



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0075159  
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 15/08 (2006.01) G01K 11/12 (2021.01)  
G01N 33/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 15/0826 (2013.01)  
G01K 11/12 (2021.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0161482  
(22) 출원일자 2021년11월22일  
심사청구일자 2021년11월22일

(71) 출원인  
연세대학교 원주산학협력단  
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1  
(72) 발명자  
기재홍  
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1, 백운관 409호  
김가희  
강원도 원주시 흥업면 세동길 51, 104동 1007호(원주매지청솔아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
유민규

전체 청구항 수 : 총 12 항

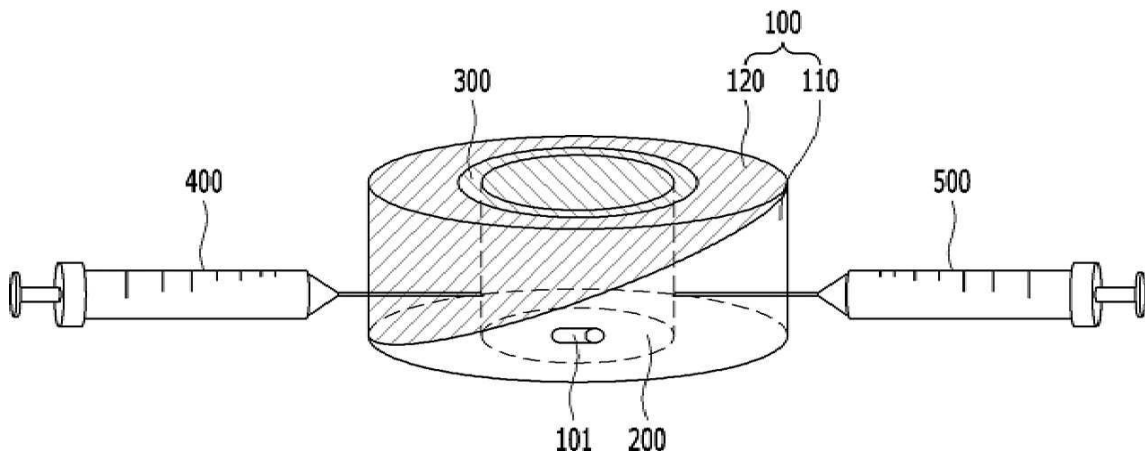
(54) 발명의 명칭 화장품 흡수 평가를 위한 피부 모사 팬텀

(57) 요약

본원은 피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법에 있어서, 상기 피부 모사 팬텀의 멤브레인 상에 초음파 기기 및 약물을 배치하는 단계, 상기 피부 모사 팬텀의 용매 주입부를 통해, 상기 피부 모사 팬텀의 내부 공간 상에 용매를 주입하는 단계, 상기 초음파 기기를 작동시켜 상기 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하고 상기 내부 공간에 약물을 침투시키는 단계, 상기 피부 모사 팬텀의 용매 주입부를 통해, 상기 내부 공간으로부터 용매 및 약물의 혼합물을 배출하는 단계, 및 상기 혼합물에서 상기 약물의 농도를 측정하는 단계를 포함하는, 피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2

10



(52) CPC특허분류

**G01N 15/0806** (2013.01)

**G01N 33/00** (2021.01)

**B01L 2200/0647** (2013.01)

**B01L 2400/0439** (2013.01)

**G01N 2015/0866** (2013.01)

(72) 발명자

**최선민**

강원도 원주시 흥업면 세동길 51, 103동 616호(원  
주매지청솔아파트)

---

**장휘진**

강원도 원주시 흥업면 세동길 10, 302호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법에 있어서,

상기 피부 모사 팬텀의 멤브레인 상에 초음파 기기 및 약물을 배치하는 단계;

상기 피부 모사 팬텀의 용매 주입부를 통해, 상기 피부 모사 팬텀의 내부 공간 상에 용매를 주입하는 단계;

상기 초음파 기기를 작동시켜 상기 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하고 상기 내부 공간에 약물을 침투시키는 단계;

상기 피부 모사 팬텀의 용매 주입부를 통해, 상기 내부 공간으로부터 용매 및 약물의 혼합물을 배출하는 단계; 및

상기 혼합물에서 상기 약물의 농도를 측정하는 단계;

를 포함하는,

피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법.

#### 청구항 2

제 5 항에 있어서,

상기 초음파 기기로부터 조사되는 초음파에 의해 상기 피부 모사 팬텀 상에 열이 가해지는 것인, 피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 열에 의해 상기 피부 모사 팬텀의 일부분의 색이 변화되는 것인, 피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 피부 모사 팬텀의 색 변화를 통해 상기 피부 모사 팬텀에서 상기 초음파에 의해 발생하는 열을 측정하는 것인, 피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법.

#### 청구항 5

피부 모사 팬텀에 있어서,

상향 개구된 내부 공간이 형성된 본체부;

상기 내부 공간을 덮도록 상기 본체부 상에 배치된 멤브레인;

상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간에 용매를 주입하는 용매 주입부; 및

상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 배출부를 포함하고,

상기 본체부는,

상기 피부 모사 팬텀의 외부에서 상기 내부 공간을 관찰할 수 있는 제 1 부분, 및

상기 제 1 부분 상에 형성되고, 상기 피부 모사 팬텀에 조사되는 초음파 또는 인가되는 열에 따라 색상이 변화하는 제 2 부분을 포함하는 것인,

피부 모사 팬텀.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 부분의 상부 단면은, 상기 본체부의 타측으로부터 상기 본체부의 일측을 향할수록 상기 본체부의 하측으로 비스듬하게 형성된 것인, 피부 모사 팬텀.

#### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 본체부는 PDMS 를 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 부분은 시온 물질(thermochromic material)을 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

#### 청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 용매 배출부로부터 배출된 용매는, 상기 피부 모사 팬텀의 외부에서부터 주입된 약물을 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀.

#### 청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 피부 모사 팬텀의 외부에서부터 주입된 약물은 상기 멤브레인을 통과한 것인, 피부 모사 팬텀.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 피부 모사 팬텀의 외부에서부터 주입된 약물은 상기 피부 모사 팬텀의 외부의 초음파 기기에 의해 상기 멤브레인을 통과한 것인, 피부 모사 팬텀.

#### 청구항 12

제 5 항에 따른 피부 모사 팬텀의 제조 방법에 있어서,

제 1 부분 상에 제 2 부분을 형성하여 상향 개구된 내부 공간을 포함하는 본체부를 형성하는 단계;

상기 본체부의 외측 및 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성된 용매 주입부 및 용매 배출부를 형성하는 단계; 및

상기 내부 공간을 덮도록, 상기 본체부 상에 멤브레인을 배치하는 단계;

를 포함하는,

피부 모사 팬텀의 제조 방법.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본원은 피부 모사 팬텀에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 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 化妆품을 흡수하는 정도를 정량적으로 평가하거나 또는 분석하는 방법은 상용화되어 있지 않다.

[0004] 실제로 化妆품의 흡수 정도를 사람을 대상으로 평가할 수 없기 때문에, 化妆품의 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.

[0005] 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 化妆품의 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.

[0006] 한편, 약물이 팬텀을 통과하도록 하기 위해 초음파를 조사하면, 팬텀에서 열이 발생할 수 있고, 이 열이 어느 정도의 깊이까지 영향을 주는지 분석할 필요가 있다.

[0007] 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 정도 만을 확인할 뿐, 초음파의 세기에 의한 열 침투 정도를 확인할 수 있는 팬텀에 대해서는 인식하지 못하고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 피부 모사 팬텀에서 초음파에 의해 化妆품이 침투하는 비율 및 초음파를 조사할 때 팬텀에서 발생하는 열의 침투 깊이를 동시에 평가할 수 있는 피부 모사 팬텀에서의 化妆품 침투율 평가 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 상기 침투율 평가 방법에서 사용하기 위한, 피부 모사 팬텀 및 이의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 제 1 측면은 피부 모사 팬텀에서의 化妆품 침투율 평가 방법에 있어서, 상기 피부 모사 팬텀의 멤브레인 상에 초음파 기기 및 약물을 배치하는 단계, 상기 피부 모사 팬텀의 용매 주입부를 통해, 상기 피부 모사 팬텀의 내부 공간 상에 용매를 주입하는 단계, 상기 초음파 기기를 작동시켜 상기 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하고 상기 내부 공간에 약물을 침투시키는 단계, 상기 피부 모사 팬텀의 용매 주입부를 통해, 상기 내부 공간으로부터 용매 및 약물의 혼합물을 배출하는 단계, 및 상기 혼합물에서 상기 약물의 농도를 측정하는 단계를 포함하는, 피부 모사 팬텀에서의 化妆품 침투율 평가 방

법에 대한 것이다.

- [0012] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 초음파 기기로부터 조사되는 초음파에 의해 상기 피부 모사 팬텀 상에 열이 가해질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0013] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 열에 의해 상기 피부 모사 팬텀의 일부분의 색이 변화될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0014] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀의 색 변화를 통해 상기 피부 모사 팬텀에서 상기 초음파에 의해 발생하는 열을 측정할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0015] 또한, 본원의 제 2 측면은, 피부 모사 팬텀에 있어서, 상향 개구된 내부 공간이 형성된 본체부, 상기 내부 공간을 덮도록 상기 본체부 상에 배치된 멤브레인, 상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간에 용매를 주입하는 용매 주입부, 및 상기 본체부의 외측과 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 배출부를 포함하고, 상기 본체부는, 상기 피부 모사 팬텀의 외부에서 상기 내부 공간을 관찰할 수 있는 제 1 부분, 및 상기 제 1 부분 상에 형성되고, 상기 피부 모사 팬텀에 조사되는 초음파 또는 인가되는 열에 따라 색상이 변화하는 제 2 부분을 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀에 대한 것이다.
- [0016] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 부분의 상부 단면은, 상기 본체부의 타측으로부터 상기 본체부의 일측을 향할수록 상기 본체부의 하측으로 비스듬하게 형성된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0017] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 본체부는 PDMS 를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0018] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 제 2 부분은 시온 물질(thermochromic material)을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀의 외부에서부터 주입된 약물은 상기 멤브레인을 통과할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0020] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀의 외부에서부터 주입된 약물은 상기 피부 모사 팬텀의 외부의 초음파 기기에 의해 상기 멤브레인을 통과할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0021] 또한, 본원의 제 3 측면은, 상기 제 2 측면에 따른 피부 모사 팬텀의 제조 방법에 있어서, 제 1 부분 상에 제 2 부분을 형성하여 상향 개구된 내부 공간을 포함하는 본체부를 형성하는 단계, 상기 본체부의 외측 및 상기 내부 공간을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성된 용매 주입부 및 용매 배출부를 형성하는 단계, 및 상기 내부 공간을 덮도록, 상기 본체부 상에 멤브레인을 배치하는 단계를 포함하는, 피부 모사 팬텀의 제조 방법에 대한 것이다.
- [0022] 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

- [0023] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 본원에 따른 피부 모사 팬텀에서의 화장품 침투율 평가 방법은, 초음파에 의해 약물이 멤브레인을 통과하는 비율을 측정하면서, 동시에 초음파에 의해 피부 모사 팬텀에 열이 가해지는 영역을 동시에 판단할 수 있어 피부 모사 팬텀에 초음파가 미치는 영향을 분석할 수 있다.
- [0024] 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 새로이 개발되는 또는 상용화된 초음파 미용 기기의 효능을 평가할 수 있는 것으로서, 초음파 미용 기기의 프로브(probe)의 크기에 따라 커스터마이징이 가능하기 때문에, 표준화되지 않은 초음파 미용 기기마다 맞춤형으로 제작될 수 있다.
- [0025] 종래의 Franz diffusion cell 은 유리를 포함하기 때문에, 용매의 종류 및 양에 따라 고유 진동수가 변화될 수 있다. 즉, 유리와 용매를 포함하는 Franz diffusion cell 에 초음파를 조사할 경우 유리가 공진되어 파손될 위험이 있다. 그러나, 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 투명한 PDMS 본체부를 포함하기 때문에, 진동수의 변화 및 초음파에 의한 열 발생 등 실험 기구가 파손될 수 있는 문제로부터 자유롭다.
- [0026] 또한, 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 시험 물질이 멤브레인을 통과하여 내부 공간으로 이동한 양을 측정하기 위한 것으로서, 시험 물질에 대하여 반복적인 측정이 가능하고, 실험 동물을 사용하지 않으며, 초음파 미용 기기

의 성능 측정에 필요한 용매(media)의 주입량 및 배출량을 조절할 수 있다.

[0027] 또한, 기존 Franz cell 을 이용한 화장품 투과율의 평가는 일반적으로 24 시간 동안 수행되어 오랜 시간이 필요하나, 본원에 따른 피부 모사 팬텀을 이용한 화장품 투과율의 평가는 실제 초음파 기기의 사용 시간 정도에 맞춰 짧은 시간으로도 화장품 투과율을 평가할 수 있다.

[0028] 또한, 본원에 따른 피부 모사 팬텀은, 열에 의해 변색되는 시온 물질을 포함하는 제 2 부분이 일정한 두께를 갖지 않고 경사지게 형성되었기 때문에, 초음파에 의해 발생하는 열이 팬텀의 어느 정도의 깊이까지 영향을 주는 지 쉽게 파악할 수 있다.

[0029] 또한, 본원에 따른 피부 모사 팬텀은, 별도로 제작된 시온 물질을 포함하는 제 2 부분과 시온 물질을 포함하지 않는 제1 부분을 조합하여 제조될 수 있기 때문에, 시온 물질의 분포를 고려할 필요가 없어 공정이 단순할 수 있다.

[0030] 다만, 본원에서 얻을 수 있는 효과는 상기된 바와 같은 효과들로 한정되지 않으며, 또 다른 효과들이 존재할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0031] 도 1 은 본원의 일 구현예에 따른 피부 모사 팬텀의 모식도이다.

도 2 는 본원의 일 구현예에 따른 피부 모사 팬텀의 모식도이다.

도 3 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀의 사진이다.

도 4 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀의 사진이다.

도 5 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하는 사진이다.

도 6 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하는 사진이다.

도 7 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하는 사진이다.

도 8 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하는 사진이다.

도 9 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하는 사진이다.

도 10 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파가 주입되는 깊이와 초음파의 주파수 사이의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 11 은 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 조사된 초음파의 주파수 및 흡수율 사이의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 12 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 조사된 초음파의 주파수 및 흡수율 사이의 관계를 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다.

[0033] 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.

[0034] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우 뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다

[0035] 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.

[0036] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는



한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0037] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~ 하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0038] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0039] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B" 의 기재는, "A 또는 B, 또는, A 및 B" 를 의미한다.
- [0040] 이하에서는 본원의 피부 모사 팬텀에 대하여, 구현에 및 실시예와 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나 본원이 이러한 구현에 및 실시예와 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0041] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 제 1 측면은 피부 모사 팬텀(10)에서의 화장품 침투율 평가 방법에 있어서, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 멤브레인(300) 상에 초음파 기기 및 약물을 배치하는 단계, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 용매 주입부(400)를 통해, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 내부 공간(200) 상에 용매를 주입하는 단계, 상기 초음파 기기를 작동시켜 상기 피부 모사 팬텀(10)에 초음파를 조사하고 상기 내부 공간(200)에 약물을 침투시키는 단계, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 용매 주입부(400)를 통해, 상기 내부 공간(200)으로부터 용매 및 약물의 혼합물을 배출하는 단계, 및 상기 혼합물에서 상기 약물의 농도를 측정하는 단계를 포함하는, 피부 모사 팬텀(10)에서의 화장품 침투율 평가 방법에 대한 것이다.
- [0042] 본원에 따른 피부 모사 팬텀은 인체의 피부나 근육 등을 모사한 물질로서, 인체의 표면에 도포한 약물의 침투 정도, 초음파의 투과율 등을 분석하기 위해 만들어진 것이다.
- [0043] 일반적으로, 약물의 침투율을 판단하기 위해서는 피부에 약물을 바르고, 약물이 도포된 부분 위에서 힘을 가하거나, 전압을 가하거나, 초음파를 조사하는 등의 방법으로 약물을 피부 하부에 침투시킬 수 있다. 그러나 실제 사람의 피부에 약물을 침투시킬 경우 과량의 약물이 투입되어서는 안되기 때문에, 피부에 약물을 도포하기 전 피부 모사 팬텀을 이용하여 특정 조건에서 약물이 침투하는 정도를 분석할 수 있다.
- [0044] 먼저, 피부 모사 팬텀(10)의 멤브레인(300) 상에 초음파 기기 및 약물을 배치한다.
- [0045] 후술하겠지만, 피부 모사 팬텀(10)은 상향 개구된 내부 공간(200)이 형성된 본체부(100), 상기 내부 공간(200)을 덮도록 상기 본체부(100) 상에 배치된 멤브레인(300), 상기 본체부(100)의 외측과 상기 내부 공간(200)을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간(200)에 용매를 주입하는 용매 주입부(400), 및 상기 본체부(100)의 외측과 상기 내부 공간(200)을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간(200)으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 배출부(500)를 포함하고, 상기 본체부(100)는, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 외부에서 상기 내부 공간(200)을 관찰할 수 있는 제 1 부분(110), 및 상기 제 1 부분(110) 상에 형성되고, 상기 피부 모사 팬텀(10)에 조사되는 초음파 또는 인가되는 열에 따라 색상이 변화하는 제 2 부분(120)을 포함할 수 있다.
- [0046] 이 때, 상기 멤브레인(300)의 표면에는 약물이 배치되고, 상기 초음파 기기는 상기 약물과 이격되되 상기 멤브레인(300)에 초음파를 조사할 수 있도록 배치될 수 있다.
- [0047] 이어서, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 용매 주입부(400)를 통해, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 내부 공간(200) 상에 용매를 주입한다.
- [0048] 상기 멤브레인(300)의 표면에 배치된 약물은 상기 초음파 기기로부터 조사되는 초음파에 의해 멤브레인(300)을 투과하여 내부 공간(200)에 위치할 수 있다. 이 때, 상기 약물이 멤브레인(300)을 투과한 비율을 분석하기 위해 멤브레인(300)을 이동할 경우 약물이 내부 공간(200)으로 떨어질 가능성이 있기 때문에, 멤브레인(300)의 이동 없이 약물의 통과 정도를 분석할 필요가 있다.
- [0049] 상기 내부 공간(200)에 주입되는 용매는, 상기 약물을 용해시킬 수 있는 것으로서, 상기 약물이 균일하게 녹도록 상기 피부 모사 팬텀(10)은 내부 공간(200)에 교반자(101)를 추가로 포함할 수 있다.
- [0050] 이어서, 상기 초음파 기기를 작동시켜 상기 피부 모사 팬텀(10)에 초음파를 조사하고 상기 내부 공간(200)에 약물을 침투시킨다.



- [0051] 초음파에 의해 약물은 멤브레인(300)을 통과하여 내부 공간(200)으로 침투될 수 있으며, 이 때 침투된 약물은 상기 용매에 용해된 상태로 존재할 수 있다.
- [0052] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 초음파 기기로부터 조사되는 초음파에 의해 상기 피부 모사 팬텀(10) 상에 열이 가해질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0053] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 열에 의해 상기 피부 모사 팬텀(10)의 일부분의 색이 변화될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0054] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 색 변화를 통해 상기 피부 모사 팬텀(10)에서 상기 초음파에 의해 발생하는 열을 측정할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0055] 후술하겠지만, 상기 피부 모사 팬텀(10)은 가해진 열에 의해 색이 변화하는 시온 물질을 부분적으로 포함할 수 있고, 피부 모사 팬텀(10)을 구성하는 물질은 초음파에 의해 진동하여 열을 발생시킬 수 있다. 즉, 상기 초음파 기기에서 조사되는 초음파의 주파수, 강도, 및 조사되는 시간 등을 원인으로 상기 피부 모사 팬텀(10)은 부분적으로 색이 변화할 수 있다.
- [0056] 이 때, 상기 피부 모사 팬텀(10)에서 상기 시온 물질이 포함된 부분은 다소 경사지게 형성될 수 있다. 후술하겠지만, 상기 시온 물질이 포함된 부분은 일측에서 타측 방향으로 갈수록 두꺼워지기 때문에, 상기 초음파 기기에서 조사되는 초음파에 의해 발생하는 열이 피부 모사 팬텀(10)의 어느 깊이까지 침투할 수 있는지 분석할 수 있다.
- [0057] 이어서, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 용매 주입부(400)를 통해, 상기 내부 공간(200)으로부터 용매 및 약물의 혼합물을 배출한다.
- [0058] 이 때, 상기 배출된 물질의 농도와, 주입된 용매의 양 등을 통해, 멤브레인(300)을 통과한 약물의 양을 측정할 수 있다.
- [0059] 또한, 본원의 제 2 측면은, 피부 모사 팬텀(10)에 있어서, 상향 개구된 내부 공간(200)이 형성된 본체부(100), 상기 내부 공간(200)을 덮도록 상기 본체부(100) 상에 배치된 멤브레인(300), 상기 본체부(100)의 외측과 상기 내부 공간(200)을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간(200)에 용매를 주입하는 용매 주입부(400), 및 상기 본체부(100)의 외측과 상기 내부 공간(200)을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성되어 상기 내부 공간(200)으로부터 용매를 배출시키기 위한 용매 배출부(500)를 포함하고, 상기 본체부(100)는, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 외부에서 상기 내부 공간(200)을 관찰할 수 있는 제 1 부분(110), 및 상기 제 1 부분(110) 상에 형성되고, 상기 피부 모사 팬텀(10)에 조사되는 초음파 또는 인가되는 열에 따라 색상이 변화하는 제 2 부분(120)을 포함하는 것인, 피부 모사 팬텀(10)에 대한 것이다.
- [0060] 본원의 제 2 측면에 따른 피부 모사 팬텀(10)에 대하여, 본원의 제 1 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 그 설명이 생략되었더라도 본원의 제 1 측면에 기재된 내용은 본원의 제 2 측면에 동일하게 적용될 수 있다. 구체적으로, 상기 제 1 측면에 따른 피부 모사 팬텀(10)에서의 화장품 침투율 평가 방법은, 상기 제 2 측면에 따른 피부 모사 팬텀(10)을 사용하는 것이다.
- [0061] 이와 관련하여, 상기 용매 주입부(400)와 상기 용매 배출부(500)는 동일할 수도 있고, 상이할 수 있다. 예를 들어, 상기 용매 주입부(400)를 통해 상기 내부 공간(200)에 용매를 주입한 후, 상기 용매 배출부(500)를 통해 상기 내부 공간(200)의 용매를 회수할 경우, 상기 용매 주입부(400) 및 상기 용매 배출부(500)는 동일할 수 있다. 또한, 상기 용매 주입부(400)를 통해 상기 내부 공간(200)에 용매를 주입한 후, 상기 용매 주입부(400)가 아닌 다른 구멍, 즉 상기 용매 배출부(500)를 통해 상기 내부 공간(200)의 용매를 회수할 경우, 상기 용매 주입부(400) 및 상기 용매 배출부(500)는 상이할 수 있다.
- [0062] 도 1 및 도 2 는 본원의 일 구현예에 따른 피부 모사 팬텀(10)의 모식도이다. 구체적으로, 도 2 는 도 1 의 피부 모사 팬텀(10)에 용매 주입부(400) 및 용매 배출부(500)를 형성한 것이다. 이와 관련하여, 특별한 기재가 없는 한 타측은 3시 방향을 의미하고, 일측은 9시 방향을 의미하며, 하측은 피부 모사 팬텀의 깊이 방향을 의미할 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0063] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 부분(110)의 상부 단면은, 상기 본체부(100)의 타측으로부터 상기 본체부(100)의 일측을 향할수록 상기 본체부(100)의 하측으로 비스듬하게 형성된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0064] 도 1 및 도 2 를 참조하면, 상기 본체부(100)는 좌하에서 우상 방향을 향하는 선에 의해 두 부분으로 구분될 수 있다. 이 때 상기 선을 기준으로 선의 상부를 제 2 부분(120)이라고, 선의 하부를 제 1 부분(110)으로 칭할 수 있다.
- [0065] 이와 관련하여, 도 1 및 도 2 의 본체부(100)는 좌하에서 우상 방향을 향하는 선으로 구분되나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 본체부(100)는 본체부(100)의 상면을 단면으로 하는 구(sphere)에 의해 제 1 부분(110)과 제 2 부분(120)이 구분될 수 있다. 이 때, 상기 구의 반지름은 상기 본체부(100)의 높이보다는 낮을 수 있으며, 상기 본체부(100)는 U 자형 선에 의해 U 자형 선의 상부인 제 2 부분(120)과 U 자형 선의 하부인 제 1 부분(110)으로도 나뉠 수 있다.
- [0066] 즉, 상기 본체부(100)의 일측에서 중심 또는 타측으로 향할수록 상기 제 2 부분(120)의 두께가 두꺼워지거나 얇아질 수 있다. 상기 제 2 부분(120)의 중심이 두꺼울수록 상기 제 2 부분(120)의 일측의 두께는 얇고, 상기 제 2 부분(120)의 중심이 얇을수록 상기 제 2 부분(120)의 일측의 두께는 두꺼울 수 있다.
- [0067] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 제 2 부분(120)은 시온 물질(thermochromic material)을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0068] 상기 시온 물질은 열에 의해 색이 변화되는 물질이다. 이와 관련하여, 상기 제 2 부분(120)은 상기 피부 모사 팬텀(10) 상에 조사되는 초음파에 의해 열을 받기 때문에, 상기 제 2 부분(120)의 일부는 상기 시온 물질에 의해 변색될 수 있다. 상기 초음파가 조사되는 영역일지라도 두께가 깊어지면 초음파에 의해 발생하는 열의 영향이 작아질 수 있으므로, 상기 제 2 부분(120)은 두께에 따라 변색되는 부분과 변색되지 않는 부분으로 나뉠 수 있기 때문에, 상기 제 2 부분(120)을 통해 초음파가 조사될 때 열이 침투하는 깊이를 판단할 수 있다.
- [0069] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 초음파의 주파수는 0.1 MHz 내지 20 MHz 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0070] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 제 2 부분(120)에서 초음파에 의해 발생하는 열이 침투하는 깊이는, 0.1 cm 내지 2 cm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 즉, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 상부에서 초음파를 조사하면, 초음파의 주파수에 따라 상기 제 2 부분(120)의 상부로부터 0.1 cm 내지 2 cm 만큼 변색될 수 있다.
- [0071] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 초음파는 단일 주파수의 초음파 및 복합 주파수의 초음파를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적으로, 단일 주파수의 초음파는 1 MHz, 3 MHz 또는 10 MHz 로 이루어진 하나의 초음파 파동으로 구성된 주파수를 의미한다. 또한, 복합 주파수의 초음파는 1/3 MHz 및 3/10 MHz 를 포함하는 것으로서, 1/3 MHz 는 1 MHz 및 3 MHz 의 두 초음파 파동이 500 ms 주기로 주파수가 변화하여 구현된 것이고, 3/10 MHz 는 3 MHz 및 10 MHz 의 두 초음파 파동이 500 ms 주기로 주파수가 변화하여 구현된 것이다. 즉, 본원에 따른 x/y MHz 는 x MHz 및 y MHz 의 두 초음파 파동이 500 ms 주기로 주파수가 변화하여 구현된 것을 의미한다.
- [0072] 이와 관련하여, 1 MHz 의 주파수의 파동에 대한 침투 깊이는 3 cm 이고, 3 MHz 의 경우 1 cm 이며, 10 MHz 는 0.3 cm 이기 때문에, 노화의 진행 또는 병적 변화가 발생하는 표피 및 진피에 주로 효과를 집중시키기 위해 10 MHz 를 활용한 초음파 흡수 정도에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이 때, 본원에 따른 침투 깊이는, 음파의 강도가 피부 표면의 값 대비 50% 감소하는 깊이를 의미한다.
- [0073] 또한, 단일 주파수보다, 복합 주파수를 이용하였을 때 피부 투과율이 유의미하게 상될 수 있다.
- [0074] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매 배출부(500)로부터 배출된 용매는 상기 피부 모사 팬텀(10)의 외부에서부터 주입된 약물을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0075] 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 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0076] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 외부에서부터 주입된 약물은 상기 멤브레인(300)을 통과할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0077] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀(10)의 외부에서부터 주입된 약물은 상기 피부 모사 팬텀(10)의 외부의 초음파 기기에 의해 상기 멤브레인(300)을 통과할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0078] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 내부 공간(200)은 교반자(101)를 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은

아니다.

- [0079] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 용매 주입부(400) 및 상기 용매 배출부(500)는 각각 독립적으로 주사기, 바늘, 파이프, 펌프, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 바람직하게는, 상기 용매 주입부(400) 및 상기 용매 배출부(500)는 바늘을 포함하는 주사기일 수 있으며, 상기 용매 주입용 주사기의 바늘은 상기 용매 주입구를 통해 상기 내부 공간(200)으로 용매를 공급하고, 상기 용매 배출용 주사기의 바늘은 상기 용매 배출구를 통해 상기 내부 공간(200)으로부터 용매를 배출시킬 수 있다.
- [0080] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 본체부(100)는 PDMS 를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0081] 상기 본체부(100)는 투명하기 때문에, 상기 교반자(101)의 작동을 확인할 수 있으면서 동시에 용매의 주입 및 배출이 정상적으로 수행되는지 등을 확인할 수 있다.
- [0082] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 피부 모사 팬텀(10)은 상기 본체부(100)의 내부에 형성된 혈관 모사 튜브를 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0083] 본원에 따른 멤브레인(300)의 상부에는 약물이 존재할 수 있고, 이러한 약물은 자연적으로 상기 멤브레인(300)을 통과할 수 있다. 이와 관련하여, 상기 약물이 상기 멤브레인(300)을 통과하는 정도는 상기 초음파 기기에 의해 가속화될 수 있다.
- [0084] 상기 용매는 상기 용매 주입부(400) 및 상기 용매 배출부(500)에 의해 상기 피부 모사 팬텀(10)에 주입되거나 또는 배출되는 것으로서, 상기 멤브레인(300)을 상기 본체부(100)로부터 이격시킨 후 상기 내부 공간(200)에 용매를 주입하거나 또는 배출시키는 것이 아니다. 즉, 상기 피부 모사 팬텀(10) 내에서 용매의 이동은 상기 멤브레인(300)이 고정된 상태에서 수행되기 때문에, 상기 멤브레인(300)을 상기 피부 모사 팬텀(10)으로부터 이격시키는 과정에서 상기 멤브레인(300)의 상부에 배치된 약물이 상기 용매에 들어가지 않기 때문에, 미용 기기의 성능을 평가하는 실험을 수행할 때 실험 오차를 줄일 수 있다.
- [0085] 본원에 따른 피부 모사 팬텀(10)을 이용한 약물의 투과 현상은 피부 모사 팬텀(10)의 멤브레인의 상부에는 시험할 약물을 도포하고, 상기 멤브레인(300)의 하부에는 피부 내의 체액 성분으로 구성되거나 시험법에 따라 제조된 용매(media)를 접촉시킴으로써 수행될 수 있다. 이 때, 상기 멤브레인(300)의 상부에 도포된 약물은 화장품이고, 상기 용매(media)는 물 및 에탄올의 혼합물일 수 있다.
- [0086] 상기 멤브레인(300)의 상부에 도포된 약물은 시간의 흐름에 따라 상기 멤브레인(300)을 통과하여 상기 용매 내에 침투될 수 있다. 이 때, 후술할 교반자(101)를 이용해 상기 용매 및 상기 약물을 혼합한 후, 용매 배출부(500)를 통해 약물과 용매의 혼합 용액을 채취한 후, absorbance plate reader 장비를 통해 화장품별 특정 파형대에서 발현되는 흡광도를 통해서 약물의 멤브레인(300) 투과율을 분석할 수 있다.
- [0087] 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. 예를 들어, 상기 용매는 증류수 및 에탄올의 혼합 용액을 포함할 수 있으며, 이 경우 수용성 물질과 지용성 물질을 동시에 용해시킬 수 있어 상기 약물의 농도 측정에 유리하다.
- [0089] 또한, 본원의 제 3 측면은, 상기 제 2 측면에 따른 피부 모사 팬텀(10)의 제조 방법에 있어서, 제 1 부분(110) 상에 제 2 부분(120)을 형성하여 상향 개구된 내부 공간(200)을 포함하는 본체부(100)를 형성하는 단계, 상기 본체부(100)의 외측 및 상기 내부 공간(200)을 연통시키도록 내외측 방향으로 형성된 용매 주입부(400) 및 용매 배출부(500)를 형성하는 단계, 및 상기 내부 공간(200)을 덮도록, 상기 본체부(100) 상에 멤브레인(300)을 배치하는 단계를 포함하는, 피부 모사 팬텀(10)의 제조 방법에 대한 것이다.
- [0090] 본원의 제 3 측면에 따른 피부 모사 팬텀(10)의 제조 방법에 대하여, 본원의 제 1 측면 및 제 2 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 그 설명이 생략되었더라도 본원의 제 1 측면 및 제 2 측면에 기재된 내용은 본원의 제 3 측면에 동일하게 적용될 수 있다.
- [0091] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 본체부(100)를 형성하는 단계는, 상기 제 1 부분(110)을 형성하는 단계 및 상기 제 2 부분(120)을 형성하는 단계를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이 때, 상기 제 1 부분(110) 및 제 2 부분(120)을 포함하는 본체부(100)를 형성하는 단계는, 하나의 본체부(100)에서 제 2 부분(120)

에 해당할 부분에만 시온 물질을 첨가하거나, 또는 서로 독립된 개체의 제 1 부분(110) 및 제 2 부분(120)을 형성하고, 제 1 부분(110) 및 제 2 부분(120)을 조립하는 과정을 포함할 수 있다.

[0092] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 제 1 부분(110)의 가장 두꺼운 부분의 두께 및 상기 제 2 부분(120)의 가장 얇은 부분의 두께의 합은, 상기 제 1 부분(110)의 가장 얇은 부분의 두께 및 상기 제 2 부분(120)의 가장 두꺼운 부분의 두께의 합과 동일할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이 때, 상기 제 1 부분(110)의 상부 단면 및 제 2 부분(120)의 하부 단면은 동일할 수 있으며, 상기 제 2 부분(120)은 본체부(100)의 일측에서 타측 또는 본체부(100)의 중심을 향할수록 두꺼워질 수 있다.

[0093] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 내부 공간(200)은, 제 1 부분(110) 및 제 2 부분(120)을 형성할 때 내부 공간이 형성될 빈 공간을 미리 형성하거나, 또는 제 1 부분(110) 및 제 2 부분(120)을 포함하는 본체부에서 내부 공간(200)에 해당하는 영역을 제거하여 형성한 것일 수 있다.

[0094] 이하 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본원의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다.

[0095] [실시예]

[0096] Silicone Elastomer Base 및 Silicone Elastomer Curing Agent 를 10:1의 질량 비율로 혼합하였다. 이어서, 상기 혼합물을 진공 챔버에 배치하여 상기 혼합물 내부의 공기를 배출시키고, 상기 혼합물을 투명하게 하였다.

[0097] 이어서, 상기 혼합물 10 g 을 취해 피부 모사 팬텀 주형의 제 1 부분에 붓고, 60℃ 에서 45분간 건조하였다. 이어서, 검은 색소 10 mg 을 포함하는 혼합물 10 g 을 취해, 피부 모사 팬텀 주형의 제 2 부분에 넣고, 60℃ 에서 1 시간 30 분 동안 건조한 후 주형을 제거함으로써, 투명한 제 1 부분 및 상기 제 1 부분 상에 형성되고 검은 색소를 포함하는 제 2 부분을 포함하는 PDMS 몰드 피부 모사 팬텀을 제작하였다.

[0098] 이어서, 주사기를 사용하여 상기 피부 모사 팬텀의 내부 공간에 용매를 주입하고 배출하기 위한 용매 주입부 및 용매 배출부를 형성하였다. 이어서, 투과율을 분석하기 위한 용매를 설정하고, 내부 공간에 상기 용매 및 교반자를 배치하였다. 이어서, 상기 내부 공간을 덮도록 상기 피부 모사 팬텀 상부에 멤브레인(Strat-M membrane)을 배치시켰다.

[0099] 이어서, 상기 멤브레인의 상부에 화장품을 배치하고, 상기 멤브레인에 초음파 기기를 접촉시켜 상기 화장품이 초음파에 의해 상기 멤브레인을 통과하도록 하였다. 이 때 일정 시간 간격으로 내부 공간의 용매는 배출된 후 주입되는 것으로서, 상기 배출된 용매의 흡광도를 측정하여 화장品的 투과율을 분석할 수 있다.

[0100] 도 3 및 도 4 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀의 사진이다.

[0101] 도 3 및 도 4 를 참조하면, PDMS 몰드인 피부 모사 팬텀은 보라색을 띠는 제 2 부분과, 투명한 제 1 부분으로 구분될 수 있다.

[0102] [실험예 1]

[0103] 도 5 내지 도 9 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 초음파를 조사하는 사진이다. 구체적으로, 도 5 는 3/10 MHz 의 초음파를, 도 6 은 1/3 MHz 의 초음파를, 도 7 은 1 MHz 의 초음파를, 도 8 은 3 MHz 의 초음파를, 도 9 는 10 MHz 의 초음파를 조사한 것이고, 도 5 내지 도 9 의 상부 사진은 팬텀에 초음파를 조사하는 실험을 수행한 사진이고, 중간 사진은 실험 후 팬텀을 위에서 찍은 사진이며, 하부 사진은 실험 후 팬텀의 측면을 촬영한 사진이다. 1 MHz, 3 MHz 및 10 MHz 는 단일 주파수(single frequency) 초음파이고, 1/3 MHz 및 3/10 MHz 는 이중 주파수(dual frequency) 초음파이다.

[0104] 도 5 내지 도 9 를 참조하면, 상기 초음파에 의해 본체부의 일부 영역이 가열되어 초음파가 조사되는 지점을 기준으로 일정 영역이 변색됨을 확인할 수 있다. 다만, 초음파의 주파수와 변색되는 깊이 사이에는 뚜렷한 상관관계가 관측되지 않으나, 단일 주파수 초음파 및 이중 주파수 초음파끼리 비교할 경우 주파수가 낮을수록 변색 깊이가 깊은 것을 확인할 수 있다.

[0105] [실험예 2]

[0106] 도 11 및 도 12 는 본원의 일 실시예에 따른 피부 모사 팬텀에 조사된 초음파의 주파수 및 흡수율 사이의 관계를 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 11 의 (a) 는 초음파의 주파수, 조사 시간, 및 마스크 팩을 통과한 누적 통과량 사이의 그래프이고, (b) 는 초음파 주파수에 따른 마스크 팩을 투과한 약물의 비율에 대한 것이고,

도 12 의 (a) 는 초음파의 주파수, 조사 시간, 및 앰플의 누적 통과량 사이의 그래프이고, (b) 는 초음파 주파수에 따른 앰플의 투과율을 나타낸 것이다. 이와 관련하여, 도 12 의 \* 표시는 통계적 분석을 실시하였을 때  $p\text{-value} < 0.05$  이하임을 의미하는 것으로서, 9 분대에서 유의미한 차이가 발생함을 의미한다.

[0107] 도 11 을 참조하면, 1 MHz(단일 주파수 초음파 중 가장 주파수가 낮음) 및 3/10(이중 주파수 초음파 중 가장 주파수가 낮음)일 때의 투과도가 우수한 것으로 확인되었다.

[0108] 또한, 도 12 를 참조하면, 이중 주파수 초음파끼리 비교할 경우 주파수가 낮을수록 투과도가 우수한 것이 확인되었다.

[0109] 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.

[0110] 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

[0112] 10 : 피부 모사 팬텀

100 : 본체부

110 : 제 1 부분

120 : 제 2 부분

200 : 내부 공간

300 : 멤브레인

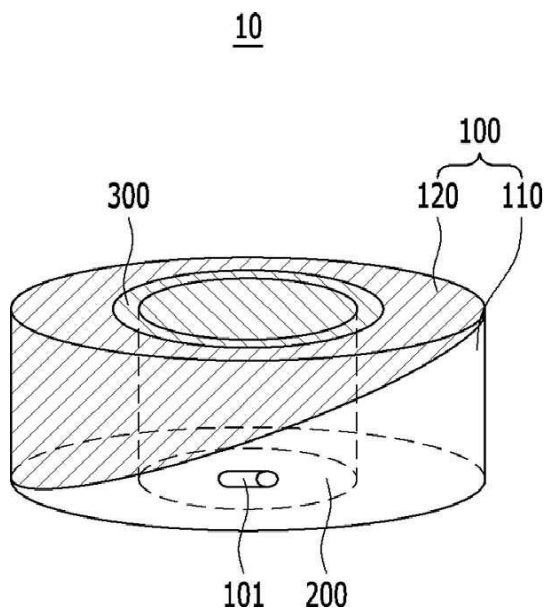
400 : 용매 주입부

500 : 용매 배출부

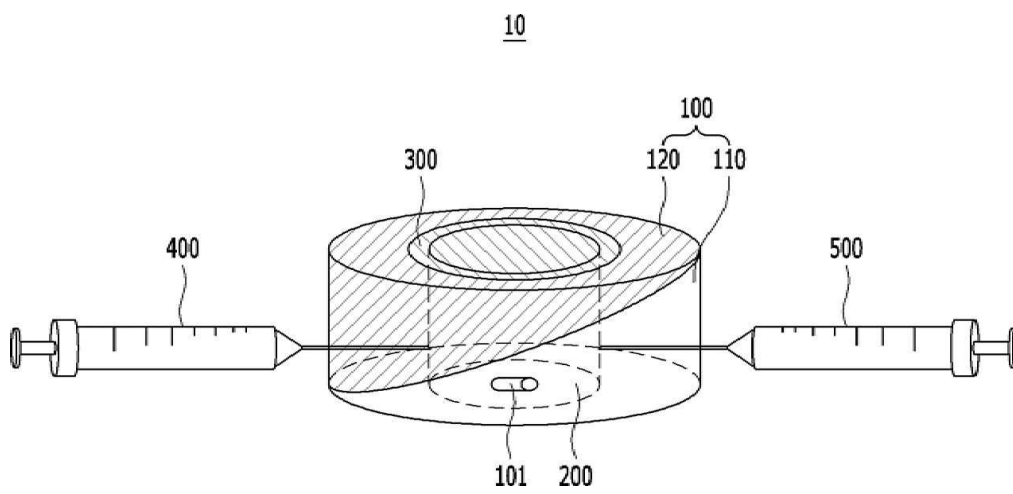


도면

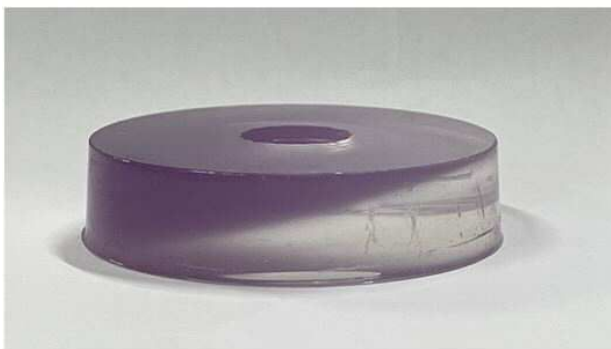
도면1



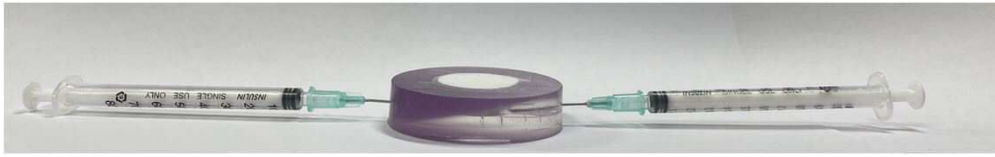
도면2



도면3

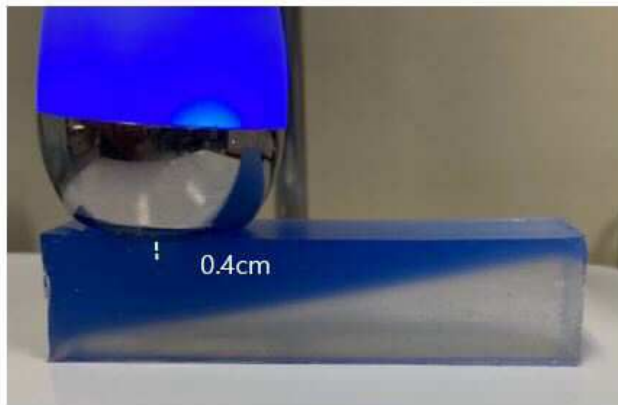


도면4



도면5

3/10Mhz



TOP



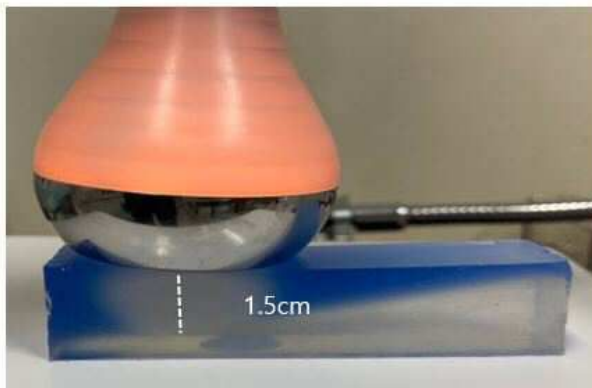
Side





도면6

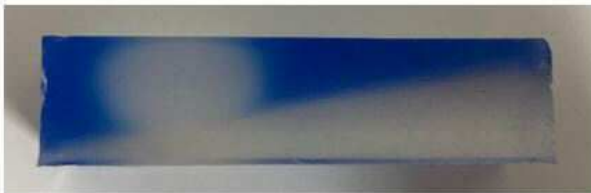
1/3Mhz



TOP

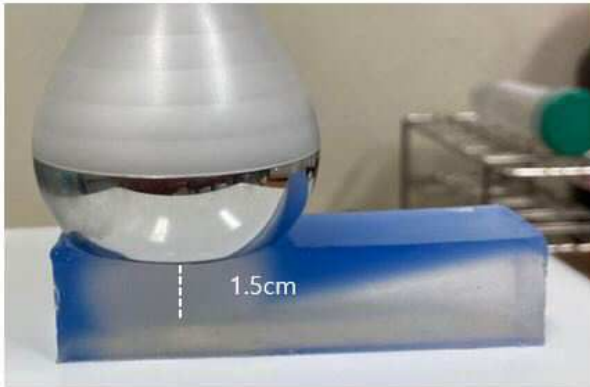


Side



도면7

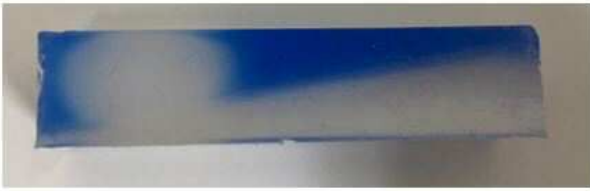
1Mhz



TOP

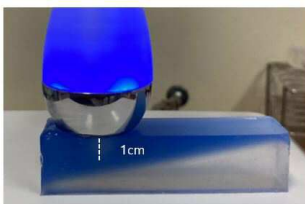


Side



도면8

3Mhz



TOP

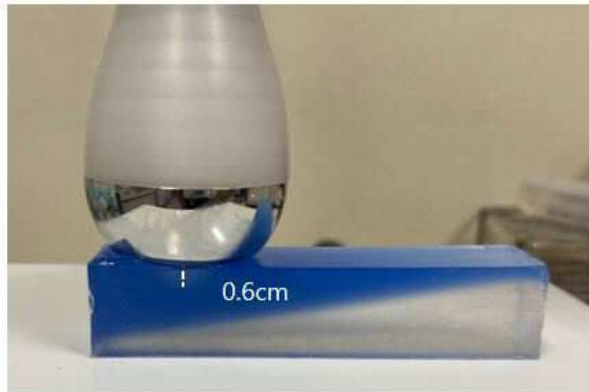


Side



도면9

10Mhz



TOP

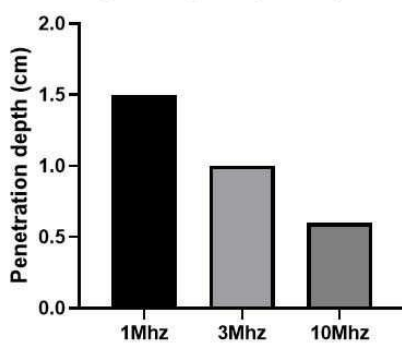


Side

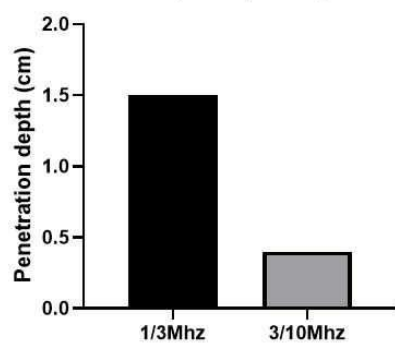


도면10

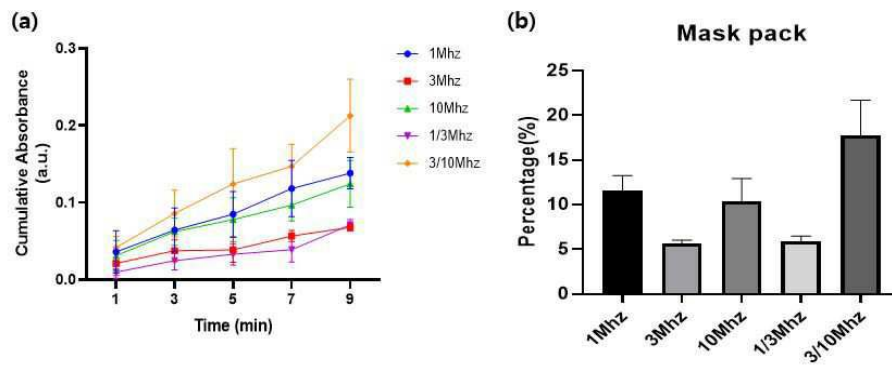
(a) Single Frequency Comparison



(b) Dual Frequency Comparison



도면11



도면12

