



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0102547  
(43) 공개일자 2023년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09D 11/52 (2014.01) C09D 11/54 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
C09D 11/52 (2013.01)  
C09D 11/54 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0192754  
(22) 출원일자 2021년12월30일  
심사청구일자 2021년12월30일

(71) 출원인  
인하대학교 산학협력단  
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)  
(72) 발명자  
심봉섭  
인천광역시 연수구 컨벤시아대로42번길 96 더샵  
엑스포 6단지 601동 603호  
이승현  
인천광역시 남구 인주대로238번길 25, 201호  
김선우  
인천광역시 미추홀구 한나루로357번길 131,  
102-1401  
(74) 대리인  
특허법인 공간

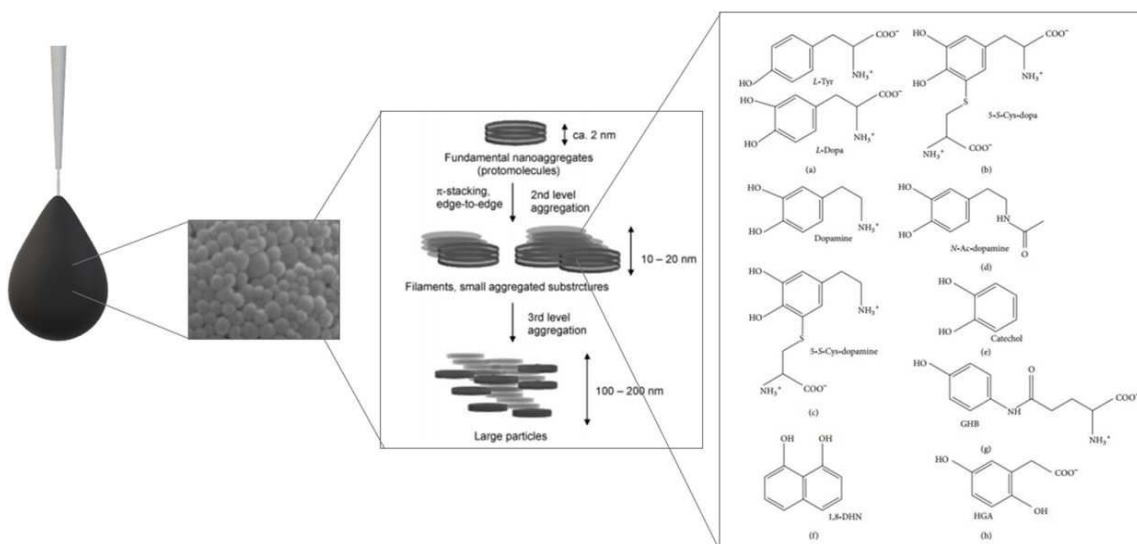
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 피부를 통한 전기자극 효율을 개선시키기 위한 피부 임피던스 저감 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물

### (57) 요약

본 발명은 피부 임피던스를 저감시킴으로써 피부를 통한 전기자극의 효율을 극대화시킬 수 있는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물에 관한 것으로, 멜라닌 및 선택적으로 전도성 필러 또는 점도 조절 필러가 더 포함된다. 본 발명에 따른 전도성 잉크는 멜라닌 입자를 포함하는 전기/이온 하이브리드 전도성 유기물 기반의 잉크로, 우수한 생체적합성 및 임피던스를 낮추는 효과를 동시에 가지는 특성을 가진다.

### 대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711137671                                        |
| 과제번호        | 2021R1A4A1022920                                  |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                                         |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                            |
| 연구사업명       | 집단연구지원(R&D)                                       |
| 연구과제명       | Zero E-Waste를 위한 자연분해성 복합기능 전자소재 및 친환경공정 개발 기초연구실 |
| 기 여 율       | 1/1                                               |
| 과제수행기관명     | 인하대학교                                             |
| 연구기간        | 2021.06.01 ~ 2022.02.28                           |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

피부 임피던스를 저감시킴으로써 피부를 통한 전기자극의 효율을 극대화시킬 수 있는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물로서,

멜라닌이 물에 균질하게 분산되어 있는 것을 특징으로 하는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 멜라닌은 폴리페놀, 폴리카테콜, 혹은 폴리도파민의 분자구조를 포함하는 유기물 입자로서, 천연 멜라닌 및/또는 합성 멜라닌인 것을 특징으로 하는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

점도를 조절하기 위한 점도 조절 필러, 멜라닌 입자간 전도성 경로를 제공하기 위한 전도성 필러 중 하나 이상의 물질이 더 포함되는 것을 특징으로 하는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전도성 필러의 함량은 멜라닌과 전도성 필러의 총 중량 대비 90 wt% 이하이고,

상기 점도 조절 필러의 함량은 멜라닌과 전도성 필러의 총 중량 대비 50 wt% 이하인 것을 특징으로 하는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 타투 잉크 조성물은 물이 제외된 고체 상태에서의 전도성이  $10^{-4}$  S/cm ~  $10^5$  S/cm 범위 인 것을 특징으로 하는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 피부 임피던스를 저감시킴으로써 피부를 통한 전기자극의 효율을 극대화시킬 수 있는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물에 관한 것으로, 상세하게는 멜라닌 입자 혹은 멜라닌 유사물질을 포함하는 전도성 유기물 기반의 잉크 및 이를 이용한 타투에 대한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

종래의 피부를 통한 전기 자극은 바늘과 같은 날카로운 금속으로 피부를 관통하거나, 전도성 젤을 피부에 도포하여 표면저항을 낮추는 방식에 의존하고 있다. 그러나, 피부를 관통하는 방법은 환자 스스로 수행하기 어려우며 필수적으로 전문 의료진에 의해 수행되어야 하는 단점이 있다. 또한, 목표 부위가 피부 깊숙이 위치하거나 매우 좁은 영역에 위치한 경우, 목표 부위를 정확하게 타게팅하기 어려운 부분이 있다. 전도성 젤을 피부에 도포하여 표면저항을 낮추는 방법은, 넓은 면적에 대하여 일시적으로 피부저항을 낮출 수 있으나, 시간이 지남에 따라 젤의 손실과 함께 지속적으로 임피던스가 상승하는 단점이 있고, 현재 사용되고 있는 Ag/AgCl 기반의 하이

드로젤 전극은 오염에 취약하고 기계적 내구성이 약하며, 수분에 취약한 특성을 가지므로 장기간, 다회의 반복 사용성을 기대하기 어렵다.

[0003] 피부 및 표피층의 두께는 신체 부위마다 다르며, 피부에 대한 고주파 임피던스의 경우, 수백 ohm 수준, 저주파 임피던스는 수 백 kohm에서 수 Mohm 정도로 알려져 있다. 피부조직, 특히 표피층은 케라틴 각질 등의 높은 임피던스를 가지는 물질로 이루어진 조직이며, 이를 직접 투과하여 전기신호를 전달하는 것은 전하전달 효율성 측면에서 많은 손실을 수반한다.

[0004] 본 발명은 멜라닌을 포함한 전도성 잉크 조성물을 각질층을 비롯한 전반적인 표피층 피부조직 내에 선택적으로 고밀도 도포함으로써, 전기 및 이온의 하이브리드 전도성을 향상시키고 해당 조직 자체의 생체 임피던스를 낮출 수 있음을 발견하여 완성되었다.

[0005] 관련 선행기술로서, 한국공개특허 2017-0101357호(2017.09.06)에는 동물의 신체로부터 발생하는 전기적 성질의 신체 신호를 전달하기 위해 전도성 잉크에 의해 상기 동물의 피부에 소정 길이로 연장형성된 신호전달부와, 상기 신호전달부 상의 상기 동물의 피부에 고정되며, 상기 신호전달부를 통해 전달되는 상기 신체 신호를 통해 상기 동물의 신체 정보를 측정하는 정보측정장치가 연결되는 적어도 하나의 전극을 구비한 전도성 잉크를 이용한 신호 전달 시스템에 관하여 기재하고 있다. 그러나 상기 특허에서의 전도성 잉크는 은이나 탄소분말을 적용한 것이다.

[0006] 또한, 한국공개특허 2020-0016581호(2020.02.17.)에는 용매, 착색제를 포함하는 제1액 및 용매 및 피부도포형 필름형성제를 포함하는 제2액을 포함하고, 제1액은 잉크액이며, 제2액은 잉크 고정화제이고, 제1액의 용매는 물 및 유기용매를 1 : 0.1 ~ 10의 중량비로 포함하며, 제2액의 용매는 유기용매를 포함하는 형광 안정성을 갖는 일회성 문신용 2액형 용액이 공지되어 있다. 그러나 상기 특허에서의 잉크는 전도성을 가진 것이 아니다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 2017-0101357호(2017.09.06)  
(특허문헌 0002) 한국공개특허 2020-0016581호(2020.02.17)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본원 발명에서는 상기한 문제점을 해결하기 위하여, 피부 임피던스를 저감시킴으로써 피부를 통한 전기자극의 효율을 극대화시킬 수 있는 생체 적합성 전도성 타투잉크 조성물을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 피부 임피던스를 저감시킴으로써 피부를 통한 전기자극의 효율을 극대화시킬 수 있는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물로서, 멜라닌이 물에 균질하게 분산되어 있는 것을 특징으로 하는 생체적합성 전도성 타투잉크 조성물을 제공한다.

[0010] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 멜라닌은 폴리페놀, 폴리카테콜, 폴리도파민 등의 분자구조를 포함하는 유기물 입자로서, 천연 멜라닌 및/또는 합성 멜라닌인 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 조성물은 점도를 조절하기 위한 점도 조절 필러, 멜라닌 입자간 전도성 경로를 제공하기 위한 전도성 필러 중 하나 이상의 물질이 더 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 전도성 필러의 함량은 멜라닌과 전도성 필러의 총 중량 대비 90 wt% 이하이고, 상기 점도 조절 필러의 함량은 멜라닌과 전도성 필러의 총 중량 대비 50 wt% 이하인 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한 본 발명에 따른 상기 타투 잉크 조성물은 물이 제외된 고체 상태에서의 전도성이 1 mS/cm 이상인 것을 특징으로 한다.

## 발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따른 멜라닌을 포함한 전도성 타투잉크 조성물은 멜라닌 입자를 포함하는 전기/이온 하이브리드 전도성 유기물 기반의 잉크 조성물로, 우수한 생체적합성 및 임피던스를 낮추는 효과를 동시에 가지는 특성을 가진다.
- [0015] 이는 일시적으로 피부의 임피던스를 낮추는 것이 아닌, 장기간 피부의 임피던스를 낮춘 상태로 유지될 수 있는 타투의 형태로, 우선 타투가 형성되고 난 이후에는 목표 부위가 매우 국소적인 경우에도 전하전달이 원하는 경로를 따라 매우 쉽게 일어날 수 있는 특성을 가진다.

## 도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 잉크 조성물에 포함된 멜라닌과 그 분자구조를 도시한 것이다.
- 도 2은 전도성 타투잉크 조성물을 이용하여 실제 피부조직 위에 타투한 것을 보여주는 사진이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 다른 식으로 정의하지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 숙련된 전문가에 의해서 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용된 명명법은 본 기술분야에서 잘 알려져 있고 통상적으로 사용되는 것이다.
- [0018] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 「포함한다」고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0019] 또한, 본원 명세서 전체에서 사용되는 용어 「약」, 「실질적으로」 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용 오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로서 사용되고 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0020] 본원 명세서 전체에서, 「A 및/또는 B」의 기재는 「A 또는 B 또는 이들 모두」를 의미한다.
- [0021] 이어지는 상세한 설명에서 사용된 특정한 용어는 편의를 위한 것이지 제한적인 것은 아니다. '우', '좌', '상' 및 '하'의 단어들은 참조가 이루어진 도면들에서의 방향을 나타낸다. '내측으로' 및 '외측으로'의 단어들은 각각 지정된 장치, 시스템 및 그 부재들의 기하학적 중심을 향하거나 그로부터 멀어지는 방향을 나타낸다. '전방', '후방', '상방', '하방' 및 그 관련 단어 및 어구들은 참조가 이루어진 도면에서의 위치 및 방위들을 나타내며 제한적이지는 않다. 이러한 용어들은 위에서 열거된 단어, 그 파생어 및 유사한 의미의 단어들을 포함한다.
- [0022] 멜라닌 입자를 포함하는 전기/이온 하이브리드 전도성 유기물 기반의 타투잉크 조성물을 개발하기 위한 중요한 변수로는 전술한 바와 같이 우수한 생체적합성 및 높은 전기/이온 하이브리드 전도성을 포함한다.
- [0023] 이를 위하여 본 발명에서는 생체에서 전기/이온 하이브리드 전도성을 가지는 것으로 알려진 멜라닌 입자 혹은 멜라닌 유사물질인 폴리페놀, 폴리카테콜, 폴리도파민 등을 포함하는 타투잉크 조성물을 제공한다.
- [0024] 멜라닌은 인간의 피부, 눈, 뇌 및 머리카락에 있는 고분자 색소이다. 새의 깃털과 오징어의 먹물에서도 발견된다. 천연 멜라닌은 유멜라닌, 페오멜라닌, 뉴로멜라닌, 알로멜라닌 및 피오멜라닌의 5가지 유형으로 분류된다. 이 중 머리카락과 갑오징어 먹물에서 쉽게 발견되는 유멜라닌이 가장 풍부한 유형이다. 유멜라닌은 잘 조직된 접합 구조로 인해 수화도에 따라  $10^{-9} \sim 10^5$  S/cm 범위의 전기 이온 전도도를 갖는다.
- [0025] 천연 멜라닌 합성물은 이전에 보고된 멜라닌의 전도도를 증가하는 전기 전도도를 나타낸다. 최근에는 독립형 천연 멜라닌/폴리비닐알코올 복합 필름을 제작하고 1.17 S/cm의 건조 상태 전도도가 보고되었다. 또한, 멜라닌은 가공을 통해 건조 상태에서의 전도성이  $10^5$  S/cm 까지 개선될 수 있으며, 동시에 높은 이온전도성을 가진다. 멜라닌은 자유 라디칼을 흡수하여 제거하는 특성을 가지므로, 자외선 광선이 생체 조직으로 침투할 때 세포 및 조직을 보호하는 역할을 하여 피부가 자외선 등의 외부자극을 받으면 멜라닌의 농도를 높리게 된다. 또한, 항산화성, 항염작용, 젖은 상태에서의 접착성 등 신체 조직에 적용되었을 때 이점을 줄 수 있는 다양한 특성들을 가진다.

- [0026] 이와 같이 멜라닌 화합물은 생체에 적합하고 전기전도성이 높으므로, 이러한 멜라닌 합성물을 이용한 전기전도성을 가진 생체적합성 전도성 타투 잉크를 통해 표피층의 임피던스를 크게 개선시킬 수 있다.
- [0027] 타투는 잉크의 주입 깊이에 따라 micro-pigmentation (반영구화장) 및 tattoo (일반적으로, 문신)로 구분할 수 있다. 반영구화장의 경우 0.1 mm 내외의 깊이의 표피층에 색소를 주입하는 방식이며 개인의 대사에 따라 수 년 간 지속되는 반면, 문신은 약 1-2 mm 깊이의 진피층에 색소를 주입하여 영구적으로 보존된다.
- [0028] 현재 의료용 타투는 주로 백반증, 흉터에 의한 피부 변색을 가리거나, 무모증에 의한 불편함을 심미적으로 해결하기 위하여 사용되지만, 미용의 목적으로 사용되는 경우가 가장 빈번하며, 반영구화장은 국내 경험자가 1,000만 명에 육박하는 것으로 예상된다.
- [0029] 미용의 목적으로 시술되는 경우가 빈번한 만큼, 근육의 자극 위치를 타게팅하기 위한 정도의 정밀한 패턴닝은 손쉽게 구현될 수 있다. 따라서 반영구화장 또는 문신 형태의 타투 패턴닝이 선택적으로 적용될 수 있으며, 환자의 피부 상태에 따라, 잉크의 유변학적 특성에 따라, 침투 깊이를 다르게 하여 패턴닝 할 수 있다.
- [0030] 멜라닌을 포함한 전도성 타투잉크 조성물을 각질층을 비롯한 전반적인 표피층 피부조직 내에 선택적으로 고밀도도포함으로써, 전기 및 이온의 하이브리드 전도성을 향상시키고 해당 조직 자체의 생체 임피던스를 낮출 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따르는 멜라닌 입자를 포함하는 전도성 타투잉크 조성물은 전기/이온 하이브리드 전도성을 지니게 되는 것이므로, 표피층의 수분 정도에 큰 영향을 받지 않고 높은 전도성을 유지하는 특성을 가진다.
- [0032] 상기 멜라닌은 폴리도파민의 분자구조를 포함하는 유기물 입자를 통칭하는 것으로, 천연 멜라닌, 합성 멜라닌, 폴리페놀, 폴리카테콜, 또는 이들의 복합화합물을 포함할 수 있다. 멜라닌 입자는 10 ~ 500 nm 의 직경을 가지고, 도핑이나 열처리 등 추가적인 처리를 거치지 않은 멜라닌 입자 자체의 전도성은 수분 포함 정도에 따라  $0.001 \sim 10^5$  S/cm 내에서 조절될 수 있다.
- [0033] 상기 전도성 타투잉크 조성물은 멜라닌 입자 외에 점도를 조절하기 위한 점도 조절 필러, 멜라닌 입자간 전도성 경로를 제공하기 위한 전도성 필러 중 하나 이상을 포함한다.
- [0034] 상기 조성물 중 멜라닌 입자는 물을 제외한 타투잉크 조성물 전체 중량 대비 10 ~ 100 wt%의 범위로 포함될 수 있고, 전도성 필러는 용매를 포함하지 않은 타투잉크 조성물 전체 중량 대비 0 ~ 90 wt%의 범위로 포함될 수 있다. 상기 멜라닌이 10 wt% 미만으로 포함되거나 전도성 필러가 90 wt% 초과로 포함될 경우, 만성 면역반응을 유도하여 생체적합성이 저하될 수 있다.
- [0035] 상기 점도 조절 필러의 함량은 멜라닌 및 전도성 필러를 합한 조성물 중량 대비 50 wt% 이하의 범위로 포함될 수 있다. 상기 점도 조절 필러가 50 wt% 초과로 포함될 경우 전도성 경로를 차단함으로써, 임피던스 저감 효과를 감소시키는 문제가 있다.
- [0036] 상기 전도성 필러는 멜라닌 입자간 전도성 경로를 효과적으로 제공하기 위하여 길이가 100 nm 이상이며, 전도성 유기물 또는 탄소 재료 등 무기물을 포함하는 것으로, 하나 이상의 필러가 동시에 이용될 수 있다. 상기 전도성 필러의 비제한적 예시로서 Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) Polyaniline, Polythiophene, Polypyrrole, 그래핀, 산화그래핀, 탄소나노튜브, 탄소섬유 등이 있을 수 있다.
- [0037] 상기 점도 조절 필러는 천연 증점제와 합성 증점제 중에서 선택된 하나 이상이다. 상기 점도 조절 필러는, 예시적으로, 젤라틴, 카제인 나트륨, 셀룰로오스, 단백질 등의 동물 증점제, 다당류, 셀룰로오스, 구아검, 아카시아, 펙틴, 한천, 카라기난 등의 식물성 증점제, 잔탄검, 젤란검 등의 미생물 증점제, 효소 처리 증점제 또는 클레이 등의 무기증점제 중 하나 이상일 수 있다.
- [0038] 또한 상기 멜라닌을 포함한 전도성 타투잉크 조성물은 용매 전체 중량 대비 물을 70 wt% 이상 99.9 wt% 이하로 포함하는 수용액으로, 상기 멜라닌 또는 선택적으로 전도성 필러, 점도 조절 필러가 분산된 상태로 존재한다. 멜라닌 및 전도성 필러, 점도 조절 필러를 모두 포함한 타투잉크 조성물의 멜라닌, 전도성 필러, 점도 조절 필러 등의 농도는 필요한 점도에 따라 조절될 수 있으며, 타투 잉크 조성물의 적절한 점도는 0.1 내지 1000 poise 의 수치를 가진다.
- [0039] 본 발명에 따른 타투 잉크 조성물의 전도성은, 물이 제외된 고체 상태에서의 전도성이  $10^{-4}$  S/cm ~  $10^5$  S/cm의 범위 일 수 있다.
- [0040] 멜라닌을 포함하는 전도성 유기물 기반의 잉크는 일반적인 타투 기술을 통해 주입될 수 있으며, 표피층,

진피층, 피하층 중 하나 이상의 조직에 주입될 수 있고, 주입된 잉크의 자연분해 기간은 24시간 이상인 것으로, 이는 주입된 깊이 및 잉크의 구성에 따라 달라질 수 있다.

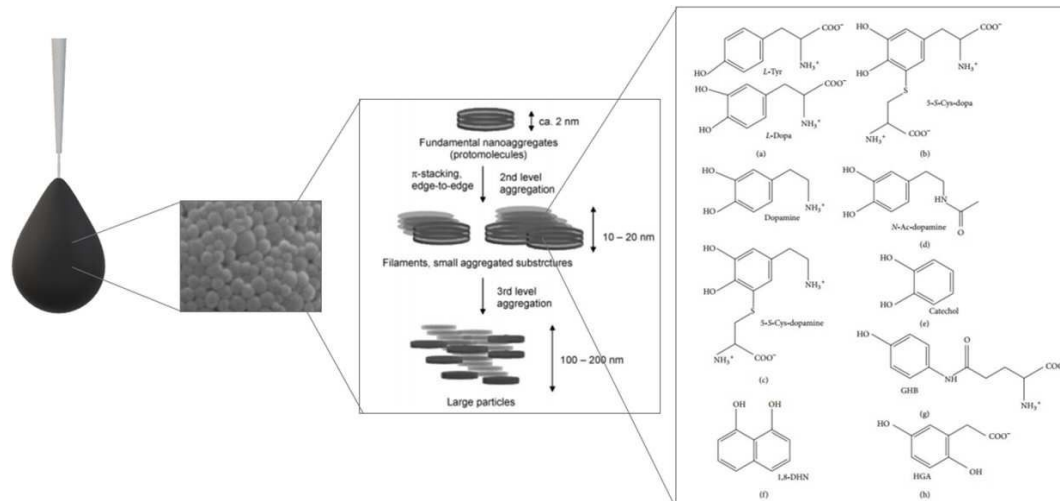
- [0041] 도 1은 멜라닌 입자를 포함하는 잉크를 도시한 것으로, 잉크에 포함된 멜라닌과 그 분자 구조를 도시한 것이다.
- [0042] 이하 본 발명의 실시예 비교예를 통하여 본 발명에 대하여 더욱 상세히 설명한다. 다만, 본 명세서에 기재된 실시예에 기재된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0043] <전도성 잉크 조성물의 제조>
- [0044] <제조예 1>
- [0045] 오징어 먹물(cuttle fish ink)에서 추출된 천연 멜라닌 입자를 증류수 100 ml에 대해 각각 20 wt%로 계량하여 투입하고, 초음파로 24 시간 분산을 실시하여 멜라닌 입자가 분산되도록 하여, 천연멜라닌 입자 20 wt%가 증류수에 분산된 전도성 타투잉크 조성물을 얻었다.
- [0046] <비교제조예 1>
- [0047] 본 발명의 전도성 타투잉크 조성물의 대조군으로서, 금 마이크로입자를 증류수 100ml에 대해 10 wt%로 계량하여 투입하고, 초음파로 24 시간 분산을 실시하여 금 마이크로 입자가 분산되도록 하여, 금 마이크로 입자 10 wt%가 증류수에 분산된 전도성 타투잉크 조성물을 얻었다.
- [0048] <실시예 1>
- [0049] 돼지 피부 위에 타투를 다음과 같은 방법으로 시술한다.
- [0050] 타투 기계에 상기 제조예 1에서 제조된 전도성 잉크 조성물을 로딩하고, 채색용 니들을 장착한다. 전도성 필러나 점도 조절 필러를 추가적으로 첨가하지 않은 천연 멜라닌 잉크를 이용하여 돼지의 피부에 타투를 시술하였다. 잉크 내 천연 멜라닌의 농도는 5 내지 20 wt%에서 조절되었다. 잉크 조성물을 표피층에 충분히 주입함과 동시에 진피층의 일부까지 주입하기 위해서 니들의 깊이는 3 mm로 설정한다. 자극이 필요한 부위의 피부에 약 0.5 cm 직경의 점 형태로 타투를 시술한다.
- [0051] 잉크가 주입된 깊이는 니들에 따라서 0 내지 1.18 mm 까지 조절되었으며, 실험에 사용된 피부의 표피층은 0.1 mm 정도의 두께이므로 전도성 잉크는 표피층을 충분히 포함하는 깊이로 주입되었다.
- [0052] <비교예 1>
- [0053] 상기 비교제조예 1에서 제조된 잉크 조성물을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 타투를 실시하였다.
- [0054] 전도성 타투는 원하는 모양에 따라 쉽게 시술될 수 있었다. 돼지 피부의 전기화학적 임피던스를 측정한 결과, 타투를 하지 않은 피부조직 대비 전도성 타투를 한 피부 조직은 전체 주파수 범위에서 약 75% 낮은 임피던스 값을 보였다. 또한 피부 조직의 전자현미경 이미지 관찰 결과, 100 nm 크기의 천연 멜라닌 입자가 콜라겐 섬유로 이루어진 피부 조직 내부에 높은 밀도로 주입된 것을 확인하였다.
- [0055] 타투가 시술된 부분은 주변 피부보다 현저하게 낮은 임피던스를 가지므로, 전기 자극을 위한 전극의 부착 위치는 높은 정밀도를 요하지 않는다. 타투를 통해서 타투가 없는 피부에 비해 1000 Hz 미만의 주파수 영역에서 10 배 이상의 낮은 임피던스를 나타내며, 이는 10배 이상의 전하 전달 효율을 의미한다. 따라서, 원하는 전기자극을 이루어내는 전류를 공급하기 위해 가해야 하는 전위 값이 현저하게 낮아진다.
- [0056] 또한, 제조예 1에서 제조된 전도성 잉크를 포함한 타투가 시술된 피부에는 높은 전기/이온 전도성을 가지는 천연 멜라닌이 주입되어 있으며, 비교예 1에서 제조된 잉크와 비교하여 염증반응을 비롯한 면역반응이 최소화된다. 이는 생체적합성과 항염작용이 뛰어난 천연 멜라닌에 의한 효과이다.
- [0057] 반면, 비교예 1에서 제조된 타투 잉크를 돼지 피부에 주입한 경우, 시술하지 않은 피부와 비교하여 임피던스 차이를 보이지 않았다. 이는 금속 기반의 잉크의 경우 금속 입자 자체는 높은 전기전도성을 가지고 있으나, 이온 전도성이 낮으며, 전기전도성 경로가 충분히 형성되지 않아 피부의 임피던스를 낮추는 효과는 볼 수 없기 때문으로 추측된다.

[0058]

앞에서 설명된 본 발명의 일 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

## 도면

### 도면1



### 도면2

