

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 51174/2016
(22) Anmeldetag: 22.12.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2019

(51) Int. Cl.: **G01N 27/12** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2011120866 A1
GB 2527340 A
WO 2014088403 A1
WO 2007073111 A1
US 4457161 A

(73) Patentinhaber:
Materials Center Leoben Forschung GmbH
8700 Leoben (AT)

(74) Vertreter:
Wirnsberger & Lerchbaum Patentanwälte OG
8700 Leoben (AT)

(54) **Sensoranordnung zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen und Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung (1) zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen, umfassend eine Sensorstruktur (2) mit in einer Matrix (3) angeordneten leitenden Elementen und einer Vielzahl von Kontakten (4), wobei die leitenden Elemente mit den Kontakten (4) verbunden sind, wobei die leitenden Elemente mit aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet sind, die an Kreuzungspunkten übereinander laufen, und dass an oder zwischen den Kreuzungspunkten Sensoren ausgebildet sind, die beliebig extern über die Kontakte miteinander koppelbar und gegeneinander verschaltbar sind, um in einem Gasgemisch mehr als zwei Gase isoliert voneinander zu messen.

Weiter betrifft die Erfindung eine Verwendung einer solchen Sensoranordnung (1).

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung (1) zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen.

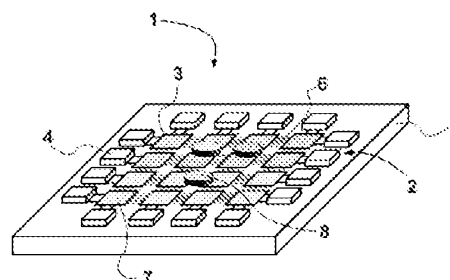


Fig. 3

Beschreibung

SENSORANORDNUNG ZUR BESTIMMUNG UND GEGEBENENFALLS MESSUNG EINER KONZENTRATION VON MEHREREN GASEN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SENSORANORDNUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen, umfassend eine Sensorstruktur mit in einer Matrix angeordneten leitenden Elementen und einer Vielzahl von Kontakten, wobei die leitenden Elemente mit den Kontakten verbunden sind.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Verwendung einer solchen Sensoranordnung.

[0003] Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen.

[0004] Gassensoren sind aus dem Stand der Technik bekannt und zur Detektion von gasförmigen Substanzen ausgebildet. Insbesondere werden zur Messung von Gasen Metalloxidsensoren verwendet. Diese werden beispielsweise zur Detektion von Kohlenmonoxid eingesetzt. Nachteilig bei solchen aus dem Stand der Technik bekannten Sensoren ist allerdings, dass diese entweder auf mehrere Gase reagieren bzw. nicht zwischen zwei oder mehr Gasarten unterscheiden können.

[0005] In der US 2011/0120866 A1 ist ein Gassensor offenbart, welcher dazu ausgebildet ist, gleichzeitig zwei Gase zu detektieren. Auch mit einem solchen Gassensor ist es jedoch nicht möglich, mehr als zwei Gasarten isoliert voneinander zu messen.

[0006] Die EP0 527 258 A1 offenbart ein Gassensorarray zum Detektieren von einzelnen Gasbestandteilen in einem Gasgemisch. Ein solches Gassensorarray ist jedoch nicht derart flexibel konfigurierbar, dass zwei oder mehr Gase gleichzeitig bestimmbar sind, da eine Bestimmung eines Gases erst durch Berechnungen aus Sensorsignalen möglich ist.

[0007] Darüber hinaus offenbart die Druckschrift GB 2527340 A einen Gassensor mit mehreren Elektrodenpaaren zur Erfassung von mehreren Gasarten, wobei jeweils ein Elektrodenpaar zur Messung einer Gasart ausgebildet ist.

[0008] Ferner offenbart die WO 2014/088403 A1 einen Gassensor, bei welchem Nanofasern über mehrere Brückenelektroden verbunden sind, wobei die Brückenelektroden matrixartig angeordnet sind.

[0009] Nachteilig ist hierbei, dass derartige Gassensoren nicht beliebig konfigurierbar sind.

[0010] Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sensoranordnung der eingangs genannten Art anzugeben, welche flexibel konfigurierbar ist.

[0011] Ein weiteres Ziel ist es, eine Verwendung einer solchen Sensoranordnung anzugeben.

[0012] Weiter ist es ein Ziel, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem eine flexibel konfigurierbare Sensoranordnung hergestellt werden kann.

[0013] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einer Sensoranordnung der eingangs genannten Art die leitenden Elemente aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet sind, die an Kreuzungspunkten übereinander laufen, und dass an oder zwischen den Kreuzungspunkten Sensoren ausgebildet sind, die beliebig extern über die Kontakte miteinander koppelbar und gegeneinander verschaltbar sind, um in einem Gasgemisch mehr als zwei Gase isoliert voneinander zu messen.

[0014] Ein mit der Erfindung erzielter Vorteil ist insbesondere darin zu sehen, dass durch die Ausbildung der Sensorstruktur, insbesondere der in einer Matrix angeordneten bzw. als Matrix ausgebildeten leitenden Elemente eine flexibel konfigurierbare Sensoranordnung geschaffen ist, mit welcher zwei oder mehr Gase eines Gasgemisches erkennbar bzw. messbar sind. Die

leitenden Elemente sind zumindest teilweise aus zumindest zwei unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet. Bei einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung sind die einzelnen leitenden Elemente aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden in der Matrix derart angeordnet bzw. miteinander verschaltet, dass diese beliebig extern über die Kontakte miteinander koppelbar und gegeneinander verschaltbar sind, um gegebenenfalls eine Konzentration der einzelnen Gase zu messen. Jeder Kontakt ist zumindest mit einem leitenden Element verbunden, um in weiterer Folge ein Vorhandensein eines Gases feststellen zu können. Durch die Ausbildung der Sensoranordnung aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden bildet die Sensoranordnung mehrere miteinander koppelbare Sensoren aus, welche individuell über die Kontakte ansteuerbar und untereinander verschaltbar sind. Die Sensoren sind an Berührungspunkten zwischen zwei oder mehr leitenden Elementen angeordnet. Darüber hinaus sind die Sensoren beabstandet voneinander angeordnet.

[0015] Insbesondere sind die Sensorstruktur bzw. die leitenden Elemente aus oder mit zwei verschiedenen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet, bevorzugt aus Kupferoxid und/oder Zinkoxid und/oder Zinnoxid. Die Sensorstruktur umfasst beispielsweise eine Matrix aus gitterförmig angeordneten Strängen aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden. Hierbei ist es günstig, wenn die Stränge etwa senkrecht zueinander angeordnet und aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden ausgebildet sind. Die Stränge laufen an Kreuzungspunkten übereinander und können an diesen Kreuzungspunkten miteinander verbunden sein, wobei die Kreuzungspunkte beabstandet zueinander angeordnet sind. Eine solche vertikale Anordnung zweier unterschiedlicher Metalle und/oder Metalloxide kann beispielsweise einen p-n Übergang bilden. Mit Vorteil können die Stränge auch aus Schichten und/oder Nanofasern gebildet sein. Darüber hinaus können auch unterschiedliche Kontaktelemente matrixförmig auf einem Substrat angeordnet sein, wobei diese auch teilweise oder vollständig in unterschiedliche Metalloxide umgewandelt werden können und gitterförmig miteinander verbunden sind.

[0016] Es ist günstig, wenn die Matrix Metallfilme und/oder Metalloxidfilme umfasst. Die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme sind insbesondere streifenförmig ausgebildet und gitterförmig bzw. matrixförmig auf einem Substrat angeordnet. An jeweiligen Enden der streifenförmigen Metallfilme und/oder Metalloxidfilme sind Kontakte angeordnet, über welche unterschiedlich ausgebildete sowie beabstandet voneinander angeordnete Sensoren ansteuerbar sind. Sensoren sind an oder zwischen Kreuzungspunkten der Metallfilme und/oder Metalloxidfilme ausgebildet, wobei die Kreuzungspunkte beabstandet voneinander angeordnet sind. Insbesondere sind die Metallfilme in weiterer Folge zu Metalloxidfilmen und/oder Metalloxidnanofasern oxidierbar, wodurch aus Metallfilmen gassensitive Metalloxide werden. Es ist dabei zweckmäßig, wenn jede Reihe bzw. Spalte der Metallfilme in ein unterschiedliches Metalloxid umwandelbar ist, beispielsweise durch thermische Oxidation. Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme als Bündel von Nanofasern ausgebildet sind.

[0017] Vorteilhaft ist es, wenn die Sensorstruktur Nanofasern umfasst. Die Nanofasern sind hierbei auf bzw. zwischen leitenden Elementen der Metallmatrix angeordnet, wobei die Nanofasern über einen Transferprozess auf ein Substrat übertragen werden, beispielsweise thermisch darauf oxidiert. Die Nanofasern sind bevorzugt aus Metalloxiden sowie gassensitiv, beispielsweise durch deren elektrische Leitfähigkeit, ausgebildet, wodurch eine Empfindlichkeit der Sensoranordnung weiter erhöht ist. Die Nanofasern können auch über Oxidation von geeigneten Metallfilmen auf einem Metallgitter hergestellt sein.

[0018] Besonders bevorzugt ist es, wenn Kontaktelemente, insbesondere metallische und/oder metalloxidische Kontaktelemente vorgesehen sind, wobei die Nanofasern zwischen den Kontaktelementen angeordnet sind. Mit Vorteil sind jeweils zwei Nanofasern so zueinander orientiert, dass die zweite Nanofaser in einem Winkel zwischen 45° und 135° , besonders bevorzugt etwa senkrecht zur ersten Nanofaser ausgerichtet ist. Die mit den Nanofasern verbundenen Kontaktelemente bilden dadurch ein Gitter aus, wobei bevorzugt Bündel von Nanofasern vorgesehen sind. Die Kontaktelemente sind mit Vorteil etwa rechteckig, insbesondere quadratisch, ausgebildet und matrixförmig auf einem Substrat angeordnet. Die äußeren Kontaktelemente der dadurch gebildeten Matrix sind jeweils mit einem Kontakt verbunden. Die Kontaktelemente

können direkt auf einem Substrat wachsen oder auf einem solchen aufgedampft werden. Es kann vorgesehen sein, dass die Kontaktelemente und/oder die Nanofasern aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden ausgebildet sind.

[0019] Es ist günstig, wenn die Nanofasern dotiert sind. Es werden Fremdatome in die jeweiligen Nanofasern aus einem Metall und/oder Metalloxid eingebracht, um diese für unterschiedliche Gase empfindlich bzw. unterschiedlich empfindlich zu machen.

[0020] Es ist weiter zweckmäßig, wenn die Sensorstruktur Nanopartikel umfasst, um Sensoren unterschiedlich zu sensibilisieren. Die Sensorstruktur ist dadurch unterschiedlich funktionalisierbar. Durch die Nanopartikel sind den in der Sensorstruktur ausgebildeten Sensoren unterschiedliche Eigenschaften und/oder Sensibilitäten zuordenbar, wodurch in weiterer Folge in einem Gasgemisch zwei oder mehr Gase isoliert voneinander bzw. einzeln zuverlässig messbar sind. Dadurch ist ein weiterer Parameterraum zur Anpassung von Sensibilitäten an spezifische Gase eröffnet. Die Nanopartikel sind insbesondere auf die Matrix der Sensorstruktur aufdrückbar. Die unterschiedlichen leitenden Elemente der Sensorstruktur bzw. der Matrix sind bevorzugt mit verschiedenen bzw. unterschiedlichen Nanopartikeln dotiert. Es können jedoch auch gleiche Nanopartikel vorgesehen sein.

[0021] Es ist von Vorteil, wenn die in der Matrix angeordneten leitenden Elemente zumindest teilweise aus Zinnoxid und/oder Zinkoxid und zumindest teilweise aus Kupferoxid gebildet sind, wobei beispielsweise das Zinnoxid und/oder Zinkoxid n-dotiert und das Kupferoxid p-dotiert ist. Es werden dadurch Elektronendonatoren in das Zinnoxid und/oder Zinkoxid und Elektronenakzeptoren in das Kupferoxid implantiert. Eine intrinsische Dotierung des Metalloxids kann durch zusätzliches Dotieren umgekehrt werden. Die leitenden Elemente können auch zumindest teilweise aus einem anderen Metalloxid gebildet sein. Die in der Matrix angeordneten leitenden Elemente umfassen beispielsweise Metallfilme und/oder Metalloxidfilme aus unterschiedlichen Metalloxiden. Alternativ dazu können die leitenden Elemente Kontaktelemente aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden umfassen, welche über beispielsweise Nanofasern miteinander verbunden sind. Ferner können die leitenden Elemente auch Nanofasern umfassen, welche gitterförmig zueinander angeordnet sind. Die Matrix aus dotiertem Zinnoxid und/oder Zinkoxid und dotiertem Kupferoxid bzw. die in der Matrix angeordneten leitenden Elemente sind miteinander verschaltbar, wodurch eine Diode gebildet wird. Dadurch ergibt sich neben der Möglichkeit einzelne Sensoren miteinander zu koppeln und gegeneinander zu verschalten auch der Effekt, dass Strom in eine Richtung ungehindert durchkommt und in der anderen Richtung gesperrt ist.

[0022] Zweckmäßigerweise ist bei der Sensoranordnung, wobei die Matrix Metallfilme und/oder Metalloxidfilme umfasst, bei einem Kreuzungspunkt zwischen etwa senkrecht zueinander angeordneten Metallfilmen ein Übergang zwischen Bereichen mit unterschiedlicher Dotierung ausgebildet. Es kann ein p-n Übergang oder ein n-p Übergang ausgebildet sein. Durch eine Matrixverschaltung ist auch ein n-p-n Übergang oder ein p-n-p Übergang erzeugbar, wodurch ein Transistor gebildet ist. Es sind also verschiedene Übergänge zwischen Bereichen mit unterschiedlicher Dotierung freischaltbar. Die Metallfilme sind als Stränge mit unterschiedlichen Metalloxiden oder bündelförmigen Nanofasern mit unterschiedlichen Metalloxiden ausgebildet bzw. in Metalloxidfilmen umgewandelt, wobei die Metalloxidfilme unterschiedlich dotiert sind.

[0023] Vorteilhaft ist es weiter, wenn die Sensoranordnung flexibel konfigurierbar ist. Die Sensoranordnung bildet mehrere voneinander beabstandete Sensoren aus, wobei mit Vorteil jeder Sensor auf ein unterschiedliches Gas sensibilisiert ist bzw. reagiert. Abhängig davon, wie die einzelnen Kontakte abgegriffen werden, sind unterschiedliche Gase erkennbar und messbar. Eine flexibel und individuell konfigurierbare Sensoranordnung ist beispielsweise als Smartsensor einsetzbar. Dieser ist insbesondere in der Gebäudesteuerung oder bei einer Steuerung einer Klimaanlage verwendbar.

[0024] Um die Sensoranordnung zusätzlich zur Messung bestimmter Gase sensibilisieren zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Sensoranordnung eine Heizeinrichtung und/oder eine Kühleinrichtung umfasst, um die Sensoranordnung auf eine definierte Temperatur zu bringen oder

definierten Temperaturzyklen zu unterwerfen.

[0025] Eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung erfolgt mit Vorteil zur gleichzeitigen Bestimmung von unterschiedlichen Gasen.

[0026] Das weitere Ziel wird erreicht, wenn ein Verfahren der eingangs genannten Art folgende Schritte umfasst:

- Bereitstellen eines Substrates,
- Aufbringen einer Sensorstruktur aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden umfassend in einer Matrix angeordnete leitende Elemente und eine Vielzahl von Kontakten auf das Substrat und
- Funktionalisieren von in der Sensorstruktur ausgebildeten Sensoren.

[0027] Ein damit erzielter Vorteil ist insbesondere darin zu sehen, dass die Kombination des Aufbringens der Sensorstruktur mit in einer Matrix angeordneten leitenden Elementen und mehreren Kontakten und des Funktionalisierens der Sensorstruktur, eine Herstellung einer Sensoranordnung zur isolierten Messung von zwei oder mehr Gasen in einem Gasgemisch erlaubt. Bei einer durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellten Sensoranordnung können einzelne, voneinander beabstandete Sensoren in einer Matrix derart miteinander gekoppelt werden, dass diese beliebig extern miteinander angesteuert und verschaltet werden können. Insbesondere können verschiedene Arten von Sensoren miteinander gekoppelt und gegeneinander verschaltet werden, sodass in einem Gasgemisch mehr als zwei unterschiedliche Gase erkannt und individuell gemessen werden können.

[0028] Die Sensorstruktur bzw. die Matrix wird aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet, beispielsweise aus Kupferoxid und/oder Zinkoxid und/oder Zinnoxid. Insbesondere wird die Sensorstruktur aus gitterförmig angeordneten Strängen aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet. Hierbei ist es günstig, wenn die Stränge etwa senkrecht zueinander angeordnet werden. Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Stränge aus unterschiedlichen Metalloxiden hergestellt werden. Die Stränge können mit Vorteil auch aus Nanofasern gebildet sein. Darüber hinaus können auch Kontaktelemente matrixförmig auf dem Substrat angeordnet werden. Dabei ist es günstig, wenn diese aus unterschiedlichen Metalloxiden ausgebildet und gitterförmig miteinander verbunden werden.

[0029] Es kann ferner von Vorteil sein, wenn die Sensorstruktur aus n-dotiertem Zinnoxid und/oder Zinkoxid und aus p-dotiertem Kupferoxid gebildet wird. Hierfür werden Elektronendonatoren in das Zinnoxid und/oder Zinkoxid und Elektronenakzeptoren in das Kupferoxid implantiert. Die Matrix der Sensorstruktur umfasst beispielsweise Metallfilme und/oder Metalloxydfilme aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden. Die Matrix bzw. Elemente aus beispielsweise dotiertem Zinkoxid und/oder Zinnoxid und dotiertem Kupferoxid der Matrix können miteinander bzw. untereinander verschaltet werden, wodurch eine Diode gebildet wird. Dadurch ergibt sich neben der Möglichkeit einzelne Sensoren miteinander zu koppeln und gegeneinander zu verschalten auch der Effekt, dass Strom in eine Richtung ungehindert durchkommt und in der anderen Richtung gesperrt wird.

[0030] Es ist von Vorteil, wenn die Sensorstruktur mit Nanopartikeln funktionalisiert wird. Eine Funktionalisierung kann durch Sensibilisierung erfolgen, wobei die Nanopartikel insbesondere auf die Matrix der Sensorstruktur aufgebracht werden, insbesondere aufgedruckt, beispielsweise mit einem Tintenstrahldrucker. Die Sensorstruktur ist dadurch unterschiedlich funktionalisierbar. Durch die Nanopartikel werden den ausgebildeten Sensoren unterschiedliche Eigenschaften und/oder Sensibilitäten zugeordnet, wodurch in weiterer Folge zwei oder mehr Gase isoliert voneinander zuverlässig gemessen werden können. Somit wird ein weiterer Parameterraum zur Anpassung von Sensibilitäten an spezifische Gase eröffnet. Unterschiedliche Elemente der Sensorstruktur bzw. der Matrix werden bevorzugt mit verschiedenen Nanopartikeln sensibilisiert bzw. dotiert. Es kann jedoch auch nur eine einzige Art von Nanopartikeln zur Sensibilisierung der Sensorstruktur verwendet werden.

[0031] Weiter kann eine Funktionalisierung durch klassische Dotierung erfolgen. Neben einer

klassischen Dotierung können alternativ oder zusätzlich auch andere Fremdatome oder Nanopartikel, beispielsweise Edelmetalle wie Palladium, Platin etc. in Elemente der Sensorstruktur eingebettet oder aufgebracht werden, um diese für unterschiedliche Gase empfindlich zu machen.

[0032] Vorteilhaft ist es, wenn zwischen in der Matrix angeordneten Kontaktelementen, insbesondere metallischen und/oder metalloxidischen Kontaktelementen, Nanofasern auf das Substrat oxidiert werden. Die Kontaktelemente wachsen entweder direkt auf dem Substrat oder werden auf das Substrat aufgebracht, beispielsweise durch Aufdampfen. Die Nanofasern werden etwa senkrecht zueinander zwischen den Kontaktelementen thermisch auf das Substrat oxidiert. Durch die mit den Nanofasern verbundenen Kontaktelemente wird ein Gitter ausgebildet, wobei Bündel von Nanofasern vorgesehen sind. Die Kontaktelemente sind mit Vorteil etwa rechteckig, insbesondere quadratisch, ausgebildet und matrixförmig auf einem Substrat angeordnet. Die äußeren Kontaktelemente der dadurch gebildeten Matrix sind jeweils mit einem Kontakt verbunden. Alternativ dazu können die Nanofasern auch auf das Substrat gedruckt werden.

[0033] Es kann günstig sein, wenn Metallfilme und/oder Metalloxidfilme auf das Substrat aufgedampft werden. Die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme sind insbesondere streifenförmig ausgebildet und werden gitterförmig bzw. matrixförmig auf das Substrat aufgedampft. An jeweiligen Enden der streifenförmigen Metallfilme werden Kontakte angeordnet, über die unterschiedlich ausgebildete Sensoren angesteuert werden können. Sensoren werden an und/oder zwischen Kreuzungspunkten der leitenden Elemente ausgebildet, wobei die Kreuzungspunkte mit Abstand zueinander auf der Sensorstruktur angeordnet sind. Es ist zweckmäßig, wenn die leitenden Elemente einer Reihe bzw. Spalte zumindest teilweise aus unterschiedlichen Metalloxiden gebildet werden. Es kann auch zweckmäßig sein, wenn die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme als Bündel von Nanofasern ausgebildet sind.

[0034] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen ergeben sich aus den nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

[0035] Fig. 1a eine Sensoranordnung;

[0036] Fig. 1b eine schematische Darstellung einer Verschaltung zweier Kontakte;

[0037] Fig. 2 eine erfindungsgemäße Sensoranordnung;

[0038] Fig. 3 eine weitere erfindungsgemäße Sensoranordnung;

[0039] Fig. 4 eine weitere erfindungsgemäße Sensoranordnung;

[0040] Fig. 5 ein Bild von Kontaktelementen;

[0041] Fig. 6 ein weiteres Bild von Kontaktelementen;

[0042] Fig. 7 ein weiteres Bild von Kontaktelementen;

[0043] Fig. 8 ein weiteres Bild von Kontaktelementen;

[0044] Fig. 9 ein Bild einer zweidimensionalen Verbindung von Kontaktelementen.

[0045] Fig. 1a zeigt eine Sensorstruktur 2 für eine erfindungsgemäße Sensoranordnung 1. Die Sensorstruktur 2 umfasst in einer Matrix 3 angeordnete leitende Elemente und mehrere Kontakte 4, welche beispielsweise aus Silber oder Titan ausgebildet sind. In Fig. 1a umfasst die Matrix 3 Metallfilme und/oder Metalloxidfilme 5 bzw. ist die Matrix 3 aus Metallfilmen und/oder Metalloxidfilmen 5 gebildet. Die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme 5 sind gitterförmig angeordnet, wobei an den zwei Enden eines jeden Metallfilmes und/oder Metalloxidfilmes 5 die Kontakte 4 vorgesehen bzw. mit den als Metallfilme und/oder Metalloxidfilme 5 ausgebildeten leitenden Elementen verbunden sind.

[0046] Fig. 1b zeigt ein Beispiel einer Verschaltung zweier Kontakte 4 mittels eines n-p Überganges an einem Knotenpunkt 51.

[0047] Die Sensorstruktur 2 bzw. die leitenden Elemente sind mit unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet, z. B. aus Kupferoxid und/oder Zinkoxid und/oder Zinnoxid. Die Kontakte 4 sind über die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme 5 miteinander verbunden, wobei die Kontakte 4 beliebig miteinander koppelbar und verschaltbar sind, wodurch in weiterer Folge mehr als zwei Gase messbar sind.

[0048] Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Sensoranordnung 1. Diese umfasst eine Sensorstruktur 2 mit in einer Matrix 3 angeordneten leitenden Elementen und einer Vielzahl von Kontakten 4, welche auf einem Substrat 9 angeordnet ist. Die Sensorstruktur 2 entspricht der Sensorstruktur 2 gemäß Fig. 1a. Die leitenden Elemente sind wiederum aus gitterförmig angeordneten Metallfilmen und/oder Metalloxidfilmen 5 gebildet. Die Metallfilme und/oder Metalloxidfilme 5 sind darüber hinaus mit Nanopartikeln 8 sensibilisiert.

[0049] In Fig. 3 ist eine weitere erfindungsgemäße Sensoranordnung 1 mit einer Sensorstruktur 2, umfassend aus Metallen und/oder Metalloxiden gebildete und in einer Matrix 3 angeordnete leitende Elemente und Kontakte 4, gezeigt. Die Matrix 3 umfasst Kontaktelemente 7 aus unterschiedlichen Metallfilmen und/oder Metalloxidfilmen 5, welche über metalloxidische Nanofasern 6 miteinander verbunden sind. Die Nanofasern 6 sind mit Nanopartikeln 8 sensibilisiert bzw. funktionalisiert. Die Kontaktelemente 7 werden unmittelbar auf dem Substrat 9 angeordnet, wohingegen die Nanofasern 6 auf das Substrat 9 bzw. einen Wafer oxidiert werden.

[0050] Eine weitere erfindungsgemäße Sensoranordnung 1 ist in Fig. 4 gezeigt. Diese Sensoranordnung 1 entspricht im Wesentlichen der Sensoranordnung 1 gemäß Fig. 3. Hier werden die Kontaktelemente 7 auf das Substrat 9 aufgebracht und die Nanofasern 6 zwischen den Kontaktelementen 7 diese verbindend auf das Substrat 9 gedruckt.

[0051] In allen Ausführungsvarianten einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung 1 sind die leitenden Elemente der Matrix 3 zumindest teilweise aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet, beispielsweise aus Kupferoxid und/oder Zinkoxid und/oder Zinnoxid. Zusätzlich können die leitenden Elemente der Sensorstruktur 2 n-dotiert und/oder p-dotiert sein.

[0052] Fig. 5, 6, 7 und 8 zeigen jeweils ein mit einem Rasterelektronenmikroskop aufgenommenes Bild von Kontaktelementen 7 mit Nanofasern 6. Die Nanofasern 6 werden bei einer Herstellung einer solchen Matrix 3 zwischen den Kontaktelementen 7 thermisch oxidiert, wohingegen die Kontaktelemente 7 direkt auf einem Substrat 9 aufgebracht werden, beispielsweise durch Aufdampfen, Aufdrucken, Sputtern oder elektrolytisch. In Fig. 5 bis 7 ist eine Matrixverschaltung der Kontaktelemente 7 über die Nanofasern 6 bzw. eine Matrix 3 abgebildet, wohingegen Fig. 8 eine reine Verbindung von Kontaktelementen 7 über Nanofasern 6 zeigt. Diese Aufnahmen sind allerdings nur exemplarisch, da die Nanofasern 6 hierbei jeweils nur aus einem Metalloxid gebildet sind (Kupferoxid in Fig. 5, 6 und 7; Zinkoxid in Fig. 8). Bei einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung 1 ist die Matrix 3 aus unterschiedlichen Metalloxiden gebildet, um zwei oder mehr Gase eines Gasgemisches bestimmen und messen zu können.

[0053] In Fig. 9 ist ein mit einem Rasterelektronenmikroskop aufgenommenes Bild einer zweidimensionalen Verbindung von Kontaktelementen 7 gezeigt. Ein Träger der Sensoranordnung 1 kann beispielsweise eine Mikro-Heizplatte sein, mit der die Sensoranordnung 1 auf eine definierte Temperatur gebracht oder definierten Temperaturzyklen unterworfen werden kann.

[0054] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung 1 zur Bestimmung von mehreren Gasen wird ein Substrat 9 bereitgestellt, auf welches eine Sensorstruktur 2, umfassend eine Matrix 3 aus leitenden Elementen und eine Vielzahl von Kontakten 4, aufgebracht wird. In einem nächsten Schritt wird die Sensorstruktur 2 insbesondere mit Nanopartikeln 8 auf mehrere Gase sensibilisiert.

[0055] Die Arbeit, welche zu dieser Erfindung geführt hat, wurde gefördert von der Europäischen Union, Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) unter dem grant agreement Nr. 611887.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung (1) zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen, umfassend eine Sensorstruktur (2) mit in einer Matrix (3) angeordneten leitenden Elementen und einer Vielzahl von Kontakten (4), wobei die leitenden Elemente mit den Kontakten (4) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die leitenden Elemente aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden gebildet sind, die an Kreuzungspunkten übereinander laufen, und dass an oder zwischen den Kreuzungspunkten Sensoren ausgebildet sind, die beliebig extern über die Kontakte miteinander koppelbar und gegeneinander verschaltbar sind, um in einem Gasgemisch mehr als zwei Gase isoliert voneinander zu messen.
2. Sensoranordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Matrix (3) Metallfilme und/oder Metalloxidfilme (5) umfasst.
3. Sensoranordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorstruktur (2) Nanofasern (6) umfasst.
4. Sensoranordnung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kontaktelemente (7), insbesondere metallische und/oder metalloxidische Kontaktelemente (7), vorgesehen sind, wobei die Nanofasern (6) zwischen den Kontaktelementen (7) angeordnet sind.
5. Sensoranordnung (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nanofasern (6) dotiert sind.
6. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorstruktur (2) Nanopartikel (8) umfasst, um Sensoren unterschiedlich zu sensibilisieren.
7. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in der Matrix (3) angeordneten leitenden Elemente zumindest teilweise aus Zinnoxid und/oder Zinkoxid und zumindest teilweise aus Kupferoxid gebildet sind, wobei beispielsweise das Zinnoxid und/oder Zinkoxid n-dotiert und das Kupferoxid p-dotiert ist.
8. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Matrix (3) Metallfilme und/oder Metalloxidfilme (5) umfasst und bei einem Kreuzungspunkt zwischen etwa senkrecht zueinander angeordneten Metallfilmen und/oder Metalloxidfilmen (5) ein Übergang zwischen Bereichen mit unterschiedlicher Dotierung ausgebildet ist.
9. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoranordnung (1) flexibel konfigurierbar ist.
10. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoranordnung (1) eine Heizeinrichtung und/oder eine Kühleinrichtung umfasst, um die Sensoranordnung (1) auf eine definierte Temperatur zu bringen oder definierten Temperaturzyklen zu unterwerfen.
11. Verwendung einer Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur gleichzeitigen Bestimmung von unterschiedlichen Gasen.
12. Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung (1) zur Bestimmung und gegebenenfalls Messung einer Konzentration von mehreren Gasen, insbesondere einer Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend folgende Schritte:
 - Bereitstellen eines Substrates (9),
 - Aufbringen einer Sensorstruktur (2) aus unterschiedlichen Metallen und/oder Metalloxiden umfassend in einer Matrix (3) angeordnete leitende Elemente und eine Vielzahl von Kontakten (4) auf das Substrat (9),
 - Funktionalisieren von in der Sensorstruktur (2) ausgebildeten Sensoren und
 - Koppeln von mehreren voneinander beabstandeten Sensoren, sodass diese beliebig extern miteinander angesteuert und verschaltet werden können.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorstruktur (2) mit Nanopartikeln (8) funktionalisiert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen in der Matrix (3) angeordneten Kontaktelementen (7), insbesondere metallischen und/oder metalloxidischen Kontaktelementen (7), Nanofasern (6) auf das Substrat (9) oxidiert werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass Metallfilme und/oder Metalloxidfilme (5) auf das Substrat (9) aufgebracht werden.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

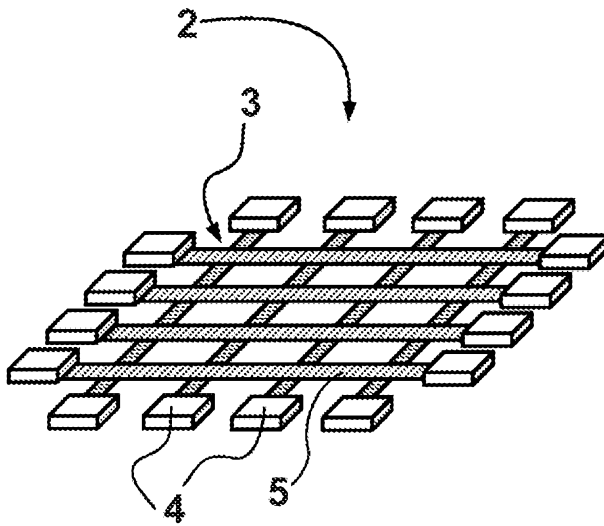


Fig. 1a

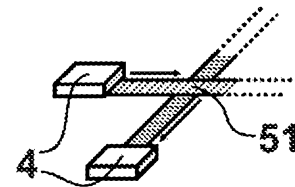


Fig. 1b

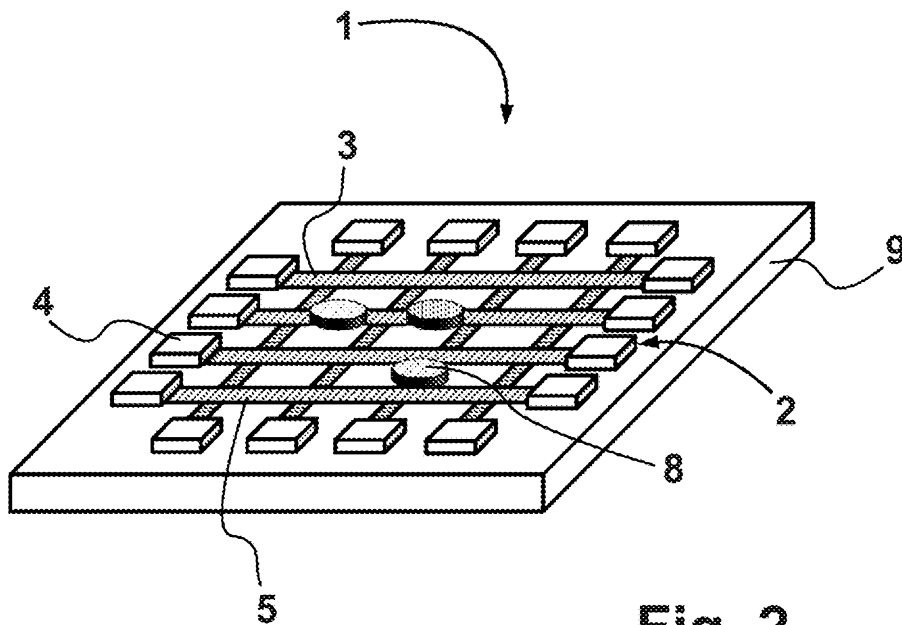


Fig. 2

2/5

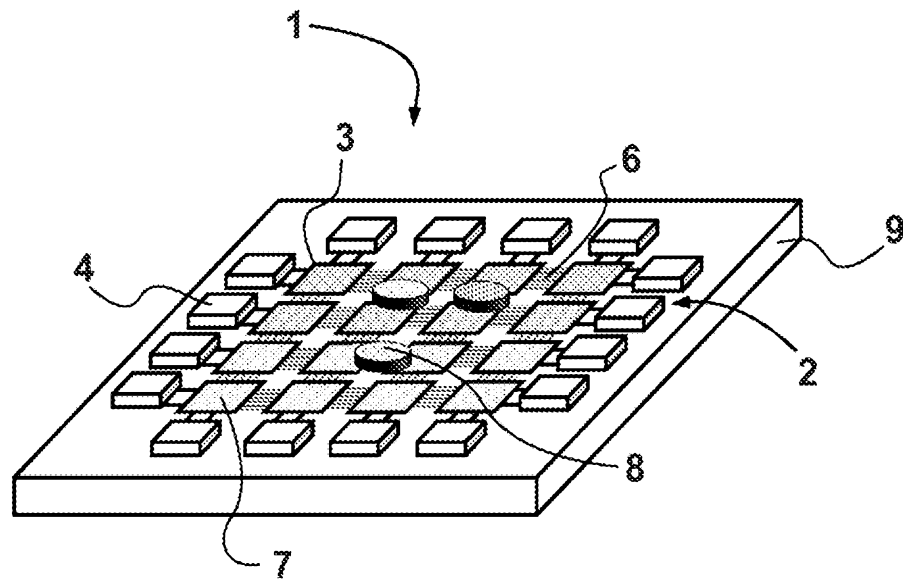


Fig. 3

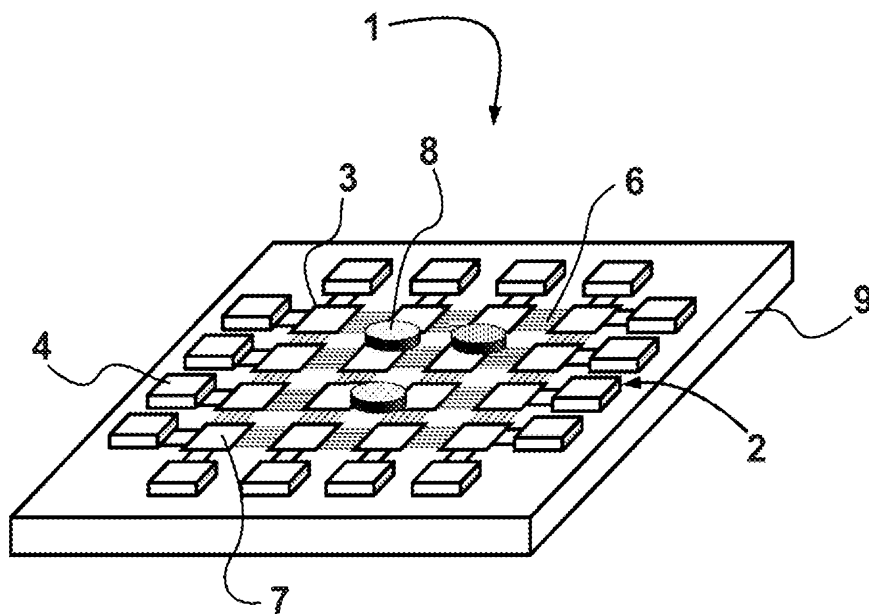
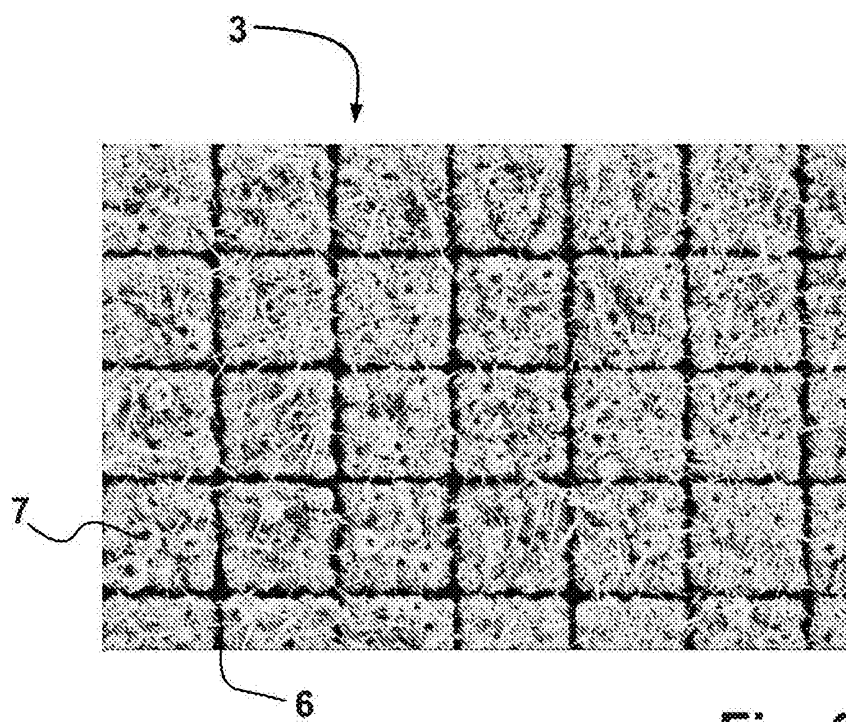
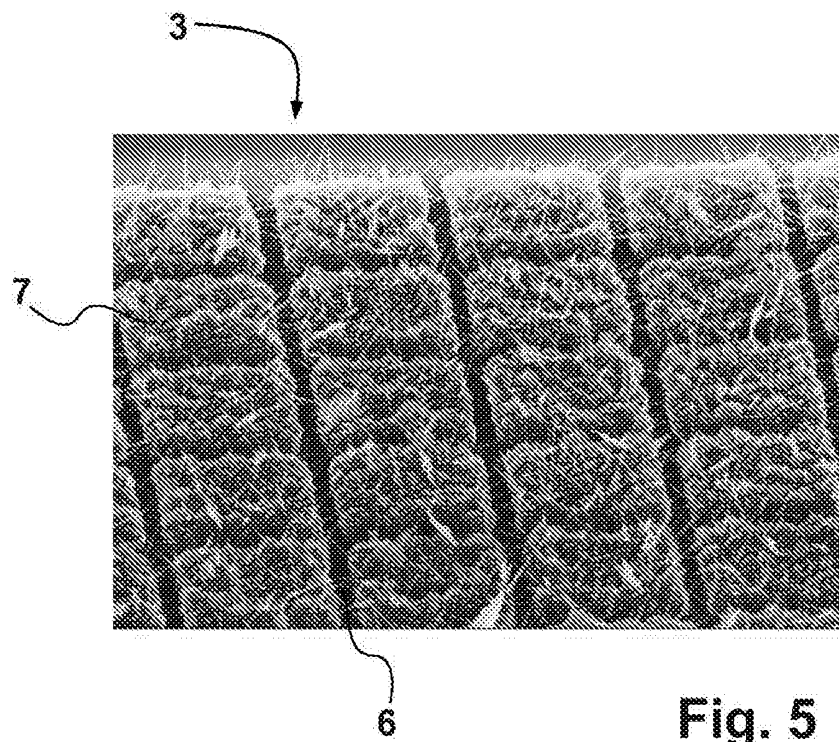


Fig. 4

3/5



4/5

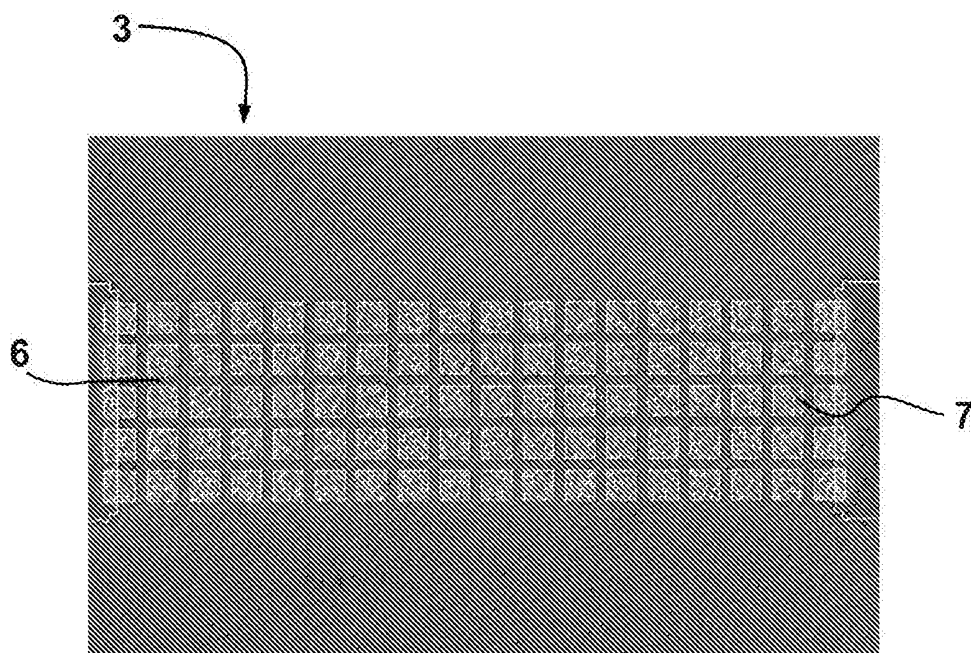


Fig. 7

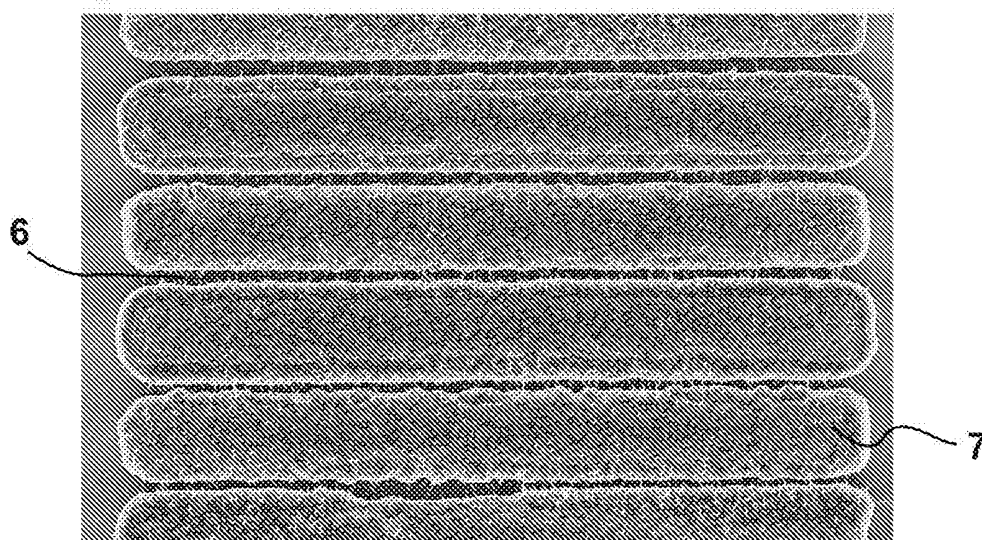
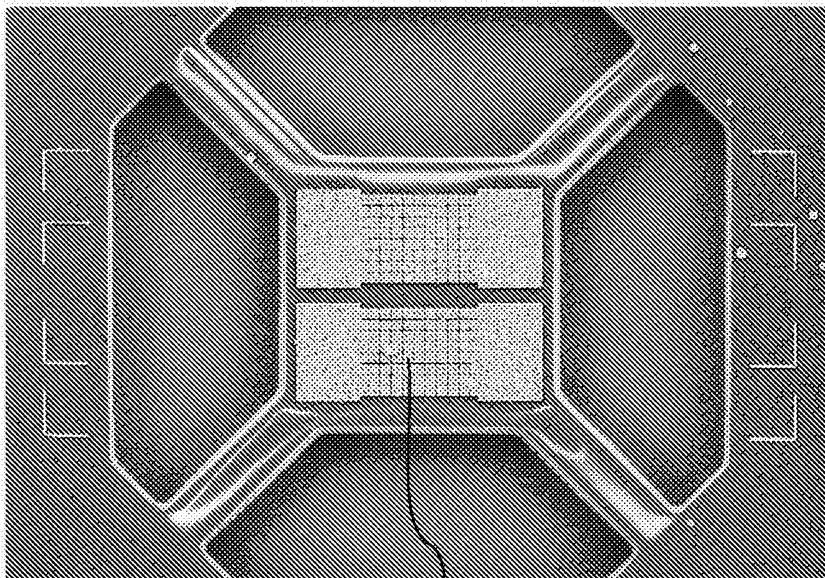


Fig. 8

5/5



7

Fig. 9