

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. August 2017 (03.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/129695 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 27/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/051677

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Januar 2017 (26.01.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 201 193.6
27. Januar 2016 (27.01.2016) DE

(71) Anmelder: TECHNISCHE UNIVERSITÄT
MÜNCHEN [DE/DE]; Arcisstraße 21, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: ABDELHALIM, Ahmed; Dülferstraße 14,
80933 München (DE). LUGLI, Paolo; Beer Weg 5, 85933
Hallbergmoos (DE).

(74) Anwalt: ISARPATENT - PATENT- UND
RECHTSANWÄLTE BEHNISCH BARTH CHARLES
HASSA PECKMANN UND PARTNER MBB;
Friedrichstraße 31, 80801 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

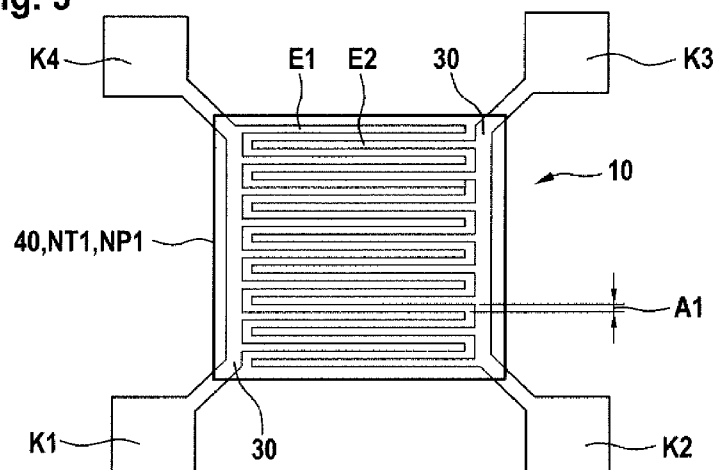
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: PRINTED SENSOR DEVICE FOR DETECTING MEDIA

(54) Bezeichnung : GEDRUCKTE SENSORVORRICHTUNG ZUM DETEKTIEREN VON MEDIEN

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to a printed sensor device for detecting media. The printed sensor device comprises a support substrate with a first surface, a second surface opposite the first surface, at least one printed finger electrode structure, and a printed detection layer, wherein the printed detection layer is pressed onto a printed finger electrode structure face facing away from the first surface of the support substrate, and the printed finger electrode structure is covered at least in some regions. The printed detection layer can be heated directly by the at least one printed finger electrode structure and/or indirectly by a printed heating layer on the second surface of the support substrate.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/129695 A1



Die Erfindung betrifft eine gedruckte Sensorvorrichtung zum Detektieren von Medien. Die gedruckte Sensorvorrichtung umfasst ein Trägersubstrat mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche, zumindest eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur, eine gedruckte Detektionsschicht, wobei die gedruckte Detektionsschicht auf einer der ersten Oberfläche des Trägersubstrats abgewandten Seite der gedruckten Finger-Elektroden Struktur aufgedruckt ist und die gedruckte Finger-Elektroden Struktur zumindest bereichsweise bedeckt und wobei die gedruckte Detektionsschicht durch die zumindest eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur unmittelbar und/oder durch eine gedruckte Beheizungsschicht auf der zweiten Oberfläche des Trägersubstrats mittelbar beheizbar ist.

Beschreibung

Titel

5 Gedruckte Sensorvorrichtung zum Detektieren von Medien

Die Erfindung betrifft eine gedruckte Sensorvorrichtung zum Detektieren von Medien, insbesondere von Gasen.

10 Stand der Technik

Sensorvorrichtungen, insbesondere Gassensoren, finden insbesondere einen breiten Einsatz in der Medizintechnik, Umwelttechnik und Automobiltechnik. Um ihre Leistungsfähigkeit zu verbessern, werden unterschiedliche
15 Technologien eingesetzt, beispielsweise Metalloxidhalbleiter (Metal Oxide Semiconductor (MOS)). Hierbei ist es stets erforderlich, dass im Betrieb ein entsprechender Gassensor beheizt werden muss. Hierzu wird derzeit ein externes und separat hergestelltes Heizelement eingesetzt. Durch ein unterschiedliches Beheizen des Gassensors können unterschiedliche Gase detek-
20 tiert werden bzw. wird durch ein Aufheizen des Gassensors eine Funktionalität einer entsprechenden Detektionsschicht wieder hergestellt. Mit anderen Worten kann durch Aufheizen der Detektionsschicht ein detektiertes Gas desorbiert werden.

Beispielsweise basiert ein Gassensor auf einer Metalloxidhalbleiter-
Technologie (Metal Oxide Semiconductor – MOS) zur Detektion unterschiedlicher Gase nach Aufheizen einer Detektionsschicht. Ein Aufheizen zur Inbetriebnahme eines Gassensors ist somit unabdingbar. Ferner kann durch ein
25 Aufheizen eines Gassensors ein Initialzustand des Gassensors wiederhergestellt werden. Durch das Aufheizen eines Gassensors, insbesondere einer Detektionsschicht, werden entsprechende Moleküle bzw. detektierte Moleküle mittels des Gassensors insbesondere desorbiert. Ferner kann durch das
30 Aufheizen eine Rekalibration durchgeführt werden, welche gewöhnlich nach einer bestimmten Anzahl von Messungen erforderlich ist, um eine Messgenauigkeit eines Gassensors zu gewährleisten.
35

Hierbei erfolgt das thermische Aufheizen des Gassensors, insbesondere der Detektionsschicht, mittels eines separat hergestellten Heizelements, beispielsweise ein Peltier-Element.

5

Somit ist ein Aufheizen eines Gassensors unabdingbar, um zum einen einen Gassensor in Betrieb zu nehmen sowie eine Messgenauigkeit und zum anderen eine Lebensdauer zu optimieren. Das Anbringen eines separaten Heizelements hat jedoch insbesondere folgende Nachteile:

10

Da es sich bei einem externen und separat hergestellten Heizelement nicht um ein integral verbautes Heizelement innerhalb einer Sensorvorrichtung handelt, kommt es zu Wärmeverlust und folglich zu einem erhöhten Energiebedarf;

15

das Anbringen bzw. Anordnen eines extern und separat hergestellten Heizelements an eine Sensorvorrichtung erfordert einen zusätzlichen Verfahrensschritt nach dem Bereitstellen bzw. Fertigstellen einer Sensorvorrichtung. Folglich entstehen höhere Produktionskosten;

20

ferner befindet sich zwischen einem extern und separat hergestellten Heizelement und der Detektionsschicht insbesondere ein Substrat, wodurch es zu einem hohen Wärmeverlust kommt. Ferner können bei Verwendung eines externen Heizelements ausschließlich Substrate eingesetzt werden, die eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit aufweisen.

25

Mit anderen Worten ist derzeit kein Heizelement in einer Sensorvorrichtung bereitstellbar, das bereits während einer Herstellung einer Sensorvorrichtung in die Sensorvorrichtung integrierbar ist.

30

Herkömmliche Gassensoren, die mittels MOS-Technologie herstellbar sind, umfassen insbesondere ein Strukturieren eines Substrats mittels Fotolithographie gefolgt durch eine physikalische Dampfabscheidung (Physical Vapor Deposition – PVD) eines Metalls auf der strukturierten Struktur mit leitfähige Elektroden. Zur Herstellung entsprechender Detektionsschichten sowohl als

35

einer Beheizungsschicht sind zwei separate Verfahrensschritte erforderlich. Insbesondere sind zum Abscheiden der Detektionsschicht und der Beheizungsschicht jeweils PVD-Verfahren einsetzbar.

5 Zum Bereitstellen von gedruckter und flexibler Elektronik-bzw. elektronischer Dünnschichten können lösliche Nanomaterialien (Solution-Processed Nanomaterialien) eingesetzt werden. Nanomaterialien in wässriger Lösung ermöglichen einen Einsatz von Drucktechnologien, beispielsweise Sprühabscheidung oder Drucken, beispielsweise Tintenstrahldruck, zum Abscheiden unterschiedlicher Schichten. Diese Technologien gewährleisten insbesondere
10 eine hohe Skalierbarkeit und sind auf verschiedenen Substrattypen anwendbar und sind insbesondere kosteneffizient.

Allerdings werden zum Abscheiden einer Beheizungsschicht derzeit ausschließlich PVD-Verfahren oder wie oben beschrieben externe Heizelemente, beispielsweise Peltier-Element, zum Beheizen entsprechender Komponenten bzw. Schichten einer Sensorvorrichtung eingesetzt. Das heißt, dass zum Abscheiden einer Beheizungsschicht Drucktechniken wenig geeignet
15 erscheinen. Aufgrund der eingeschränkten Skalierbarkeit mittels PVD hergestellten Schichten können somit die Vorteile mittels Drucktechnologie insbesondere hinsichtlich der Skalierbarkeit nicht vollständig ausgeschöpft werden.

Es ist somit wünschenswert, insbesondere gedruckte Sensorvorrichtungen bereitzustellen, die über ein integrales Selbstbeheizen (self-heating) verfügen.
25

Mit anderen Worten ist es wünschenswert, ein Heizelement bereitzustellen, welches mittels Drucktechnologie herstellbar ist kann und dessen Dimensionierung bzw. Strukturierung hohen Temperaturen standhält.
30

Aus – Ahmed Abdelhalim et al.– Metallic nanoparticles functionalizing carbon nanotube networks for gas sensing applications – IOP Publishing; Nanotechnology **25** (2014) 055208 (10pp) – ist ein Gassensor bekannt, der mittels eines Peltier-Elements betrieben wird.
35

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung schafft eine gedruckte Sensorvorrichtung zum Detektieren von Medien nach Anspruch 1.

Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Vorteile der Erfindung

In der vorliegenden Erfindung wurde überraschenderweise festgestellt, dass eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur gleichzeitig durch Anlegen einer entsprechenden Spannung auch als Heizelement fungiert. Da die im Folgenden beschriebene Finger-Elektroden Struktur durch ein Druckverfahren bzw. Sprühverfahren herstellbar ist, ist die hier beschriebene gedruckte Sensorvorrichtung insbesondere kostengünstig herstellbar und einfach skalierbar. Mit anderen Worten benötigt die hier beschriebene Sensorvorrichtung kein externes und separat hergestelltes Heizelement und kann sich insbesondere auf Basis der Finger-Elektroden Struktur selbst aufheizen.

Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung umfasst eine gedruckte Sensorvorrichtung zum Detektieren von Medien ein Trägersubstrat mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche. Das Trägersubstrat kann unterschiedliche Materialien, beispielsweise Kunststoff (Polyimid), Halbleitermaterialien (Silizium/Siliziumdioxid), Glas, Holz, und/oder ein gesintertes Material umfassen.

Mit anderen Worten kann je nach Einsatz der hier beschriebenen gedruckten Sensorvorrichtung ein beliebiges Trägersubstrat eingesetzt werden. Hierbei wird unter dem Begriff „gedruckte Sensorvorrichtung“ eine Vorrichtung verstanden, die in sich selbst funktionsfähig und mittels eines Druck- bzw. Sprühverfahrens herstellbar ist. Das heißt, die im Folgenden beschriebenen Komponenten bzw. Schichten der gedruckten Sensorvorrichtung sind integral miteinander verschaltet. Unter „integral verschaltet“ versteht man im vor-

liegenden Zusammenhang, dass insbesondere ein zerstörungsfreies Entnehmen einer Komponente der gedruckten Sensorvorrichtung nicht möglich ist.

5 Die gedruckte Sensorvorrichtung umfasst ferner zumindest eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur (englisch: interdigitated structure (IDES)). Die gedruckte Finger-Elektroden Struktur kann beispielsweise Gold, Palladium, Silber, Aluminium oder Legierungen dieser Materialien umfassen. Ferner kann die gedruckte Finger-Elektroden Struktur Kohlenstoffnanoröhrchen, bei-
10 spielsweise Silbernanopartikel (AgNPs) oder Silbernanowires (AgNWs) aus den hier genannten Materialien umfassen, wobei diese aus löslichen Nanomaterialien (Solution-Processed Nanomaterialien) herstellbar sind. Auch andere leitfähige metallische Materialien sind für die gedruckte Finger-Elektroden Struktur denkbar.

15 Unter „interdigitated“ versteht man im vorliegenden Zusammenhang Elektroden, die insbesondere kammartig ineinander greifen. Die Elektroden weisen hierbei voneinander einen Abstand auf, so dass kein Kurzschluss entsteht. Ferner wird der Abstand derart festgelegt, dass im Betrieb weitestgehend
20 keine parasitären Kapazitäten entstehen.

Die gedruckte Sensorvorrichtung umfasst ferner eine gedruckte Detektionsschicht, die auf einer der ersten Oberfläche des Trägersubstrats abgewandten Seite der gedruckten Finger-Elektroden Struktur aufgedruckt ist und die
25 gedruckte Finger-Elektroden Struktur zumindest bereichsweise bedeckt. Mit anderen Worten ist die gedruckte Finger-Elektroden Struktur zwischen dem Trägersubstrat und der gedruckten Detektionsschicht angeordnet. Beispielsweise können die kammartig ineinander greifenden Elektroden der Finger-Elektroden Struktur vollständig durch die gedruckte Detektionsschicht be-
30 deckt sein.

Die gedruckte Detektionsschicht ist durch die zumindest eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur unmittelbar und/oder durch eine gedruckte Beheizungsschicht auf der zweiten Oberfläche des Trägersubstrats mittelbar be-
35 heizbar. Das heißt, dass die gedruckte Sensorvorrichtung ausschließlich

durch die zumindest eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur unmittelbar beheizbar ist. Ferner kann die gedruckte Detektionsschicht durch die gedruckte Beheizungsschicht auf der zweiten Oberfläche des Trägersubstrats mittelbar beheizbar sein. Das heißt, dass die gedruckte Detektionsschicht von der gedruckten Finger-Elektroden Struktur oder durch die gedruckte Beheizungsschicht unabhängig voneinander beheizbar ist. Des Weiteren ist denkbar, dass die gedruckte Detektionsschicht durch eine Kombination der gedruckten Finger-Elektroden Struktur und der gedruckten Beheizungsschicht beheizbar ist.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst die gedruckte Finger-Elektroden Struktur zumindest zwei gedruckte Kontaktpads, wobei die gedruckte Detektionsschicht durch Anlegen einer Spannung an den zumindest zwei gedruckten Kontaktpads beheizbar ist. Insbesondere kann die Finger-Elektroden Struktur vier gedruckte Kontaktpads umfassen. Die hier beschriebenen zumindest zwei gedruckten Kontaktpads dienen zum einen zum Detektieren eines sich ändernden Widerstands der gedruckten Detektionsschicht, wobei der sich ändernde Widerstand insbesondere von dem zu messenden Medium sowie von einer elektrischen Leitfähigkeit der gedruckten Detektionsschicht abhängt. Ferner dienen die gedruckten Kontaktpads zum Anlegen der Spannung, die zum Beheizen der gedruckten Finger-Elektroden Struktur erforderlich ist. Die gedruckte Sensorvorrichtung ist beispielsweise dazu geeignet, Ammoniak (NH_3), Kohlenstoffdioxid (CO_2), Kohlenstoffmonoxid (CO) und Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) zu detektieren.

Somit kann die hier beschriebene gedruckte Finger-Elektroden Struktur insbesondere zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit der gedruckten Detektionsschicht dienen und zum Beheizen der gedruckten Detektionsschicht fungieren. Somit ist kein separates Heizelement zur Inbetriebnahme der gedruckten Sensorvorrichtung erforderlich, da ein Selbst-Aufheizen durch die Finger-Elektroden Struktur möglich ist. Mit anderen Worten zeichnet sich die hier beschriebene gedruckte Finger-Elektroden Struktur durch eine Doppelfunktion aus.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist das Trägersubstrat eine Dicke von 250 bis 750 Mikrometer auf. Beispielsweise kann das Trägersubstrat eine Dicke von 500 Mikrometer aufweisen. So lässt sich insbesondere ein flexibles Trägersubstrat für die gedruckte Sensorvorrichtung einsetzen.

So lässt sich ein breites Spektrum an Trägersubstraten einsetzen, wobei die gedruckte Sensorvorrichtung in sich funktionsfähig ist und auf unterschiedlichen Trägersubstratmaterialien aufdruckbar bzw. abscheidbar ist. Insbesondere kann das Trägersubstrat ein Polyimid umfassen und eine Dicke von beispielsweise 500 Mikrometer aufweisen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das Trägersubstrat flexibel ausgebildet. Somit kann die gedruckte Sensorvorrichtung insbesondere auf sehr dünnen Trägersubstraten mit einer vertikalen Ausdehnung kleiner 500 Mikrometer angeordnet werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die gedruckte Finger-Elektroden Struktur lamellenartig ausgebildet, wobei Elektroden der gedruckten Finger-Elektroden Struktur parallel zueinander ineinander greifend verlaufen und die Elektroden zueinander einen Abstand aufweisen. Mit anderen Worten sind die Elektroden kammartig ineinandergreifend zueinander angeordnet, wobei die Elektroden einen Abstand zueinander aufweisen. So lassen sich insbesondere sehr kleine gedruckte Finger-Elektroden Struktur mit einer Fläche von wenigen Millimeter, beispielsweise 3 mm², bereitstellen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung beträgt der Abstand zwischen den Elektroden zwischen 50 Mikrometer und 500 Mikrometer. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den Elektroden 100 Mikrometer betragen. So lässt sich auf einfache Art und Weise auf eine Oberflächenspannung der gedruckten Detektionsschicht zurückgreifen, wodurch die gedruckte Detektionsschicht homogen auf der zumindest einen gedruckten Finger-Elektroden Struktur aufdruckbar bzw. abscheidbar ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst die gedruckte Detektionsschicht Kohlenstoffnanoröhrchen mit metallischen Nanopartikeln. So lässt sich ein großes Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis bereitstellen.

5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst die gedruckte Beheizungsschicht Kohlenstoffnanoröhrchen oder Silbernanowires, wobei die Kohlenstoffnanoröhrchen und Silbernanowires mittels Sprühtechnologie ab-
scheidbar sind. So lässt sich zum Bereitstellen der gedruckten Beheizungsschicht auf ein bereits etabliertes Verfahren für die gedruckte Detektions-
10 schicht zurückgreifen. Somit lässt sich die gedruckte Sensorvorrichtung insbesondere kostengünstig herstellen, da zum Aufdrucken der Beheizungsschicht kein separates Druckverfahren bzw. Sprühverfahren erforderlich ist.

Ein Abscheiden der gedruckten Detektionsschicht sowie der gedruckten Be-
15 heizungsschicht kann beispielsweise durch eine automatische atomisierende Sprühpistole oder atomisierende Sprühdüsen durchführbar sein. So lassen sich sehr kleine gedruckte Sensorvorrichtungen bereitstellen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfassen die metallischen
20 Nanopartikel Gold, Platin, Chrom, Palladium, Aluminium oder Silber. Diese Materialien weisen insbesondere eine gute Wärmeleitfähigkeit auf.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Kohlenstoffnanoröhrchen und die metallischen Nanopartikel (NP1) mittels eines Sprühverfahrens und/oder Druckverfahrens druckbar. So lassen sich kostengünstig die
25 gedruckte Beheizungsschicht sowie die gedruckte Detektionsschicht unter Verwendung desselben Druckverfahrens bzw. Sprühverfahrens bereitstellen. Insbesondere sind durch die hier beschriebenen Verfahren besonders kleine gedruckte Sensorvorrichtungen bereitstellbar.

30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die gedruckte Detektionsschicht und/oder die gedruckte Beheizungsschicht transparent. Mit anderen Worten können die sind die gedruckte Detektionsschicht und/oder die gedruckte Beheizungsschicht lichtdurchlässig sein. Die die gedruckte Detek-
35 tionsschicht und/oder die gedruckte Beheizungsschicht können gleiche Mate-

rialien oder unterschiedliche Materialien umfassen. So ist die hier beschriebene gedruckte Sensorvorrichtung beispielsweise in einer Vielzahl von industriellen Anwendungen einsetzbar.

5 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die Figuren erläutert.

10 Es zeigen:

Figur 1 schematische Querschnittsansicht einer gedruckten Sensorvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

15 Figur 2 eine schematische Querschnittsansicht einer gedruckten Sensorvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

20 Figur 3 eine Aufsicht auf die gedruckte Sensorvorrichtung gemäß der ersten und/oder zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

25 Figur 4 eine perspektivische Ansicht einer gedruckten Sensorvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

30 Figuren 5-7 Graphen zum Nachweis einer Funktionalität der hier beschriebenen gedruckten Sensorvorrichtung gemäß der ersten, zweiten und dritten Ausführungsform.

Ausführungsformen der Erfindung

35 In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente.

Figur 1 ist eine schematische Querschnittsansicht einer gedruckten Sensorvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In Figur 1 bezeichnet Bezugszeichen 10 eine gedruckte Sensorvorrichtung zum Detektieren von Medien. Die gedruckte Sensorvorrichtung 10 umfasst ein Trägersubstrat 20 mit einer ersten Oberfläche 21 und einer der ersten Oberfläche 21 gegenüberliegenden zweiten Oberfläche 22. Ferner umfasst die gedruckte Sensorvorrichtung 10 eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 sowie eine gedruckte Detektionsschicht 40, wobei die gedruckte Detektionsschicht 40 auf einer der Oberfläche 21 des Trägersubstrats 20 abgewandte Seite der gedruckten Finger-Elektroden Struktur 30 aufgedruckt ist. Das Trägersubstrat 20, die gedruckte Detektionsschicht 40 und die dazwischenliegende gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 stehen in direktem Kontakt miteinander und können nicht zerstörungsfrei voneinander getrennt werden.

Die gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 kann beispielsweise Gold, Palladium, Silber, Aluminium oder Legierungen dieser Materialien umfassen. Ferner kann die gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 Silbernanopartikel (AgNPs) oder Silbernanowires (AgNWs) aus den hier genannten Materialien umfassen.

Die in der Figur 1 gezeigte gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 umfasst ferner vier gedruckte Kontaktpads K1, K2, K3, K4, wobei die vier Kontaktpads K1 bis K4 frei von einem Material der gedruckten Detektionsschicht 40 sind und die gedruckte Detektionsschicht 40 durch Anlegen einer Spannung an zwei der vier gedruckten Kontaktpads K1 bis K4 der gedruckten Finger-Elektroden Struktur 30 beheizbar ist.

Bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform ist das Material des Trägersubstrats frei wählbar. Insbesondere kann das Trägersubstrat Glas, Keramik oder Holz umfassen. Die in Figur 1 gezeigte gedruckte Sensorvorrichtung 10 ist in sich funktionsfähig.

Figur 2 ist eine schematische Querschnittsansicht einer gedruckten Sensorvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die in Figur 2 gezeigte gedruckte Sensorvorrichtung 10 basiert auf der in Figur 1 gezeigten Sensorvorrichtung 10 mit dem Unterschied, dass eine gedruckte Beheizungsschicht 50 auf der zweiten Oberfläche 22 des Trägersubstrats angeordnet ist und mittels der gedruckten Beheizungsschicht 50 entweder die gedruckte Detektionsschicht 40 und/oder die gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 beheizbar ist.

Ferner ist denkbar, dass die gedruckte Sensorvorrichtung 10 der Figur 2 durch eine Kombination der gedruckten Finger-Elektroden Struktur 30 unmittelbar und durch die gedruckte Beheizungsschicht 50 auf der zweiten Oberfläche 22 des Trägersubstrats 20 mittelbar beheizbar ist. Das in der Figur 2 gezeigte Trägersubstrat 20 umfasst ein Material, welches eine gute thermische Wärmeleitfähigkeit aufweist. Insbesondere weist das Trägersubstrat 20 eine Dicke D1 (gezeigt durch den Doppelpfeil) von 250 Mikrometer bis 750 Mikrometer auf.

Figur 3 ist eine Aufsicht auf die gedruckte Sensorvorrichtung gemäß der ersten und/oder zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Figur 3 zeigt eine gedruckte Sensorvorrichtung 10 mit der gedruckten Finger-Elektroden Struktur 30, wobei die gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 Elektroden E1, E2 umfasst, die kammartig ineinander greifend und einen Abstand A1 aufweisend (gezeigt durch den Doppelpfeil) zueinander den Abstand A1 aufweisen.

Beispielsweise kann als das Trägersubstrat 20 ein Siliziumwafer mit thermisch aufgewachsenem Siliziumdioxid mit einer Dicke von 200 Nanometer bereitgestellt werden. Die Finger-Elektroden Struktur (Interdigitated Electrode Structure (IDES)) umfasst beispielsweise eine 5 Nanometer dicke Chromschicht, um ein Anhaften von Gold auf dem Siliziumdioxid zu begünstigen.

Die Finger-Elektroden Struktur 30 umfassend Gold weist eine Dicke von beispielsweise 40 Nanometer auf und ist auf dem Siliziumdioxid aufgedampft. Der Abstand A1 zwischen den Elektroden E1, E2 der Finger-Elektroden Struktur 30 beträgt beispielsweise 100 Mikrometer. Auf die Finger-Elektroden Struktur 30 kann insbesondere die gedruckte Detektionsschicht 40 mittels eines Sprühverfahrens aufgedruckt werden, um ein resistives Netzwerk für beispielsweise eine Gasdetektion auszubilden. Nach Ausbilden der Kohlenstoffnanoröhrchen NT1 mit metallischen Nanopartikeln NP1 kann durch entsprechendes Anlegen einer Spannung an den Kontaktpads K1 bis K4 bzw. K1 bis K2 die gedruckte Sensorvorrichtung 10 in Betrieb genommen werden. Die metallischen Nanopartikel NP1 umfassen insbesondere Gold, Platin, Chrom, Palladium, Aluminium oder Silber.

In der in Figur 3 gezeigten gedruckten Sensorvorrichtung 10 ist alternativ denkbar, dass auf der zweiten Oberfläche 22 des Trägersubstrats 20 die gedruckte Beheizungsschicht 50 (nicht gezeigt) umfassend Kohlenstoffnanoröhrchen NT1' oder Silbernano-wires aufgedruckt ist.

Figur 4 ist eine perspektivische Ansicht einer gedruckten Sensorvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die in Figur 4 gezeigte gedruckte Sensorvorrichtung 10 wird ausschließlich durch die gedruckte Beheizungsschicht 50 auf der zweiten Oberfläche 22 des Trägersubstrats mittelbar beheizt. Hierbei können zum Aufdrucken der Beheizungsschicht 50 die gleichen Verfahren eingesetzt werden wie für das Aufdrucken der Detektionsschicht 40. Die gedruckte Detektionsschicht 40 und die gedruckte Finger-Elektroden Struktur 30 können insbesondere Kohlenstoffnanoröhrchen (NT1) umfassen. Die gedruckte Beheizungsschicht 50 kann Kohlenstoffnanoröhrchen NT1' oder Silbernano-wires umfassen.

Figuren 5, 6 und 7 sind Graphen zum Nachweis einer Funktionalität der hier beschriebenen gedruckten Sensorvorrichtung gemäß der ersten, zweiten und dritten Ausführungsform.

In den Graphen der Figuren 5, 6 und 7 ist auf der X-Achse die Zeit in Minuten auf der linken Y-Achse die Temperatur in Grad Celsius und auf der rechten Y-Achse die Spannung in Volt aufgetragen.

5 Wie aus den Figuren 5, 6 und 7 deutlich wird steigt die Temperatur (Messkurve) in Abhängigkeit der angelegten bzw. vorgegebenen Spannung (gestrichelte Linie) stufenweise (siehe Figuren 5 und 6) bzw. intervallartig (siehe Figur 7) an. Mit anderen Worten steigt die Temperatur weitestgehend proportional zu der angelegten Spannung an den Kontaktpads K1 bis K4 der gedruckten Finger-Elektroden Struktur 30 und/oder gedruckten Beheizungsschicht 50 an.

10

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand einer gedruckten Sensorvorrichtung beschrieben wurde, versteht es sich selbst, dass auf dem Trägersubstrat auch eine Vielzahl von gedruckten Sensorvorrichtungen angeordnet sein kann.

15

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt. Insbesondere sind die genannten Materialien und Topologien nur beispielhaft und nicht auf die erläuterten Beispiele beschränkt.

20

Ansprüche

1. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) zum Detektieren von Medien mit:

5 einem Trägersubstrat (20) mit einer ersten Oberfläche (21) und einer der ersten Oberfläche (21) gegenüberliegenden zweiten Oberfläche (22);

10 zumindest einer gedruckten Finger-Elektroden Struktur (30);

einer gedruckten Detektionsschicht (40), die auf einer der ersten Oberfläche (21) des Trägersubstrats abgewandten Seite der gedruckten Finger-Elektroden Struktur (30) aufgedruckt ist und die gedruckte Finger-Elektroden Struktur (30) zumindest be-

15 wobei die gedruckte Detektionsschicht (40) durch die zumindest eine gedruckte Finger-Elektroden Struktur (30) unmittelbar und/oder durch eine gedruckte Beheizungsschicht (50) auf der zweiten Oberfläche (22) des Trägersubstrats (20) mittelbar beheizbar ist.

20 2. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die gedruckte Finger-Elektroden Struktur Gold, Palladium, Silber, Aluminium oder Legierungen dieser Materialien umfasst.

25 3. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die gedruckte Finger-Elektroden Struktur (30) zumindest zwei gedruckte Kontaktpads (K1, K2, K3, K4) umfasst, wobei die gedruckte Detektionsschicht durch Anlegen einer Spannung an den zumindest zwei gedruckten Kontaktpads (K1, K2, K3, K4) beheizbar ist.

30 4. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei das Trägersubstrat (20) eine Dicke (D1) von 250 bis 750 Mikrometer aufweist.

35 5. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei das Trägersubstrat (20) flexibel ausgebildet ist.

6. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1,
wobei die gedruckte Finger-Elektroden Struktur (30) lamellenartig ausgebildet ist und
Elektroden (E1, E2) der gedruckten Finger-Elektroden Struktur (30) parallel zueinan-
der ineinander greifend verlaufen und die Elektroden (E1, E2) zueinander einen Ab-
stand (A1) aufweisen.

7. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 5,
wobei der Abstand (A1) zwischen den Elektroden (E1, E2) zwischen 50 Mikrometer
und 500 Mikrometer beträgt.

8. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1,
wobei die gedruckte Detektionsschicht (40) Kohlenstoffnanoröhrchen (NT1) mit me-
tallischen Nanopartikel (NP1) umfasst.

9. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1,
wobei die gedruckte Beheizungsschicht (50) Kohlenstoffnanoröhrchen (NT1') oder
Silbernanowires umfasst, wobei die Kohlenstoffnanoröhrchen und Silbernanowires
mittels Sprühtechnologie abscheidbar sind.

10. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 8,
wobei die metallischen Nanopartikel (NP1) Gold, Platin, Chrom, Palladium, Alumini-
um oder Silber umfassen.

11. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9,
wobei die Kohlenstoffnanoröhrchen (NT1; NT1') und die metallischen Nanopartikel
(NP1) mittels eines Sprühverfahrens und/oder Druckverfahrens druckbar sind.

12. Gedruckte Sensorvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die gedruckte Detek-
tionsschicht (40) und/oder die gedruckte Beheizungsschicht (50) transparent sind.

1 / 3

Fig. 1

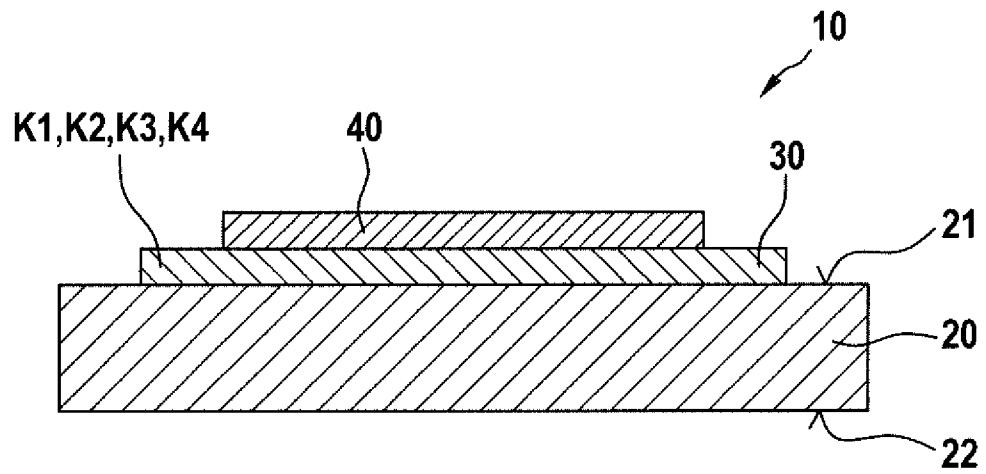
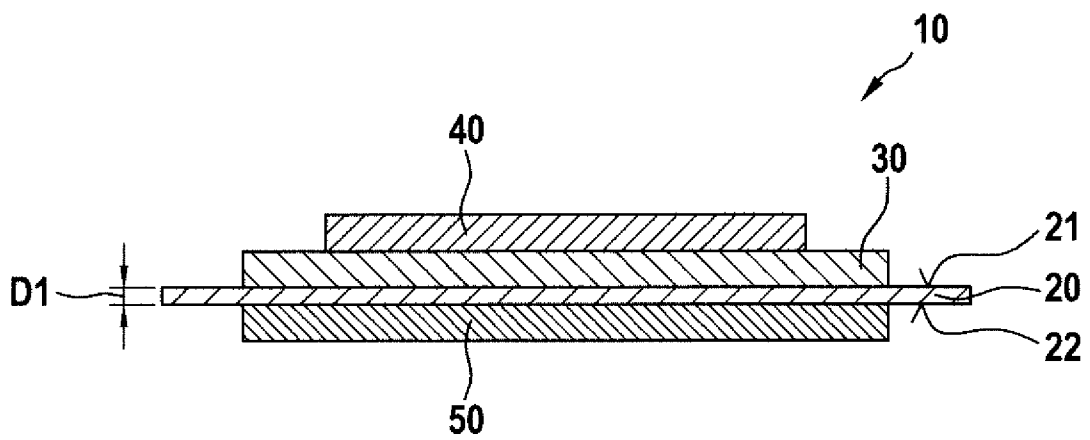


Fig. 2



2 / 3

Fig. 3

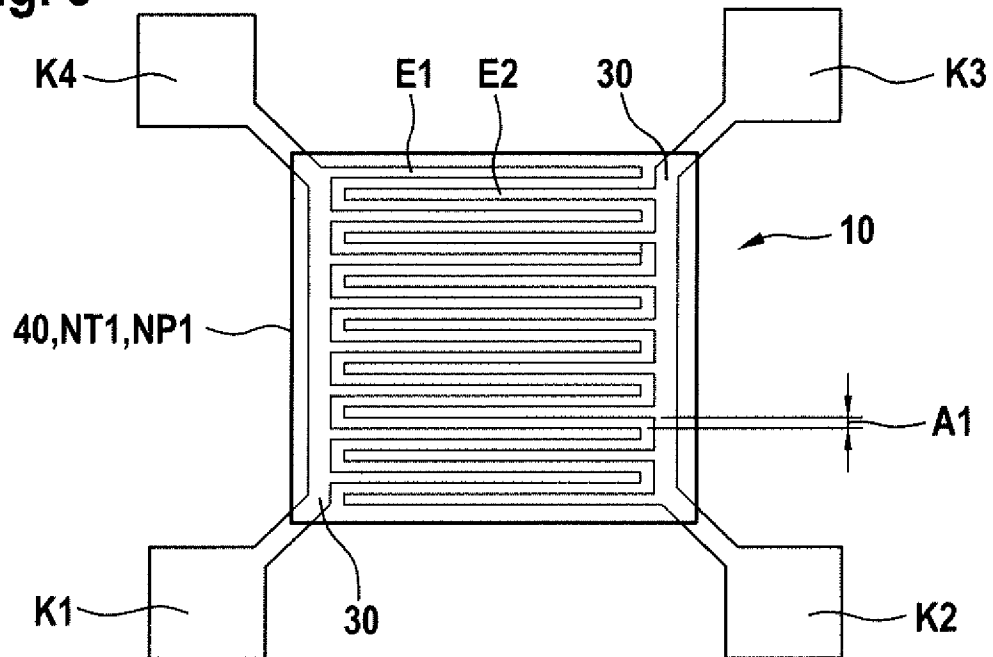
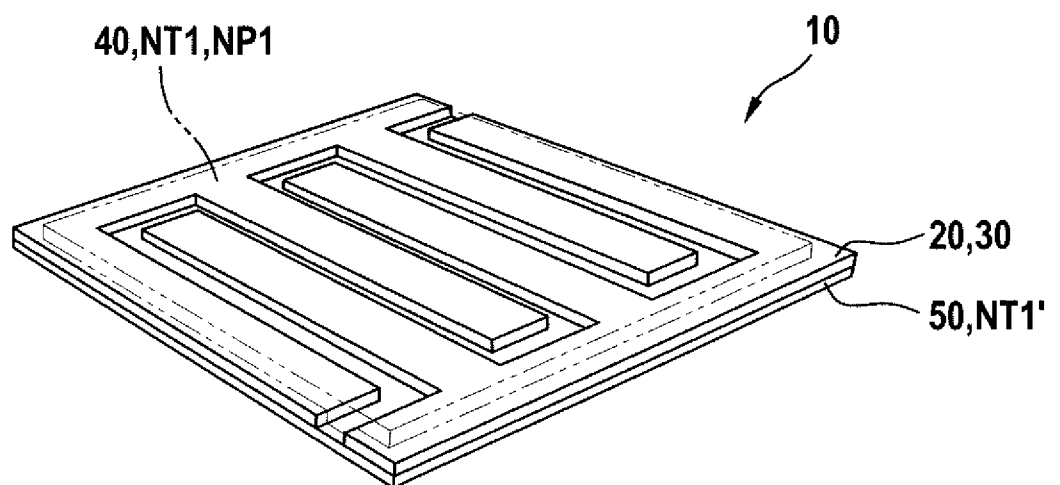


Fig. 4



3 / 3

Fig. 5

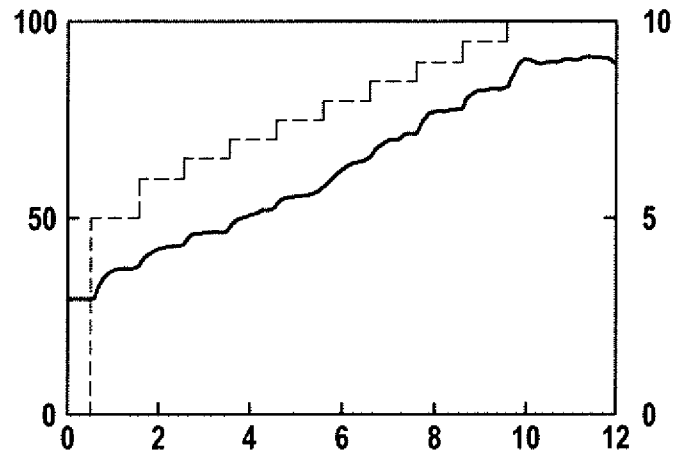


Fig. 6

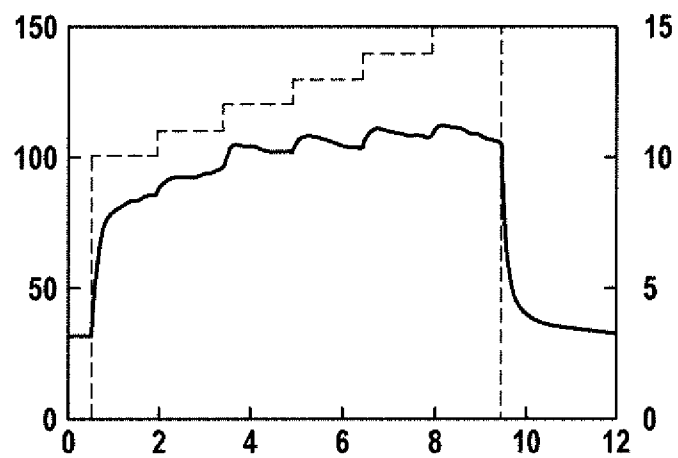
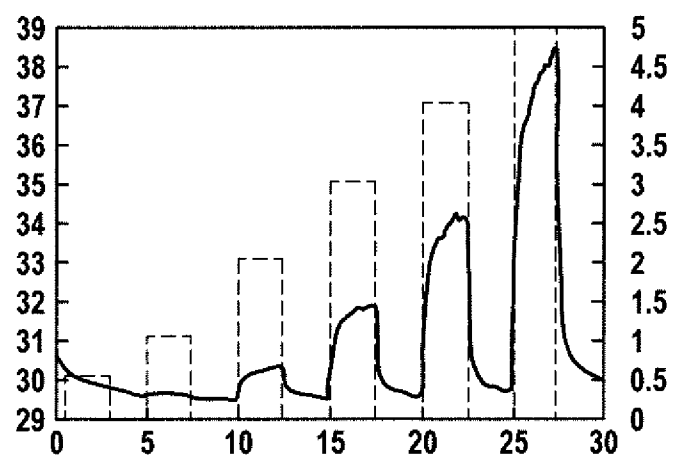


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051677

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N27/12
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CLARAMUNT S ET AL: "Flexible gas sensor array with an embedded heater based on metal decorated carbon nanofibres", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, vol. 187, 3 January 2013 (2013-01-03), pages 401-406, XP028705875, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/J.SNB.2012.12.093 figures 1a,2,5 page 402, left-hand column, lines 35-37, 52 page 403, paragraph 2.2 page 404, left-hand column, lines 11-14 ----- -/--	1,2,5,6, 8-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 March 2017

Date of mailing of the international search report

06/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kratz, Dorothee

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/051677

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 732 738 A (NAKATANI YOSHIHIKO [JP] ET AL) 22 March 1988 (1988-03-22) figures 1,2 example 2 column 4, line 62 - column 5, line 7 -----	1,2,4,6, 7
X	DE 100 31 976 A1 (DORNIER GMBH [DE]) 17 January 2002 (2002-01-17) figures 1,2 paragraphs [0001], [0036], [0041], [0048], [0052] -----	1,2,6,7
X	DE 44 37 692 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 25 April 1996 (1996-04-25) figures 1,3 column 4, lines 38-42 column 5, lines 14-39 column 6, line 18 -----	1,2,6
X	US 6 134 946 A (LIU CHUNG-CHIUN [US] ET AL) 24 October 2000 (2000-10-24) figures 1,2,3 column 3, lines 1-19 column 4, lines 10-15 -----	1,2,4,6
X	US 2014/217404 A1 (JANG HO WON [KR] ET AL) 7 August 2014 (2014-08-07) paragraphs [0042], [0044], [0048], [0058], [0062] figures 2,7 -----	1-4,6,12
X	US 5 627 305 A (YUN DONG H [KR] ET AL) 6 May 1997 (1997-05-06) figure 4 column 3, lines 43-63 column 4, lines 2-3,34-36 -----	1,3
A	LIAN FENG ZHU ET AL: "Self-heated hydrogen gas sensors based on Pt-coated WO nanowire networks with high sensitivity, good selectivity and low power consumption", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, ELSEVIER BV, NL, vol. 153, no. 2, 27 October 2010 (2010-10-27), pages 354-360, XP028369236, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/J.SNB.2010.10.047 [retrieved on 2010-11-03] figure 2 page 355, right-hand column, lines 11-26 ----- -/--	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051677

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GWYN P. EVANS ET AL: "Single-walled carbon nanotube composite inks for printed gas sensors: enhanced detection of NO₂, NH₃, EtOH and acetone", RSC ADVANCES: AN INTERNATIONAL JOURNAL TO FURTHER THE CHEMICAL SCIENCES, vol. 4, no. 93, 2 October 2014 (2014-10-02), pages 51395-51403, XP055355889, GB ISSN: 2046-2069, DOI: 10.1039/C4RA09568E paragraph [02.3] figure 1 -----	8-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/051677

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4732738	A	22-03-1988	DE 3379481 D1 27-04-1989
			EP 0095313 A2 30-11-1983
			US 4732738 A 22-03-1988

DE 10031976	A1	17-01-2002	DE 10031976 A1 17-01-2002
			EP 1167955 A2 02-01-2002
			US 2002014107 A1 07-02-2002

DE 4437692	A1	25-04-1996	DE 4437692 A1 25-04-1996
			EP 0787291 A1 06-08-1997
			JP H10507529 A 21-07-1998
			US 5958340 A 28-09-1999
			WO 9612944 A1 02-05-1996

US 6134946	A	24-10-2000	NONE

US 2014217404	A1	07-08-2014	NONE

US 5627305	A	06-05-1997	CN 1141433 A 29-01-1997
			JP 2788888 B2 20-08-1998
			JP H08261970 A 11-10-1996
			US 5627305 A 06-05-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N27/12
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CLARAMUNT S ET AL: "Flexible gas sensor array with an embedded heater based on metal decorated carbon nanofibres", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, Bd. 187, 3. Januar 2013 (2013-01-03), Seiten 401-406, XP028705875, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/J.SNB.2012.12.093 Abbildungen 1a,2,5 Seite 402, linke Spalte, Zeilen 35-37, 52 Seite 403, Absatz 2.2 Seite 404, linke Spalte, Zeilen 11-14 ----- -/-	1,2,5,6, 8-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. März 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/04/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kratz, Dorothee

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 732 738 A (NAKATANI YOSHIHIKO [JP] ET AL) 22. März 1988 (1988-03-22) Abbildungen 1,2 Beispiel 2 Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 7 -----	1,2,4,6, 7
X	DE 100 31 976 A1 (DORNIER GMBH [DE]) 17. Januar 2002 (2002-01-17) Abbildungen 1,2 Absätze [0001], [0036], [0041], [0048], [0052] -----	1,2,6,7
X	DE 44 37 692 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 25. April 1996 (1996-04-25) Abbildungen 1,3 Spalte 4, Zeilen 38-42 Spalte 5, Zeilen 14-39 Spalte 6, Zeile 18 -----	1,2,6
X	US 6 134 946 A (LIU CHUNG-CHIUN [US] ET AL) 24. Oktober 2000 (2000-10-24) Abbildungen 1,2,3 Spalte 3, Zeilen 1-19 Spalte 4, Zeilen 10-15 -----	1,2,4,6
X	US 2014/217404 A1 (JANG HO WON [KR] ET AL) 7. August 2014 (2014-08-07) Absätze [0042], [0044], [0048], [0058], [0062] Abbildungen 2,7 -----	1-4,6,12
X	US 5 627 305 A (YUN DONG H [KR] ET AL) 6. Mai 1997 (1997-05-06) Abbildung 4 Spalte 3, Zeilen 43-63 Spalte 4, Zeilen 2-3,34-36 -----	1,3
A	LIAN FENG ZHU ET AL: "Self-heated hydrogen gas sensors based on Pt-coated WO ₃ nanowire networks with high sensitivity, good selectivity and low power consumption", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, ELSEVIER BV, NL, Bd. 153, Nr. 2, 27. Oktober 2010 (2010-10-27), Seiten 354-360, XP028369236, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/J.SNB.2010.10.047 [gefunden am 2010-11-03] Abbildung 2 Seite 355, rechte Spalte, Zeilen 11-26 -----	3
	-/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GWYN P. EVANS ET AL: "Single-walled carbon nanotube composite inks for printed gas sensors: enhanced detection of NO₂, NH₃, EtOH and acetone", RSC ADVANCES: AN INTERNATIONAL JOURNAL TO FURTHER THE CHEMICAL SCIENCES, Bd. 4, Nr. 93, 2. Oktober 2014 (2014-10-02), Seiten 51395-51403, XP055355889, GB ISSN: 2046-2069, DOI: 10.1039/C4RA09568E Absatz [02.3] Abbildung 1 -----	8-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051677

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4732738	A	22-03-1988	DE	3379481 D1	27-04-1989
			EP	0095313 A2	30-11-1983
			US	4732738 A	22-03-1988

DE 10031976	A1	17-01-2002	DE	10031976 A1	17-01-2002
			EP	1167955 A2	02-01-2002
			US	2002014107 A1	07-02-2002

DE 4437692	A1	25-04-1996	DE	4437692 A1	25-04-1996
			EP	0787291 A1	06-08-1997
			JP	H10507529 A	21-07-1998
			US	5958340 A	28-09-1999
			WO	9612944 A1	02-05-1996

US 6134946	A	24-10-2000	KEINE		

US 2014217404	A1	07-08-2014	KEINE		

US 5627305	A	06-05-1997	CN	1141433 A	29-01-1997
			JP	2788888 B2	20-08-1998
			JP	H08261970 A	11-10-1996
			US	5627305 A	06-05-1997
