



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0156006
(43) 공개일자 2024년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 15/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 15/0806 (2013.01)

G01N 15/0826 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0052406

(22) 출원일자 2023년04월21일

심사청구일자 2023년04월21일

(71) 출원인

연세대학교 원주산학협력단

강원도 원주시 흥업면 연세대길 1

(72) 발명자

기재홍

강원도 원주시 흥업면 연세대길 1, 백운관 409호

박상효

강원도 원주시 시청로 267, 206동 701호 (명륜동, 동보노빌리티2아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유민규

전체 청구항 수 : 총 11 항

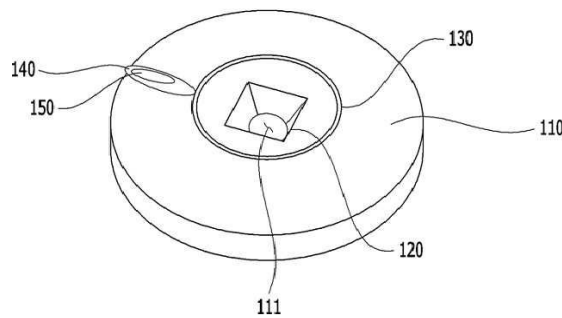
(54) 발명의 명칭 약물 침투율 평가를 위한 피부 모사 팬텀

(57) 요약

본원은 피부 모사 팬텀에 있어서, 상향 개구된 내부 공간이 형성된 본체부; 상기 내부 공간을 덮도록 상기 본체부 상에 배치된 멤브레인; 상기 내부 공간에 용매를 주입하거나 또는 상기 내부 공간으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 이동부; 및 상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 용매가 이동하는 용매 이동관; 를 포함하고, 상기 본체부는 상기 멤브레인의 외곽에 형성된 단차부를 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀에 대한 것이다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

B01L 2200/0647 (2013.01)

B01L 2400/0439 (2013.01)

G01N 2015/0866 (2013.01)

(72) 발명자

조혜연

강원도 원주시 흥업면 세동길 51, 104동 1211호 (원주매지청솔아파트)

박유진

경상남도 김해시 반룡로4번길 7-9 (대청동)

황윤호

경기도 성남시 분당구 벌말로50번길 42, 로잔티움파크동 511호 (야탑동)

명세서

청구범위

청구항 1

피부 모사 팬텀에 있어서,
상향 개구된 내부 공간이 형성된 본체부;
상기 내부 공간을 덮도록 상기 본체부 상에 배치된 멤브레인;
상기 내부 공간에 용매를 주입하거나 또는 상기 내부 공간으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 이동부; 및
상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 용매가 이동하는 용매 이동관;
를 포함하고,
상기 본체부는 상기 멤브레인의 외곽에 형성된 단차부를 포함하는 것인,
피부 모사 팬텀.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 본체부는 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)를 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 멤브레인 상에 배치되는 약물은, 상기 멤브레인 상에 배치되는 프로브에 의해 상기 멤브레인을 투과하는 것인, 약물, 피부 모사 팬텀.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 프로브는 초음파 또는 플라즈마를 발생시키는 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 5

제 3 항에 있어서,
상기 프로브의 면적은 상기 단차부 내부 면적보다 작은 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 약물은 화장품, 의약품, 향수, 염색약, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것인,
피부 모사 팬텀.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 용매는 증류수, 에탄올, 아세톤, 사이클로헥세인, 사염화탄소, 벤젠, 에테르, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 내부 공간은 교반자를 추가 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 피부 모사 팬텀은 상기 본체부의 내부에 형성된 혈관 모사 튜브를 추가 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 용매 이동부는 주사기, 바늘, 파이프, 펌프, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 용매 이동부는 상기 내부 공간에 용매를 주입하는 용매 주입부 및 상기 내부 공간에서부터 용매가 배출되는 용매 배출부를 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은 약물 침투율 평가를 위한 피부 모사 팬텀에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 화장품이 피부에 흡수되는 정도를 높이기 위한 방법으로서, 피부의 전위차를 주어 피부 투과를 증가시키는 방법인 이온토포레시스(iontophoresis), 고전압을 이용하는 일렉트로포레이션(electroporation), 초음파를 이용하는 소노포레시스(sonophoresis), 진동을 가해 피부에化妆품을 침투시키는 방법 등이 알려져 있다. 그러나 이러한 방법들을 사용하여 피부가 화장품을 흡수하는 정도를 정량적으로 평가하거나 또는 분석하는 방법은 상용화되어 있지 않다.

[0003] 실제로 화장품의 흡수 정도를 사람을 대상으로 평가할 수 없기 때문에, 화장품의 흡수 정도를 간접적으로 확인하기 위한 방법으로서 팬텀을 이용한 프란츠 디퓨전 셀(Franz diffusion cell)이 많이 사용되고 있다. 일반적으로 Franz diffusion cell 은 수용칸(receptor chamber)에 용매를 주입하면서, 동시에 주입칸(donor chamber)에서 상기 수용칸에 약물을 주입한 후, 상기 수용칸에서 측정되는 약물의 농도를 통해 약물의 투과 정도를 측정하는 도구를 의미한다.

[0004] 그러나 Franz diffusion cell 은 유리 재질이기 때문에, 유리의 특성 상 내부의 용매에 따라 주파수의 변동이 존재할 수 있고, 사용할 수 있는 약물 입자의 크기가 제한적이어서 초음파 기기와 같은 기기를 사용한 화장품의 피부 흡수 정도의 평가에는 어려움이 존재한다. 또한, 초음파 기기의 초음파 발생 위치(프로브)의 크기가 다르기 때문에, 시중에 나온 초음파 기기의 성능을 평가하기 위해서는 복수의 Franz diffusion cell 을 제조할 필요가 있으나, 유리의 특성 상 크기에 따라 맞춤형으로 제조해야 하기 때문에 제조에 많은 비용이 소요되는 문제가 존재한다.

[0005] 본원의 배경이 되는 기술인 논문(Wang, H.-L., Fan, P.-F., Guo, X.-S., Tu, J., Ma, Y., and Zhang, D., "Ultrasound-mediated transdermal drug delivery of fluorescent nanoparticles and hyaluronic acid into porcine skin in vitro", vol. 25, no. 12, 2016)은 초음파 및 돼지 피부(porcine skin)를 사용하여 발광 나노입자 약물의 전달을 측정하기 위한 장치를 개시하고 있다. 그러나, 상기 논문은 유리 재질의 Franz diffusion cell 을 사용하고, 초음파 세기를 통한 흡수 정도만을 확인할 뿐, 고분자를 이용하고 초음파 기기의 효능 정도를 확인할 수 있는 팬텀에 대해서는 인식하지 못하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 화장품을 피부에 흡수시킬 수 있는 초음파 미용 기기 및 플라스마 미용 기기의 성능을 평가하기 위한, 피부 모사 팬텀을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들도 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 제 1 측면은 피부 모사 팬텀에 있어서, 상향 개구된 내부 공간이 형성된 본체부; 상기 내부 공간을 덮도록 상기 본체부 상에 배치된 멤브레인; 상기 내부 공간에 용매를 주입하거나 또는 상기 내부 공간으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 이동부; 및 상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 용매가 이동하는 용매 이동관;를 포함하고, 상기 본체부는 상기 멤브레인의 외곽에 형성된 단차부를 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀에 대한 것이다.
- [0009] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 본체부는 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0010] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 멤브레인 상에 배치되는 약물은, 상기 멤브레인 상에 배치되는 프로브에 의해 상기 멤브레인을 투과하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0011] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 프로브는 초음파 또는 플라스마를 발생시킬 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0012] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 프로브의 면적은 상기 단차부 내부 면적보다 작을 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0013] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 약물은 화장품, 의약품, 향수, 염색약, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0014] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매는 증류수, 에탄올, 아세톤, 사이클로헥세인, 사염화탄소, 벤젠, 에테르, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0015] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 내부 공간은 교반자를 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0016] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀은 상기 본체부의 내부에 형성된 혈관 모사 튜브를 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0017] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매 이동부는 주사기, 바늘, 파이프, 펌프, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0018] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매 이동부는 상기 내부 공간에 용매를 주입하는 용매 주입부 및 상기 내부 공간에서부터 용매가 배출되는 용매 배출부를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 종래의 프란츠 디퓨전 셀(Franz diffusion cell)은 유리 재질로서, 복잡한 구조를 갖고, 유리의 특성 상 전압 인가에 의해 발생하는 플라스마 및 초음파에 취약해 약물의 투과 정도를 분석하는 과정에서 프란츠 디퓨전 셀이 파손될 우려가 있고, 유리 재질의 특성 상 기기별 맞춤형 제작이 어려운 문제가 있었다.
- [0021] 그러나, 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 충격성, 내열성, 내화학적, 내약품성, 내후성, 내방사선성, 치수 안정성이 우수하고, 3D 프린팅 등의 가공이 용이한 ABS 재질로 제작되었기 때문에, 약물 투과율을 분석하는 시스템 구축에 용이하고, 제조 공정에 소요되는 시간 및 비용을 단축시킬 수 있으며, 맞춤형 제작이 가능해 시중에 나온 일반적인 기기 프로브에 맞춤형으로 정량적 평가가 가능하다.

[0022] 또한, 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 종래의 유리 재질의 프란츠 디퓨전 셀과 달리 초음파 또는 플라즈마가 가해져도 파손되지 않기 때문에, 상기 피부 모사 팬텀을 포함하는 프란츠 디퓨전 셀을 통해 약물(바람직하게는 화장품)이 초음파 또는 플라즈마에 의해 피부 장벽을 투과하는 정도를 분석할 수 있다.

[0023] 다만, 본원에서 얻을 수 있는 효과는 상기된 바와 같은 효과들로 한정되지 않으며, 또 다른 효과들이 존재할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본원의 일 구현예에 따른 피부 모사 팬텀의 모식도이다.

도 2는 본원의 일 구현예에 따른 피부 모사 팬텀의 모식도이다.

도 3 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀을 촬영한 사진이다.

도 4 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀을 촬영한 사진이다.

도 5 는 종래의 피부 모사 팬텀의 모식도이다.

도 6a 및 도 6b 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀의 약물 침투율 평가를 위한 장치를 촬영한 사진이다.

도 7 은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 피부 모사 팬텀의 화장품 투과율을 나타낸 그래프이다.

도 8 은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 피부 모사 팬텀의 화장품 투과율을 나타낸 그래프이다.

도 9 는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 피부 모사 팬텀의 화장품 투과율을 나타낸 그래프이다.

도 10 은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 피부 모사 팬텀의 화장품 투과율을 나타낸 그래프이다.

도 11 은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 피부 모사 팬텀의 화장품 투과율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0026] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0027] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0028] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0029] 이하에서는 본원의 구현예 및 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 대해 설명한다.

[0030] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 제 1 측면은 피부 모사 팬텀(100)에 있어서, 상향 개구된 내부 공간(111)이 형성된 본체부(110); 상기 내부 공간(111)을 덮도록 상기 본체부(110) 상에 배치된 멤브레인(120); 상기 내부 공간(111)에 용매를 주입하거나 또는 상기 내부 공간(111)으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 이동부(140); 및 상기 본체부(110)의 외측과 상기 내부 공간(111)을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 용매가 이동하는 용매 이동관(150); 를 포함하고, 상기 본체부(110)는 상기 멤브레인(120)의 외곽에 형성된 단차부(130)를 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀(100)에 대한 것이다.

[0031] 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 피부를 모사한 모형으로서, 특정 물질의 피부 투과율 등을 평가하고 분석하기 위한 것이다. 구체적으로 본원에 따른 피부 모사 팬텀은, 상향 개구된 내부 공간(111)을 덮도록 배치된 멤브레인 상에 약물을 배치하고, 초음파, 플라즈마, 진동 등을 가하면 상기 약물이 멤브레인을 투과하여 내부 공간(111)에 유입되는 것을 통해, 약물의 투과율을 측정하기 위한 것이다.

- [0032] 도 1 및 도 2 는 본원의 일 구현예에 따른 피부 모사 팬텀(100)의 모식도이다. 구체적으로, 도 2 는 도 1 의 피부 모사 팬텀(100)의 멤브레인(120)과 이격된 프로브(200)를 포함하는 모식도로서, 상기 프로브(200)는 상기 팬텀과 별도의 기기일 수 있으며, 도 2 는 프란츠 디퓨전 셀(Franz diffusion cell)의 장치를 의미할 수 있다. 또한, 도 5 는 종래의 피부 모사 팬텀의 모식도이다.
- [0033] 또한, 후술하겠지만 도 3 및 도 4 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀(100)을 촬영한 사진이다.
- [0034] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 본체부(110)는 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0035] ABS 는 아크릴로니트린, 부타다이엔, 스타이렌 3가지 성분으로 이루어진 합성 수지로서 내충격성, 내열성, 내화학성, 내약품성, 내후성, 내방사선성에 강하며 저렴한 비용과 우수한 치수안정성 그리고 가공 과정이 간단하기 때문에 많은 의료장비 포장 또는 의료 3D프린팅 모델의 재료로 사용될 수 있다.
- [0036] 이와 관련하여, 종래의 프란츠 디퓨전 셀은 유리 재질로서, 플라즈마 또는 초음파에 의해 파손될 수 있고, 크기를 조절하기 어려우며, 다양한 부품으로 구성되어 측정 시스템을 구비하기 위해선 많은 비용이 소요되는 등의 문제점이 있다.
- [0037] 이러한 유리 재질의 프란츠 디퓨전 셀의 문제를 해결하기 위해, 프란츠 디퓨전 셀의 본체부를 PDMS(polydimethylsiloxane)로 제작하는 방안이 고려되었다. 그러나 도 5 와 같이 PDMS 재질의 피부 모사 팬텀의 경우, 밀폐된 PDMS 내에서 주사침의 추출 압력이 작용하자 멤브레인 상에 배치된 약물(예시적으로 화장품)이 상기 추출 압력에 의해 멤브레인을 투과하여 멤브레인의 투과율에 오차가 발생하였다.
- [0038] 또한, 도 5 의 PDMS 피부 모사 팬텀의 경우 본체부의 옆면에 주사침을 꽂고 용매를 주입 및 배출하였다. 그러나 이 과정에서 중력에 의해 PDMS 본체부 내부 공간(111)에 주입된 용액이 주사침을 꽂은 통로를 통해 외부로 유출되어 유실되는 누액 현상이 발생하였고, 이로 인해 정확한 농도 측정이 어려운 단점이 존재하였다.
- [0039] 이에, 본원에서는 ABS 재질의 본체부(110)를 포함하는 피부 모사 팬텀(100)을 제조하여, 프로브(200)에 높은 전기 에너지가 인가되어 발생하는 플라즈마 및/또는 프로브(200)에서 발생하는 초음파에 의해 약물이 멤브레인(120)을 투과하는 정도를 분석할 수 있다.
- [0040] 도 3 및 도 4 를 참조하면, 상기 피부 모사 팬텀(100)은, 상기 피부 모사 팬텀(100)의 내부 공간(111)에 용액을 주입하고 추출하기 위한 연결 통로인 용매 이동부(140) 및 용매 이동관(150)을 주사기의 직경보다 크게 만들어, 주사기에 의한 압력이 최소한으로 작동하도록 하였다. 또한, 도 3 및 도 4 를 참조하면 용매 이동부(140) 및 용매 이동관(150)은 피부 모사 팬텀(100)의 상향 방향으로 개통되었기 때문에, 종래의 누액 현상의 발생을 최소화하였다.
- [0041] 또한, 본원에 따른 피부 모사 팬텀(100)은 ABS 재질의 본체부(110)를 가공하여 제조되는 것으로서, 3D 프린팅으로 제조되기 때문에, 유리 재질의 프란츠 디퓨전 셀에 비해 크기의 조절 및 제조가 용이하다.
- [0042] 한편, 초음파 프로브를 사용할 경우 60℃까지 온도가 상승할 수 있고, 플라즈마 프로브를 사용할 경우 65℃까지 온도가 상승할 수 있기 때문에, 재료의 특성 상 녹는점이 최대 50℃ 인 PDMS 재질의 피부 모사 팬텀은 약물의 투과율 측정 중 파손될 우려가 있다. 또한, PDMS 는 플라즈마 프로브에서 발생하는 활성 산소(plasma oxygen)에 의한 산화 반응에 의해 분해되어 나노 기공(nano pore)이 발생할 우려가 있어 약물이 상기 나노 기공에 흡수되어 투과율 측정에 오차가 발생할 수 있다. 그러나, ABS 는 녹는점이 210℃ 내지 260℃ 이고 상기 활성 산소와의 반응이 적기 때문에 본원에 따른 피부 모사 팬텀(100)과 같이 ABS 를 사용할 경우, 상술한 PDMS 피부 모사 팬텀이 가질 수 있는 문제점을 해소할 수 있다.
- [0043] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 멤브레인(120) 상에 배치되는 약물은, 상기 멤브레인(120) 상에 배치되는 프로브(200)에 의해 상기 멤브레인(120)을 투과하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 멤브레인(120)은 상기 단차부(130) 내부에 배치되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 상기 멤브레인(120)은 상기 상향 개구된 내부 공간(111)을 덮을 수 있도록 배치되는 것이다. 이 때 도 1 및 도 2 를 참조하면, 상기 본체부(110)는, 상기 본체부(110)의 상면(즉 내부 공간(111)이 개구된 면)의 개구된 부분을 중심으로 일정 거리 이격되어 형성된 단차부(130)를 포함할 수 있고, 상기 단차부(130)의 내부 공간(111)에 상기 개구된 부분을 덮어 상기 내부 공간(111)을 덮을 수 있다.

- [0046] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 프로브(200)는 초음파 또는 플라즈마를 발생시킬 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0047] 상기 프로브(200)에서 초음파가 발생하거나, 또는 상기 프로브(200)에 고전압이 인가되어 플라즈마가 발생하면, 상기 초음파 또는 플라즈마에 의해 약물이 피부 장벽을 통과해 경피적으로 약물을 투과시킬 수 있다. 구체적으로 상기 초음파 또는 플라즈마에 의해 피부의 세포 간격이 불규칙하게 넓게 하거나, 또는 상기 약물을 활성화시켜 상기 약물이 피부 장벽을 잘 통과할 수 있도록 할 수 있다.
- [0048] 이 때 피부 모사 팬텀(100)의 본체부(110)가 ABS 를 포함하지 않을 경우, 예시적으로 본체부(110)가 PDMS 또는 유리일 경우 상기 초음파 또는 상기 플라즈마에 의해 본체부(110)가 파손될 수 있으나, 본원에 따른 피부 모사 팬텀(100)의 본체부(110)는 ABS 재질이기에 때문에 초음파 또는 플라즈마에 의해서 파손될 우려가 적다.
- [0049] 이와 관련하여, 상기 프로브(200)가 초음파를 발생시키는 초음파 프로브인 경우, 출력 전압 V_{pp} ($V_{\text{peak to peak}}$)는 25.0 V 이고, 출력 주파수는 1 MHz 일 수 있다. 또한, 상기 프로브(200)가 플라즈마를 발생시키는 프로브의 경우, 출력전압 V_{pp} 는 10.5 V 이고, 출력 주파수는 100 kHz 일 수 있다.
- [0050] 초음파 프로브 및 플라즈마 프로브는 강도에 따른 출력 전압 및 주파수의 차이는 미비하며, on/off duration time 의 차이만이 존재한다.
- [0051] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 프로브(200)의 면적은 상기 단차부(130) 내부 면적보다 작거나 같을 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0052] 상기 프로브(200)는 상기 피부 모사 팬텀(100)과 독립적인 기기에 속하는 것일 수 있다. 이 때 상기 프로브(200)의 면적이 상기 단차부(130)의 면적보다 클 경우, 상기 피부 모사 팬텀(100)의 일부가 초음파 또는 플라즈마의 영향을 받을 수 있으며, 이는 멤브레인(120) 상에 배치된 약물의 투과율을 정확히 평가할 수 없도록 할 수 있다.
- [0053] 이에 따라, 상기 프로브(200)의 면적은 상기 단차부(130)의 내부에 배치되도록 단차부(130) 내부 면적보다 작거나 같을 수 있고, 상기 피부 모사 팬텀(100)과는 이격되어 배치되는 것일 수 있다.
- [0054] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 약물은 화장품, 의약품, 향수, 염색약, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 바람직하게는, 상기 약물은化妆품을 포함할 수 있다.
- [0055] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매는 증류수, 에탄올, 아세톤, 사이클로헥세인, 사염화탄소, 벤젠, 에테르, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 바람직하게는, 상기 용매는 증류수 및 에탄올을 포함할 수 있다.
- [0056] 상기 용매는 상기 내부 공간(111)에 주입되는 것이다. 이와 관련하여, 상기 피부 모사 팬텀(100)의 내부 공간(111)은 상향 개구된 것이고, 상기 상향 개구된 면은 멤브레인(120)으로 덮여져있으며, 상기 멤브레인(120) 상에는 약물이 배치되어 있고, 상기 약물은 상기 프로브(200)에 의해 멤브레인(120)을 통과하여 상기 내부 공간(111)의 내부에 배치될 수 있기 때문에, 상기 내부 공간(111)에서는 외부에서 주입된 용매 및 상기 프로브(200)에 의해 상기 멤브레인(120)을 투과한 약물이 혼합될 수 있다.
- [0057] 즉, 상기 프로브(200)를 이용하여 약물을 투과시킨 후 내부 공간(111)으로부터 용매를 추출하면 상기 약물의 투과율을 측정할 수 있다.
- [0058] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매 이동부(140)는 주사기, 바늘, 파이프, 펌프, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0059] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매 이동부(140)는 상기 내부 공간(111)에 용매를 주입하는 용매 주입부 및 상기 내부 공간(111)에서부터 용매가 배출되는 용매 배출부를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0060] 도 1 을 참조하면, 상기 용매 이동부(140)는 본체부(110)의 외측 및 상기 내부 공간(111)의 둘레면에 형성된 공간을 포함할 수 있고, 상기 용매 이동관(150)은 상기 용매 이동관(150)의 사이를 연통시키는 관을 의미할 수 있다.
- [0061] 또한, 도 1 의 경우 용매를 주입하는 용매 주입부 및 용매가 배출되는 용매 배출부가 하나의 공공으로 존재하는 것이나, 상기 용매 주입부 및 용매 배출부는 별도의 공공으로 존재할 수 있다. 이 때 상기 용매 주입부 및 용

때 배출부가 별도의 공공으로 존재할 경우, 상기 용매 배출부와 내부 공간(111)을 연통시키는 용매 이동관(150)과, 용매 주입부와 내부 공간(111)을 연통시키는 용매 이동관(150) 역시 별도로 존재할 수 있다.

[0062] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 내부 공간(111)은 교반자를 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0063] 상기 교반자는 상기 용매 및 약물의 혼합을 보조하기 위한 것을 의미한다.

[0064] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀(100)은 상기 본체부(110)의 내부에 형성된 혈관 모사 튜브를 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0065] 본원에 따른 피부 모사 팬텀(100)을 사용하여 약물의 투과율을 평가하는 방법은, 멤브레인(120) 상에 약물을 배치하는 단계; 용매 이동부(140)를 통해 내부 공간(111)에 용매를 주입하는 단계; 단차부(130)의 내부에 프로브(200)를 배치하고, 상기 약물이 멤브레인(120)을 투과하도록 상기 프로브(200)를 작동시키는 단계; 상기 내부 공간(111)으로부터 약물 및 용매의 혼합물을 배출하는 단계; 및 상기 혼합물에서의 약물의 농도를 측정하는 단계를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0066] 이 때 본원에 따른 피부 모사 팬텀(100)을 통해 약물 투과율을 평가할 때, 상기 내부 공간(111)에 용매를 주입하는 단계와, 상기 약물이 멤브레인(120)을 투과하도록 프로브(200)를 작동시키는 단계는 동시에 수행되거나, 독립적으로 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0067] 이하 실시예를 통하여 본원을 더욱 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본원의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다.

[0068] [실시예 1]

[0069] ABS 를 3D 프린팅하여 피부 모사 팬텀을 제조하였다. 구체적으로, 팬텀 모델은 ProJetMJP 2500Plus(3D Systems, USA)을 사용하여 제작하였습니다.

[0070] 이 때 피부 모사 팬텀의 본체부의 중심에는 상향 개구되고 1.25 ml 의 부피를 갖는 내부 공간을 형성하였고, 상기 내부 공간의 개구된 면은, 1.5 cm^2 의 면적을 갖는 Strat-M 멤브레인에 의해 덮일 수 있다.

[0071] 또한, 상기 내부 공간에 용매를 주입하고 배출할 수 있도록 본체부의 외측 둘레면 및 내부 공간의 둘레면에 공공(용매 이동부)을 형성하고, 상기 본체부의 공공과 내부 공간의 공공을 일직선으로 연결하는 용매 이동관을 형성하였다.

[0072] 이 때 팬텀은 70.60 x 70.60 x 8.50mm(W x H x D)의 원통형으로 본체로 제작했으며, 최상층 넓이의 직경 15.00mm에서 최하층 10.35mm로 좁아지는 높이 6.00mm(부피 약 2.1ml)의 media가 주입되는 공간을 내부에 제작하였다. 또한 내부 공간으로부터 직경 2.00mm의 용매 이동관을 만들어 media의 주입, 추출을 할 수 있도록 모델링 후, 3D프린팅을 통해 출력하여 제작하였다.

[0073] 도 3 및 도 4 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀을 촬영한 사진이다.

[0074] 상기 용매 이동부 및 용매 이동관은 도 3 및 도 4 와 같이 제조될 수 있으며, 상기 용매 이동부 및 용매 이동관은 주사기의 형태를 가질 수 있다.

[0075] 이어서, 상기 피부 모사 팬텀의 멤브레인 상에 약물을 배치하고, 상기 멤브레인의 상부에 프로브를 배치하였다.

[0076] 도 6a 및 도 6b 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀의 약물 침투율 평가를 위한 장치를 촬영한 사진이다. 구체적으로 도 6a 는 플라즈마 프로브를 배치한 것이고, 도 6b 는 초음파 프로브(sonophoresis probe)를 배치한 것이다.

[0077] [비교예]

[0078] 실시예와 동일하되, 멤브레인 상에 프로브를 배치하지 않았다.

[0079] [실험예]

[0080] 도 7 내지 도 11 은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 피부 모사 팬텀의 화장품 투과율을 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 7 내지 도 11 의 control 은 별도의 프로브 없이 약물이 멤브레인을 투과하는 정도를 표현한 것으로서, 도 7 은 플라즈마 프로브에 의한 약물의 투과율을 나타낸 것이고, 도 8 은 초음파 프로브에 의한 약물

의 투과율을 나타낸 것이고, 도 9 은 플라즈마 프로브 및 초음파 프로브를 동시에 사용하였을 때의약품의 투과율을 나타낸 것이고, 도 10 는 L-아스코르브산의 시간에 따른 투과율을 나타낸 것이고, 도 11 은 L-아스코르브산이 15 분 동안 프로브에 의해 투과한 정도를 나타낸 것이다.

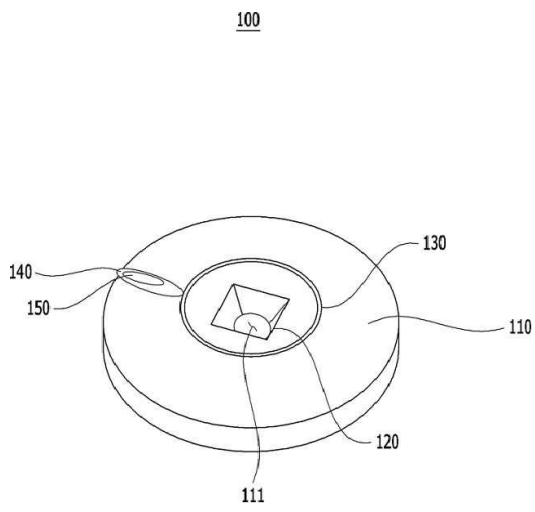
- [0081] 도 6 내지 도 8 은 멤브레인에 화장품을 배치한 후 10 분 뒤 측정된 것이고, 도 10 및 도 11 의 Plasma 1, Plasma 2, Sono3 등의 기재에서 1, 2, 및 3 은 강도를 의미한다.
- [0082] 도 7 내지 도 11 을 참조하면, 별도의 프로브가 없는 경우에 비해 초음파 또는 플라즈마 프로브를 사용한 경우 약물의 투과율이 높은 것을 확인할 수 있으며, 투과율은 프로브가 없는 경우, 플라즈마 프로브만 사용한 경우, 초음파 프로브만 사용한 경우, 및 플라즈마 프로브 및 초음파 프로브를 동시에 사용한 경우 순으로 증가함을 확인할 수 있다.
- [0083] 또한, 초음파 프로브 및 플라즈마 프로브의 강도에 따른 투과율의 차이는 미비함을 확인할 수 있다.
- [0084] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0085] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

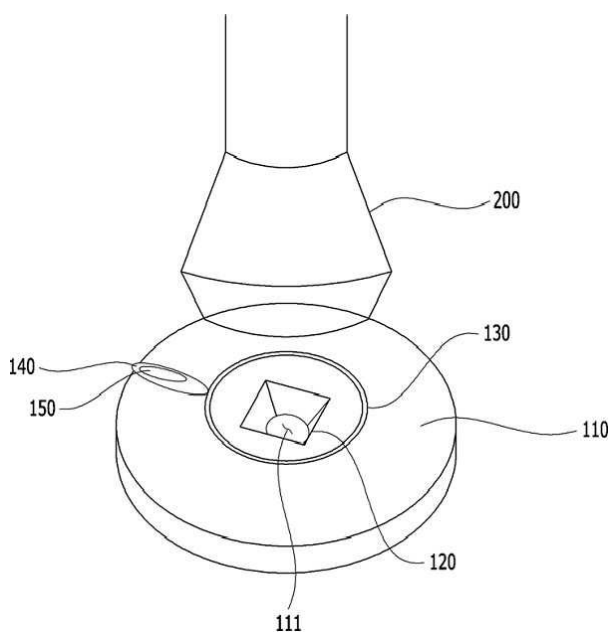
- [0087] 100 : 피부 모사 팬텀
- 110 : 본체부
- 111 : 내부 공간
- 120 : 멤브레인
- 130 : 단차부
- 140 : 용매 이동부
- 150 : 용매 이동관
- 200 : 프로브

도면

도면1



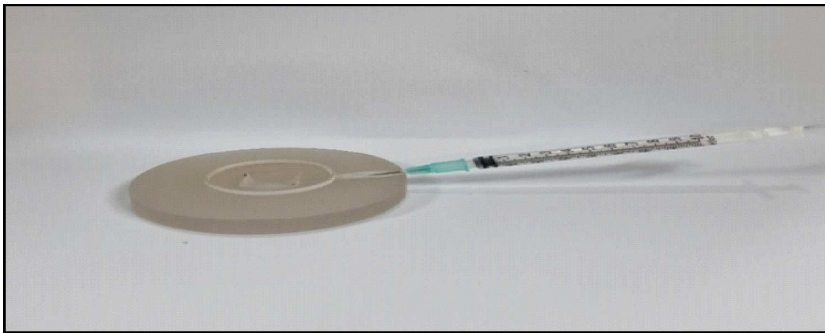
도면2



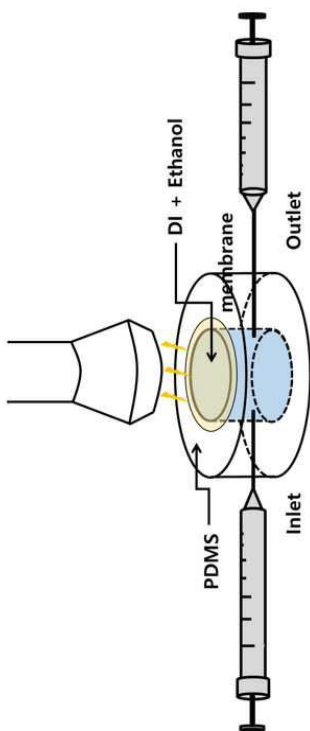
도면3



도면4



도면5



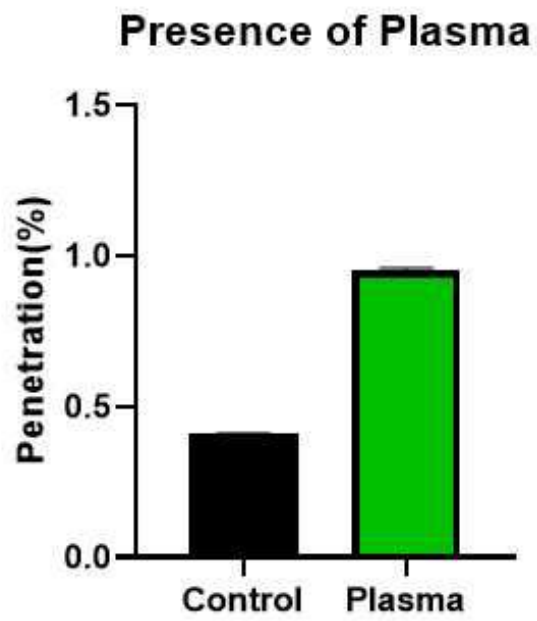
도면6a



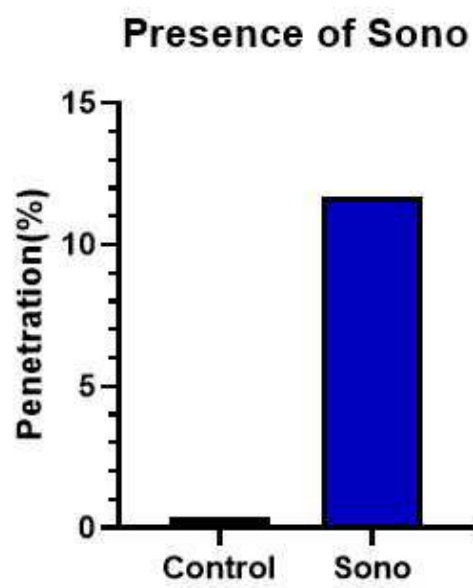
도면6b



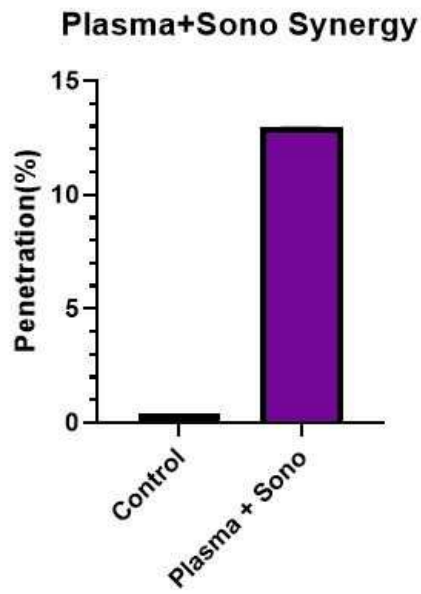
도면7



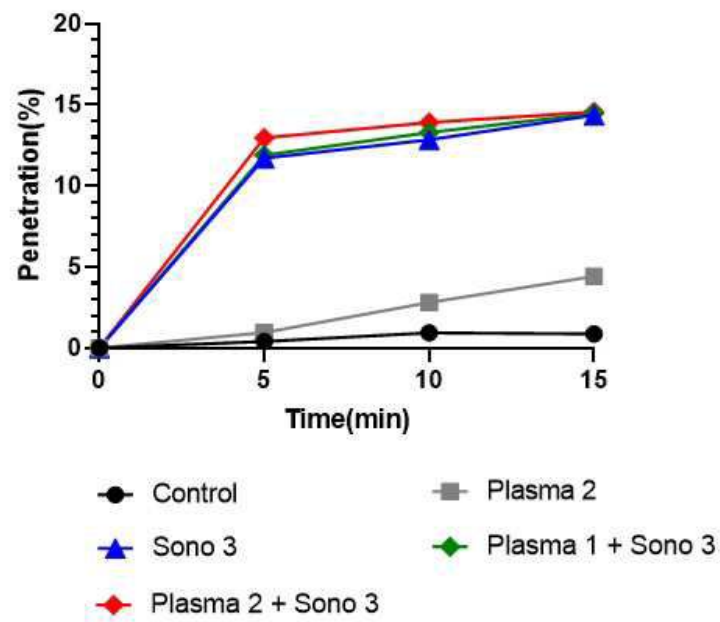
도면8



도면9



도면10



도면11

