



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월25일  
(11) 등록번호 10-2221044  
(24) 등록일자 2021년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 15/06 (2006.01) G01N 15/00 (2017.01)  
G01N 27/04 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 15/0656 (2013.01)  
G01N 27/043 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-7021064  
(22) 출원일자(국제) 2017년12월20일  
심사청구일자 2019년07월18일  
(85) 번역문제출일자 2019년07월18일  
(65) 공개번호 10-2019-0118557  
(43) 공개일자 2019년10월18일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/083701  
(87) 국제공개번호 WO 2018/115054  
국제공개일자 2018년06월28일  
(30) 우선권주장  
16206130.3 2016년12월22일  
유럽특허청(EPO)(EP)  
(56) 선행기술조사문헌  
DE102015122668 A1\*  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자  
헤라우스 넥센소스 게엠베하  
독일 63801 클라이노스테인 라인하르트-헤라우스-링 23  
(72) 발명자  
아스무스 팀  
독일 35469 알렌도르프-비넨 마버거 스트라쎄 26  
디트만 슈데관  
독일 63775 알체나우 드로셀베크 25  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
유미특허법인

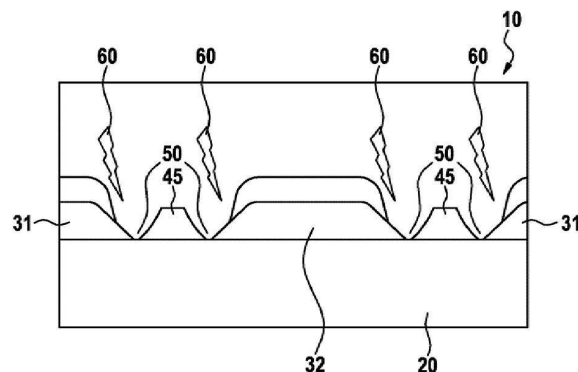
심사관 : 인치현

(54) 발명의 명칭 **센서, 특히 그을음 센서, 및 센서 특히 그을음 센서의 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 기관(20)과, 이 기관(20) 상에 형성되고, 서로 맞물리는 적어도 2 개의 공간적으로 분리된 전극(31, 32)을 포함하는 전극층(30)을 포함하는 도전성 및/또는 분극성 입자를 검출하기 위한 센서(10), 특히 그을음 센서에 관한 것으로서, 기관(20)의 반대측의 전극층(30)의 면(35) 상에 적어도 하나의 피복층(40)이 형성된다. 본 발명에 따르면, 다수의 개구부(50)가 피복층(40) 상에 형성되고, 상기 개구부는 하나의 전극(31, 32)의 표면, 특히 적어도 2 개의 전극(31, 32)의 표면을 적어도 부분적으로 노출시킨다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류  
G01N 2015/0046 (2013.01)  
(72) 발명자  
**비넨 칼하인츠**  
독일 63741 아샤펜부르크 무드베그 4  
**닉 크리스토프**  
독일 63571 겔른하우젠 브르넨스트라쎄 10

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020160086890 A\*  
US20050227373 A1\*  
US20120085146 A1  
US20120151992 A1  
US20140070825 A1  
JP2002357579 A  
US20080047847 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

도전성 또는 분극성 입자를 검출하기 위한 센서(10)로서,

상기 센서는 기관(20)과, 상기 기관(20) 상에 형성된 적어도 2 개의 공간적으로 분리되어 인터메싱(intermeshing)된 전극(31, 32)을 갖는 전극층(30)을 포함하고, 적어도 하나의 피복층(40)이 상기 기관(20)의 반대측의 상기 전극층(30)의 면(35) 상에 형성되고, 복수의 개구부(50)가 상기 피복층(40)에 제공되고, 상기 개구부(50)는 적어도 2 개의 상기 전극(31, 32) 중 하나 이상의 표면의 적어도 일부를 노출시키고, 상기 전극(31, 32)은 각각 복수의 종방향 핑거(finger) 부분(33, 34)을 포함하고, 상기 개구부(50)는 상기 핑거 부분(33, 34)의 상면(35)의 적어도 일부를 노출시키고, 상기 개구부(50)는 슬롯 형태로 구성되고, 상기 슬롯 형태의 개구부(50)의 종방향 범위(L0)는 상기 핑거 부분(33, 34)의 종방향 범위(LE)에 대해 수직인 구성인, 센서.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 개구부의 슬롯의 폭은 1.0  $\mu\text{m}$  내지 50.0  $\mu\text{m}$ 인, 센서.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 슬롯 형태의 개구부(50)의 모두의 종방향 범위(L0)는 서로 평행한 구성인, 센서.

#### 청구항 5

제 1 항, 제 2 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 개구부(50)는 상기 핑거 부분(33, 34)의 측면(36)의 적어도 일부를 노출시키는, 센서.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 개구부(50)는 상기 핑거 부분(33, 34)의 상면(35)의 연부 영역(39)의 적어도 일부를 노출시키는, 센서.

#### 청구항 7

제 1 항, 제 2 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

노출된 전극 부분의 표면(35, 36)의 적어도 일부는 유리 섬유,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  입자 및  $\text{SiO}_2$  입자 중 적어도 하나로 코팅된, 센서.

#### 청구항 8

제 1 항, 제 2 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 전극(31, 32)은 백금으로 형성된, 센서.

#### 청구항 9

제 1 항, 제 2 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 청구된 바와 같은 센서(10)의 제조 방법으로서,

상기 제조 방법은:

- a) 기관(20)을 제공하는 단계,
- b) 상기 기관(20) 상에 적어도 2 개의 공간적으로 분리되어 인터메싱된 전극(31, 32)을 갖는 전극층(30)을 형성하는 단계,
- c) 상기 전극층(30)에 피복층(40)을 피복하는 단계, 및
- d) 상기 적어도 하나의 전극(31, 32)의 표면(35, 36)의 적어도 일부가 노출되도록 레이저를 사용하여 상기 피복층(40)에 개구부(50) 또는 슬롯을 도입하는 단계를 포함하는, 센서의 제조 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,  
단계 d)에서 초단 펄스 레이저가 사용되는, 센서의 제조 방법.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,  
단계 b)에서, 최초에, 평면 전극층(30)이 기관(20)에 적층되고, 그 후에 상기 전극층(30)이 구조화되는, 센서의 제조 방법.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,  
상기 전극층(30)의 구조화는 레이저 또는 초단 펄스 레이저를 사용하여 실시되는, 센서의 제조 방법.

**청구항 13**

제 9 항에 있어서,  
단계 b)에서, 구조화된 전극층(30)이 스크린 인쇄에 의해 제조되는, 센서의 제조 방법.

**청구항 14**

제 9 항에 있어서,  
단계 c)에서, 상기 피복층(40)은 스크린 인쇄를 사용하거나 열증착을 사용하거나, ADM(Aerosol Deposition Method)을 사용하여 피복되는, 센서의 제조 방법.

**청구항 15**

도전성 입자 또는 분극성 입자 또는 그을음 입자를 검출하기 위해, 제 1 항, 제 2 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 청구된 바와 같은 센서(10)를 사용하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 도전성 및/또는 분극성 입자를 검출하기 위한 센서, 특히 기관과, 기관 상에 형성된 적어도 2 개의 공간적으로 분리되어 인터메싱(intermeshing)된 전극을 갖는 전극층을 포함하는 그을음 센서에 관한 것으로, 적어도 하나의 피복층이 기관의 반대측의 전극층의 면 상에 형성된다. 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 센서, 특히 그을음 센서의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 내연기관으로부터의 배기 가스 흐름 내의 그을음 농도를 측정하기 위해, 예를 들면, 빗 형태의 전극 구조를 갖는 센서가 사용된다. 예시적인 전극 구조 또는 예시적인 센서가 WO 2006/111386 A1에 기술되어 있다. 그을음 퇴적물의 증가로 인한 전기 저항의 강하가 전극들 사이에서 측정된다. 그을음 퇴적이 너무 심한 경우에는 그을음

센서 상에 또는 센서 내에 가열 요소를 구성함으로써 센서가 재생될 수 있다.

[0003] 그을음 센서의 감도를 증가시키기 위해, 인터메싱된 전극은 이들을 분리하는 간격이 가능한 작아야 한다. WO 2014/135450 A1에서, 표면 전체에 적층된 백금층의 레이저 어블레이션(laser ablation)에 의해 백금 전극을 개별화함으로써 이러한 유형의 작은 분리가 생성될 수 있고, 따라서 이러한 방식으로 50 μm 미만의 전극 분리가 생성될 수 있다.

[0004] 내연기관으로부터의 배기 가스 흐름 내의 그을음의 농도가 감소하고 있으므로, 시스템이 센서 크기 또는 지금까지 사용된 센서 제조 원리를 변경하지 않고 동시에 센서의 감도를 증가시키는 것이 바람직하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명의 기본적인 목적은 더 고감도를 갖는 더 발전된 센서, 특히 그을음 센서를 제공하는 것이다. 본 발명의 추가의 목적은 본 발명에 따른 센서를 제조하기 위한 더 발전된 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명에 따르면, 센서에 대해서 이 목적은 청구항 1의 특징에 의해 달성된다. 센서의 제조 방법에 대해서 이 목적은 청구항 9의 특징에 의해 달성된다.

[0007] 본 발명은 도전성 및/또는 분극성 입자를 검출하기 위한 센서, 특히 그을음 센서를 제공한다는 개념으로부터 나온 것으로서, 이 센서는 기관과, 이 기관 상에 형성된 적어도 2 개의 상호 공간적으로 분리되어 인터메싱된 전극을 갖는 전극층을 포함하고, 기관의 반대측의 전극층의 면 상에 적어도 하나의 피복층이 형성된다.

[0008] 본 발명에 따르면, 복수의 개구부가 피복층에 제공되고, 이 개구부는 전극, 특히 적어도 2 개의 전극의 표면의 적어도 일부를 노출시킨다. 센서의 큰 부분, 특히 전극층의 큰 부분을 피복하는 피복층이 적절한 방식, 특히 레이저 구조화로 구조화되는 경우, 센서의 감도가 증가된다는 것이 밝혀졌다.

[0009] 기관은 바람직하게는 알루미늄 산화물(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및/또는 지르코늄 산화물(ZrO<sub>2</sub>) 및/또는 절연체 및/또는 기타 산화물 세라믹을 갖는 지르코늄 산화물(ZrO<sub>2</sub>)로 제조된다. 본 발명의 바람직한 실시형태에서, 기관은 0.5 - 1.0 mm의 두께를 갖는다.

[0010] 전극층은 기관의 일면 상에 제공된다. 이 전극층은 서로 공간적으로 분리되고 맞물리는 적어도 2 개의 전극을 포함한다.

[0011] 이러한 유형의 전극은 빗형 전극 및/또는 인터메싱된 전극일 수 있다. 이 적어도 2 개의 전극은 서로 접촉하지 않는다. 또한, 제 1 전극의 전극 부분은 제 2 전극의 전극 부분의 리세스 내에 배치되지만 서로 접촉하지 않는다. 바람직하게는, 전극 중 적어도 하나는 백금으로 제조된다. 전극층의 두께는 바람직하게는 0.5 - 20.0 μm이다.

[0012] 피복층은, 예를 들면, 알루미늄 산화물(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및/또는 실리콘 이산화물(SiO<sub>2</sub>) 및/또는 유리로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 피복층은 0.5 μm - 20.0 μm의 두께를 갖는다.

[0013] 본 발명에 따르면, 피복층에는 바람직하게는 슬롯 형태인 복수의 개구부가 제공된다. "슬롯 형태의 개구부"라는 용어는 그 길이가 폭보다 크다는 것을 의미하는 것으로 이해해야 한다.

[0014] 슬롯 형태의 개구부는 서로 평행하게 구성될 수 있다. 특히, 슬롯 형태의 개구부는 균일한 패턴을 가질 수 있다. 이는 복수의 열의 슬롯 형태의 개구부가 나란히 배치됨을 의회하고, 각각의 열은 열과 열 사이에 동일한 거리를 갖는 것이 바람직하다.

[0015] 개구부의 슬롯의 폭은 바람직하게는 1.0 μm 내지 50.0 μm이다.

[0016] 전극은 바람직하게는 복수의 종방향 핑거(finger) 부분을 갖는다. 이와 관련하여, 적어도 2 개의 전극의 핑거 부분은 바람직하게는 서로 평행하게 배치된다.

[0017] 슬롯 형태의 개구부의 종방향 범위는 핑거 부분의 종방향 범위에 대해 평행 및/또는 수직인 구성이고, 슬롯 형태의 개구부의 모두의 종방향 범위는 바람직하게는 서로 평행한 구성이다. 다시 말하면, 본 발명의 바람직한 실

시형태에서, 피복층은 슬롯 형태의 개구부의 모든 종방향 범위가 핑거 부분의 종방향 범위에 평행하거나 수직이 되도록 구성된다.

- [0018] 특히 바람직하게는, 슬롯 형태의 개구부는 슬롯 형태의 개구부의 종방향 범위가 전극의 핑거 부분에 수직이 되는 구성으로 피복층에 도입된다. 다시 말하면, 슬롯 형태의 개구부의 종방향 범위는 핑거 부분의 종방향 범위에 수직이 되도록 구성된다.
- [0019] 바람직하게는, 피복층의 부분은 슬롯 형태의 개구부들 사이에 유지된다.
- [0020] 본 발명에 따른 센서를 사용하는 경우, 필라멘트, 특히 그을음 필라멘트, 즉 입자 또는 그을음 입자의 연속적인 열이 적어도 2 개의 전극 사이에 형성된다. 이러한 유형의 필라멘트 또는 그을음 필라멘트는 음극성 전극으로부터 양극성 전극으로, 바람직하게는 가스가 유동하는 방향으로 성장한다. 바람직하게는, 가스 흐름 방향이 핑거 부분의 종방향 범위에 수직하게 되도록 센서가 가스 흐름 내에 배치된다. 슬롯 형태의 개구부들 사이에 형성된 부분 또는 피복층의 나머지 부분은 전술한 그을음 필라멘트를 기계적으로 안정화시킨다. 이는 우선적인 필라멘트 형성을 유발하고, 따라서 감도를 향상시킨다.
- [0021] 필라멘트, 특히 그을음 필라멘트는 연결된 입자의 사슬, 특히 연결된 그을음 입자의 사슬로서 기술될 수 있다.
- [0022] 인접한 전극들 사이, 특히 인접한 빗형 전극들 사이의 필라멘트, 특히 그을음 필라멘트의 형성은 필라멘트가 두 전극과 접촉하는 경우에 전기 저항을 감소시킨다. 센서의 감도는 (그을음) 필라멘트의 형성에 의해 결정된다.
- [0023] 슬롯 형태의 개구부의 종방향 범위가 핑거 부분의 종방향 범위에 수직이 되도록 구성되는 특히 바람직한 실시형태의 특징의 경우, 적어도 2 개의 전극들 사이의 직접 경로 상의 피복층의 나머지 부분을 따라 그을음 필라멘트가 형성되거나 성장할 수 있다.
- [0024] 개구부, 특히 슬롯 형태의 개구부는 핑거 부분의 측면의 적어도 일부 및/또는 핑거 부분의 상면의 적어도 일부를 노출시킬 수 있다. 다시 말하면, 적어도 하나의 전극의 피복되지 않은 표면 또는 노출된 표면은 전극의 상면 및/또는 측면의 일부이다.
- [0025] "핑거 부분의 측면"은 기관에 (본질적으로) 수직이 되도록 또는 피복층에 수직이 되도록 구성된 전극의 면을 의미하는 것으로 이해해야 한다. 바람직하게는, 측면은 (본질적으로) 서로 평행하도록 구성된다. "핑거 부분의 상면"은 피복층의 방향을 향하는 면을 의미하는 것으로 이해해야 한다. 적어도 센서의 중간 제품 또는 센서 제조의 중간 단계에서 핑거 부분의 상면은 피복층으로 피복되고, 바람직하게는 완전히 피복된다.
- [0026] 본 발명의 추가의 실시형태에서, 특히 슬롯 형태의 개구부는 핑거 부분의 상면의 연부 영역의 적어도 일부를 노출시킬 수 있다. "상면의 연부 영역"은 핑거 부분의 측면과 결합되는 상면의 영역을 의미하는 것으로 이해해야 한다.
- [0027] 본 발명의 추가의 실시형태에서, 노출된 전극 부분의 표면의 적어도 일부는 유리 섬유 및/또는 입자, 특히 알루미늄 산화물 입자( $Al_2O_3$ ) 및/또는 실리콘 이산화물 입자( $SiO_2$ )로 코팅될 수 있다.
- [0028] 추가의 양태에서, 본 발명은 본 발명에 따른 센서, 특히 본 발명에 따른 그을음 센서의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 방법은 다음의 방법 단계를 특징으로 한다:
- [0029] a) 기관을 제공하는 단계,
- [0030] b) 상기 기관 상에 적어도 2 개의 공간적으로 분리되어 인터메싱된 전극을 갖는 전극층을 형성하는 단계,
- [0031] c) 상기 전극층에 피복층을 피복하는 단계, 및
- [0032] d) 상기 적어도 하나의 전극의 표면의 적어도 일부가 노출되도록 레이저를 사용하여 상기 피복층에 특히 슬롯 형태의 개구부를 도입하는 단계.
- [0033] 단계 d)에서, 즉 특히 슬롯 형태의 개구부를 도입할 때, 특히 초단 펄스 레이저(ultrashort pulse laser)가 사용된다. 특히, 이 초단 펄스 레이저는 피코초(picosecond) 레이저 또는 펨토초(femtosecond) 레이저이다. 이러한 유형의 초단 펄스 레이저를 사용하면, 피복층에 1.0 내지 50.0  $\mu m$ 의 선폭을 갖는 슬롯 형태의 개구부를 도입할 수 있다.
- [0034] 전극층을 형성할 때, 최초에 단계 b)에서 먼저 기관에 평면 전극층을 적층하고, 다음에 이 전극층을 구조화하는 것이 가능하다. 평면 전극층은, 예를 들면, 스크린 인쇄 및/또는 스퍼터링 및/또는 열증착과 같은 퇴적 방법을

사용하여 적층될 수 있다. 전극층의 후속 구조화는, 예를 들면, 레이저를 사용하여, 특히 초단 펄스 레이저를 사용하여 실시될 수 있다. 특히, 개별 전극들 사이에, 특히 전극의 개별 핑거 부분들 사이에 작은 간격을 형성하기 위해, 유리하게는 초단 펄스 레이저가 사용된다.

[0035] 대안적으로, 스크린 인쇄에 의해 전극층을 생성할 수 있다. 특히, 후속 전극 구조를 형성하기 위해 금속 페이스트가 스크린 인쇄를 이용하여 최초에 도포될 수 있다.

[0036] 피복층, 특히 세라믹 피복층은 스크린 인쇄 및/또는 열증착 및/또는 ADM(Aerosol Deposition Method)을 이용하여 적층될 수 있다. 본 발명에 따르면, 피복층의 적층 후에, 개구부, 특히 슬롯 형태의 개구부가 초단 펄스 레이저를 사용하여 도입된다.

[0037] 특히 바람직하게는, 복수의 개구부, 특히 슬롯 형태의 개구부를 가진 피복층은 레이저 구조화 피복층이다.

[0038] 본 발명의 추가의 하위 양태는 도전성 및/또는 분극성 입자를 검출하기 위한, 특히 그을음 입자를 검출하기 위한 본 발명에 따른 센서의 용도에 관한 것이다.

[0039] 특히, 본 발명은 배기 가스 시스템, 특히 내연기관의 배기 가스 시스템에서 본 발명에 따른 센서의 용도에 관한 것이다.

[0040] 바람직하게 본 발명에 따른 센서는 가스 흐름의 방향이 전극의 핑거 부분의 종방향 범위에 수직으로 배향되는 방식으로 배기 가스관 내에 배치된다. 전술한 (그을음) 필라멘트는 특히 가스 흐름 방향으로 양극성 전극의 방향으로 음극성 전극으로부터 형성된다. 개구부들, 특히 슬롯 형태의 개구부들 사이에 형성된 피복층의 부분은 (그을음) 필라멘트를 기계적으로 안정화시킨다. 따라서, 우선적인 (그을음) 필라멘트 형성이 발생한다. 이로 인해 본 발명에 따른 센서의 감도가 향상된다.

[0041] 특히 바람직하게는, 본 발명에 따른 용도에 따른 센서 또는 배기 가스관의 배치는 슬롯 형태의 개구부의 종방향 범위가 구성 면에서 핑거 부분의 종방향 범위에 수직이 되도록 구성된다. 이러한 유형의 슬롯 형태의 개구부의 구성에서, (그을음) 필라멘트는 적어도 2 개의 전극들 사이에 직접 존재하는 경로에서 나머지 피복층 부분을 따라 성장할 수 있다. 나머지 피복층 부분은 이 피복층이 알루미늄 산화물로 이루어진 경우에 알루미늄 산화물 ( $Al_2O_3$ ) 브릿지로서 기술될 수도 있다.

[0042] 기술된 (그을음) 필라멘트는 바람직하게는 노출된 피복층의 연부 및/또는 빗 형상의 브릿지를 따라 형성된다. 또한, (그을음) 필라멘트는 "리(lee)"에, 즉 피복층의 표면 형상 상의 국부적 피크의 데드존(dead zone)에 형성된다.

[0043] 이하 본 발명을 첨부한 개략도를 이용하여 예시적인 실시형태를 이용하여 설명한다.

**도면의 간단한 설명**

[0044] 도 1a 내지 도 6b는 본 발명에 따른 센서를 제조하는 방법의 다양한 단계를 도시하고, 도 6a 및 도 6b에 따른 방법의 단계는 단계 5a 및 5b의 대안을 나타낸다;

도 7은 본 발명에 따른 센서의 단면도를 도시하고;

도 8은 사용 중인 본 발명에 따른 센서를 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0045] 다음에서, 동일한 부분 및 동일하게 작용하는 부분은 동일한 참조 번호를 사용한다.

[0046] 도 1a 내지 도 6b에서, 문자 "a"를 사용하는 본 발명에 따른 센서의 도면은 각각 평면도에서 방법의 단계를 보여준다. 문자 "b"를 사용하는 도면은 각각 방법의 각 단계에 따른 센서의 단면도를 보여준다. 여기서 단면도는 일정한 축척에 따라 도시된 것이 아니고, 적층된 층을 기관의 표면에 수직한 방향으로 크게 확대하여 도시하였음에 주목해야 한다.

[0047] 먼저, 기관(20)이 도 1a에 도시되어 있다. 이 기관(20)은 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ ) 및/또는 지르코늄 산화물( $ZrO_2$ ) 및/또는 절연체를 가진 지르코늄 산화물( $ZrO_2$ )로 제조될 수 있다. 도 1b에서 볼 수 있는 두께(D1)는 0.5 - 1.0 mm일 수 있다.

[0048] 도 2a 및 도 2b에 도시된 방법의 단계에서, 먼저 평면 전극층(30)이 기관(20)의 면(21)에 적층된다. 바람직하게

는, 전극층(30)은 백금층이다. 이 층은 스크린 인쇄법과 관련하여 및/또는 스퍼터링법의 결과로서 및/또는 화학 증착법에 의해 적층될 수 있다. 전극층(30)의 두께(D2)는 0.5 - 20.0  $\mu\text{m}$ 일 수 있다.

- [0049] 도 3a 및 도 3b는 전극층(30)의 구조화(structurization)를 보여준다. 이와 관련하여, 2 개의 전극, 즉 제 1 전극(31) 및 제 2 전극(32)이 레이저 어블레이션에 의해 제조된다. 이 2 개의 전극(31, 32)은 이전의 평면 전극층(30)의 개별 부분을 제거함으로써 형성된다.
- [0050] 제 1 전극(31)은 2 개의 핑거 부분(33)을 포함한다. 제 2 전극(32)은 3 개의 핑거 부분(34)을 포함한다. 이 2 개의 전극(31, 32)은 서로 인터메시되어 있다. 이와 관련하여, 전극(31, 32)의 핑거 부분(33, 34)은 접촉하지 않는다. 2 개의 전극(31, 32)의 핑거 부분(33, 34)은 구성에서 본질적으로 서로 평행하다. 바람직하게는, 1.0 - 50.0  $\mu\text{m}$ 의 간격이 핑거 부분(33, 34)들 사이에 형성된다. 특히, 핑거 부분(33, 34)들 사이의 간격(A)은 동일한 크기이다. 전극(31, 32)은 인터디지테이팅(interdigitating)된 전극으로도 설명될 수 있다.
- [0051] 또한, 핑거 부분(33, 34)의 종방향 범위(LE)를 볼 수 있고, 이들은 구성에서 서로 평행하다.
- [0052] 도 4a 및 도 4b에서 볼 수 있는 바와 같이, 다음에 피복층(40)이 전극층(30)에 적층된다. 이 피복층(40)은 알루미늄 산화물( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 및/또는 실리콘 이산화물( $\text{SiO}_2$ ) 및/또는 유리로 이루어질 수 있다. 피복층(40)은, 예를 들면, 스크린 인쇄법에 의해 또는 열증착에 의해 또는 ADM(Aerosol Deposition Method)과 관련하여 적층된다.
- [0053] 피복층(40)은 전극(31, 32)의 상면(35) 및 전극(31, 32)의 측면(36)의 둘 모두가 피복층에 의해 피복되는 방식으로 전극층(30)에 적층된다(이와 관련하여 도 3a 및 도 3b 참조). 이와 관련하여, 피복층(40)은 상하로 배치된, 즉, 제 1 부분(41) 및 제 2 부분(42)에 의해 형성된 복수의 부분으로 이루어질 수 있다. 2 개의 부분(41, 42)은 균일한 두께(D3)의 피복층(40)이 적층되는 방식으로 형성된다. 이와 관련하여, 기관(20)의 면(21)에 적층되는 부분(42)의 두께는 전극(31, 32)의 상면(35)에 적층되는 제 1 부분(41)의 두께(D3)와 동일하다. 피복층(40)의 두께(D3)는 바람직하게는 0.5 - 20.0  $\mu\text{m}$ 이다. 일정한 균일한 층 두께(D3)로 인해, 돌출부(43)가 피복층(40)에 형성된다.
- [0054] 도 5a는 본 발명에 따른 단계 d)를 보여준다. 여기서, 슬롯 형태의 개구부(50)가 피복층(40)에 도입된다. 이 개구부(50)는 초단 펄스 레이저에 의해 피복층(40)에 도입된다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 예시적인 실시형태에서, 슬롯 형태의 개구부(50)는 이 슬롯 형태의 개구부(50)의 종방향 범위(LO)가 구성에서 전극(31, 32)의 종방향 범위(LE)(도 3a 및 도 3b 참조)에 평행한 방식으로 피복층(40)에 도입된다. 슬롯 형태의 개구부(50)는 구성에서 서로 평행하다. 전극(31, 32)의 상면(35)의 적어도 일부는 슬롯 형태의 개구부(50)에 의해 노출된다. 특히, 상면(35)의 연부 영역(39)이 노출된다. 이 연부 영역(39)은 전극(31, 32)의 측면(36)과 경계를 이루는 상면(35)의 일부에 의해 구성된다. 슬롯 형태의 개구부(50)를 도입함으로써, 돌출부(43) 및/또는 전극(31, 32) 사이의 피복층(40)의 부분의 폭이 감소된다.
- [0055] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 추가의 실시형태를 도시한다. 이 경우, 종방향 범위(LO)는 전극(31, 32)의 종방향 범위(LE)에 수직으로 연장된다. 바람직하게는, 슬롯 형태의 개구부(50)는 구성에서 일치된다. 도 6은 도 6a에 표시된 화살표를 따른 단면도를 도시한다. 따라서 슬롯 형태의 개구부(50)는 전극(31, 32)의 상면(35) 뿐만 아니라 기관(20)의 면(21)을 노출한다. 따라서, 도 6b에서는 전극(31, 32)의 상면(35) 뿐만 아니라 전극(31, 32)의 측면(36)이 노출된다.
- [0056] 도 7은 도 5b의 것과 유사한 본 발명의 추가의 실시형태를 도시한다. 이 본 발명에 따른 센서의 확대 단면도는, 도시된 실시형태에서 초단 펄스 레이저(60)에 의해 도입되는 슬롯 형태의 개구부(50)의 형성에도 불구하고, 전극(31, 32)들 사이에서 피복층(40)의 부분(42)이 유지될 수 있음을 보여준다. 도 5b에 도시된 실시형태와 달리, 여기서 전극(31, 32)의 측면 및 피복층의 나머지 구조(42, 43)의 측면은 구성에서 기관(20)의 표면에 수직하지 않고 경사를 이룬다. 전극(31, 32)의 연부 및 피복층의 나머지 구조(42, 43)의 연부는 라운딩(rounding)되어 있다.
- [0057] 도 8에 또한 본 발명에 따른 센서(10)가 도시되어 있다. 가스 흐름의 방향(S)을 볼 수 있다. 본 발명에 따르면, 센서(10)는, 전극(31, 32)의 종방향 범위(LE)가 흐름 방향(S)에 대해 수직이 되는 방식으로, 가스 흐름 내에 또는 가스 흐름의 방향(S)에 대해 배치된다. 도시된 실시례에서 제 1 전극(31)은 음극성이고, 반면에 제 2 전극(32)은 양극성이다.
- [0058] 또한 슬롯 형태의 개구부(50)를 볼 수 있고, 이것의 종방향 범위(LO)는 종방향 범위(LE)에 수직이 되도록 구성된다. 슬롯 형태의 개구부(50)로 인해, 전극(31, 32)의 상면(35) 뿐만 아니라 전극(31, 32)의 측면(36)이 노출

된다. 도시된 실시례에서, 슬롯 형태의 개구부(50)는 구성에서 일치된다. 피복층(40)의 부분(45)은 슬롯 형태의 개구부(50)들 사이에 형성된다. 이들 부분(45)은 빗 형상의 돌출부를 형성한다. 필라멘트(70)는 센서(10) 상에서 이들을 따라 특히 우선적으로 형성된다. 피복층(45)의 정지된 빗 형상의 돌출부는 필라멘트(70)가 형성될 때 이들을 기계적으로 안정화시키는 역할을 한다.

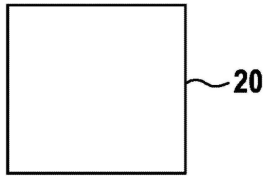
[0059] 필라멘트(70)는 연결된 입자의 사슬, 특히 연결된 그을음 입자의 사슬로 간주된다. 본 발명에 따른 레이저 구조화된 피복층(40)은 전극(31, 32)들 사이에 형성된 그을음 입자의 필라멘트(70)의 형성을 촉진한다. 따라서 전극(31, 32)은 부분(45)에 의해 직선으로 직접 연결될 수 있다. 본 발명에 따른 센서의 감도는 공지의 센서에 비해 상당히 증가된다.

**부호의 설명**

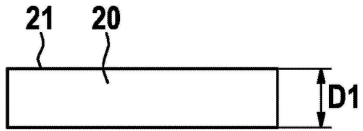
- [0060] 10     센서
- 20     기관
- 21     면
- 30     전극층
- 31     제 1 전극
- 32     제 2 전극
- 33     제 1 전극의 핑거 부분
- 34     제 2 전극의 핑거 부분
- 35     전극의 상면
- 36     전극의 측면
- 39     상면의 연부 영역
- 40     피복층
- 41     피복층의 부분
- 42     피복층의 부분
- 43     돌출부
- 45     피복층의 부분
- 50     슬롯 형태의 개구부
- 60     초단 펄스 레이저
- 70     필라멘트
- A     핑거 부분의 간격
- D1    기관의 두께
- D2    전극의 두께
- D3    피복층의 두께
- LE    전극의 종방향 범위
- LO    개구부의 종방향 범위
- S     가스의 흐름 방향

도면

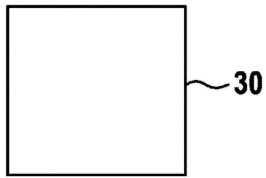
도면1a



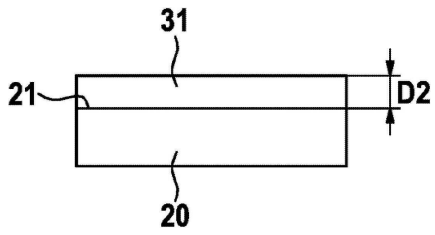
도면1b



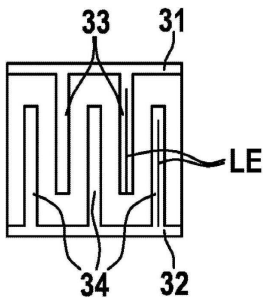
도면2a



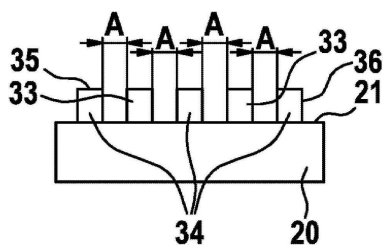
도면2b



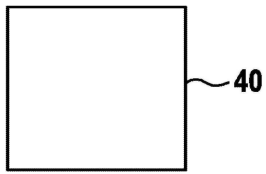
도면3a



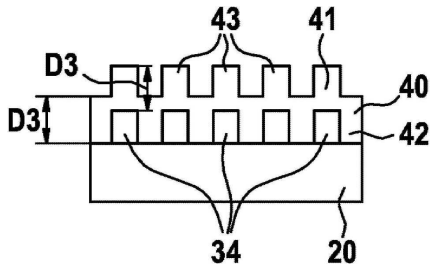
도면3b



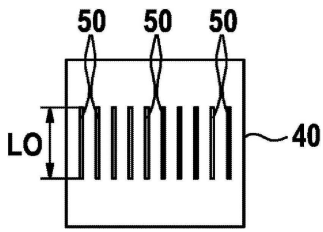
도면4a



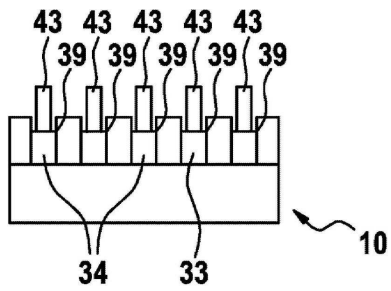
도면4b



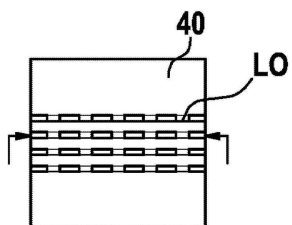
도면5a



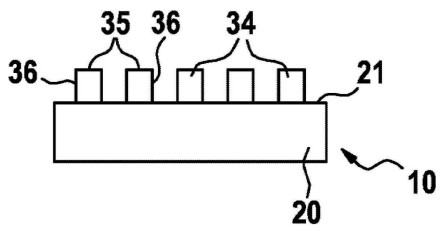
도면5b



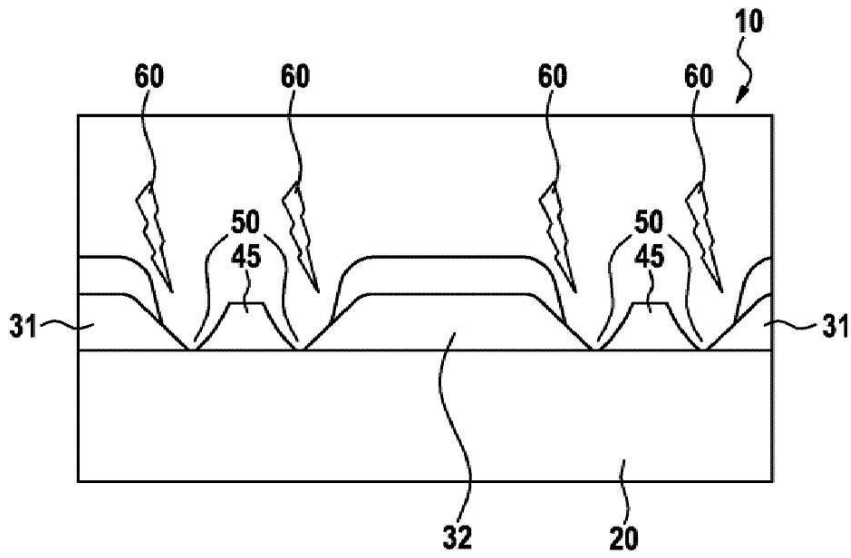
도면6a



도면6b



도면7



도면8

