



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월07일  
(11) 등록번호 10-2598800  
(24) 등록일자 2023년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 27/26 (2006.01) G01D 5/12 (2006.01)  
G01N 27/22 (2006.01) G01N 33/20 (2019.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 27/26 (2020.05)  
G01D 5/12 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0176882  
(22) 출원일자 2020년12월16일  
심사청구일자 2020년12월16일  
(65) 공개번호 10-2022-0086432  
(43) 공개일자 2022년06월23일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR100874026 B1\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
주식회사 엔포마레  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동) 연세대학교 공학원 216C  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
최현진  
서울특별시 성북구 성북로4길 52, 206동 2105호 (돈암동, 한진아파트)  
성재석  
서울특별시 마포구 대흥로 175, 101동 1702호 (대흥동, 신촌그랑자이)  
채영철  
서울특별시 마포구 백범로 152, 201동 1301호 (공덕동, 공덕파크자이)  
(74) 대리인  
특허법인 수

전체 청구항 수 : 총 3 항

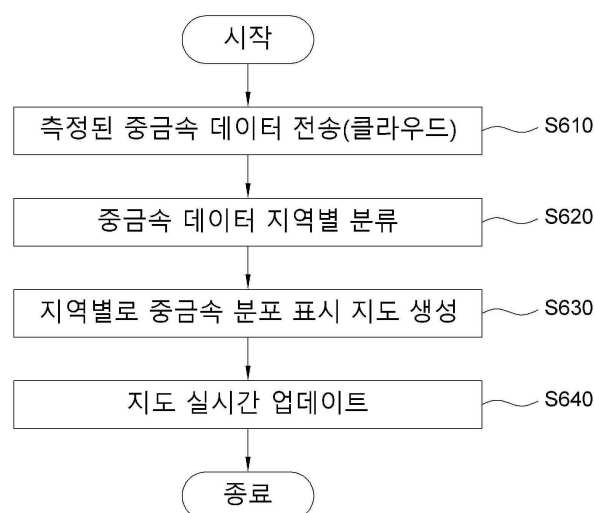
심사관 : 정아영

(54) 발명의 명칭 중금속 측정을 위한 전극 소자가 탑재된 측정장치

## (57) 요약

본 발명은 중금속 측정을 위한 전극 소자가 탑재된 측정장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 중금속 측정을 위한 측정장치에 있어서, 중금속 측정시 전극에서 측정된 전기적 변화량을 무선으로 전달하기 위한 무선 통신 전극이 탑재된 기판; 중금속 측정을 위한 전기적 신호를 전달하는 전극 소자; 및 상기 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 중금속에 오염된 피측정체로부터 측정되는 전극간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속 측정을 위한 전극 소자가 탑재된 측정장치를 제공한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

**G01N 27/22** (2013.01)

**G01N 33/20** (2021.08)

(56) 선행기술조사문헌

KR101525526 B1\*

KR1020200027417 A\*

KR1020200064707 A\*

KR1020200128230 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

침습식 측정장치에 있어서,

중금속 측정시 측정 전극부를 통해 측정되는 전기적 변화량을 무선으로 전달하기 위한 무선 통신 전극이 탑재된 통신용 기관; 중금속 측정을 위한 전기적 신호를 전달하며, 베이스 기관 및 상기 베이스 기관 상에 돌출되는 상기 측정 전극부를 포함하는 전극 소자; 및 상기 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 중금속에 오염된 피측정체로부터 측정되는 상기 측정 전극부 간의 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 상기 측정된 전기량 간의 변위를 연산하기 위한 제어부; 를 포함하며,

상기 전극 소자에 포함된 상기 측정 전극부를 상기 피측정체에 침습하고;

상기 피측정체 내에서 상기 전극 소자에 포함된 상기 측정 전극부 간에 형성되는 상기 전기량의 변화를 측정하고,

상기 전기량의 변화로부터 중금속 종류를 특정하고,

상기 피측정체는 액체와 고체를 모두 포함하며,

상기 중금속 종류 각각에 대한 측정이 가능하도록 상기 측정 전극부 각각을 어레이로 구현하였을 때, 상기 중금속 종류 각각에 따라 상기 피측정체의 매트릭스 특성이 변화하고, 상기 매트릭스 특성의 변화에 의해 변화된 임피던스(impedance) 또는 캐피시턴스(capacitance) 측정값을 획득하며, 상기 어레이로 구현된 상기 측정 전극부 각각에 대해 구획을 나누어 구분하고, 상기 측정 전극부 각각이 다른 중금속을 검출하도록 상기 측정 전극부의 구조 혹은 상기 측정 전극부에 붙는 리셉터를 조절하여, 복수의 상기 중금속 종류를 한꺼번에 검출하도록 하는 것을 특징으로 하는 측정 전극부 어레이 패턴을 갖고,

복수의 상기 중금속 종류에 포함되는 제1 중금속 내지 제n 중금속에 대해 상기 측정 전극부 각각이 측정하는 측정값은 상기 제1 중금속 내지 상기 제n 중금속 각각으로 인한 제1 임피던스 변화율 내지 제n 임피던스 변화율 또는 제1 캐피시턴스 변화율 내지 제n 캐피시턴스 변화율을 참조로 하여 획득되고,

상기 측정 전극부 어레이 패턴은 상기 제1 중금속 내지 상기 제n 중금속 각각을 측정하는 제1 측정 전극부 내지 제n 측정 전극부를 포함할 수 있으며,

상기 제1 측정 전극부 내지 상기 제n 측정 전극부 각각은, 상기 리셉터를 포함하지 않는 제1 타입 측정 전극부 및 상기 리셉터를 포함하는 제2 타입 측정 전극부 중 어느 하나에 해당되며, 상기 제1 타입 측정 전극부의 임피던스 변화율 또는 캐피시턴스 변화율에 따른 제1 측정 감도보다 상기 제2 타입 측정 전극부의 임피던스 변화율 또는 캐피시턴스 변화율에 따른 제2 측정 감도가 더 높은 것을 특징으로 하는,

침습식 측정장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

삭제

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

제1항의 침습식 측정장치에 의하여 중금속 측정 및 실시간 업데이트를 수행하기 위한 방법에 있어서,

측정된 중금속 데이터가 상기 무선 통신 전극에 의하여 전송됨으로써, 클라우드에 저장되도록 하거나, 휴대용 단말기를 경유하여 상기 클라우드에 저장되도록 하는 단계;

상기 중금속 데이터가 지역별로 분류되는 단계; 및

상기 지역별로 분류되는 상기 중금속 데이터를 기초로 지도상에 중금속 분포가 표시되도록 하는 단계;

를 포함하며, 상기 중금속 분포는 상기 중금속 데이터에 대한 업데이트시 실시간으로 업데이트되는 것을 특징으로 하는 중금속 측정 및 실시간 업데이트 방법.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 중금속 데이터의 측정 횟수가 카운트되는 단계;

상기 측정 횟수에 대응하여 측정자에 대한 보상으로 환산되도록 연산하는 단계; 및

상기 보상이 측정자에게 공급되는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속 측정 및 실시간 업데이트 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 중금속 측정을 위한 전극 소자가 탑재된 측정장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 피측정물에 대하여 침습형 전극 소자를 사용하고, 상기 전극간의 임피던스 변화, 전위차의 변화 등을 정밀하게 측정하는 전기화학(electrochemical) 기술을 활용함으로써, 일반적 화학반응을 이용해 검출하는 기존 방법과 달리 액상 뿐만 아니라 음식물 형태의 고체상태에도 중금속을 직접 측정할 수 있도록 하는 중금속 측정을 위한 전극 소자가 탑재된 측정장치를 제공한다.

### 배경 기술

[0003] 전세계 다수의 국가, 특히 개발도상국 국가 중에는 심각한 환경문제로 인해 비위생적인 생활환경 속에서 생활하고 있으며, 환경 오염에 따른 각종 문제에 노출되어 있다. 이러한 오염은 다양한 유형으로 발생되나, 이중 중금속 오염은 대기, 수질, 토양 등에 걸쳐서 광범위하게 이루어지고 있고, 특히 토양에 축적된 중금속이 농작물, 어류 등의 음식물로 전이되며, 궁극적으로는 최종 수요자인 사람에게까지 중금속이 옮겨가 중금속 중독에 따른 다양한 질환을 일으키고 있는 실정이다.

[0004] 또한, 개발도상국은 빠른 산업 성장을 위해 여러 공장들을 증설하고 있으며, 이들 공장들은 대부분 선진국에서 기피하는 폐혁공장, 염색공장, 도금공장 등의 업종이 많고, 이러한 업종과 관련하여 제품을 제작하는 과정에서 원재료, 원료, 약품 등에 중금속이 다량 함유된 경우가 많아, 산업 현장 인력들은 중금속 중독의 위험에 상시 노출되어 있는 실정이다. 아울러, 폐광산 주변에서도 중금속 문제가 발생하고 있는데, 이는 금속광산의 채광, 선광 및 정련과정에서 발생하는 폐광과 갱내수 등이 원인인 것으로 파악되고 있다.

[0005] 중금속 오염으로 인한 대표적인 공해병으로는 수은에 의한 “미나마타병”과 카드뮴에 의한 “이타이이타이병”으로, “미나마타병”은 수은에 의해 오염된 해조류 식품에 의해, “이타이이타이병”은 카드뮴에 오염된 쌀을 장기간 섭취하는 경우에 각각 발생하는 것으로 알려져 있어 중금속 오염에 의한 중독은 매우 심각한 문제로 인식되고 있다.

[0006] 이러한 중금속 중독질환을 예방하기 위한 근본적인 조치로는 환경문제를 개선하여 중금속 오염이 발생하지 않도록 하는 것이나, 이는 매우 오랜시간이 걸리는 국가적인 문제해결 방법에 해당되므로, 우선적으로 중금속이 들어간 식수나 음식물을 섭취하지 않는 것이 첫 번째 현실적인 예방법이 될 것이다. 그러나, 현재 중금속 여부를 검출하기 위해서는 고비용의 특수장비가 있어야 하고, 이를 분석하기 위한 전문가도 필요하여 음식의 섭취시에 즉각적인 중금속의 함유여부를 확인할 수 없다. 또한, 전문가의 영역으로 인식되고 있는 바, 전문가와 장비의 숫자에는 한계가 있으므로, 짧은 시간내에 광범위한 영역에서의 지역적이고 국부적인 세부 데이터를 취득하는데 어려움이 있다.

[0007] 중금속 검출을 위해 현재 상용화된 검출기기로는 소형 중금속 검출키트가 있으나, 이는 수질 측정과 같이 물의 오염을 측정하는 제품이다. 즉, 측정하고자 하는 물에 시험지를 넣고 색변화를 관찰하는 방법을 사용하고 있어, 피측정물이 필히 물과 같은 액상형태 이어야 하는 문제를 가지고 있다. 그러므로, 일반적으로 섭취하는 고체 형태의 음식물에는 사용될 수 없고, 고체 형태의 음식물로부터 중금속 검출을 수행하기 위해서는 전문적인 방법을 통해 액상형태로 분리 추출하여 고성능 장비를 이용하는 것인 바, 전술한 바와 같은 검사상의 한계가 존재한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 전술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 침습형 전극 소자를 사용하여 액상은 물론 고상의 피측정물에 대해서 중금속의 측정이 가능하도록 하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 중금속 측정에 관한 전문가가 아니더라도, 누구나 중금속 측정 행위가 가능하도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 전극간 전기량의 변화, 예를 들어 임피던스 또는 캐패시턴스 등의 변화를 정밀하게 측정하는 기술을 활용함으로써, 중금속 측정의 정밀도를 제고하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 측정 장치가 소형이며 휴대가 가능하므로, 어느 장소에서나 실시간으로 중금속 측정의 수행을 가능하도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 광범위한 지역의 중금속 측정을 누구나 손쉽게 할 수 있으므로, 전문가의 투입 및 고가의 장비를 이용하는 경우 보다 빠른 시간내에 다양한 지역들에 대한 중금속 현황 데이터를 수집하여 가공함으로써 예를 들어 중금속 분포 지도를 제작할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 전극부의 종류를 교체가능하게 구성하여 하나의 장치로 다양한 종류의 중금속을 검출할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명은 서로 다른 종류의 전극부를 동시에 운용함으로써, 하나의 장치로 동시에 여러 종류의 중금속을 검출할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명은 중금속 측정 장치에 무선통신 기능을 장착하여 측정된 중금속 현황 데이터를 직접 클라우드에 자동 저장하거나, 혹은 주변 스마트폰에 일단 보내고, 스마트폰을 이용해서 클라우드에 자동 저장됨으로써 중금속 분포 지도를 실시간 업데이트할 수 있는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명은 피검사 대상의 성상에는 한계가 없으며, 간단히 중금속 오염여부를 확인할 수 있으므로, 이로부터 섭취하고자 하는 음식물의 중금속 함유여부를 비전문적인 방법으로도 즉각적으로 확인할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0019] 본 발명은 전술한 목적을 달성하기 위하여, 중금속 측정을 위한 측정장치에 있어서, 중금속 측정시 전극에서 측정된 전기적 변화량을 무선으로 전달하기 위한 무선 통신 전극이 탑재된 기관; 중금속 측정을 위한 전기적 신호

를 전달하는 전극 소자; 및 상기 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 중금속에 오염된 피측정체로부터 측정되는 전극간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속 측정을 위한 전극 소자가 탑재된 측정장치를 제공한다.

- [0020] 상기 전극 소자는, 베이스 기관; 상기 베이스 기관 상에 돌출된 적어도 하나의 기둥 형태 또는 평면형태인 전극 부를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0021] 상기 전극부에는 중금속별로 반응하는 리셉터가 코팅되는 것이 바람직하다.
- [0022] 상기 전극부는 다수의 미세전극으로 이루어지며, 기준 전극인 일 미세전극 및 기준 전극으로부터 서로 다른 동일 거리에 위치한 타 미세전극들로 구비된 대응 전극군들이 설정되며, 기준 전극과 대응 전극 군들의 각 미세전극과의 정전용량 또는 임피던스 측정값을 구하는 것이 바람직하다.
- [0023] 각 대응 전극군 별로 측정값들의 평균값을 구하거나, 각 대응 전극군 별 측정값들 중 상한값 또는 하한값 중 적어도 하나의 값을 제외한 측정값의 평균값을 구하는 것이 바람직하다.
- [0024] 다수의 미세전극들은 종방향과 횡방향에 동일 개수 또는 다수 개수로 배치되는 패턴이며, 기준 전극은 다수의 미세전극 중 어느 한 전극인 것이 바람직하다.
- [0025] 다수의 미세전극들은 복수 개의 동심원의 원중심 및 각 동심원의 원주 상에 배치되고, 기준 전극은 원 중심에 배치된 미세 전극이며, 대응 전극군은 각 동심원의 원주상에 배치된 미세전극들인 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 기관상에 배치된 다수의 미세전극을 기 설정된 복수의 구역으로 구획하고, 각 구역의 미세전극들은 상호 상이한 물질을 검출하도록 설정되는 것이 바람직하다.
- [0027] 또한, 본 발명은 측정된 중금속 데이터를 상기 무선 통신 전극에 의하여 전송됨으로써, 클라우드에 저장되도록 하거나, 휴대용 단말기를 경유하여 클라우드에 저장되도록 하는 단계; 상기 데이터가 지역별로 분류되는 단계; 및 상기 지역별로 분류되는 데이터를 기초로 지도상에 중금속 분포가 표시되도록 하는 단계;를 포함하며, 상기 중금속 분포는 중금속 데이터 업데이트시 실시간으로 업데이트되는 것을 특징으로 하는 중금속 측정 및 실시간 업데이트 방법을 제공한다.
- [0028] 상기 중금속 데이터의 측정 횟수가 카운트되는 단계; 상기 측정 횟수에 대응하여 측정자에게 대한 보상으로 환산되도록 연산하는 단계; 및 상기 보상이 측정자에게 공급되는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

- [0030] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 침습형 전극 소자를 사용하여 액상은 물론 고상의 피측정물에 대해서 중금속의 측정이 가능하도록 하는 효과가 기대된다.
- [0031] 또한, 본 발명은 중금속 측정에 관한 전문가가 아니더라도, 누구나 중금속 측정 행위가 가능하도록 하는 효과가 기대된다.
- [0032] 또한, 본 발명은 전극간 전기량의 변화, 예를 들어 임피던스 또는 캐패시턴스 등의 변화를 정밀하게 측정하는 기술을 활용함으로써, 중금속 측정의 정밀도를 제고하는 효과가 기대된다.
- [0033] 또한, 본 발명은 측정 장치가 소형이며 휴대가 가능하므로, 어느 장소에서나 실시간으로 중금속 측정의 수행을 가능하도록 하는 효과가 기대된다.
- [0034] 또한, 본 발명은 광범위한 지역의 중금속 측정을 누구나 손쉽게 할 수 있으므로, 전문가의 투입 및 고가의 장비를 이용하는 경우 보다 빠른 시간내에 다양한 지역들에 대한 중금속 현황 데이터를 수집하여 가공함으로써 예를 들어 중금속 분포 지도를 제작할 수 있도록 하는 효과가 기대된다.
- [0035] 또한, 본 발명은 전극부의 종류를 교체가능하게 구성하여 하나의 장치로 다양한 종류의 중금속을 검출할 수 있도록 하는 효과가 기대된다.
- [0036] 또한, 본 발명은 서로 다른 종류의 전극부를 동시에 운용함으로써, 하나의 장치로 동시에 여러 종류의 중금속을 검출할 수 있도록 하는 효과가 기대된다.
- [0037] 또한, 본 발명은 중금속 측정 장치에 무선통신 기능을 장착하여 측정된 중금속 현황 데이터를 직접 클라우드에 자동 저장하거나, 혹은 주변 스마트폰에 일단 보내고, 스마트폰을 이용해서 클라우드에 자동 저장됨으로써 중금속 분포 지도를 실시간 업데이트할 수 있는 효과가 기대된다.

[0038] 또한, 본 발명은 피검사 대상의 성상에는 한계가 없으며, 간단히 중금속 오염여부를 확인할 수 있으므로, 이로부터 섭취하고자 하는 음식물의 중금속 함유여부를 비전문적인 방법으로도 즉각적으로 확인할 수 있는 효과가 기대된다.

### 도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 어류의 중금속 측정을 위하여 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치를 사용하는 상태를 나타내는 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치의 측정 원리를 설명하기 위하여 나타낸 모식도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치를 피측정대상인 어류에 적용할 때, 중금속 오염 상태에 따라서 나타나는 전기량 변화를 설명하기 위한 모식도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치에 의하여 중금속 측정시 중금속의 종류에 다른 전기량을 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치로부터 빅데이터를 수집하여 중금속 측정을 위한 플랫폼까지 완성하는 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치를 이용하여 데이터를 수집하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 어레이 패턴을 갖는 중금속 측정장치의 모식도이다.

도 8 내지 도 10은 본 발명에 따른 전극 어레이 패턴의 여러 실시예를 나타낸다.

도 11은 본 발명에서 제시한 방법으로 특성 측정한 결과의 비교 데이터를 나타낸 것이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라서 어레이 패턴이 복수로 구현되는 실시예를 나타낸 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0042] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0043] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미한다.

[0045] 본 발명에서는 중금속 검사를 위한 피검사체를 주로 식품을 대상으로 하였으나, 피검사체의 대상은 본 발명의 측정장치(100)가 장착(설치)될 수 있는 영역이라면 특별한 제한이 없다.

[0047] 본 발명의 중금속 측정장치(100)는 다음과 같이 구성된다.

[0048] 첫째, 중금속 측정시 전극에서 측정된 전기적 변화량을 무선으로 전달하기 위한 무선 통신 전극이 탑재된 기판(103)이 제공될 수 있다.

[0049] 상기 무선 통신 전극은 제어부(101)로부터 서버로 전송하기 위한 데이터를 신호의 형태로 전달하기 위한 전극, 예를 들면 안테나이다.

[0050] 둘째, 중금속 측정을 위한 전기적 신호를 전달하는 전극 소자를 구성할 수 있는데, 전극 소자에는 복수의 전극부(107)(전극으로 약칭할 수 있음)가 구성되고, 여기에 전력이 공급되면 두개의 전극부(107) 사이에 존재하는 매질에 따른 전기량의 변화를 측정하는데, 중금속 측정의 기본 원리가 된다.

[0051] 셋째, 전극 소자에 대한 전류 인가를 제어하고, 중금속에 오염된 피측정체로부터 측정되는 전극부(107)간 전기량을 감지하거나, 기준 전기량과 측정된 전기량간의 변위를 연산하기 위한 제어부(101)가 구성된다. 제어부(101)에는 연산을 위한 연산모듈이 포함될 수 있으며, 연산모듈이 별도의 서버(예를 들어, 클라우드 또는 엣지



클라우드 서버 등)에 탑재될 수도 있다.

- [0052] 여기서, 상기 전극 소자는, 베이스 기관(105), 상기 베이스 기관(105) 상에 돌출되는 적어도 하나의 기둥 형태 이거나, 또는 평면형태인 전극부(107)를 포함한다.
- [0054] 도 1은 어류의 중금속 측정을 위하여 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치(100)를 사용하는 상태를 나타내는 모식도이다.
- [0055] 도시된 바와 같이, 본 발명의 중금속 측정장치(100)는 어류와 같이 고형 식품에 전극부(107)를 직접 침습하여 해당 식품내의 중금속을 간편하게 측정할 수 있다. 중금속이 측정되는지의 여부 및 중금속의 종류는 중금속 측정장치(100)에 의하여 감지되는 복수의 전극간 전류량 변화가 중금속마다 다르기 때문에 해당 전류량의 변화를 기초로 판단한다. 본 발명의 중금속 측정장치(100)는 이러한 변화된 전류량을 통신수단에 의하여 서버나 단말기로 전송하고, 이를 서버나 단말기에서 분석하거나, 제어부(101)에 연산모듈을 구비하여 전극간 전류량의 변화를 기초로 직접 중금속의 존재여부 및 중금속의 종류를 파악할 수 있다.
- [0056] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치(100)의 측정 원리를 설명하기 위하여 나타낸 모식도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 중금속 측정장치(100)는 전극부(107)간 임피던스, 캐패시턴스의 변화를 기초로 중금속의 존재여부를 판단하는데, 피측정물에 중금속이 존재하게 되면 중금속 이온으로 인한 피측정물 매트릭스의 특성이 변화게 되어, 중금속이 없었을 때와 대비하여 두 전극간 주파수에 따른 저항값 (임피던스)이나, 캐피시턴스 등 전기적 특성이 미세하게 변화게 된다. 또한, 이러한 중금속 유무에 따른 차이를 극대화 시켜 정밀도를 향상시키고, 각 중금속간 특성값 차이를 두어 어떠한 중금속이 존재하는지 확인함으로써 선택도를 향상시키기 위해, 각 전극 표면에 각각의 중금속에 개별적으로 반응할 수 있는 인공 펩타이드와 같은 리셉터(109)를 코팅형태로 부착시킬 수도 있다.
- [0057] 여기서, 전기량의 변화는 전류량, 임피던스, 캐패시턴스 등의 변화를 의미하며, 전기량은 전극 양단간에 측정될 수 있는 모든 특성값을 포함한다.
- [0058] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치(100)를 피측정대상인 어류에 적용할 때, 중금속 오염 상태에 따라서 나타나는 인접하는 복수의 전극부(107) 사이의 전기량 변화를 설명하기 위한 모식도이다. 도시된 바와 같이, 어류의 체내에 중금속이 없는 경우에는 복수의 전극부(107) 사이에서 예를 들어 임피던스의 변화가 존재하지 않으며, 일정한 임피던스가 측정된다. 그러나, 한 종류의 중금속이 존재하는 경우에는 임피던스의 변화가 발생되며, 또 다른 종류의 중금속이 존재하는 경우에는 또 다른 임피던스의 변화가 발생된다. 이로부터 중금속의 존재여부와 그 종류를 특정할 수 있게 된다.
- [0059] 여기서, 중금속이 하나이면 한가지 임피던스 변화, 중금속이 두가지이면 두가지 임피던스 변화를 나타낸다. 예를 들어, 수은측정 전용 전극부(107)를 콧아서 수은여부 측정하고, 카드뮴 전용 전극부(107)를 콧아서 카드뮴 전극여부를 측정할 수 있다. 아니면, 어레이 형태의 여러 전극부(107)를 서로 구획을 나누어서 한쪽 영역은 수은 측정 전극부(107)를 배치하고 다른 영역에는 카드뮴 측정 전극부(107)를 배치할 수도 있다. 이는 예를 들어 전술한 바와 같은 리셉터(109)를 코팅함으로써도 구현될 수 있다. 물론 리셉터(109) 없이 복수의 전극부(107) 사이에 형성되는 전기량 차이를 측정함으로써도 가능하다.
- [0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치(100)에 의하여 중금속 측정시 중금속의 종류에 따른 전기량을 나타내는 그래프이다. 도시된 바와 같이 중금속 농도에 따라 임피던스 변화율이 비례하여 변화함을 알 수 있다. 여기서 진한 바(bar)는 앞서 설명한 인공 펩타이드와 같은 리셉터(109)를 전극부(107)에 코팅한 상태값이고, 연한 바(bar)는 전극부(107)에 리셉터(109)를 코팅하지 않은 상태값을 나타내며, 리셉터(109)를 코팅한 경우 임피던스 변화율이 좀 더 크게 나타나서 코팅 여부에 따라 측정 감도가 조금 더 좋을 수 있다.
- [0061] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치(100)로부터 빅데이터를 수집하여 중금속 측정을 위한 플랫폼까지 완성하는 흐름도이다. 도시된 바와 같이, 중금속 측정시마다 축적되어온 데이터를 수집하여 빅데이터로 가공하고, 이를 딥러닝을 통하여 경향을 추출해낸 다음, 이를 클라우드에서 운용하도록 클라우드로 전송하며, 단말기에 설치되는 중금속 측정 플랫폼에 제공하여 플랫폼 사업자 또는 개인이 이를 활용하도록 할 수 있다.
- [0062] 즉, 국내 뿐 아니라 전세계 각지에서 측정된 중금속 데이터를 수집하여 분석하고 이를 플랫폼을 통해 제공함과 동시에, 중금속 지도로 제작할 수 있어 중금속 오염 현황의 중요한 자료로 활용될 수 있다. 이는 본 발명의 중금속 측정장치(100)가 전문가 뿐 아니라 비전문가라도 액체 또는 고체 등 피측정 대상물의 성상에 관계없이 편리하게 사용될 수 있도록 고안된 것이라는 점에서 가능한 것이다. 아울러, 이러한 편리성으로 인하여 중금속 측정의 기회와 빈도가 많아지고, 통신 시스템이 구축된 지역이면 어디든지 이와 같이 축적된 중금속 오염 정보를



클라우드 등 중앙 서버로 전송할 수 있도록 함으로써, 지역별로 세분화된 정밀한 중금속 오염 분포도를 구성할 수 있다.

- [0063] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 중금속 측정장치(100)를 이용하여 데이터를 수집하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0064] 본 발명은 측정된 중금속 데이터를 상기 무선 통신 전극에 의하여 전송됨으로써, 클라우드에 저장되도록 하거나, 휴대용 단말기를 경유하여 클라우드에 저장되도록 하는 단계; 상기 데이터가 지역별로 분류되는 단계; 및 상기 지역별로 분류되는 데이터를 기초로 지도상에 중금속 분포가 표시되도록 하는 단계;를 포함한다. 여기서, 상기 중금속 분포는 중금속 데이터 업데이트가 이루어지는 경우 이에 대응하여 실시간으로 업데이트되도록 설계된다.
- [0065] 또한 여기서, 측정자들에 의하여 측정된 상기 중금속 데이터의 측정 횟수가 개인별로 카운트될 수 있으며, 해당 측정자에게 상기 측정 횟수에 대응하여 보상을 지급할 수 있도록 보상금액으로 연산할 수 있고, 연산된 보상금액이 월단위 또는 일단위로 측정자에게 지급되도록 할 수 있다. 이로써, 중금속의 측정을 장려하고, 중금속 지도의 신속한 제작 및 업데이트가 가능하게 된다.
- [0066] 즉, 본 발명의 중금속 측정장치(100)가 예를 들어 특정 지역의 주민들에게 배포되고, 1회 중금속 측정시마다 보상이 주어지도록 설계를 하면, 주민들은 다양한 객체들에 대하여 적극적으로 중금속을 측정할 것이고, 이로부터 축적되는 빅데이터를 가공하여 가공된 빅데이터를 기반으로 사업화가 진행되는 경우 이를 측정에 참여한 주민들에게 환원하도록 비즈니스 프로그램을 구성할 수 있다. 이와 같은 비즈니스 프로그램으로부터 보다 많은 참여자를 이끌어낼 수 있으며, 또 다시 양질의 빅데이터를 구축할 수 있는 선순환 구조를 완성할 수 있다.
- [0067] 이하에서는 전극을 어레이로 구성하고, 이에 따른 측정방법에 대해서 설명하기로 한다.
- [0068] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극부(107) 어레이 패턴을 갖는 중금속 측정장치(100)의 모식도이다. 도 8 내지 도 10은 본 발명에 따른 전극부(107) 어레이 패턴의 여러 실시예를 나타낸다.
- [0069] 도 7에서 도시된 바와 같이, 어레이 형태는 3D 전극 형상이나, 3D 형상 전극은 하나의 실시예일 뿐이고, 2D 형태의 어레이 전극도 적용 가능하게 된다.
- [0070] 도 8에는 본 발명에서 제시한 어레이 형태의 전극부(107)를 이용한 새로운 측정방법을 설명하는 모식도를 나타내었다. 기존의 측정방법은 2개의 전극간의 정전용량이나 임피던스를 측정하여 중금속 유무에 따른 변화로써 중금속을 검출하는 방법이다. 그러나, 본 발명에서는 도시된 바와 같이, 수많은 어레이 형태의 전극을 사용하고, 주위의 수많은 전극간의 여러 가지 정전용량이나 임피던스를 측정하고 그 변화량을 관찰함으로써 정밀도 및 신뢰도를 획기적으로 높일 수 있도록 하였다.
- [0071] 본 발명은 다수의 전극부(107)가 기관(103)에 배치되는 중금속 측정장치(100)로서, 기준 전극인 기준 전극부(107) 및 기준 전극부(107)으로부터 서로 다른 동일 거리에 위치한 타 전극부(107)들로 구비된 대응 전극군들이 설정되며, 기준 전극부(107)와 대응 전극군들에서 형성되는 정전용량 또는 임피던스 측정값을 구할 수 있다. 이로써 중금속의 측정이 가능하다.
- [0072] 본 발명은 각 대응 전극군 별로 측정값들의 평균을 구할 수 있으며, 각 대응 전극군 별 측정값들 중 상한값 또는 하한값 중 적어도 하나의 값을 제외한 측정값의 평균을 구하는 것도 가능하다.
- [0073] 일반적으로는 측정값의 평균을 구할 것이다. 다만, 상한값 또는 하한값이 오류가 예상될 경우, 이를 제외한 평균을 구하는 것도 가능하다.
- [0074] 본 발명에 따른 전극부(107)의 어레이 패턴 구조는 다양한 실시예로 구현될 수 있다.
- [0075] 일 실시예로서, 다수의 전극부(107)들은 종방향과 횡방향에 동일 개수로 배치되는 패턴이며, 기준 전극부(107)는 다수의 전극부(107) 중 어느 한 전극부(107)인 것이 바람직하다.
- [0076] 이러한 실시예의 경우, 다수의 전극부(107)들은 종방향과 횡방향에 동일한 홀수 개수로 배치되며(도 8 및 도 9 참조), 기준 전극부(107)는 중앙에 위치한 전극부(107)로 설정되는 것이 바람직하다. 다만, 다수의 전극부(107)들이 종방향과 횡방향에 동일한 짝수 개수로 배치되는 것을 권리범위에서 배제하는 의미는 아니다.
- [0077] 다른 실시예로서, 다수의 전극부(107)들은 종방향과 횡방향에 서로 다른 개수로 배치되는 패턴이며(미도시), 기준 전극부(107)는 다수의 전극부(107) 중 어느 한 전극인 것이 가능하다.

- [0078] 한편, 본 발명에서 언급된 '종방향'과 '횡방향'은 수직방향과 수평방향에 국한되지 않으며, 사선방향으로 배치되는 것도 포함된다. 즉, 방향성에 대한 별도의 제한은 없다.
- [0079] 예를 들어, 수직방향, 수평방향, 사선방향, 랜덤(random)한 방향 등으로 자유로이 전극부(107)가 배치될 수도 있을 것이다. 다만, 기준 전극부(107)와 동일한 거리에 해당되는 타 전극부(107)들이 복수개 구비되도록 패턴이 형성되는 것이 특징인 것이다.
- [0080] 도 3에는 일 실시예로서, 25개의 전극부(107) 어레이 형태로 구성되어 있는 패턴 구조를 나타내었다. 이 중 중앙의 전극부(107)인 P13을 기준 전극부(107)로 설정하여 설명하면, P13 전극부(107)로부터 가장 가까운 동일 거리의 전극부(107)는 총 4개(P8, P12, P18, P14)이다.
- [0081] 본 발명에서는 기준 전극부(107)로부터 동일 거리에 위치한 전극부(107)들을 대응 전극군이라고 명명한다. 이에 가장 가까운 동일 거리의 전극부(107) 4개를 제1 대응 전극군으로 명명한다.
- [0082] 제1 대응 전극군은 도 8의 a1-a2 선 및 a3-a4 선 상에 4개의 전극부(107)들(P8, P12, P18, P14)로 존재하게 되며, 기준 전극부(107)와의 측정값 4개가 존재하게 된다.
- [0083] 이 경우 기존에는 두 전극부(107)간 정전용량이나 임피던스를 측정값이 1개 존재하게 되나, 본 발명의 경우 가장 가까운 전극부(107)들이 4개 있어, 4개의 측정값이 존재하게 된다.
- [0084] 제1 대응 전극군 다음으로 기준 전극부(107)와 가까운 동일 거리에 있는 4개의 전극부(107)들(P7, P9, P17, P19)은 제2 대응 전극군이 된다. 도 8의 b1-b2 선 및 b3-b4 선 상에 4개의 전극부(107)들로 존재하게 되며, 기준 전극부(107)와의 측정값 4개가 존재하게 된다.
- [0085] 제2 대응 전극군 다음으로 가까운 동일 거리의 4개의 전극부(107)들(P3, P11, P15, P23)은 제3 대응 전극군이 된다. 도 8의 a1-a2 선 및 a3-a4 선 상의 4개의 전극부(107)들로 존재하게 되며, 기준 전극부(107)와의 측정값 4개가 존재하게 된다.
- [0086] 제3 대응 전극군 다음으로 가까운 동일 거리의 8개의 전극부(107)들(P6, P20, P2, P24, P4, P22, P10, P16)은 제4 대응 전극군이 된다. 도 8의 c1-c2선, c3-c4선, c5-c6선 및 c7-c8선 상의 8개의 전극부(107)들로 존재하게 되며, 기준 전극부(107)와의 측정값 8개가 존재하게 된다.
- [0087] 제4 대응 전극군 다음으로 가까운 동일 거리의 4개의 전극부(107)들(P1, P5, P21, P25)은 제5 대응 전극군이 된다. 도 8의 b1-b2선, b3-b4선 상의 4개의 전극부(107)들로 존재하게 되며, 기준 전극부(107)와의 측정값 4개가 존재하게 된다.
- [0088] 정리하면, P13 전극을 기준 전극부(107)로 설정하는 경우에, 총 24개의 전극간 정전용량 혹은 임피던스의 변화값을 얻을 수 있게 되어, 기존 측정방식 대비 매우 높은 정밀성과 신뢰성을 갖는 특성값을 얻을 수 있게 되는 것이다.
- [0089] 도 9에는 예를 들어, 다른 전극위치(P1)를 기준 전극부(107)로 설정하는 실시예를 나타낸다. 이 실시예도 가장 가까운 동일 거리의 대응 전극군부터 가장 먼 동일 거리의 대응 전극군을 설정하고 기준 전극부(107)와의 전극간 정전용량 혹은 임피던스의 변화량을 측정하면, 총 24개의 측정값을 얻을 수 있다.
- [0090] 이러한 방법으로 총 25개의 전극부(107) 각각 위치에서 인접한 전극부(107) 사이의 변화량 측정값을 얻을 수 있게 되고, 이와 같이 25개 전극부(107)인 경우에는 한번에 총 300개의 측정값이 나오게 된다. 이를 통해 정밀하면서 신뢰성있는 측정값을 얻을 수 있게 되는 것이다.
- [0091] 전극부(107)의 개수가 n개일 경우, 한번 측정으로 나오게 되는 측정값 개수는  $n(n-1)/2$  로, 100개의 전극부(107)인 경우에는 한번에 4,950개의 측정값이 나오게 되는 것이다.
- [0092] 한편, 도 10은 전극부(107) 어레이가 동심원 패턴 구조를 가지는 일 실시예를 나타낸다. 도 10에 도시된 바와 같이, 다수의 전극부(107)들은 복수 개의 동심원의 원중심 및 각 동심원의 원주 상에 배치되고, 기준 전극은 원중심에 배치된 전극부(107)이며, 대응 전극군은 각 동심원의 원주상에 배치된 전극부(107)들인 것이 가능하다.
- [0093] 도 10의 경우, 기준 전극부(107)(P1)로부터 가장 가까운 동일 거리(d1)의 4개의 전극부(107)들(P2, P3, P4, P5)은 제1 대응 전극군이 된다.
- [0094] 제1 대응 전극군(d1) 다음으로 가까운 동일 거리(d2)의 4개의 전극부(107)들(P6, P7, P8, P9)은 제2 대응 전극군이 된다.

- [0095] 제2 대응 전극군(d2) 다음으로 가까운 동일 거리(d3)의 4개의 전극부(107)들(P10, P11, P12, P13)은 제3 대응 전극군이 된다.
- [0096] 제3 대응 전극군(d3) 다음으로 가까운 동일 거리(d4)의 8개의 전극부(107)들(P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21)은 제4 대응 전극군이 된다.
- [0097] 본 발명은 이와 같은 다양한 실시예에 제시된 바와 같이, 수많은 측정값으로 측정값의 분포도를 나타낼 수 있고, 측정 대상 중금속에 따른 전극간 변화량을 더욱 정밀하게 비교하는 것이 가능하며, 정밀한 중금속 검출이 가능하다.
- [0098] 도 11에는 본 발명에서 제시한 방법으로 특성 측정한 결과의 비교 데이터를 나타내었다. 도 11a는 기존 방식과 같이 2개의 전극간 측정된 데이터를 나타낸다. 도 11b는 본 발명에서 제시한 어레이 전극 및 동시측정 방법 활용한 측정 데이터를 나타낸다.
- [0099] 도 11에서 적색 사각형상 도형 표식은 중금속이 없는 기준(reference) 상태에서의 전극간 임피던스(impedance) 또는 캐피시턴스(capacitance) 측정값을 나타낸다. 도 11에서 청색 원형 도형 표식은 중금속이 있는 상태에서의 측정값으로서, 이 둘 간의 변화량으로 중금속 유무를 예측할 수 있게 되는 것이다.
- [0100] 도 11a와 같은 기존 방법으로는 전극이 2개 이므로, 전극간 측정 데이터는 1개 뿐이다. 즉, 기준(reference) 상태에서의 측정값이 1개이고, 변화된 측정값도 1개 이므로, 변화량은 1개의 상수 데이터 값만 얻을 수 있게 된다.
- [0101] 그러나, 실제 상태에서는 전극의 형태가 완전히 일정하지는 않기 때문에 1개의 데이터 변화값만으로 정확한 진단을 하는 것은 한계가 있게 된다.
- [0102] 그러나, 본 발명에서는 다수의 어레이 전극을 사용하고 있으므로, 하나의 기준 전극부(107)로부터 가장 가까운 위치의 전극부(107)들(제1 대응 전극군)이 다수 존재하므로, 측정된 값도 여러 개의 평균값으로 더욱 신뢰도 높은 값을 얻을 수 있다.
- [0103] 또한, 어레이 전극이므로 도 7 내지 도 10에서 예시된 바와 같이, 기준 전극부(107)로부터 서로 다른 동일한 거리에 위치하는 전극부(107)들(대응 전극군)의 위치가 다수 존재하므로, 도 11b와 같이 동일 거리의 다양한 위치(position B, C, D, E, F)에서 여러 대응 전극군의 평균 측정값을 얻을 수 있게 된다. 이로써, 기준(reference) 상태와의 비교 모수가 늘어나서 더욱 정밀한 비교로 정확한 진단이 가능하다.
- [0104] 그리고, 각 위치에 따른 임피던스(impedance) 또는 캐피시턴스(capacitance) 값의 변화량을 그래프로 나타낼 수 있어, 단순 상수의 변화량이 아닌, 그래프의 기울기간 변화로 변화량을 나타낼 수도 있게 된다.
- [0105] 도 11에서는 기준(reference) 상태 대비 중금속이 있는 상태에서의 임피던스(impedance) 또는 캐피시턴스(capacitance) 측정값이 감소하는 예를 나타내었다. 그러나 중금속의 종류에 따라서는 이러한 측정값이 증가할 수도 있고, 이러한 경우에서도 상술한 바와 같이 변화량을 비교하는 것은 동일하게 적용할 수 있게 된다.
- [0106] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라서 어레이 패턴이 복수로 구획되는 실시예를 나타낸다. 구체적으로, 도 12는 1개의 어레이 전극구조에서 1개의 중금속이 아닌 다수의 중금속을 한번에 검출하는 방법을 나타내는 모식도를 나타내었다.
- [0107] 전술한 바와 같이, 중금속 종류에 따라 임피던스(impedance) 또는 캐피시턴스(capacitance) 측정값이 달라지게 되는데, 어레이 전극에서 임의의 구간으로 구획을 나누어 구분하고, 각 구획에 각각 다른 중금속을 검출하도록 전극 구조 혹은 전극에 붙는 리셉터(109)를 조절하여, 한번에 다양한 중금속을 한꺼번에 검출하도록 하는 것이다.
- [0108] 도 12에는 임의의 실시예로 어레이 전극 구조를 4개의 구역(section-A, B, C, D)으로 구분하고, 각각의 구역에 서로 다른 중금속을 검출할 수 있도록 구성할 수 있다.
- [0109] 도 12를 예로 들면, 구역A(section-A)에는 수은을 검출하도록 하고, 구역B(section-B)에는 납, 구역C(section-C)에는 카드뮴, 구역D(section-D)에는 비소를 검출하도록 설정하면, 한번에 여러 종류의 중금속들을 모두 검출할 수 있게 된다.
- [0110] 그리고, 도 12의 실시예의 경우, 각 구역이 4개의 전극부(107)로 구성되어 있다. 따라서, 도 8 및 도 9의 실시예에서 설명한 바와 같이, 각 구역당 6개의 측정 데이터를 얻을 수 있다. 이로써, 여러개의 중금속 검출 측정임

에도 높은 정밀도와 신뢰도를 확보할 수 있게 되는 것이다.

[0111] 이와 같이, 본 발명에 따른 중금속 측정장치(100)는 높은 정밀도 및 신뢰도 있는 데이터를 얻을 수 있고, 또한 한번의 측정으로 다양한 중금속은 한꺼번에 검출할 수 있는 중금속 측정장치(100) 및 측정방법을 구현할 수 있다.

[0113] 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술사상의 범위에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

## 부호의 설명

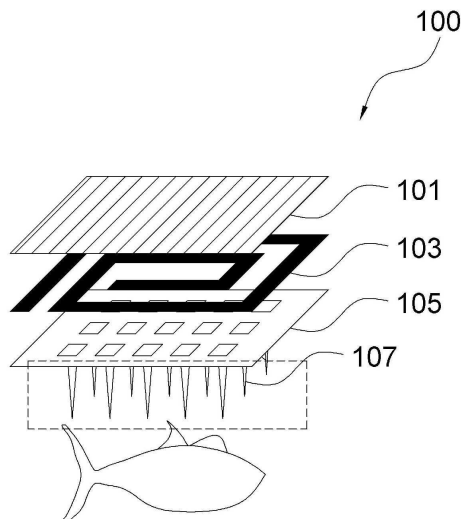
[0115]      100 : 측정장치                                  101 : 제어부

              103 : 기관    105 : 베이스 기관

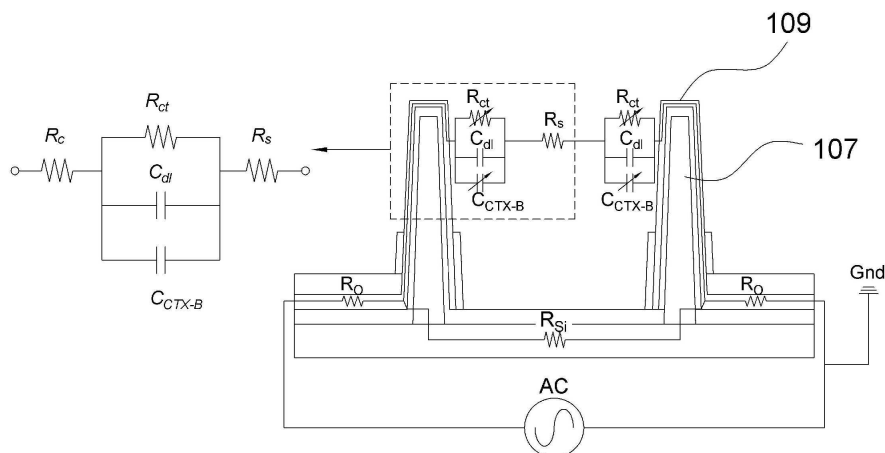
              107 : 전극부    109 : 리셉터

도면

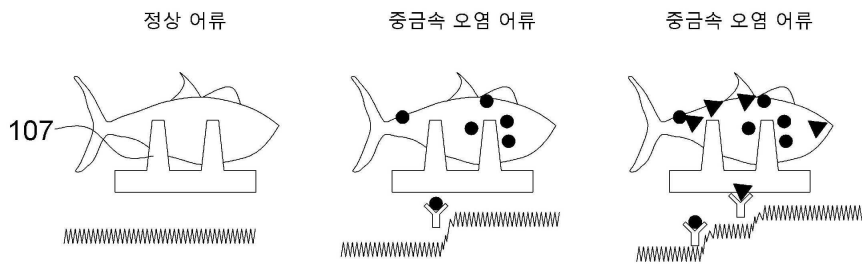
도면1



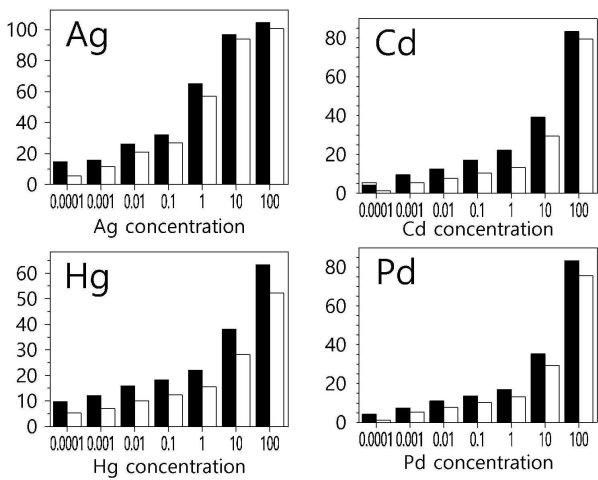
도면2



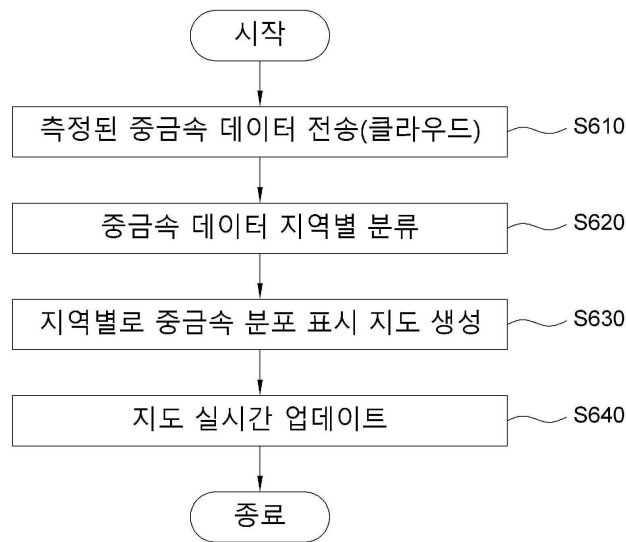
도면3



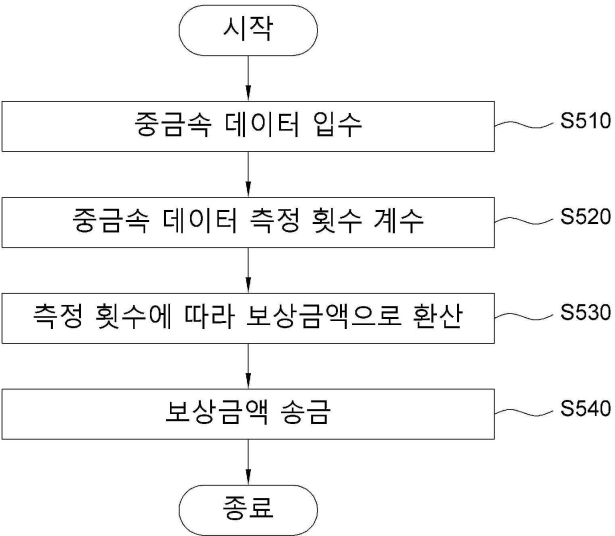
도면4



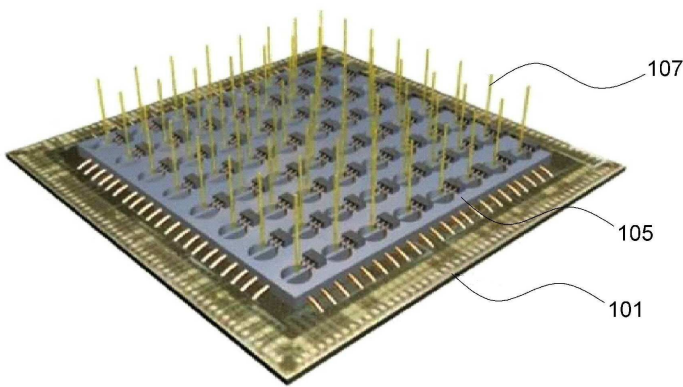
도면5



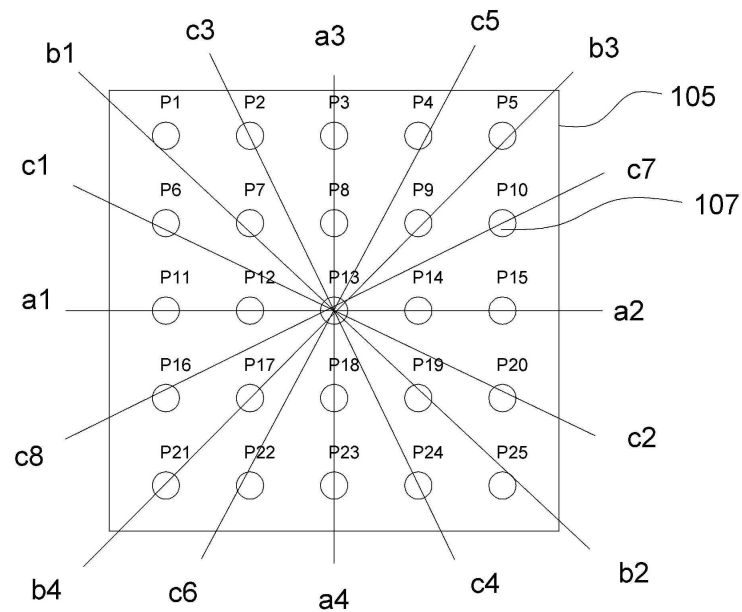
도면6



도면7

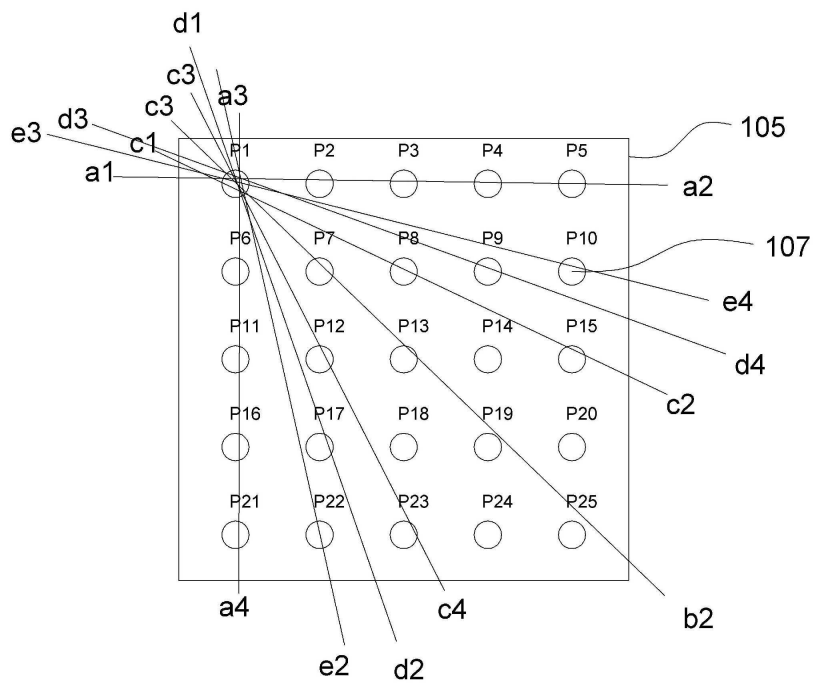


도면8

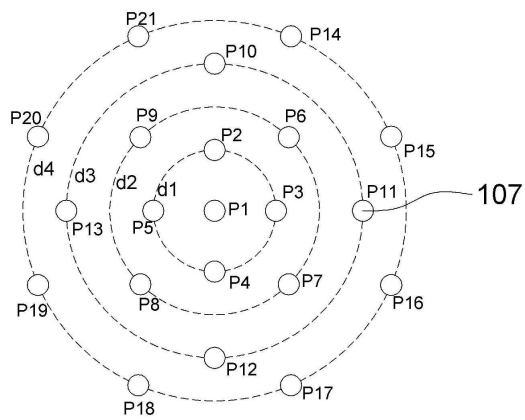




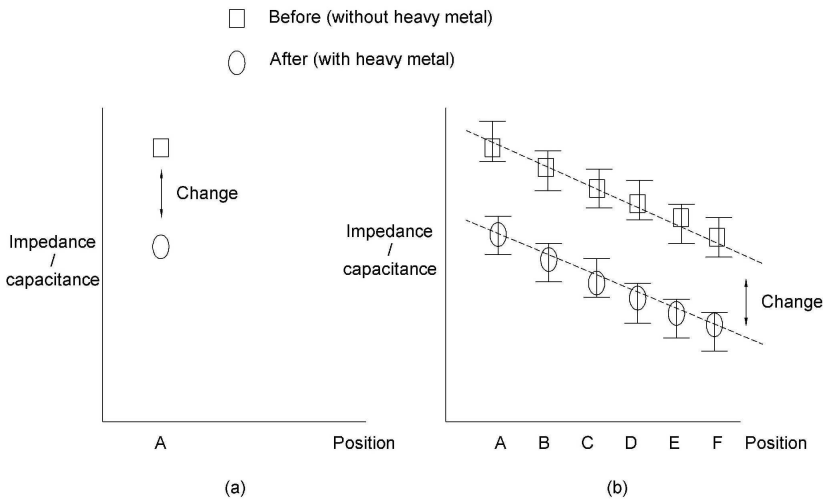
도면9



도면10



도면11



도면12

