



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0174432  
(43) 공개일자 2023년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02N 1/04 (2006.01) G01J 1/42 (2006.01)  
G06N 20/00 (2019.01) H02N 1/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H02N 1/04 (2013.01)  
G01J 1/429 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0075339  
(22) 출원일자 2022년06월21일  
심사청구일자 2022년06월21일

(71) 출원인  
경희대학교 산학협력단  
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)  
(72) 발명자  
김대원  
서울특별시 송파구 송파대로 345 헬리오시티 316동 1401호  
윤종현  
경기도 용인시 기흥구 서그대로15번길 13-1, 202호  
(74) 대리인  
권성현, 유광철, 백두진, 강일신, 김정연

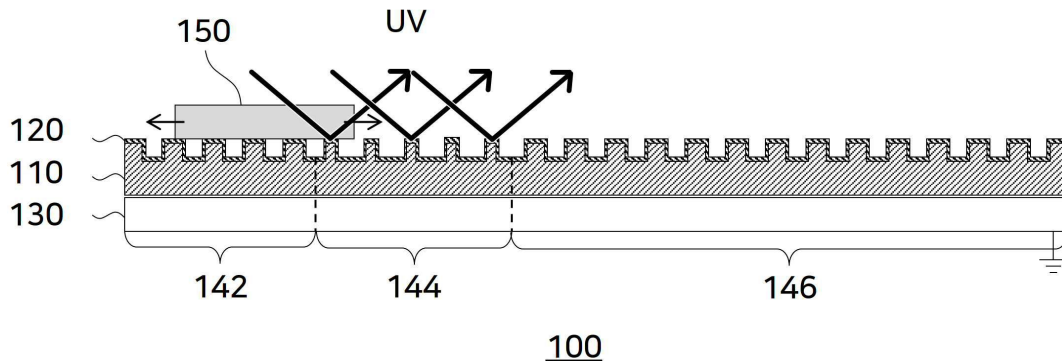
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치

(57) 요약

본 개시의 일 실시예에 따르면, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치는 나노 구조를 포함하는 정전기 유도층, 아조 본드를 갖는 물질을 포함하고, 정전기 유도층 위에 나노 구조와 대응되는 형태로 제공되는 아조 본드층, 아조 본드층과의 사이에서 마찰을 발생시키는 정전기 유도 오브젝트, 정전기 유도 오브젝트와 연결되어 마찰을 발생시키기 위한 정전기 유도 오브젝트의 움직임을 결정하는 구동 장치 및 정전기 유도층과 연결되어 마찰에 의한 전기 에너지가 발생하는 전극을 포함하고, 아조 본드층이 자외선에 노출되는 경우 아조 본드의 변화에 의해 나노 구조가 변형되도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G06N 20/00* (2021.08)

*H02N 1/004* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1345332280              |
| 과제번호        | 2018R1A6A1A03025708     |
| 부처명         | 교육부                     |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                  |
| 연구사업명       | 이공학학술연구기반구축(R&D)        |
| 연구과제명       | 웨어러블융합전자연구소             |
| 기 여 율       | 1/2                     |
| 과제수행기관명     | 경희대학교 산학협력단             |
| 연구기간        | 2018.06.01 ~ 2027.02.28 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|                   |                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------|
| 과제고유번호            | 1711127697                                    |
| 과제번호              | 2021R1C1C1014004                              |
| 부처명               | 과학기술정보통신부                                     |
| 과제관리(전문)기관명       | 한국연구재단                                        |
| 연구사업명             | 개인기초연구(과기정통부)(R&D)                            |
| 연구과제명             | 상용화 수준의 자가 구동 인공망막장치 개발을 위한 정전 기반의 전기 자극 장치 및 |
| 고효율 에너지 변환 시스템 연구 |                                               |
| 기 여 율             | 1/2                                           |
| 과제수행기관명           | 경희대학교 산학협력단                                   |
| 연구기간              | 2021.03.01 ~ 2022.02.28                       |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

나노 구조를 포함하는 정전기 유도층;

아조 본드를 갖는 물질을 포함하고, 상기 정전기 유도층 위에 상기 나노 구조와 대응되는 형태로 제공되는 아조 본드층;

상기 아조 본드층과의 사이에서 마찰을 발생시키는 정전기 유도 오브젝트;

상기 정전기 유도 오브젝트와 연결되어 상기 마찰을 발생시키기 위한 상기 정전기 유도 오브젝트의 움직임을 결정하는 구동 장치; 및

상기 정전기 유도층과 연결되어 상기 마찰에 의한 전기 에너지가 발생하는 전극

을 포함하고,

상기 아조 본드층이 자외선에 노출되는 경우 상기 아조 본드의 변화에 의해 상기 나노 구조가 변형되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 아조 본드의 변화에 의해 상기 나노 구조가 수축되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 구동 장치는 상기 정전기 유도 오브젝트를 상기 아조 본드층에 대하여 수평 방향으로 움직이도록 구성되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 구동 장치는 상기 정전기 유도 오브젝트를 상기 아조 본드층에 대하여 수직 방향으로 움직이도록 구성되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전기 에너지의 출력을 기초로 상기 정전기 유도 오브젝트에 조사된 자외선과 연관된 물리량을 산출하는 프로세서

를 더 포함하는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 정전기 유도층은 복수의 정전기 유도 소자가 수평 방향으로 배열된 어레이를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 전기 에너지의 출력을 기초로 상기 어레이에서 자외선에 노출된 적어도 하나의 정전기 유도 소자를 검출하는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

## 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 전기 에너지의 출력과 연관된 데이터를 학습 데이터로 하여 입력 이미지로부터 상기 입력 이미지에 포함된 객체를 출력하도록 구성된 기계학습 모델을 수행하도록 구성되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

## 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 아조 본드를 갖는 물질은 아조벤젠, 아릴아민, 아조본드 또는 아조염료 중 적어도 하나를 포함하는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

## 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 아조 본드층은 상기 아조 본드를 갖는 물질을 포함하는 솔벤트를 상기 정전기 유도층에 도포하고, 상기 솔벤트 중 적어도 일부를 휘발시키는 방식으로 증착되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

## 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 정전기 유도층의 상기 나노 구조는 마스터 몰드를 이용하여 형성되는, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자외선에 의해 변형되는 아조 본드 물질 기반의 나노 구조로부터 전기 에너지 출력의 변화를 유도하고, 유도된 전기 에너지 출력의 변화를 기초로 자외선을 감지하는 마찰 대전 발전 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 마찰 전기란 전기 전도도가 다른 두 물질이 마찰력이 발생하는 비비거나 누르는 힘에 의해 전기가 발생하는 것을 의미한다. 최근 이러한 원리를 이용한 마찰 대전 발전 장치가 전기적 에너지를 독자적으로 만드는 잠재성과 소형 에너지 하베스팅에의 적용 가능성을 이유로 새롭게 각광을 받고 있다. 그러나 종래의 마찰 대전 발전기는

전압은 크게 발생하지만 전류의 출력이 매우 적어 생산된 에너지의 활용 가치가 떨어진다는 문제가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 개시에서는 상술한 문제를 해결하기 위하여 자외선에 의해 변형되는 아조 본드 물질 기반의 나노 구조로부터 전기 에너지 출력의 변화를 유도하고, 유도된 전기 에너지 출력의 변화를 기초로 자외선을 감지하는 마찰 대전 발전 장치가 제공된다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치는 나노 구조를 포함하는 정전기 유도층, 아조 본드를 갖는 물질을 포함하고, 정전기 유도층 위에 나노 구조와 대응되는 형태로 제공되는 아조 본드층, 아조 본드층과의 사이에서 마찰을 발생시키는 정전기 유도 오브젝트, 정전기 유도 오브젝트와 연결되어 마찰을 발생시키기 위한 정전기 유도 오브젝트의 움직임을 결정하는 구동 장치 및 정전기 유도층과 연결되어 마찰에 의한 전기 에너지가 발생하는 전극을 포함하고, 아조 본드층이 자외선에 노출되는 경우 아조 본드의 변화에 의해 나노 구조가 변형되도록 구성될 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따르면, 아조 본드의 변화에 의해 나노 구조가 수축될 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 구동 장치는 정전기 유도 오브젝트를 아조 본드층에 대하여 수평 방향으로 움직이도록 구성될 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따르면, 구동 장치는 정전기 유도 오브젝트를 아조 본드층에 대하여 수직 방향으로 움직이도록 구성될 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따르면, 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치는 전기 에너지의 출력을 기초로 정전기 유도 오브젝트에 조사된 자외선과 연관된 물리량을 산출하는 프로세서를 더 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따르면, 정전기 유도층은 복수의 정전기 유도 소자가 수평 방향으로 배열된 어레이를 포함하고, 프로세서는 전기 에너지의 출력을 기초로 어레이에서 자외선에 노출된 적어도 하나의 정전기 유도 소자를 검출할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따르면, 프로세서는 전기 에너지의 출력과 연관된 데이터를 학습 데이터로 하여 입력 이미지로부터 입력 이미지에 포함된 객체를 출력하도록 구성된 기계학습 모델을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0014] 일 실시예에 따르면, 아조 본드를 갖는 물질은 아조벤젠, 아릴아민, 아조본드 또는 아조염료 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따르면, 아조 본드층은 아조 본드를 갖는 물질을 포함하는 솔벤트를 정전기 유도층에 도포하고, 솔벤트 중 적어도 일부를 휘발시키는 방식으로 증착될 수 있다.

[0016] 일 실시예에 따르면, 정전기 유도층의 나노 구조는 마스터 몰드를 이용하여 형성될 수 있다.

### 발명의 효과

[0018] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 나노 구조의 높이, 너비 및/또는 간격 등을 기초로 발전 모듈의 마찰 면적을 넓히고, 발전 모듈의 움직임(진동 주기, 이동 속도, 이동 거리 등)을 제어함으로써 마찰에 의해 유도되는 전기 에너지 출력의 변화량을 최대화하여 자외선을 효과적으로 검출할 수 있다.

[0019] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 다양한 형태(평면형, 나노 구조형)의 발전 모듈을 제공함으로써, 수평뿐만 아니라 수직 방향의 움직임을 활용하여 전기 에너지 출력의 변화를 유도할 수 있다.

[0020] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 수평뿐만 아니라 수직 방향의 움직임을 활용함으로써 자가 발전식으로 자외선

을 검출하여 에너지 효율을 극대화할 수 있다.

- [0021] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 아조 본드의 광이성체화 특성을 기초로 발전 모듈을 제어함으로써 전기 에너지 출력으로부터 자외선을 효과적으로 검출할 수 있다.
- [0022] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 태양광에 존재하는 자외선을 감지하여 주변 사물을 이미지화하는 방식의 인공 시각 센서가 구현될 수 있다.
- [0023] 본 개시의 일부 실시예에 따르면, 수평 및/또는 수직 방향의 진동을 유발하는 장치에 응용되어 진동으로부터 수 집되는 에너지를 수집하고, 수집된 에너지를 기초로 자외선을 감지할 수 있는 저전력 자외선 감지 장치가 구현 될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치의 단면도이다.
- 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따라 자외선에 의해 변형되는 나노 구조의 예시를 나타낸다.
- 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따라 복수의 정전기 유도 소자를 포함하는 마찰 대전 발전 장치의 단면도이다.
- 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따라 제2 발전 모듈이 수직 방향으로 움직이는 마찰 대전 발전 장치의 단면도이 다.
- 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 마찰 대전 발전 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따라 마찰 대전 발전 장치가 산출된 자외선의 세기를 이미지화한 예시를 나타낸 다.
- 도 7는 본 개시의 일 실시예에 따른 인공신경망 모델을 나타내는 예시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 본 개시의 실시를 위한 구체적인 내용을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 다만, 이하의 설명에 서는 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 우려가 있는 경우, 널리 알려진 기능이나 구성에 관한 구체적 설명은 생략하기로 한다.
- [0027] 첨부된 도면에서, 동일하거나 대응하는 구성요소에는 동일한 참조부호가 부여되어 있다. 또한, 이하의 실시예들 의 설명에 있어서, 동일하거나 대응되는 구성요소를 중복하여 기술하는 것이 생략될 수 있다. 그러나 구성요소 에 관한 기술이 생략되어도, 그러한 구성요소가 어떤 실시예에 포함되지 않는 것으로 의도되지는 않는다.
- [0028] 개시된 실시예의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예 들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 개시는 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 개시가 완전하도록 하고, 본 개시가 통상의 기술 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것일 뿐이다.
- [0029] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 개시된 실시예에 대해 구체적으로 설명하기로 한다. 본 명세서에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 관련 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상 세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가 지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0030] 본 명세서에서의 단수의 표현은 문맥상 명백하게 단수인 것으로 특정하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또 한, 복수의 표현은 문맥상 명백하게 복수인 것으로 특정하지 않는 한, 단수의 표현을 포함한다. 명세서 전체에 서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0031] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발전 장치(100)의 단면도 이다. 여기서, 아조 본드(azo bond)란 R-N=N-R'의 구조를 포함하는 화합물로서, R과 R'은 각각 아릴 및/또는

알킬을 지칭한다. 예를 들어, 아조 본드를 갖는 물질은 아조염료, 알릴아민(Allylamine;  $C_3H_5NH_2$ ), 벤젠고리가  $-N=N-$ (아조기)구조를 포함하는 화합물인 아조벤젠(Azobenzene) 등을 포함할 수 있다.

[0032] 아조 본드를 갖는 물질은 전자기 방사선에 노출되는 경우 화학 구조 및/또는 화학적 특성이 변경될 수 있다. 구체적으로, 아조 본드를 갖는 물질은 자외선에 노출되는 경우  $-N=N-$ 의 배열이 cis형 및/또는 trans형으로 변경된 후, (자외선에 노출되지 않은 상황에서) 다시 기존 형태로 복구될 수 있다. 본 개시에서는 이러한 아조 본드를 갖는 물질을 이용하여, 정전기 유도층(110) 및 제2 발진 모듈(150) 사이의 마찰로 인해 발생하는 전기 에너지 출력을 변화시킴으로써 자외선의 물리량(파장, 세기 등)을 산출하고 나아가 자외선이 노출된 위치를 감지하도록 구성된 나노 구조의 아조 본드 물질을 이용한 마찰 대전 발진 장치(100) (이하, '마찰 대전 발진 장치'라 한다)가 제공된다.

[0033] 도 1을 참고하면 마찰 대전 발진 장치(100)는 마찰 대전 현상에 따라 전기 에너지를 발생시키도록 구성된 제1 발진 모듈(110 내지 130) 및 제2 발진 모듈(150)을 포함할 수 있다. 구체적으로, 제1 발진 모듈(110 내지 130)은 외부(특히, 자외선)에 노출되도록 구성되어, 전기 에너지 출력의 변화를 유도할 수 있다. 이에 대응하여, 제2 발진 모듈(150)은 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 대하여 수평 및/또는 수평 방향으로 움직여 제1 발진 모듈(110 내지 130)과의 사이에 마찰을 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 본 개시에서 제2 발진 모듈(150)은 '정전기 유도 오브젝트'로 지칭될 수 있다.

[0034] 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 마찰에 의해 양전하가 대전된 상태에서, 제2 발진 모듈(150)이 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 대하여 수평 및/또는 수직 방향으로 이동하는 경우, 제1 발진 모듈(110 내지 130)에는 전기적 평형 유지를 위한 음전하의 흐름이 형성될 수 있다. 이를 위해, 제1 발진 모듈(110 내지 130)은 정전기 유도층(110), 아조 본드층(120) 및 전극(130) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0035] 정전기 유도층(110)은 마찰 대전 현상에 따라 양전하가 대전되는 층을 지칭할 수 있다. 이를 위해, 정전기 유도층(110)은 바닥(ground)에 접하여 음전하가 이동하는 경로인 전극(130)과 연결될 수 있다. 이를 위해, 전극(130)은 금속 물질을 포함할 수 있다.

[0036] 정전기 유도층(110)이 마찰 대전 현상에 따라 양전하(들)로 대전된 상태에서, 마찰 대전 현상에 따라 음전하(들)가 대전된 제2 발진 모듈(150)이 멀어지게 되면, 정전기 유도층(110) 내 전기적 평형의 유지를 위해 음전하(들)가 바닥으로부터 전극(130)을 통해 정전기 유도층(110)으로 이동할 수 있다. 이에 따라, 제1 극성의 전기 에너지가 발생될 수 있다. 그리고 나서, 음전하가 대전된 제2 발진 모듈(150)이 다시 정전기 유도층(110)에 가까워지게 되면, 마찬가지로 정전기 유도층(110)의 전기적 평형의 유지를 위해 정전기 유도층(110) 내 음전하(들)는 전극(130)을 통해 바닥으로 이동할 수 있다. 이 경우에는, 제1 극성과 반대인 제2 극성의 전기 에너지가 발생될 수 있다. 이와 같이, 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 대하여 제2 발진 모듈(150)이 반복적으로 가까워지는 것과 멀어지는 것을 반복하게 되면, 마찰 대전 발진 장치(100)는 교류(AC) 에너지를 발생시킬 수 있다. 이 때, 교류(AC) 에너지의 세기는 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 대전되는 양전하 및/또는 제2 발진 모듈(150)에 대전되는 음전하의 수가 많을수록 증가하게 된다. 즉, 교류(AC) 에너지의 세기는 정전기 유도층(110)과 제2 발진 모듈(150)의 마찰 시 접촉 면적을 기초로 결정될 수 있다.

[0037] 정전기 유도층(110)은 제2 발진 모듈(150)과의 마찰 시 접촉 면적을 결정하는 나노 구조를 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 나노 구조는 평면 상에 폭, 복수의 돌기가 돌출된 형태로 형성될 수 있다. 이와 같은, 나노 구조는 정전기 유도층(110)과 제2 발진 모듈(150)의 마찰 시 접촉 면적을 변경하기 위해 제공될 수 있다. 추가적으로, 정전기 유도층(110)의 나노 구조에 포함된 돌기 각각의 높이, 너비 및/또는 돌기와 다른 돌기 사이의 간격 중 적어도 하나는 나노 스케일로 형성될 수 있다. 또한, 이와 같은 나노 구조를 형성하기 위해, 정전기 유도층(110)은 나노 스케일의 마스터 몰드(master-mold)를 이용하여 제조될 수 있다. 또한, 이와 같은 나노 구조를 형성하기 위해, 정전기 유도층(110)은 에칭 공정을 통해 제조될 수 있다. 한편, 도 1에는 돌기의 단면이 사각 형태인 것으로 도시되었으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 제1 발진 모듈(110 내지 130)의 돌기가 뿔형인 경우 돌기의 단면은 삼각 형태로 나타날 수 있다.

[0038] 아조 본드층(120)은 정전기 유도층(110)과 제2 발진 모듈(150)의 마찰 시 접촉 면적을 변경하기 위해 제공될 수 있다. 이를 위해, 아조 본드층(120)은 아조 본드를 갖는 물질을 포함할 수 있다. 또한, 아조 본드층(120)은 정전기 유도층(110) 위에 나노 구조와 대응되는 형태로 제공될 수 있다. 예를 들어, 아조 본드층(120)은 정전기 유도층(110) 위에 증착되어 나노 구조와 대응되는 형태로 제공될 수 있다. 이 경우, 아조 본드층(120)은 아조 본드를 갖는 물질을 포함하는 솔벤트를 정전기 유도층(110)에 도포하고, 도포된 솔벤트 중 적어도 일부를 휘

발시키는 방식으로 정전기 유도층(110)에 증착될 수 있다.

[0039] 아조 본드층(120)이 자외선에 노출되는 경우, 아조 본드의 변화에 의해 나노 구조가 변형될 수 있다. 예를 들어, 아조 본드층(120)의 제2 영역(144)이 자외선에 노출되는 경우, 아조 본드의 변형에 의해 제2 영역(144)의 나노 구조가 수축될 수 있다. 즉, 정전기 유도층(110)의 복수의 돌기들 각각의 높이 및/또는 너비가 감소할 수 있다. 또한, 정전기 유도층(110)의 복수의 돌기들 각각의 사이의 간격이 증가할 수 있다. 반면, 자외선에 노출되지 않은 제1 영역(142) 및 제3 영역(146)의 나노 구조는 수축되지 않는다. 이에 따라, 제2 영역(144)의 나노 구조가 수축해 있는 동안 제2 발진 모듈(150)이 제1 영역(142)에서 제3 영역(146)까지 수평 방향으로 이동하는 경우, 정전기 유도층(110)과 제2 발진 모듈(150)의 마찰 시 접촉 면적은 감소 후 다시 증가하게 되어, 제1 발진 모듈(110 내지 130)에서 생성되는 전기 에너지 출력 또한 감소 후 다시 증가할 수 있다.

[0040] 마찰 대전 발진 장치(100)는 상술한 전기 에너지 출력을 기초로 자외선과 연관된 물리량을 산출할 수 있다. 예를 들어, 마찰 대전 발진 장치(100)는 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 발생된 전기 에너지 출력을 기초로 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 조사된 자외선의 세기를 산출할 수 있다. 이에 따라, 마찰 대전 발진 장치(100)는 자외선 센서로서 동작할 수 있다. 마찰 대전 발진 장치(100)의 어플리케이션에 관하여는 도 5 내지 7에서 보다 상세히 후술된다.

[0041] 한편, 제2 발진 모듈(150)은 마찰 대전발진 장치(100)에 포함된 구동 장치(미도시) 및/또는 외부에 마련된 별도의 구동 장치(미도시)에 의해 제1 발진 모듈(110 내지 130)에 대하여 수평 및/또는 수직 방향으로 움직일 수 있다. 이 경우, 제2 발진 모듈(150)의 이동 속도(방향 및 변위)는 정전기 유도층(110) 및/또는 아조 본드층(120)의 특성을 기초로 결정될 수 있다. 예를 들어, 제2 발진 모듈(150)의 이동 속도는 아조 본드가 자외선에 의해 변형된 후 다시 원래의 형태로 복구되는데 소요되는 시간을 기초로 결정될 수 있다.

[0042] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따라 자외선에 의해 변형되는 나노 구조의 예시를 나타낸다. 제1 예시(210)는 평면 상에 복수의 기둥형 돌기가 돌출된 제1 발진 모듈(예: 제1 발진 모듈(110 내지 130))의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 자외선에 노출되는 경우 나노 구조가 수축됨에 따라, 돌기 각각의 높이 및/또는 너비가 감소할 수 있다. 이에 따라, 제2 발진 모듈(예: 제2 발진 모듈(150))이 수평 방향으로 움직이는 경우, 돌기 너비의 감소율이 제1 발진 모듈에 발생하는 전기 에너지 출력의 변화량을 결정할 수 있다. 반면, 제2 발진 모듈이 수직 방향으로 움직이는 경우, 돌기 높이의 감소율 및 돌기 너비의 감소율이 모두 제1 발진 모듈에 발생하는 전기 에너지 출력의 변화량을 결정할 수 있다.

[0043] 제2 예시(220)는 평면 상에 복수의 뿔형 돌기가 돌출된 제2 발진 모듈의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 자외선에 노출되는 경우 나노 구조가 수축됨에 따라, 돌기 각각의 높이 및/또는 너비가 감소할 수 있다. 한편, 제2 예시의 경우, 제2 발진 모듈이 돌기의 꼭지점과 접촉한 상태로 수평 방향으로 움직이게 되면, 나노 구조의 변형에도 불구하고 전기 에너지 출력이 변하지 않거나 변화를 관찰하기 어려울 수 있다. 따라서, 제2 발진 모듈이 수평으로 움직이고 제1 발진 모듈의 나노 구조가 뿔형인 경우, 제1 발진 모듈과 제2 발진 모듈 사이의 수직 거리가 제2 발진 모듈이 마찰 시 돌기의 뿔의 측면에 접촉 가능한 값으로 결정될 수 있다. 추가적으로, 제2 발진 모듈이 마찰 시 돌기의 뿔의 측면에 접촉 가능하도록 제1 발진 모듈의 정전기 유도층 및/또는 아조 본드층이 유연성이 있는 물질을 포함할 수 있다.

[0044] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따라 복수의 정전기 유도 소자(310 내지 340)를 포함하는 마찰 대전 발진 장치(300)의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 마찰 대전 발진 장치(300)는 복수의 정전기 유도 소자(310 내지 340)가 수평 방향으로 배열된 어레이를 포함할 수 있다. 이 경우, 복수의 정전기 유도 소자(310 내지 340) 각각은 정전기 유도층, 아조 본드층 및 전극을 포함할 수 있다.

[0045] 일 실시예에 따르면, 복수의 정전기 유도 소자(310 내지 340) 중 적어도 일부(여기서, 제2 소자(320))가 자외선에 노출됨에 따라, 자외선에 노출된 제2 소자(320)의 나노 구조만이 변형될 수 있다. 이 때(즉, 제2 소자(320)의 나노 구조가 변형된 상태인 때), 제2 발진 모듈(350)이 제1 소자(310)부터 제4 소자(340)까지 수평 방향으로 이동하게 되면, 제2 소자(320)로부터 출력된 전기 에너지의 세기는 제1 소자(310), 제3 소자(330) 및 제4 소자(340) 각각으로부터 출력된 전기 에너지의 세기보다 작을 수 있다. 이에 따라, 마찰 대전 발진 장치(300)는 전기 에너지 출력의 변화를 기초로 자외선에 노출된 제2 소자(320)를 검출할 수 있다.

[0046] 한편, 마찰 대전 발진 장치(300)가 복수의 정전기 유도 소자가  $a \times b$ (여기서,  $a$  및  $b$ 는 각각 자연수)로 배열된 어레이를 포함하는 경우, 마찰 대전 발진 장치(300)는 전기 에너지 출력의 변화를 기초로 자외선에 노출된 하나 이상의 소자를 검출할 수 있다. 또한, 마찰 대전 발진 장치(300)는 자외선에 노출된 소자 각각으로부터 획득된

전기 에너지 출력을 기초로, 소자 각각에 대한 자외선의 세기를 산출할 수 있다. 이에 따라, 마찰 대전 발전 장치(300)는 자외선에 노출된 소자와 해당 소자에 노출된 자외선의 세기를 기초로 이미지와 같은 2차원 데이터를 생성할 수 있다. 이에 관련된 상세한 설명은 도 6에서 후술된다.

[0047] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따라 제2 발전 모듈(450)이 수직 방향으로 움직이는 마찰 대전 발전 장치(400)의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 제2 발전 모듈(450)은 제1 발전 모듈(410 내지 430)의 나노 구조와 대응되는 나노 구조로 형성될 수 있다. 구체적으로, 제1 발전 모듈(410 내지 430)의 나노 구조가 평면 상에 기둥형 돌기가 돌출된 형태로 제공되는 경우, 제2 발전 모듈(450)의 나노 구조는 평면 상에 기둥형 홀(hole)이 존재하는 형태로 제공될 수 있다. 이 때, 제2 발전 모듈(450)이 제1 발전 모듈(410 내지 430)에 맞물리는 형상으로 위치하는 경우, 제1 발전 모듈(410 내지 430)의 기둥형 돌기는 제2 발전 모듈(450)의 홀과 적어도 일부 접촉하도록 구성될 수 있다.

[0048] 일 실시예에 따르면, 제2 발전 모듈(450)은 상방 및 하방으로 교대로(즉, 위아래로 진동하는 형태로) 움직일 수 있다. 이 때, 제2 발전 모듈(450)의 이동 방향 전환 주기는 제1 발전 모듈(410 내지 430)의 나노 구조가 자외선에 의한 변형 후 복구되는 데 소요되는 시간을 기초로 결정될 수 있다. 또한, 제2 발전 모듈(450)이 1회 상방(또는 하방)으로 이동하는 거리는 돌기의 높이를 기초로 결정될 수 있다. 예를 들어, 제2 발전 모듈(450)은 제1 발전 모듈(410 내지 430)과의 접촉 면적이 최대인 위치로부터 제1 발전 모듈(410 내지 430)과의 접촉 면적이 최소가 되는 위치까지 1회 상방으로 이동할 수 있다. 다른 예를 들어, 제2 발전 모듈(450)은 제1 발전 모듈(410 내지 430)과의 접촉 면적이 최소인 위치로부터 제1 발전 모듈(410 내지 430)과의 접촉 면적이 최대가 되는 위치까지 1회 하방으로 이동할 수 있다. 특히, 제2 발전 모듈(450)과 제1 발전 모듈(410 내지 430)과의 접촉 면적이 최소가 되는 제2 발전 모듈(450)의 위치는, 제2 발전 모듈(450)이 제1 발전 모듈(410 내지 430)로부터 돌기의 높이만큼 이동한 위치를 지칭할 수 있다. 이와 같은 제2 발전 모듈(450)에 의해 마찰 대전 발전 장치(400)에 대전되는 양전하(또는, 음전하)의 최대량이 증가하고, 자외선 노출에 따른 전기 에너지 출력의 변화량이 증가하여 자외선을 보다 효과적으로 검출할 수 있다.

[0049] 일 실시예에 따르면, 제2 발전 모듈(450)은 자외선이 투과되는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 발전 모듈(450)은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET; Polyethylene Terephthalate), 불소화에틸렌프로필렌(FEP; Fluorinated Ethylene Propylene), 폴리디메틸실록산(PDMS; Polydimethylsiloxane), 에코플렉스(EcoFlex) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이에 따라, 마찰 대전 발전 장치(400)에서 제2 발전 모듈(450)이 제1 발전 모듈(410 내지 430)의 상면 위에서 수직방향으로 움직이더라도, 자외선이 제2 발전 모듈(450)을 투과하여 제1 발전 모듈(410 내지 430)에 조사될 수 있다.

[0050] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 마찰 대전 발전 장치(500)의 구성을 나타내는 블록도이다. 도시된 바와 같이, 마찰 대전 발전 장치(500)는 입출력장치(510), 프로세서(520), 메모리(530) 및 발전 모듈(540) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 발전 모듈(540)은 제1 발전 모듈(542), 제2 발전 모듈(544) 및 구동 장치(546)를 포함할 수 있다. 한편, 도 5에서는 구동 장치(546)가 발전 모듈(540)에 포함된 구성인 것으로 도시되었으나 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 구동 장치(546)는 발전 모듈(540) 및/또는 마찰 대전 발전 장치(500)의 외부에서 제공될 수 있다.

[0051] 일 실시예에 따르면, 입출력장치(510)는 마찰 대전 발전 장치(500)의 사용자로부터 정보 및/또는 데이터를 입력받거나, 마찰 대전 발전 장치(500)를 통해 획득된 정보 및/또는 데이터를 출력할 수 있다. 예를 들어, 입력 장치는 오디오 센서 및/또는 이미지 센서를 포함한 카메라, 키보드, 마이크로폰, 마우스 등의 장치를, 출력 장치는 디스플레이, 스피커, 햅틱 피드백 디바이스 등과 같은 장치를 포함할 수 있다. 다른 예로, 입출력장치(510)는 터치스크린 등과 같이 입력과 출력을 모두 수행할 수 있는 구성 또는 기능이 하나로 통합된 장치를 포함할 수 있다.

[0052] 일 실시예에 따르면, 프로세서(520)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(530) 또는 별도로 마련된 외부 장치를 통해 프로세서(520)에 제공될 수 있다. 구체적으로, 프로세서(520)는 메모리(530)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따른 연산(예를 들어, 전기 에너지 출력, 자외선 세기, 전기 에너지 출력 및/또는 자외선 세기를 기초로 획득된 이미지 등과 연관된 연산)를 처리할 수 있다. 추가적으로, 프로세서(520)는 입출력장치(510), 메모리(530) 및/또는 발전 모듈(540)의 모든 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(520)는 제1 구성(예: 메모리(530))에서 획득된 데이터를 기초로 제2 구성(예: 발전 모듈(540))의 동작을 제어할 수 있다.

[0053] 일 실시예에 따르면, 메모리(530)는 비-일시적인 임의의 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 포함할 수 있다. 일

실시예에 따르면, 메모리(530)는 RAM(random access memory), ROM(read only memory), 디스크 드라이브, SSD(solid state drive), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같은 비소멸성 대용량 저장 장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 다른 예로서, ROM, SSD, 플래시 메모리, 디스크 드라이브 등과 같은 비소멸성 대용량 저장 장치는 메모리와는 구분되는 별도의 영구 저장 장치로서 마찰 대전 발전 장치(500)에 포함될 수 있다. 또한, 메모리(530)에는 운영체제와 적어도 하나의 프로그램 코드(예를 들어, 마찰 대전 발전 장치(500)에 설치되어 구동되는 사용자 단말의 제어를 위한 코드)가 저장될 수 있다.

[0054] 이러한 소프트웨어 구성요소들은 메모리(530)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독가능한 기록매체는 이러한 마찰 대전 발전 장치(500)에 연결가능한 기록 매체를 포함할 수 있는데, 예를 들어, 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체가 아닌 통신 모듈(미도시)을 통해 메모리(530)에 로딩될 수도 있다.

[0055] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따라 마찰 대전 발전 장치(예: 마찰 대전 발전 장치(500))가 산출된 자외선의 세기를 이미지화한 예시를 나타낸다. 제1 데이터(610) 및 제2 데이터(620)의 처리는 마찰 대전 발전 장치의 프로세서(예: 프로세서(520))에 의해 처리될 수 있다. 여기서, 제1 데이터(610)는 전기 에너지 출력을 기초로 자외선의 세기를 산출하기 위해 이용되는 알고리즘을 도시화한 도표이고, 제2 데이터(620)는 제1 데이터(610)를 기초로 획득된 이미지를 나타낸다.

[0056] 일 실시예에 따르면, 마찰 대전 발전 장치는 발전 모듈(예: 발전 모듈(540))로부터 획득된 전기 에너지 출력 및 제1 데이터(610)를 기초로 이미지를 생성할 수 있다. 구체적으로, 마찰 대전 발전 장치는 복수의 정전기 유도 소자를 포함하는 어레이로부터 전기 에너지 출력을 획득하고, 획득된 전기 에너지 출력을 기초로 소자 각각에 노출된 자외선의 세기를 산출할 수 있다. 예를 들어, 마찰 대전 발전 장치는 전기 에너지 출력으로부터 소자 각각에 대한 자외선의 세기를 산출하고, 제1 데이터(610)에 따라 산출된 자외선의 세기를 다시 양자화된 전압(여기서, 제1 데이터(610)의 y축)으로 변환할 수 있다. 보다 구체적으로, 마찰 대전 발전 장치는 제1 데이터(610)를 기초로 2 내지 4( $\text{mW}/\text{m}^2$ )의 자외선의 세기는 크기 1의 전압값으로 변환하고, 4 내지 6( $\text{mW}/\text{m}^2$ )의 자외선의 세기는 크기 2의 전압값으로 변환하고, 6 내지 8( $\text{mW}/\text{m}^2$ )의 자외선의 세기는 크기 3의 전압값으로 변환하고, 8( $\text{mW}/\text{m}^2$ ) 이상의 자외선의 세기는 크기 4의 전압값으로 변환하는 방식으로, 전기 에너지 출력으로부터 제2 데이터(620)를 획득할 수 있다. 한편, 도 6에서는 제1 데이터(610)를 기초로 자외선의 세기가 5개(0, 1, 2, 3 및 4)의 전압값으로 양자화되었으나 이에 한정되지 않는다. 이에 따라, 자외선의 세기에 대응되는 양자화된 전압값의 개수를 6 이상으로 하여, 제2 데이터(620)의 해상도를 증가시킬 수 있다.

[0057] 도 7는 본 개시의 일 실시예에 따른 인공신경망 모델(700)을 나타내는 예시도이다. 인공신경망 모델(700)은, 기계학습 모델의 일 예로서, 기계학습(Machine Learning) 기술과 인지과학에서, 생물학적 신경망의 구조에 기초하여 구현된 통계학적 학습 알고리즘 또는 그 알고리즘을 실행하는 구조이다. 본 개시의 인공신경망 모델(700)은 마찰 대전 발전 장치의 프로세서(예: 프로세서(520))에 의해 구현될 수 있다. 구체적으로, 인공신경망 모델(700)은 프로세서의 상술한 동작에 의해 학습 및/또는 추론 동작을 수행할 수 있다. 이를 위해, 인공 신경망 모델(700)은 데이터셋(예: MNIST)을 기초로 사전 학습된 모델을 이용하거나, 사전 학습된 모델의 적어도 일부를 포함할 수 있다.

[0058] 일 실시예에 따르면, 인공신경망 모델(700)은, 생물학적 신경망에서와 같이 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런인 노드(Node)들이 시냅스의 가중치를 반복적으로 조정하여, 특정 입력에 대응한 올바른 출력과 추론된 출력 사이의 오차가 감소되도록 학습함으로써, 문제 해결 능력을 가지는 기계학습 모델을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 인공신경망 모델(700)은 기계 학습, 딥러닝 등의 인공지능 학습법에 사용되는 임의의 확률 모델, 뉴럴 네트워크 모델 등을 포함할 수 있으며, 상술된 딥 뉴럴 네트워크와 연관된 모델을 포함할 수 있다.

[0059] 인공신경망 모델(700)은 다층의 노드들과 이들 사이의 연결로 구성된 다층 퍼셉트론(MLP: multilayer perceptron)으로 구현된다. 본 실시예에 따른 인공신경망 모델(700)은 MLP를 포함하는 다양한 인공신경망 모델 구조들 중의 하나를 이용하여 구현될 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 인공신경망 모델(700)은, 외부로부터 입력 신호 또는 데이터(710)를 수신하는 입력층(720), 입력 데이터에 대응한 출력 신호 또는 데이터(750)를 출력하는 출력층(740), 입력층(720)과 출력층(740) 사이에 위치하며 입력층(720)으로부터 신호를 받아 특성을 추출하여 출력층(740)으로 전달하는 n개(여기서, n은 양의 정수)의 은닉층(730\_1 내지 730\_n)으로 구성된다. 여기서, 출력층(740)은 은닉층(730\_1 내지 730\_n)으로부터 신호를 받아 외부로 출력한다.

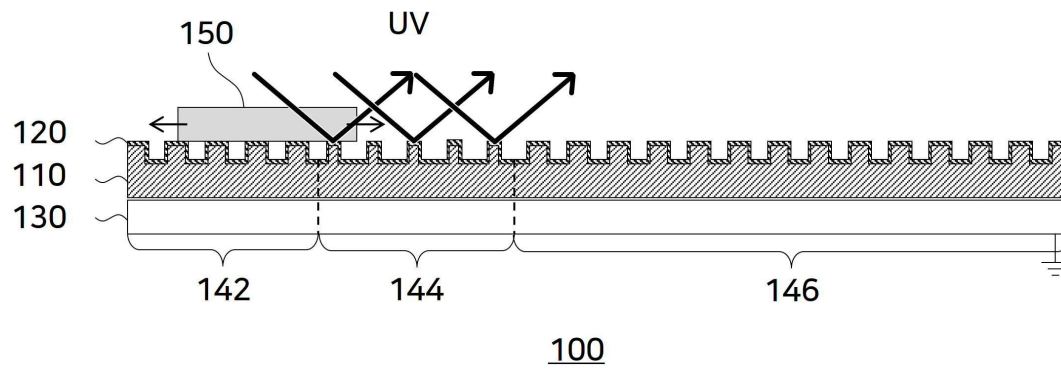
- [0060] 인공신경망 모델(700)의 학습 방법에는, 교사 신호(정답)의 입력에 의해서 문제의 해결에 최적화되도록 학습하는 지도 학습(Supervised Learning) 방법과, 교사 신호를 필요로 하지 않는 비지도 학습(Unsupervised Learning) 방법이 있다. 예를 들어, 딥 뉴럴 네트워크와 연관된 인공신경망 모델(700)은 학습 데이터를 이용하여 지도 학습 및/또는 비지도 학습된 모델일 수 있다. 이렇게 학습된 인공신경망 모델(700)은 컴퓨팅 장치의 메모리(미도시)에 저장될 수 있으며, 컴퓨팅 장치는 인공신경망 모델(700)에 대한 양자화를 수행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치는 32 비트 부동소수점(32-bit floating point)으로 학습된 인공신경망 모델(700)의 가중치(weight), 출력값 및/또는 입력값을 이산화 값(예를 들어, 정수)으로 양자화할 수 있다.
- [0061] 일 실시예에 따르면, 컴퓨팅 장치는 인공신경망 모델(700)의 학습에 사용된 학습 데이터를 사용하지 않고도, 인공신경망 모델(700)에 대한 양자화를 수행할 수 있다. 예를 들어, 인공신경망 모델(700)은 복수의 정규화 레이어를 포함할 수 있으며, 양자화는 각 정규화 레이어의 후속 레이어의 입력값들에 대해 수행될 수 있다. 이 경우, 컴퓨팅 장치는 정규화 레이어의 통계적 특성(정규화 레이어의 기준화 인수)을 이용하여 출력값(activation output) 등에 대한 양자화를 수행할 수 있다. 다시 말해, 컴퓨팅 장치는 인공신경망 모델(700)의 학습 시 사용된 학습 데이터의 적어도 일부 없이, 정규화 레이어로부터 추출된 통계 정보로부터 정규화 레이어의 복수의 출력값들과 연관된 클리핑 값을 결정하고, 결정된 클리핑 값 및 인공신경망 모델(700)에서의 추론 시 사용되는 데이터의 비트 수를 이용하여, 후속 레이어의 입력값들과 연관된 이산화 간격을 결정할 수 있다.
- [0062] 일 실시예에 따르면, 인공신경망 모델(700)은 상술한 동작을 수행함으로써 마찰 대전 발전 장치로부터 획득된 전기 에너지 출력, 해당 전기 에너지를 출력한 정전기 유도 소자의 식별 정보(ID, 어레이 내 좌표값 등), 전기 에너지 출력으로부터 획득된 자외선의 세기, 전기 에너지 출력을 기초로 획득된 이미지 중 적어도 하나를 학습 데이터로 하여 학습될 수 있다. 이 경우, 인공신경망 모델(700)은 전기 에너지 출력, 해당 전기 에너지를 출력한 정전기 유도 소자의 식별 정보(ID, 어레이 내 좌표값 등), 전기 에너지 출력으로부터 획득된 자외선의 세기 중 적어도 하나를 입력 데이터로 하여 전기 에너지 출력을 기초로 하는 이미지(예: 제2 데이터(620))를 출력하는 시각화 모델로서 구현될 수 있다. 또한, 인공신경망 모델(700)은 전기 에너지 출력, 해당 전기 에너지를 출력한 정전기 유도 소자의 식별 정보(ID, 어레이 내 좌표값 등), 전기 에너지 출력으로부터 획득된 자외선의 세기, 전기 에너지 출력을 기초로 획득된 이미지를 입력 데이터로 하여 전기 에너지 출력을 기초로 하는 이미지(예: 제2 데이터(620)) 내 객체를 식별하는 객체 식별 모델로서 구현될 수 있다.
- [0063] 본 개시의 앞선 설명은 통상의 기술자들이 본 개시를 행하거나 이용하는 것을 가능하게 하기 위해 제공된다. 본 개시의 다양한 수정예들이 통상의 기술자들에게 쉽게 자명할 것이고, 본원에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 취지 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 변형예들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 개시는 본원에 설명된 예들에 제한되도록 의도된 것이 아니고, 본원에 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위가 부여되도록 의도된다.
- [0064] 본 명세서에서는 본 개시가 일부 실시예들과 관련하여 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자가 이해할 수 있는 본 개시의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형 및 변경이 이루어질 수 있다는 점을 알아야 할 것이다. 또한, 그러한 변형 및 변경은 본 명세서에서 첨부된 특허청구의 범위 내에 속하는 것으로 생각되어야 한다.

## 부호의 설명

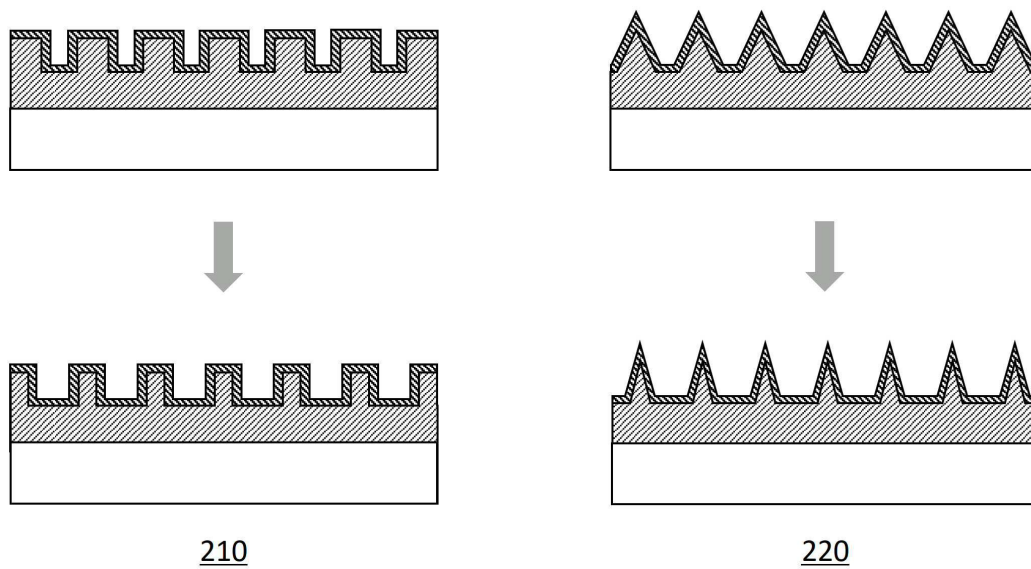
- [0066] 100: 마찰 대전 발전 장치  
110 내지 130: 제1 발전 모듈  
110: 정전기 유도층  
120: 아조 본드층  
130: 전극  
150: 제2 발전 모듈

도면

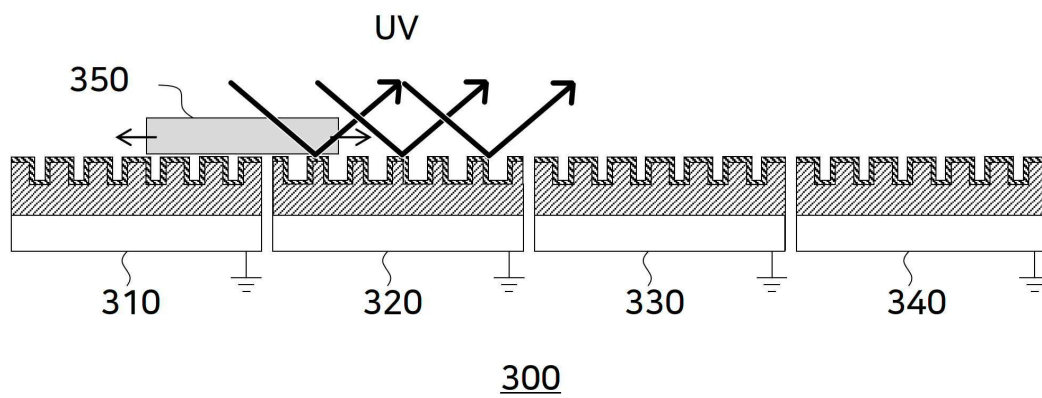
도면1



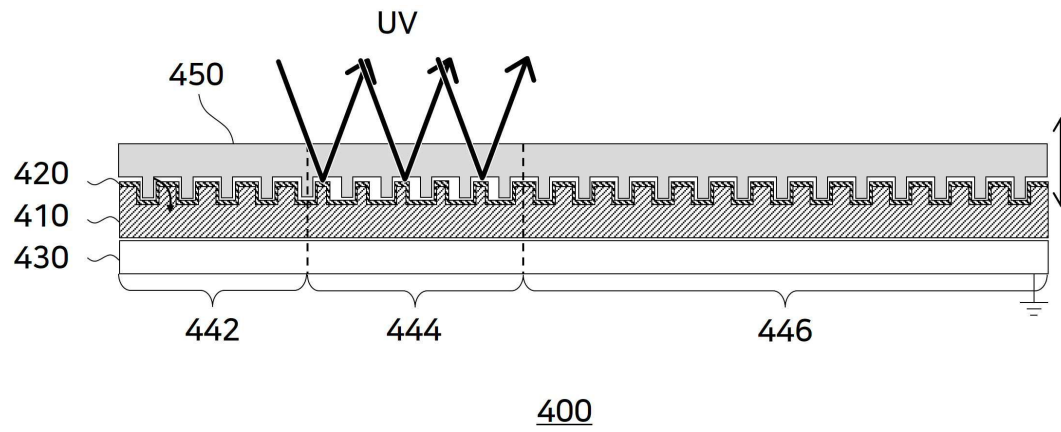
도면2



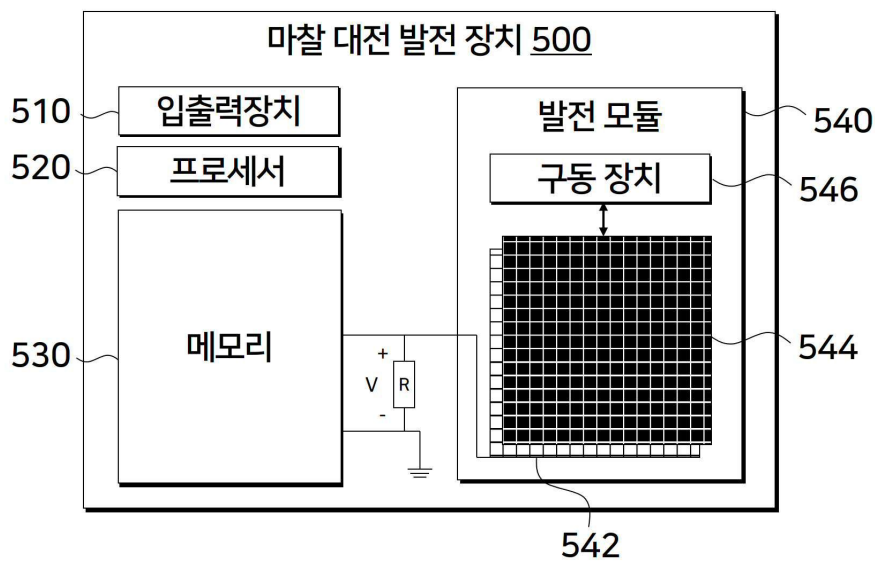
도면3



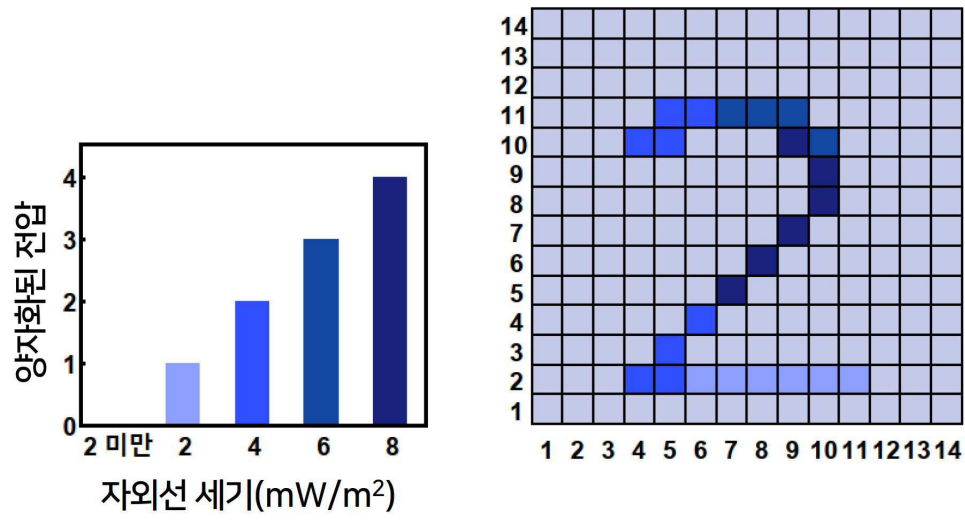
도면4



도면5



도면6



610

620

도면7

