : 임홍철

(54) 발명의 명칭 로봇용 인조피부 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 로봇용 인조피부 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 인조 피부는, 인체와 유사한 평활도, 경도, 강도, 내구성, 온도 유지성을 제공할 수 있는 표피 및 내피 재료를 사용하는 바, 원활한 움직임이 가능하고 인체와 유사한 촉감을 제공할 수 있으며, 추가적인 발열 장치를 포함하여, 인체와 유사한 온도감을 제공할 수 있어, 인체와 유사한 인조피부가 제공될 수 있고, 이를 로봇, 의족, 의수 등에 적용하여, 상품성, 심미성 등을 향상시킬 수 있는 유용한 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61L 27/60 (2013.01)
B25J 9/0012 (2013.01)
B32B 27/18 (2013.01)
B32B 27/40 (2013.01)
B32B 5/18 (2013.01)
A61F 2002/5001 (2013.01)
A61F 2002/5056 (2013.01)
B32B 2266/0278 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415155969
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	소재부품기술개발
연구과제명	고차단성 탄성소재 제조 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주) 강림퓨얼테크
연구기간	2017.09.01 ~ 2018.06.30
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

케라틴 및 고분자 수지를 포함하는 복합체 필름을 최소한 일부로 포함하는 제1층; 및
고분자 수지 발포체를 포함하는 필름을 최소한 일부로 포함하는 제2층;을 포함하는 인조피부이되,
상기 복합체 필름에 있어서 케라틴 함유량은 1 내지 10 중량%인 것을 특징으로 하는 인조피부.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1층에 포함되는 고분자 수지 및 상기 제2층에 포함되는 고분자 수지 중 어느 하나 또는 둘 모두는 폴리우레탄을 포함하는 고분자 수지인 것을 특징으로 하는 인조피부.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 인조피부는,
케라틴 및 폴리우레탄을 포함하는 복합체 필름의 제1층; 및
폴리우레탄 발포체를 포함하는 제2층;을 포함하는 것을 특징으로 하는, 인조피부.

청구항 5

제1항에 있어서,
제1층 또는 제2층 저부에, 센싱 장치, 통신 장치, 및 발열 장치 중 1종 이상;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 인조피부.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 제1층은 0.4 내지 0.95의 마찰계수(CDF)를 나타내고,
60 내지 90°의 접촉각을 나타내고,
0.04 내지 0.4 μm 의 표면 거칠기를 나타내고,
인장강도 10 MPa 이상, 신율 100% 이상을 나타내고; 및
상기 제2층은 0.4 내지 0.9의 마찰계수(CDF)를 나타내는 것을 특징으로 하는, 인조피부.

청구항 7

케라틴 및 고분자 수지를 필름 형상으로 압출 성형하는, 제1층 제조 단계;
고분자 수지 발포체를 제조하는, 제2층 제조 단계; 및
상기 제1층과 제2층을 접착시키는 단계;를 포함하는 인조피부의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 발포는 130-150℃에서 10-17 MPa 압력하에 수행되는 것을 특징으로 하는 인조피부의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로봇용 인조피부 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 로봇은 1961년 '로봇팔'의 형태로 산업용 로봇으로 개발되어 일본에서 'Humanoide' 로봇이 개발되고 2017년에 '소피아'의 출현으로 인공지능 로봇시대로 접어들었다.

[0004] 사회가 고도화 되고 현대화됨에 따라 인간의 생활환경에는 다양한 로봇들이 사용되고 있고, 최근에는 인간과 유사한 인간형 로봇을 구현하기 위한 노력들이 더욱 가시화되고 있다. 이와 같은 연구결과로서 로봇의 지능은 높아지고 있고 움직임이나 구동방식 또한 인간에 가깝게 되었다.

[0005] 그러나, 인간형 로봇의 피부조작은, 장난감 등에 적용되도록 합성수지나 실리콘 등에 의해 제조된 인조피부가 사용되고 있는 실정에 있다. 이러한 인조피부는 신축성이 낮아 로봇의 관절부위와 같이 반복적인 움직임이 요구되는 부위에 적용될 경우 원활한 동작이 불가능하고 내구성이 현저히 저하된다. 또한 촉감이나 외관이 불량하여 상품성이 저하되는 문제점이 있었다.

[0006] 특히, 종래의 인조피부는 발열기능이나 온도의 제어기능이 없으므로 그 표면온도는 동절기에는 차갑고 하절기에는 미지근한 수준의 온도를 갖게 되므로, 이와 같은 인조피부를 의족이나 의수 와 같은 인체의 보조기구에 적용할 경우 체온과의 차이로 인해 착용감이 떨어지고 사용자나 타인에게 불쾌감과 혐오감을 준다.

[0007] 또한, 로봇의 피부로 적용할 경우에도 사용자나 타인에게 불쾌감과 혐오감이 유발되어 상품성이 저하되는 문제점이 있었다.

[0009] 이에, 본 발명자들은 로봇용 인조피부로서 움직임 등에 유연한 소재를 제공함과 동시에, 인체 피부와 유사한 촉감, 온도를 나타낼 수 있는 인조피부를 개발하기 위하여 노력하였고, 그 결과, 본 발명에서 제공되는 인조피부는 놀랍게도 인체 피부와 매우 가까운 촉감을 줄 수 있을 뿐 아니라, 로봇의 다양한 움직임에 충분한 유연성과 물리적 특성을 제공할 수 있음을 규명하여, 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 10-2009-0101872

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 촉감, 온도, 물리적 특성 측면에서도 인체와 유사한 수준의 특성을 나타낼 수 있는, 인조피부를 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은 상기 인조피부의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0017] 본 발명은 케라틴 및 고분자 수지를 포함하는 복합체 필름을 최소한 일부로 포함하는 제1층; 및

[0018] 고분자 수지 발포체를 포함하는 필름을 최소한 일부로 포함하는 제2층;을 포함하는 인조피부를 제공한다.

[0020] 또한, 본 발명은 케라틴 및 고분자 수지를 필름 형상으로 압출 성형하는, 제1층 제조 단계;

[0021] 고분자 수지 발포체를 제조하는, 제2층 제조 단계; 및

[0022] 상기 제1층과 제2층을 접착시키는 단계;를 포함하는 인조피부의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 인조 피부는, 인체와 유사한 평활도, 경도, 강도, 내구성, 온도 유지성을 제공할 수 있는 표피 및 내피 재료를 사용하는 바, 원활한 움직임이 가능하고 인체와 유사한 촉감을 제공할 수 있으며, 추가적인 발열 장치를 포함하여, 인체와 유사한 온도감을 제공할 수 있어, 인체와 유사한 인조피부가 제공될 수 있고, 이를 로봇, 의족, 의수 등에 적용하여, 상품성, 심미성 등을 향상시킬 수 있는 유용한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 사람의 표피 및 진피로 이루어진 2층 구조의 피부와 본 발명 인조피부의 케라틴 함유 복합체 필름의 제1층 및 폴리우레탄 발포체의 제2층의 구성을 상호 비교하여 나타낸 개략도이다.

도 2는 본 발명 실시예 1의 제1층 케라틴 함유 복합체 필름 제조에 있어서, 폴리우레탄(TPU)과 케라틴의 상호작용을 FTIR로 그래프로 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명 실시예 1의 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 유변학적 특성을 평가하기 위하여, 각각 손실모듈러스(G'')와 저장모듈러스(G')를 측정하여 나타낸 그래프이다.

도 4는 본 발명 실시예 1의 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 케라틴 함유량(순수 TPU, 1%, 3%, 5%, 또는 10% 케라틴 함유)에 따른 인장강도(MPa) 및 신율(%) 변화를 측정한 그래프이다.

도 5는 본 발명 실시예 1의 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 케라틴 함유량(0% 내지 10% 케라틴 함유)에 따른 마찰계수(CDF) 값을 측정한 그래프이다.

도 6은 본 발명 실시예 1의 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 물에 대한 시간 경과에 따른 접촉각 변화를, 사람 피부와 비교하여 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명 실시예 1의 제1층 케라틴 함유 복합체 필름 및 사람 피부의 표면 형상을 촬영한 AFM 이미지이다.

도 8은 본 발명 실시예 2의 제2층 폴리우레탄 수지 발포체 제조를 위한, 초임계 발포시험 장치 및 초임계 발포법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명 실시예 2의 제2층 폴리우레탄 수지 발포체 제조에 있어서, N_2 또는 CO_2 초임계 유체, 140℃ 또는 150℃, 12 MPa 또는 15 MPa의 각각의 다른 발포 조건을 설정하여 제조된 발포체의 발포셀 형상을 전자주사현미경으로 관찰한 사진이다.

도 10은 본 발명 실시예 2의 제2층 폴리우레탄 수지 발포체 제조에 있어서, N_2 또는 CO_2 초임계 유체를 사용한 각각의 발포체, 순수 TPU, 및 사람피부의 마찰계수(CDF)를 측정하여 비교한 그래프이다.

도 11은 본 발명 실시예 3의 인조피부의 개략도를 나타낸 그림이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0028] 이하 설명은 발명의 이해를 돕기 위해서 제시하는 것이며, 본 발명이 이하 설명의 내용으로 제한되지 않는다.
- [0030] 본 발명은 케라틴 및 고분자 수지를 포함하는 복합체 필름을 최소한 일부로 포함하는 제1층; 및
- [0031] 고분자 수지 발포체를 포함하는 필름을 최소한 일부로 포함하는 제2층;을 포함하는 인조피부를 제공한다.
- [0033] 상기 인조 피부에 있어서,
- [0034] 상기 복합체 필름은, 케라틴을 0.5% 내지 20%, 1% 내지 10%, 1% 내지 8%, 1% 내지 5%, 2% 내지 5%, 3% 내지 5%, 또는 약 5% 함유하는 복합체 필름을 사용할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 측면에 있어서,
- [0036] 상기 복합체 필름의 케라틴 함유는, 단순한 고분자 수지, 예를 들어 폴리우레탄의 유연학적 특성, 형태학적 특성, 기계적 특성, 마찰계수 특성, 접촉각 특성 등을 인체와 유사한 수준으로 향상시키기 위한 일 구성으로 이해될 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 구체예에서는,
- [0038] 폴리우레탄과 케라틴을 1% 내지 5%로 함유시켜, 특성을 평가하여 인체와 유사하게 구현하고자 하였다.
- [0039] 이에 제한되지 않으나, 예를 들어, 폴리우레탄 및 케라틴 복합체는 케라틴을 3%-5% 함유하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0041] 다른 한편, 상기 복합체 필름의 제조는, 케라틴과 고분자 수지를 압출 성형하는 것으로부터 제조될 수 있고, 필름은 약 0.1 - 1.0 mm, 0.2 - 0.8 mm, 0.3 - 0.7 mm, 또는 약 0.5 mm의 두께의 필름일 수 있고,
- [0042] 압출 성형의 조건은, 색 변화가 일어날 정도의 고온이 아니고, 용융이 덜 되는 낮은 온도가 아니라면 특별히 제한되지 않으나, 예를 들어, 130℃ - 150℃, 135℃ - 145℃, 또는 약 140℃의 가공온도에서 수행될 수 있다.
- [0043] 본 발명 일 구체예에서, 150℃ 이상으로 가공온도를 설정하여, 황색으로 색변화가 야기될 수 있고, 130℃ 이하로 설정되는 경우, 용융이 충분하지 않아 가공이 어려울 수 있다.
- [0045] 본 발명의 다른 측면에서,
- [0046] 상기 고분자 수지는 폴리우레탄을 포함하는 고분자 수지이거나, 또는 폴리우레탄인 것이 바람직하다. 다만, 폴리우레탄 이외에 로봇, 의수, 의족 등에 종래 사용되는 고분자 수지를 대체하여 사용할 수도 있고, 본 발명은 이를 포함한다.
- [0048] 본 발명의 또 다른 측면에서,
- [0049] 상기 인조피부는,
- [0050] 케라틴 및 폴리우레탄을 포함하는 복합체 필름의 제1층; 및
- [0051] 폴리우레탄 발포체를 포함하는 제2층;을 포함하는 것을 특징으로 하는, 인조피부일 수 있다.
- [0053] 다른 한편, 본 발명 인조피부에서 상기 제1층은 유연학적 특성으로 손실모듈러스(G'') 및 저장모듈러스(G') 값을 인체와 유사한 수준으로 구현할 수 있고, 이에 제한되지 않으나, 예를 들어 $10^{-1} - 10^2$ Angylar frequency(rad/s) 범위에서, 10^2 내지 10^5 , 10^2 내지 10^4 , 또는 10^3 내지 10^4 Pa*s 손실모듈러스(G'') 값을 나타낼 수 있고, 다른 한편으로, $10^{-1} - 10^2$ Angylar frequency(rad/s) 범위에서, 10^2 내지 10^5 , 또는 10^2 내지 10^4 Pa*s 저장모듈러스(G') 값을 나타낼 수 있다.
- [0054] 이는 본 발명 제1층 복합체 필름이 사람 피부와 비슷한 패턴으로 거동을 나타내는 것으로, 케라틴 함유량이 증가할수록 보다 사람피부와 비슷한 패턴이 나타나는 것이 실험으로 확인되었다.
- [0056] 또한, 본 발명 인조피부에서 상기 제1층은 형태학적, 또는 기계적 물성 특성으로, 인장강도 및 신율을 인체와 유사한 수준으로 구현할 수 있고, 이에 제한되지 않으나, 예를 들어 10 MPa 이상, 12 MPa 이상, 또는 약 15MPa 이상의 인장강도를 구현할 수 있고, 예를 들어 100% 이상, 120% 이상, 150% 이상, 또는 약 200% 이상의 신율을 구현할 수 있다.

- [0058] 나아가, 본 발명 인조피부에서 상기 제1층은 인체와 유사한 마찰력 계수(CDF)를 나타낼 수 있고, 예를 들어, 0.4 - 0.95, 0.5 - 0.9, 0.55 내지 0.85의 마찰계수를 나타낼 수 있다. 이는 인체의 CDF 값이 약 0.55 내지 0.6 정도임을 감안하였을 때, 인체와 유사한 촉감을 줄 수 있는 특성으로 생각될 수 있다.
- [0060] 다른 한편, 본 발명 인조피부에서 상기 제1층은 인체와 유사한 접촉각(예를 들어 물에 대한)을 나타낼 수 있고, 예를 들어, 60 내지 90°, 79 내지 81°, 또는 약 80° 정도의 접촉각을 나타낼 수 있고, 이는 인체의 접촉각이 79 내지 81.5° 임을 감안하였을 때, 인체와 유사한 촉감을 줄 수 있는 특성으로 생각될 수 있다.
- [0062] 또 다른 한편, 본 발명 인조피부에서 상기 제1층은 인체와 유사한 표면 거칠기를 확인할 수 있는데, 예를 들어, AFM 사진으로 관찰한 결과, 0.04 - 0.4 μm , 0.05 - 0.2 μm , 0.052 - 0.058 μm , 또는 약 0.054 μm 정도의 표면 거칠기를 확인할 수 있고, 이는 사람의 피부에 대하여 AFM 관찰 값이 약 0.05 - 0.2 μm 임을 감안하였을 때, 인체와 유사한 촉감을 줄 수 있는 특성으로 생각될 수 있다.
- [0064] 나아가, 본 발명의 인조피부에 있어서, 상기 제2층은 고분자 수지 발포체로, 통상 알려진 고분자 수지 발포체를 생각할 수도 있으나, 바람직하게 폴리우레탄 수지 발포체이다.
- [0065] 여기서, 고분자 수지 발포체는 CO₂ 또는 N₂로 초임계 발포된 고분자 수지 발포체일 수 있다.
- [0066] 또한, 발포함에 있어, 130 내지 150°C, 135 내지 145°C, 또는 약 140°C의 온도 조건과, 10 내지 17 MPa, 12 내지 17 MPa, 14 내지 16 MPa, 또는 약 15 MPa 정도의 압력하에 발포되어 제조된 고분자 수지 발포체가 바람직할 수 있다.
- [0067] 예를 들어 130°C 보다 낮은 온도의 경우 발포가 잘 이루어지지 않을 수 있고, 150°C 보다 높은 온도의 경우 발포셀이 너무 크게 형성되어 바람직하지 않을 수 있다. 한편, 압력의 경우 10 MPa 보다 낮은 경우 발포셀이 매우 크고, 고르지 않으며, 예를 들어, 15 MPa의 압력하에 제조되는 발포셀 크기와 형상이 바람직할 수 있다.
- [0068] 다른 한편, 제2층 역시 인체와 유사한 특성을 나타낼 수 있고, 예를 들어, 제2층 고분자 수지 발포체의 마찰계수는 0.4 - 0.9, 0.4 - 0.8, 또는 0.45 - 0.85이다. 사람 피부의 경우 둔달한 조건에서 마찰계수(CDF) 값이 약 0.6 - 0.7임을 감안할 때, 인체와 유사한 수준인 것으로 생각될 수 있다. 또한, 발포시 초임계 유체로 N₂ 보다 CO₂를 사용하는 것이 인체와 보다 가까운 특성을 나타내는데 도움이 될 수 있다.
- [0070] 나아가, 상기 본 발명 인조피부에 있어서,
- [0071] 상기 제1층과 제2층 사이는 DMF와 같은 용제(solvent) 또는 수성 폴리우레탄 수지 접착제와 같은, 고분자 수지 접착제를 사용하여 부착시킬 수 있다.
- [0073] 또한, 상기 본 발명 인조피부에 있어서,
- [0074] 상기 제1층 또는 제2층 저부에, 센싱 장치, 통신 장치, 및 발열 장치 중 1종 이상;을 더 포함하여 인조피부가 제조될 수 있다.
- [0075] 본 발명에서 제공되는 인조피부는 특히 로봇, 의족, 의수 등의 기계 부품과 같이 적용시, 인체와 유사한 온도를 구현하기 위하여 발열 장치를 사용할 수 있고, 발열 장치는 예를 들어 전선(코일 등) 등의 장치가 저부에 위치하여 발열되거나, 또는 발열 필름 등을 장착할 수 있다.
- [0076] 한편, 상기 센싱 장치는, 센서로서, 온도 센서, 압력 센서 등으로부터 1종 이상을 말하며, 인조피부를 인체와 유사한 수준으로 조작할 수 있도록 모니터링 하기 위한 목적으로 사용되거나, 인조피부에 가해지는 압력을 센싱 하기 위하여 장착될 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일 구체예에서,
- [0079] 본 발명의 인조피부는 제1층은 0.4 내지 0.95의 마찰계수(CDF)를 나타내고, 60 내지 90°의 접촉각을 나타내고, 0.04 내지 0.4 μm 의 표면 거칠기를 나타내고, 인장강도 10 MPa 이상, 신율 100% 이상을 나타내고; 및 상기 제2층은 0.4 내지 0.9의 마찰계수(CDF)를 나타내는 인조피부일 수 있다.
- [0081] 또한, 본 발명은 케라틴 및 고분자 수지를 필름 형상으로 압출 성형하는, 제1층 제조 단계;
- [0082] 고분자 수지 발포체를 제조하는, 제2층 제조 단계; 및
- [0083] 상기 제1층과 제2층을 접착시키는 단계;를 포함하는 인조피부의 제조방법을 제공한다.

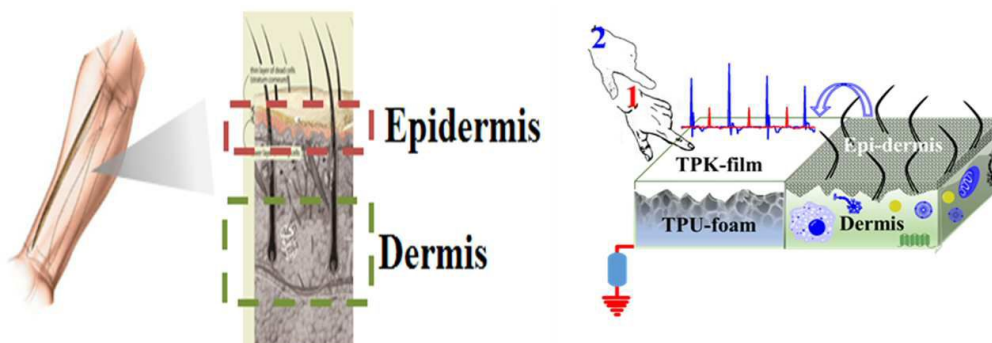
- [0085] 이하, 본 발명 인조피부의 제조방법을 단계별로 상세히 설명한다.
- [0087] 본 발명 인조피부의 제조방법에 있어서, 상기 제1층 제조단계는, 예를 들어 케라틴 및 폴리우레탄 수지 복합체 필름을 제조하기 위한 단계로 이해될 수 있고, 통상 종래 사용되는 고분자의 압출 성형 방법을 사용하거나, 또는 통상 사용되는 필름 제조를 위한 압출 성형 방법을 사용할 수 있는 것으로 이해될 수 있다.
- [0088] 다만, 바람직하게 상기 제1층은 필름 형상으로 약 0.1 - 1.0 mm, 0.2 - 0.8 mm, 0.3 - 0.7 mm, 또는 약 0.5 mm의 두께의 필름일 수 있고,
- [0089] 압출 성형의 조건은, 색 변화가 일어날 정도의 고온이 아니고, 용융이 덜 되는 낮은 온도가 아니라면 특별히 제한되지 않으나, 예를 들어, 130℃ - 150℃, 135℃ - 145℃, 또는 약 140℃의 가공온도에서 수행될 수 있다.
- [0090] 본 발명 일 구체예에서, 150℃ 이상으로 가공온도를 설정하여, 황색으로 색변화가 야기될 수 있고, 130℃ 이하로 설정되는 경우, 용융이 충분하지 않아 가공이 어려울 수 있다. 바람직하게 약 140℃ 정도의 가공온도에서 압출 성형할 수 있다.
- [0092] 나아가, 본 발명 인조피부의 제조방법에 있어서, 상기 제2층 제조단계는, 예를 들어 종래 기술에 개시된 고분자 수지 발포체 제조방법일 수 있고, 통상 공업적으로 사용되는 고분자 수지 발포체의 제조방법, 예를 들어 폴리우레탄 수지 발포체의 제조방법으로 종래 개시되거나, 사용될 수 있는 방법인 것으로 이해될 수 있다.
- [0093] 다만, 본 발명의 인조피부의 경우, 사람과 유사한 특성을 구현하기 위하여, 초임계 유체를 사용한 발포 방법을 사용할 수 있고, 초임계 유체로는 CO₂ 또는 N₂를 발포하여 고분자 수지 발포체를 제조할 수 있다.
- [0094] 발포함에 있어, 130 내지 150℃, 135 내지 145℃, 또는 약 140℃의 온도 조건과, 10 내지 17 MPa, 12 내지 17 MPa, 14 내지 16 MPa, 또는 약 15 MPa 정도의 압력하에 발포되어 제조된 고분자 수지 발포체가 바람직할 수 있다.
- [0095] 예를 들어 130℃ 보다 낮은 온도의 경우 발포가 잘 이루어지지 않을 수 있고, 150℃ 보다 높은 온도의 경우 발포셀이 너무 크게 형성되어 바람직하지 않을 수 있다. 한편, 압력의 경우 10 MPa 보다 낮은 경우 발포셀이 매우 크고, 고르지 않으며, 예를 들어, 15 MPa의 압력하에 제조되는 발포셀 크기와 형상이 바람직할 수 있다.
- [0097] 나아가, 본 발명의 인조피부 제조방법에 있어서,
- [0098] 상기 제1층과 제2층을 접착시키는 단계는, 특별히 제한되지 않으나,
- [0099] DMF와 같은 용제(solvent) 또는 수성 폴리우레탄 수지 접착제와 같은, 고분자 수지 접착제를 사용하여 부착시킬 수 있다.
- [0101] 본 발명에서 제공하는 인조피부는 놀랍게도 인체와 유사한 특성을 나타낼 수 있는 것으로 확인되었고, 또한, 로봇의 다양한 움직임에 유연하게 적용될 수 있는 기계적 물리적 특성을 가지는 바, 로봇, 의족, 의수 등의 용도로 유용하게 사용될 수 있고, 특히 AI 인공지능 로봇과 같이 인간과 보다 친밀하고 유대적인 관계 형성을 목적으로 하는 제품에 있어서, 인간과 유사한 인조피부로 사용되어 상품성을 현저히 향상시킬 수 있는 유용한 효과가 있다.
- [0103] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예에 의하여 상세히 설명한다.
- [0104] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0106] **<실시예 1> 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 제조 및 특성 평가**
- [0107] **<1-1> 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 제조**
- [0108] 사람의 표피층에 해당하는, 제1층 인조피부를 제조하기 위하여, 다음과 같이 실시하였다.
- [0110] 구체적으로, 3D 프린터를 사용한 FDM 방법으로 0.5mm의 필름형태로 폴리우레탄 수지(TPU) 및 케라틴을 복합체 필름으로 제조하였고, 압출시, 가공온도는 140℃로 설정하였다.
- [0112] 특히, 제1층 폴리우레탄 및 케라틴 복합체 필름을 제조함에 있어, 함유되는 케라틴을 각각 제조시 1%, 3%, 5% 및 10%로 달리하여, 복합체 필름을 제조하였다.
- [0114] 압출반응 중, FTIR을 사용하여 폴리우레탄과 케라틴이 성공적으로 반응한 것을 확인하였다(도 1).

- [0116] <1-2> 제1층 케라틴 함유 복합체 필름의 특성 평가
- [0117] 상기 <1-1>에서 각각 다른 케라틴 함유량을 가지는 복합체 필름에 대하여, 인체 피부와 유사한 특성이 관찰되는 지 평가하기 위하여, 다음과 같이 실험하였다.
- [0119] 유변학적 특성 평가
- [0120] 먼저, 제1층 복합체 필름의 유변학적 특성을 평가하기 위하여, DMA를 사용하여 손실모듈러스(G'')와 저장모듈러스(G')를 측정하였고, 그 결과를 도 3에 나타내었다.
- [0122] 도 3을 살펴보면, TPU(폴리우레탄)만의 필름의 경우, 바람 피부와 거동이 다른 것을 확인할 수 있었고, 본 발명 케라틴 함유 복합체 필름(제1층)은 사람 피부와 유사한 거동이 확인되었으며, 케라틴 함유량이 높아질수록 더욱 사람 피부와 유사한 특성이 관찰되었다.
- [0124] 형태학적, 기계적 특성 평가
- [0125] 제1층 복합체 필름의 형태학적, 기계적 특성을 평가하기 위하여, 인장 강도 및 신율을 측정하였고, 그 결과를 도 4에 나타내었다.
- [0127] 도 4를 살펴보면, 케라틴 함유 1%인 경우, 순수 TPU 수준의 인장강도와 신율이 확인되는 반면, 케라틴 함유량이 3%, 또는 5%인 경우에는, 인장강도가 15 MPa, 신율이 200% 수준으로 약간 감소된 것을 확인할 수 있었다. 한편, 케라틴을 10% 함유하는 경우, 인장강도와 신율이 크게 저하되어 내구성에 문제가 있는 것으로 판단되었다.
- [0129] 마찰력 계수(CDF) 측정
- [0130] 제1층 복합체 필름의 마찰력 계수를 측정한 결과를 도 5에 나타내었다.
- [0132] 도 5를 살펴보면, 5% 케라틴이 함유된 복합체 필름의 경우, 사람 피부와 마찰력이 가장 비슷한 값이 확인 되었고, 약 0.6 정도의 계수 값을 보였다.
- [0134] 접촉각 측정
- [0135] 제1층 복합체 필름의 시간에 따른 물에 대한 접촉각 변화를 측정하였고, 그 결과를 도 6에 나타내었다.
- [0137] 도 6을 살펴보면, 먼저 비교군인 사람 피부의 경우 시간이 경과함에 따라 접촉각이 눈에 띄게 감소되는데, 이는 사람 피부에 땀구멍으로 물이 흡수되는 현상으로 생각되었다. 한편, 실험군인 본 발명 5% 케라틴 함유 복합체 필름의 경우, 사람과 매우 유사한 수준의 접촉각이 시간 경과에도 계속하여 유지됨을 확인할 수 있다.
- [0139] AFM 이미징 평가
- [0140] 제1층 복합체 필름의 표면과 사람의 피부 표면을 도 7과 같이 AFM 이미지로 비교 평가하였다.
- [0142] 도 7을 살펴보면, 사람 피부의 표면 형상은 약 $0.05 - 0.2 \mu\text{m(Ra)}$ 의 거칠기가 확인되었고, 5% 케라틴 함유 복합체 필름의 경우, 사람 피부와 유사한, $0.054 \mu\text{m(Ra)}$ 의 값이 확인되었다.
- [0144] <실시예 2> 제2층 폴리우레탄 발포체의 제조 및 평가
- [0145] <2-1> 제2층 폴리우레탄 발포체의 제조
- [0146] 사람의 진피층에 해당하는, 제2층 인조피부를 제조하기 위하여, 다음과 같이 실시하였다.
- [0147] 사람 진피층과 같은 기공이 있는 조직을 제조하기 위하여, 마이크로폼과 균일한 셀크기의 발포체를 제조하고자, N_2 또는 CO_2 를 발포제로 이용하여 초임계 발포를 실시하였다. 개략적인 발포시험 장치를 도 8에 나타내었다.
- [0149] <2-1> 제2층 폴리우레탄 발포체의 평가
- [0150] 발포셀 크기 및 균일도 평가
- [0151] 적정 발포 조건을 규명하고자, 발포시 온도 및 압력 설정을 다르게 하였고, 초임계 유체로 N_2 또는 CO_2 를 사용하는 경우, 나타나는 발포셀의 크기와 균일도를 비교 평가하였다.
- [0153] (1) N_2 를 사용한 발포조건
- [0154] 1 조건: 140°C , 12MPa

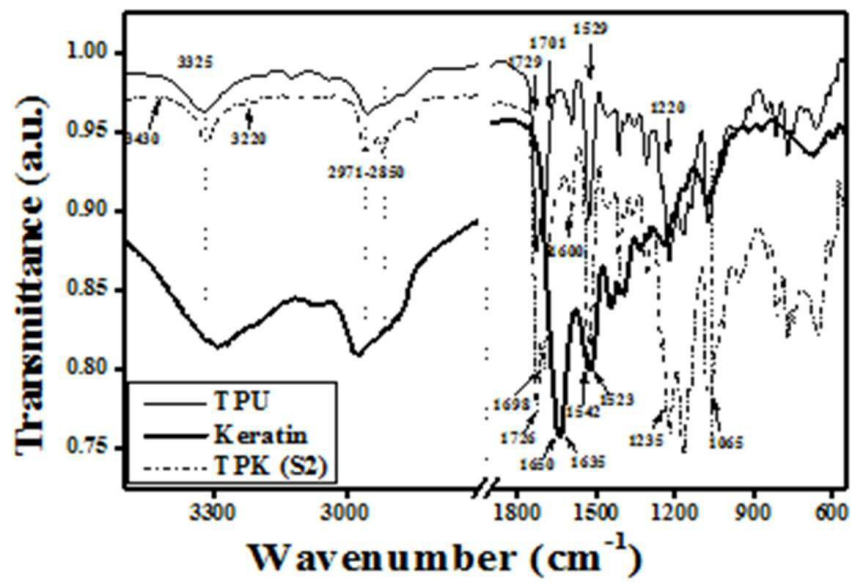
- [0155] 2 조건: 140℃, 15MPa
- [0156] 3 조건: 150℃, 15MPa
- [0158] (1) CO₂ 를 사용한 발포조건
- [0159] 1 조건: 140℃, 12MPa
- [0160] 2 조건: 140℃, 15MPa
- [0161] 3 조건: 150℃, 15MPa
- [0162] 와 같이, 발포 조건을 달리하여 볼포를 실시하였고, 각각의 조건별 발포셀의 크기와 균일도를 전자주사현미경을 관찰하여 평가하였고, 그 결과를 도 9에 나타내었다.
- [0164] 도 9를 살펴보면, 140℃보다 온도가 높을 경우 발포셀이 너무 크게 나타났으며, 이보다 온도가 낮을 경우 발포가 잘 안되는 것으로 확인되었다. 압력은 15MPa보다 낮을 경우 발포셀이 매우 크고 발포셀의 크기 분포가 균일하지 않았고, 15MPa q보다 클 경우에는 오히려 발포셀의 크기가 커지는 것을 확인할 수 있었다.
- [0165] 또한, 사용하는 초임계 유체로서는 N₂ 보다는 CO₂를 사용하는 것이 보다 작고 균일한 발포셀을 만들 수 있었다.
- [0167] 따라서, 최적의 발포조건은 CO₂ 를 초임계 유체로 사용하고, 발포시 140℃, 15MPa의 온도 및 압력 조건을 설정하는 것이고, 이로부터 가장 균일하고 작은 크기의 발포셀을 가지는 폴리우레탄 발포체가 제조될 수 있음을 알 수 있었다.
- [0169] 마찰계수 측정
- [0170] 제2층 폴리우레탄 발포체의 마찰계수를 측정하였고, 그 결과를 도 10에 나타내었다.
- [0172] 도 10을 살펴보면, 순수 TPU(폴리우레탄) 대비 본 발명 폴리우레탄 발포체가 사람과 유사한 수준의 마찰계수(0.7)를 나타내는 것으로 확인되었고, 특히 N₂ 로 발포하였을 경우, 약0.4의 마찰계수 값이 확인되는 반면, CO₂ 로 발포하였을 경우, 사람과 유사한 수준인 0.8 내외의 마찰계수 값이 확인되었다.
- [0174] **<실시예 3> 인조피부의 제조**
- [0175] 상기 실시예 1 및 실시예 2에서 제조한 제1층 및 제2층을 DMF 또는 수성 폴리우레탄 접착제를 사용하여 접착하였고, 제2층 저부에 온도 센서, 압력 센서, 발열 필름을 등을 장착하여 로봇용 인조피부를 완성하였다.
- [0176] 본 발명 로봇용 인조피부의 개략도를 도 11에 나타내었다.
- [0178] 상술된 바와 같이, 본 발명에서 제공되는 인조피부는, 인체 피부와 매우 유사한 수준의 유변학적 특성, 형태학적 특성, 기계적 특성, 표면 특성을 나타낼 수 있는 바, 인체와 유사한 촉감을 제공할 수 있으며, 추가적인 발열 장치를 포함하여, 인체와 유사한 온도감을 제공할 수 있는 바, 최근 인공지능 로봇과 같은 인체가 접촉되는 기계 부품에 적용되어, 제품의 심미성, 상품성 등을 향상시킬 수 있는 유용한 효과가 있다.

도면

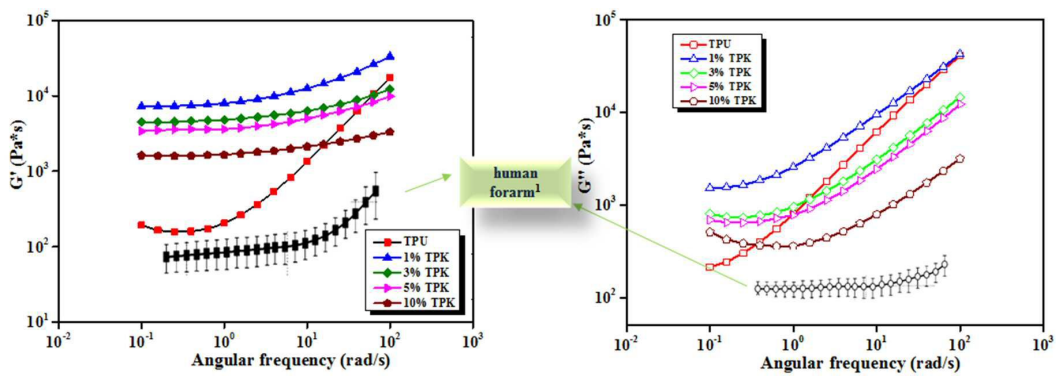
도면1



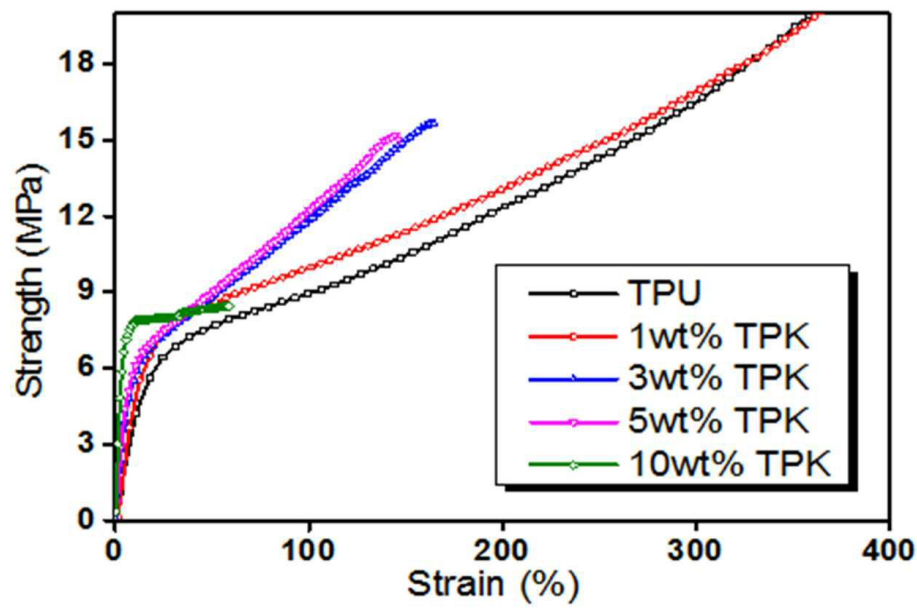
도면2



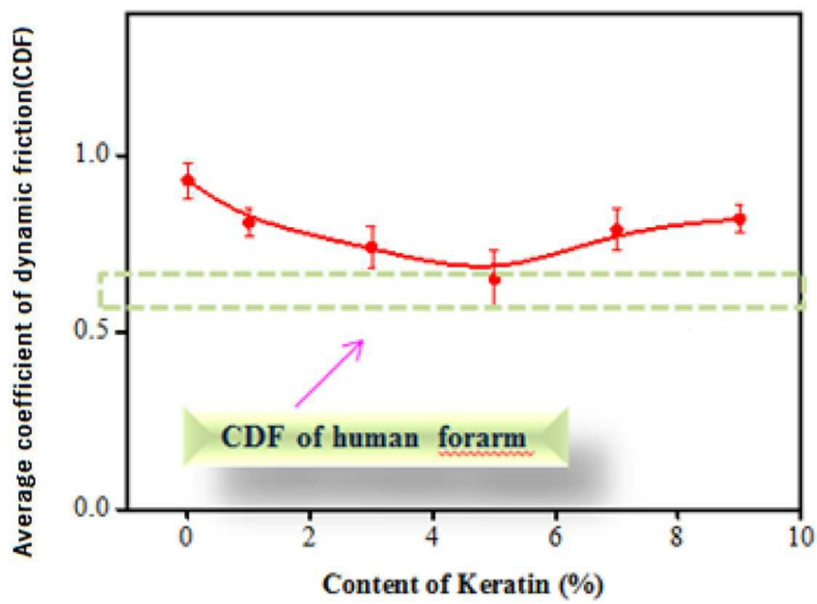
도면3



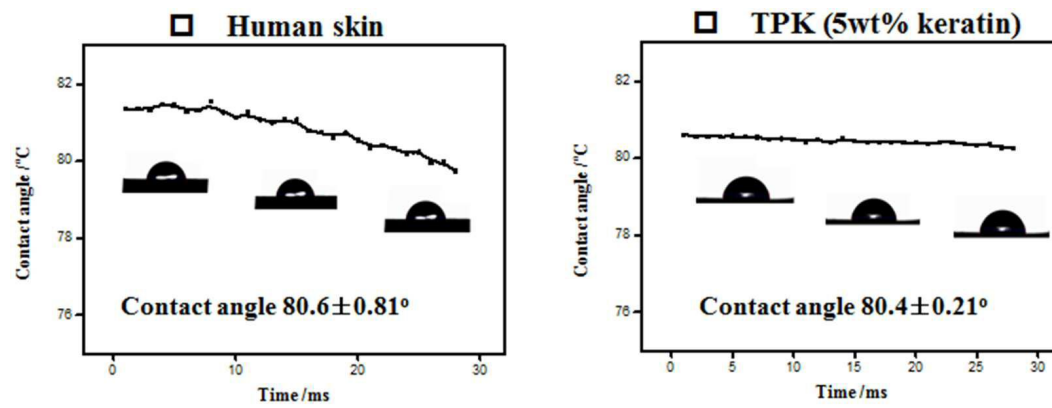
도면4



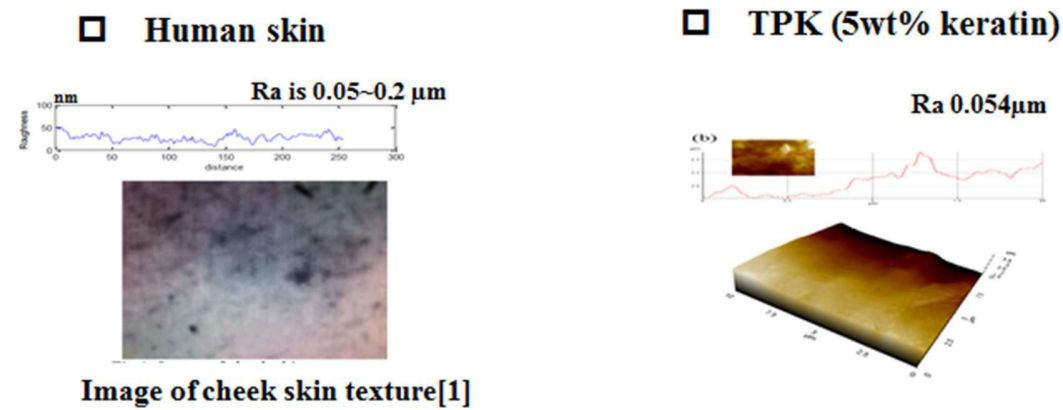
도면5



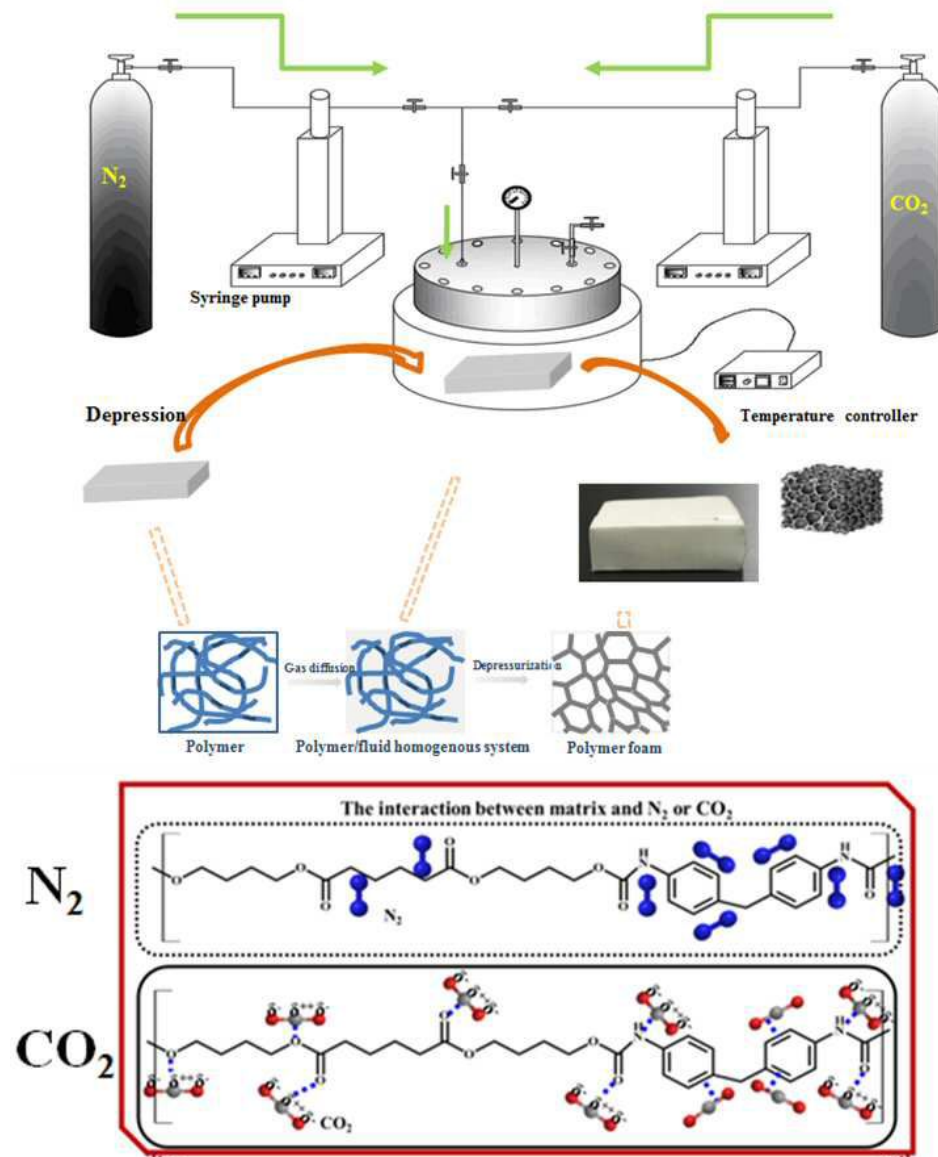
도면6



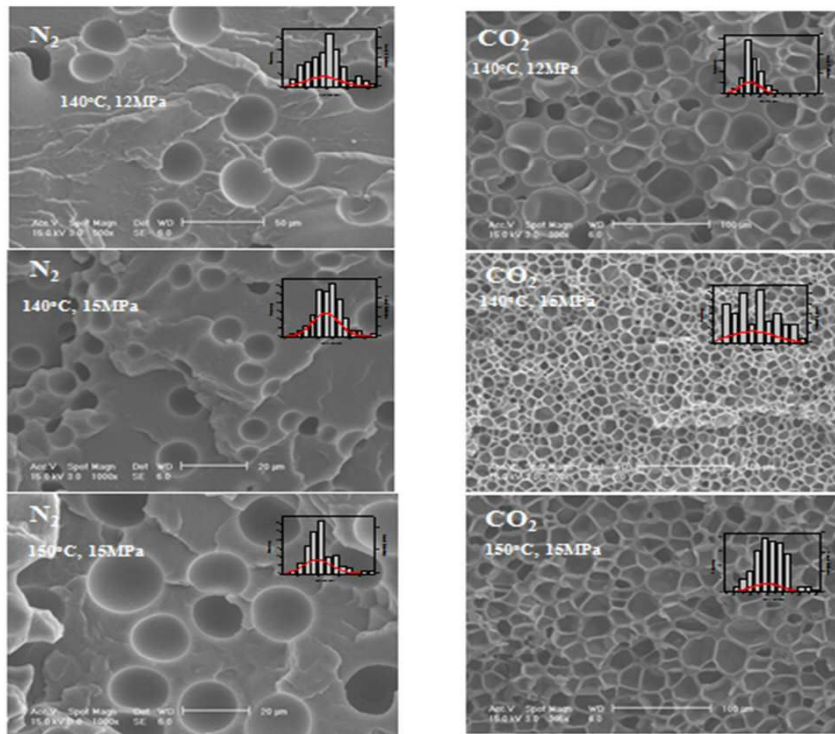
도면7



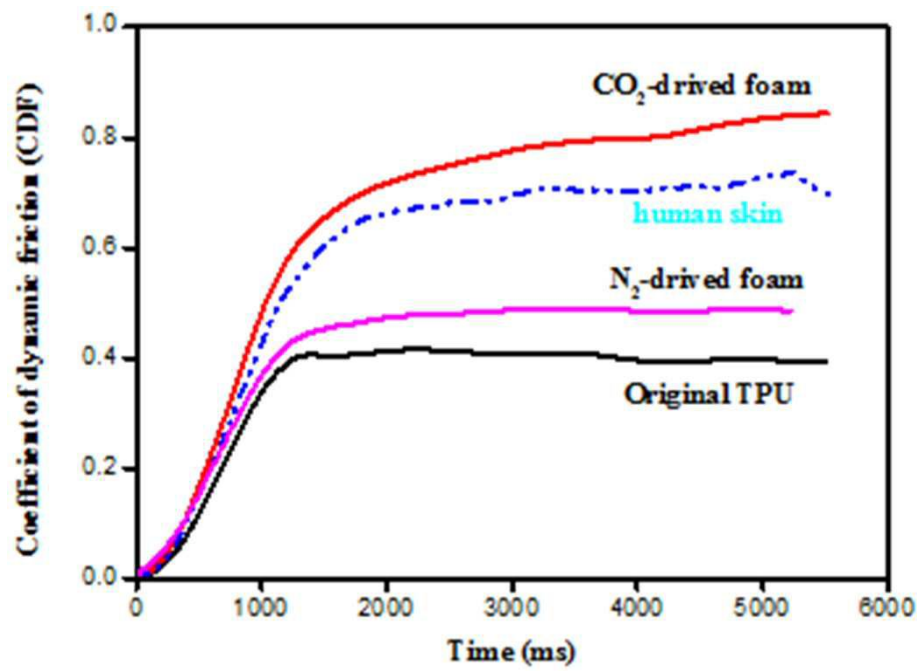
도면8



도면9



도면10



도면11

