



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 31 899 T2** 2007.06.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 022 561 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 31 899.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 850 013.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.01.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.11.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.06.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 27/414** (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9900239 25.01.1999 SE

(73) Patentinhaber:

AppliedSensor Sweden AB, Linköping, SE

(74) Vertreter:

Berendt und Kollegen, 81667 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

Fägerman, Per-Erik, 590 62 Linghem, SE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer integrierten Sensormatrixanordnung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Stand der Technik

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von integrierten Anordnungen von Sensoren, insbesondere chemischen Sensoren oder physikalischen Sensoren, wie z.B. chemischen Feldeffektsensoren. Solche Sensoren basieren typischerweise auf Metall-Isolator-Halbleiter- oder Metall-Halbleiter-Strukturen. Die vorliegende Erfindung verbessert die Qualität der obersten Schicht, die als chemisch empfindlicher Teil der Vorrichtung dient.

Einleitung

[0002] Es ist bekannt, dass katalytische Metalle als Gate-Elektroden für chemisch empfindliche Feldeffektvorrichtungen, wie beispielsweise Transistoren, Kondensatoren, Dioden, etc. verwendet werden können. Diese Metall-Isolator-Halbleiter- oder Metall-Halbleiter-Vorrichtungen können zum Messen geringer Konzentrationen von Molekülen in der Gasphase oder von Ionen in der Flüssigphase verwendet werden. Die Parameter, die beim Herstellen von Feldeffektsensoren mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten normalerweise in Richtung zu unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen geändert werden, sind das Material und die Dicke der obersten Elektrode. Auf diese Weise können die einzelnen Sensoren in einer Anordnung gegenüber unterschiedlichen Zusammensetzungen empfindlich sowie unterschiedlich empfindlich gegenüber derselben Zusammensetzung gemacht werden, was die Genauigkeit bei der Erfassung erhöht. Es gibt eine größer werdende Notwendigkeit für Anordnungen von chemischen Sensoren mit unterschiedlichen chemischen Empfindlichkeitsmustern, wie z.B. zur Verwendung bei sogenannten elektronischen Nasen. Chemische Feldeffektsensoren haben den Vorteil, dass sie unter Verwendung von standardmäßigen Produktionsverfahren für integrierte elektronische Vorrichtungen hergestellt werden können. Somit ist es möglich, kleine und billige Anordnungen von Feldeffektsensoren mit unterschiedlichen chemischen Empfindlichkeiten auf demselben Chip einfach durch Verwenden von unterschiedlichen obersten Schichten herzustellen. Um die Herstellungskosten für die Vorrichtungen zu minimieren, sollten die Anordnungen mit einer so kleinen Trennung wie möglich zwischen einzelnen Sensoren hergestellt werden. Es ist auch sehr wichtig, dass die Elektroden der obersten Schicht, die eine Dicke bis hinunter zu einigen Nanometern haben können, mit einer hohen lateralen Genauigkeit, einer Reinheit und einer Einheitlichkeit abgelagert werden, um eine gute Reproduzierbarkeit und Sensoren hoher Qualität zu erreichen.

[0003] Die Ablagerung der Elektroden der obersten Schicht auf chemischen Feldeffektsensoren wird entweder unter Verwendung von standardmäßigen Abhebetekniken oder unter Verwendung von Schattierungsmaskentechniken durchgeführt. Eine Abhebe-prozedur enthält typischerweise die folgenden Schritte: eine Ablagerung der Schutzschicht, ein Maskieren, ein Belichten und ein Entwickeln der Schutzschicht zum Erzeugen von Öffnungen in der Schutzschicht, eine Ablagerung des Materials der obersten Schicht des Sensors und ein Reinigen und Spülen der Oberfläche zum Entfernen der Schutzschicht. Die gesamte Prozedur muss einmal für jeden Typ von Material der obersten Schicht in der Anordnung durchgeführt werden, was bedeutet, dass die Erfassungsoberflächen einer Anzahl von Abhebe-prozeduren unterzogen werden. Jede Abhebe-prozedur ist jedoch mit einem Risiko eines Kontaminierens der Elektrode der obersten Schicht oder ihres Substrats mit geringen Mengen an übriger Schutzschicht verbunden. Das Ergebnis sind ein verschlechtertes Anhaften zwischen der abgelagerten obersten Schicht und dem Substrat sowie kontaminierte oberste Schichten. Da die oberste Schicht die spezifischen Empfindlichkeiten des Sensors steuert, beeinträchtigt dies ernsthaft die Erkennungsfähigkeit von Sensoren. Eine Art zum Umgehen von diesem besteht im Verwenden von sehr starken Entfernungsmitteln für die Schutzschicht, aber dies erhöht stattdessen das Risiko, dass sich die Elektrode der obersten Schicht abschält.

[0004] Indem man stattdessen Schattenbildungs-maskentechniken verwendet, werden die zu einem Abheben gehörenden Probleme vermieden, da keine Schutzschichten verarbeitet und entfernt werden müssen. Stattdessen wird eine mit Präzision bearbeitete Maske aus irgendeinem geeigneten Material zum Definieren der obersten Schicht oder der Elektrodenbereiche anstelle der gemusterten Schutzschichtmaske verwendet. Jedoch ist die Schattierungsmaskentechnik viel weniger genau als Abhebe-prozeduren, und sie erfordert somit einen unnötig großen Elektrodenbereich und eine unnötig große Trennung zwischen einzelnen Sensoren. Weiterhin erfordert die Schattierungsmaskentechnik einen komplizierten manuellen Positionierungsschritt für jeden Typ einer obersten Schicht, was sie zeitaufwändiger und teurer als Abhebe-prozeduren macht. Auch die Ränder der aufgetragenen Bereiche werden weniger genau geformt sein, was in Variationen zwischen den unterschiedlichen Sensoren resultiert.

Die Erfindung

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht im Eliminieren der obigen Probleme, um ein Herstellungsverfahren zu erhalten, das die erwünschte Qualität, eine

Steuerbarkeit und eine Wiederholbarkeit ergibt. Die Aufgabe der Erfindung wird mit einem Verfahren gemäß dem Hauptanspruch erreicht. Weitere vorteilhafte Verbesserungen des erfundenen Verfahrens sind in den Unteransprüchen definiert und in der folgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben, das unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben ist.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung

[0006] Schritt 1. Der gesamte Substratwafer wird dem ersten Kollergang bzw. der ersten Rührwäsche einer einzelnen Abhebeprozedur unterzogen, was in einer Schutzschicht mit Öffnungen für alle Sensoroberflächen der obersten Schicht resultiert, wo das Erfassungsschichtmaterial abzulagern ist.

[0007] Schritt 2. Der Wafer wird zusätzlich durch eine Schattierungsmaske mit nur einem Maskenfenster für jeden Sensor eines ersten Typs in der Anordnung bedeckt. Die Fenster sind größer als die Schutzschichtöffnungen und die Fenster sind so angeordnet, dass die Maske mit einem Fenster über jede Öffnung in der Schutzschicht platziert werden kann, wo eine Ablagerung einer Schicht eines ersten Typs beabsichtigt ist (es ist zu beachten, dass es mehr als einen Sensor vom selben Typ in der Anordnung geben kann). Das erste Material wird abgelagert, wie z.B. durch ein Verdampfen oder ein Sputtern in einer Vakuumkammer.

[0008] Schritt 3. Die Schattierungsmaske wird dann so bewegt, dass ihre Fenster dort angeordnet sind, wo ein zweiter Typ von Sensor in der Anordnung angeordnet werden soll (siehe [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Dann wird das nächste oder zweite Elektrodenmaterial in und nahe den Öffnungen in der Schutzschicht abgelagert. Der Schritt 3 wird wiederholt, bis alle Sensortypen mit Elektroden der obersten Schicht bedeckt sind.

[0009] Schritt 4. In einem Endschritt wird die Schattierungsmaske entfernt und dann wird die Abhebemaske (Schutzschicht) mit standardmäßigen Verfahren über dem gesamten Wafer entfernt.

[0010] Unter Verwendung der oben beschriebenen Prozedur werden die Elektrodenoberflächen der obersten Schicht niemals zu einer Schutzschicht freigelegt, und sie werden nur einer einzigen Schutzschichtentfernungsprozedur unterzogen. Die laterale Genauigkeit und die Einheitlichkeit der Elektroden sind jedoch gleich gut wie für eine standardmäßige Abhebeprozedur, aber mit dem Vorteil des Schattierungsmaskenverfahrens, nämlich demjenigen, dass die abgelagerten Materialien rein und unbeeinträchtigt bleiben, und mit einem verbesserten Anhaften.

[0011] Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Schattierungsmaske zwischen jedem Beschichtungsschritt entsprechend der Sensorbeabstandung um einen Schritt versetzt. Stattdessen können unterschiedliche Schattierungsmasken verwendet werden, die mit Führungen versehen sind, die sie relativ zum Wafer lokalisieren.

Verbesserungen durch die Erfindung

[0012] Die Erfindung reduziert die Anzahl von nötigen Abhebeschritten auf nur einen, was bedeutet, dass alle bloßen Sensoroberflächen (d.h. die Oberflächen vor einer Ablagerung der Elektrode der obersten Schicht) nur einer Ablagerung der Schutzschicht unterzogen werden. Beim Stand der Technik wurden die bloßen Sensoroberflächen einer Anzahl von Abhebeprozeduren unterzogen, und zwar variierend von einer Prozedur bis zu derselben Anzahl wie es Sensortypen in der Anordnung gibt. Dies resultierte in einem großen Risiko eines Kontaminierens der bloßen Sensoroberfläche vor der schließlichen Ablagerung der Elektrode der obersten Schicht.

[0013] Unter Verwendung der Erfindung werden die Elektroden der obersten Schicht niemals durch eine Schutzschicht bedeckt und nur einem Schutzschichtentfernungsschritt unterzogen. Dies reduziert das Risiko eines Abschälens oder eines Kontaminierens der Elektrode der obersten Schicht im Vergleich mit dem Abhebeverfahren des Standes der Technik.

[0014] Im Vergleich mit Schattierungsmaskentechniken nach dem Stand der Technik lässt die Erfindung ein moldichtetes Packen der Sensoren zu, was in niedrigeren Herstellungskosten für jede Sensoranordnung resultiert. Weiterhin ergibt die Erfindung selbst mit einer Schattierungsmaske niedriger Qualität eine höhere laterale Genauigkeit und eine höhere Einheitlichkeit der Elektroden der obersten Schicht, als sie unter Verwendung des Standes der Technik mit Schattierungsmasken hoher Qualität erreicht werden können.

[0015] Zusammengefasst kombiniert die Erfindung die besten Eigenschaften des Abhebemaskierungsverfahrens und des Schattierungsmaskenverfahrens und minimiert die negativen Effekte von jedem dieser Verfahren.

[0016] Die oben beschriebene Technik kann für die Beschichtung von Sensoren mit unterschiedlichen Materialien und/oder unterschiedlicher Dicke und sogar für mehrschichtige Beschichtungen von unterschiedlichen Materialien, die zwischen den einzelnen Sensoren variieren, verwendet werden. Die Erfindung ist weiterhin für eine kleine Serie sowie für industrialisierte Prozesse anwendbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von integrierten Sensoranordnungen auf einem gemeinsamen Substrat, gekennzeichnet durch einen ersten Schritt zum Entwickeln einer Schutzschichtmaske auf der Oberfläche des Substrats, welche Maske mit Öffnungen für alle Bereiche des Substrats versehen ist, wo eine Ablagerung in nachfolgenden Schritten stattfinden soll, wobei in einen zweiten Schritt eine erste Schattenmaske über der Schutzschichtmaske aus dem ersten Schritt angeordnet wird und eine erste Ablagerung von Material stattfindet, bei welcher die erste Schattenmaske alle Öffnungen in der Schutzschichtmaske abschirmt oder schützt, die keiner Ablagerung zu unterziehen sind, was nur diejenigen Schutzschichtöffnungen frei lässt, wo eine Ablagerung stattfinden soll, wobei die erste Schattenmaske entfernt wird, darauf folgend eine zweite Schattenmaske über der Schutzschichtmaske des Substrats angeordnet wird und eine zweite Ablagerung der Bereiche der Öffnungen in der Schutzschichtmaske auf dem Substrat stattfindet, die durch diese zweite Schattenmaske nicht abgeschirmt sind, die zweite Schattenmaske entfernt wird, und in nachfolgenden Schritten zusätzliche Schattenmasken dazu verwendet werden, die erwünschten Öffnungen in der Schutzschichtmaske gegenüber einer Behandlung freizulegen, wenn alle Ablagerungen oder andere Behandlungen bei den unterschiedlichen Öffnungen in der Schutzschichtmaske ausgeführt worden sind, die letzte Schattenmaske entfernt wird und dann auch die Schutzschichtmaske entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster in der Schattenmaske ausreichend groß sind, um eine Ablagerung zu ergeben, die sich über einem Bereich erstreckt, der größer als die Öffnungen in der Schutzschichtmaske ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung von unterschiedlichen Schattenmasken für unterschiedliche Ablagerungen.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Versatz der Schattenmaske zwischen den Ablagerungen.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor ein chemischer Sensor, wie z.B. ein chemischer Feldeffektsensor, ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

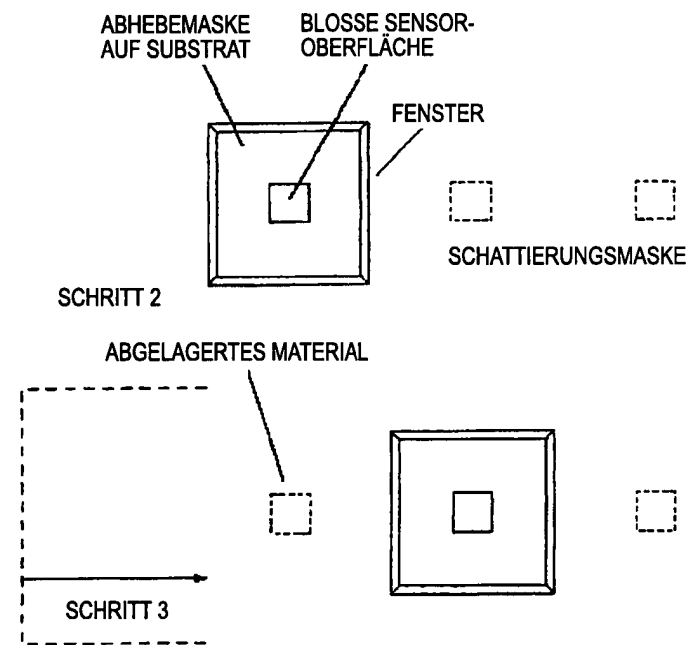


Fig. 1

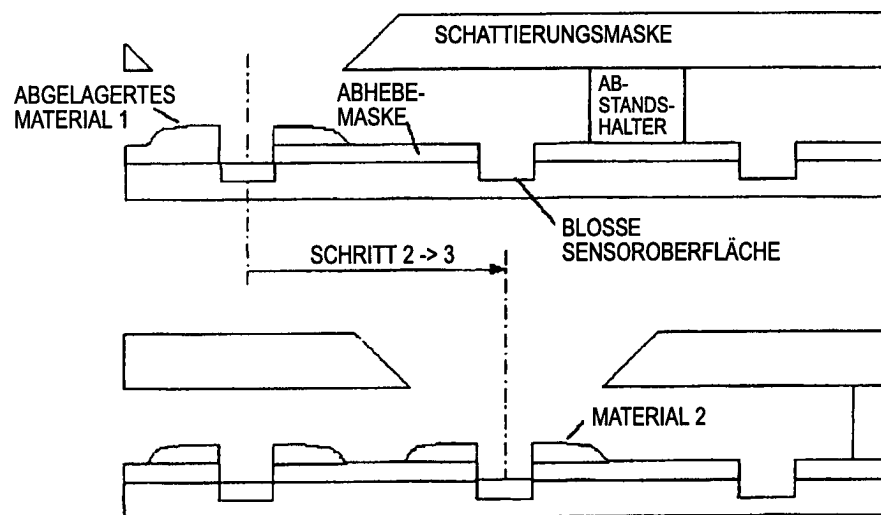


Fig. 2