(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
20. Oktober 2011 (20.10.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/128260 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 16/458 (2006.01) *C23C 16/455* (2006.01)
C23C 16/52 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/055505

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. April 2011 (08.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 016 477.1
16. April 2010 (16.04.2010) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **AIXTRON SE** [DE/DE]; Kaiserstraße 98, 52134 Herzogenrath (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KÄPPELER, Johannes** [DE/DE]; Zeisigweg 47, 52146 Würselen (DE).

(74) Anwälte: **GRUNDMANN, Dirk** et al.; Rieder & Partner, Corneliusstraße 45, 42329 Wuppertal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

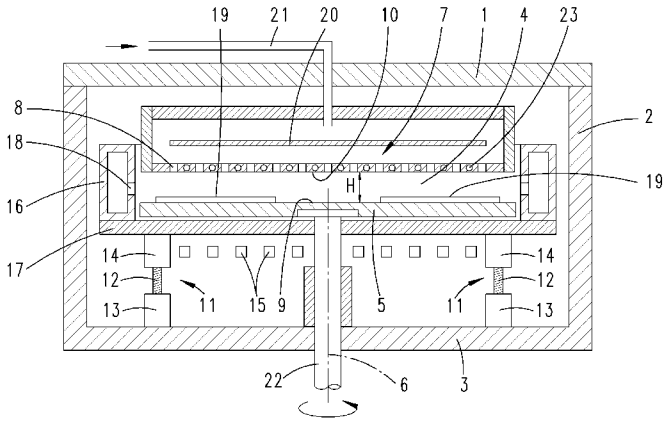
— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT TREATMENT METHOD HAVING A HEATING STEP, A TREATMENT STEP, AND A COOLING STEP

(54) Bezeichnung : THERMISCHES BEHANDLUNGSVERFAHREN MIT EINEM AUFHEIZSCHRITT, EINEM BEHANDLUNGSSCHRITT UND EINEM ABKÜHLSCHRITT

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for treating, in particular coating, workpieces, in particular semiconductor substrates (19), in a process chamber (4) of a reactor housing (1, 2, 3), said chamber forming a process chamber floor (9) comprising a susceptor (5) for receiving the workpieces and that can be heated by a heating device (15) and a process chamber ceiling (10) that can be cooled by a cooling device (23), wherein the process chamber height (H), defined by the distance between the process chamber ceiling (10) and the process chamber floor (9), is variable, wherein the susceptor is heated from a loading/unloading temperature at which the workpieces are loaded/unloaded into or out of the susceptor (5) to a process temperature in a heating step, the workpieces are heat-treated at the process temperature in a treatment step subsequent to the heating step, and the susceptor is subsequently cooled down to the loading/unloading temperature in a cooling step. In order to reduce cycle times, the process chamber height (H) takes on a minimum value during the cooling step.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/128260 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln, insbesondere Beschichten von Werkstücken, insbesondere Halbleitersubstraten (19) in einer Prozesskammer (4) eines Reaktorgehäuses (1, 2, 3), die einen von einer Heizeinrichtung (15) beheizbaren, einen Suszeptor (5) zur Aufnahme der Werkstücke aufweisenden Prozesskammerboden (9) und eine von einer Kühleinrichtung (23) kühlbare Prozesskammerdecke (10) ausbilden, wobei die durch den Abstand von Prozesskammerdecke (10) und Prozesskammerboden (9) definierte Prozesskammer höhe (H) variierbar ist, wobei in einem Aufheizschritt der Suszeptor (5) von einer Be-/Entladetemperatur, bei welcher die Prozesskammer mit den Werkstücken be- bzw. entladen wird, auf eine Prozesstemperatur aufgeheizt wird, in einem dem Aufheizschritt nachfolgenden Behandlungsschritt bei der Prozesstemperatur die Werkstücke thermisch behandelt werden und nachfolgend in einem Abkühlschritt der Suszeptor auf die Be-/Entladetemperatur abgekühlt wird. Zur Verminderung der Zykluszeiten wird vorgeschlagen, dass die Prozesskammerhöhe (H) während des Abkühlschrittes einen Minimalwert einnimmt.

Thermisches Behandlungsverfahren mit einem Aufheizschritt, einem Behandlungsschritt und einem Abkühlschritt

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln, insbesondere Beschichten von Werkstücken, insbesondere Halbleitersubstraten in einer Prozesskammer eines Reaktorgehäuses, die einen von einer Heizeinrichtung beheizbaren, einen Suszeptor zur Aufnahme der Werkstücke aufweisenden Prozesskammerboden und eine von einer Kühleinrichtung kühlbare Prozesskammerdecke ausbilden, wobei die durch den Abstand von Prozesskammerdecke und Prozesskammerboden definierte Prozesskammerhöhe variierbar ist, wobei in einem Aufheizschritt der Suszeptor von einer Be-/Entladetemperatur, bei welcher die Prozesskammer mit den Werkstücken be- bzw. entladen wird, auf eine Prozesstemperatur aufgeheizt wird, in einem dem Aufheizschritt nachfolgenden Behandlungsschritt bei der Prozesstemperatur die Werkstücke thermisch behandelt werden und nachfolgend in einem Abkühlschritt der Suszeptor auf die Be-/ Entladetemperatur abgekühlt wird.

Aus der DE 102 17 806 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, mit der in einem MOCVD-Verfahren Halbleiterschichten auf Halbleitersubstrate abgeschieden werden können. Die Vorrichtung besitzt ein Reaktorgehäuse, in dem sich ein Gaseinlassorgan und ein Suszeptor befinden. Zwischen Unterseite des Gaseinlassorgans und Oberseite des Suszeptors befindet sich eine Prozesskammer. Durch Öffnungen der Prozesskammerdecke kann ein Prozessgas in die Prozesskammer fließen. Auf dem Suszeptor befinden sich Substrate, die beschichtet werden. Hierzu zerlegt sich das Prozessgas bzw. verschiedene Prozessgaskomponenten pyrolytisch, insbesondere auf der Oberfläche des zu beschichtenden Substrates. Die Reaktionsprodukte, bei denen es sich um Elemente der III und V Hauptgruppe handelt, bilden auf der Substratoberfläche eine Schicht, die in einer epitaktischen Beziehung zum einkristallinen Substrat steht. Der

Suszeptor wird von unten mit einer Heizung beheizt. Der Suszeptor kann zur Variation der Prozesskammerhöhe in Vertikalrichtung verlagert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Zykluszeiten eines Abscheideprozesses zu verkürzen.

Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung.

Bei einer Be-/Entladetemperatur, die deutlich unterhalb der Prozesstemperatur liegt, die jedoch 100°C und mehr betragen kann, wird die Prozesskammer bei geöffnetem Reaktorgehäusedeckel mit Substraten beladen. Anschließend wird das Reaktorgehäuse geschlossen und die Prozesskammer mit einem Spülgas gespült. In einem Aufheizschritt wird der Suszeptor auf Prozesstemperatur gebracht, die mehrere 100°C höher als die Be-/Entladetemperatur sein kann. Während des Prozessschritts werden Prozessgase in die Prozesskammer eingeleitet, so dass der thermische Behandlungsprozess stattfinden kann. Nach Beendigung des Prozessschritts wird in einem Abkühlschritt die Prozesskammer bzw. der Suszeptor auf die Be-/Entladetemperatur abgekühlt. Ist diese erreicht, kann das Reaktorgehäuse geöffnet werden, um die behandelten Substrate zu entnehmen und gegen zu behandelnde Substrate auszutauschen. Erfindungsgemäß wird die Zykluszeit dadurch vermindert, dass während der Aufheizphase der Suszeptor seine maximale Entfernung von der gekühlten Prozesskammerdecke einnimmt. Hierdurch wird der Wärmeabfluss vom beheizten Suszeptor zur gekühlten Prozesskammerdecke minimiert. Besonders bevorzugt wird während des Aufheizschrittes ein Spülgas mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit, bspw. Stickstoff, durch ein Gaseinlassorgan, welches die Prozesskammerdecke bildet, eingeleitet. Zur Durchführung des Behandlungsschrittes wird die Prozesskammerhöhe auf den für die jeweilige Behandlung optimalen Wert eingestellt. Es kann sich dabei um eine reine thermische Behandlung eines Werkstücks, insbesondere eines Substrates, handeln. Bevorzugt wird während

des Behandlungsschrittes aber ein aus ein oder mehreren Komponenten bestehendes Prozessgas durch Gaseintrittsöffnungen des Gaseinlassorgans in die Prozesskammer geleitet, wo es auf den Substratoberflächen chemisch reagiert, so dass dort eine Halbleiterschicht abgeschieden wird. Hierzu enthält das Prozessgas bevorzugt eine metallorganische Komponente eines Metalls der III Hauptgruppe und ein Hydrid eines Elementes der V Hauptgruppe. Während des Abkühlprozesses nimmt die Prozesskammerhöhe ihren Minimalwert ein. Besonders bevorzugt wird dabei die Prozesskammerhöhe mit einem Spülgas, welches eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt, bspw. Wasserstoff, gespült. Zufolge dieser Maßnahme ist der Wärmeabfluss vom abzukühlenden Suszeptor zur gekühlten Prozesskammerdecke maximiert. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung wird innerhalb der Prozesskammer ein MOCVD-Prozess bei einem Niedrigdruck durchgeführt. Der aus Graphit bestehende Suszeptor wird bevorzugt von unten mittels einer IR- oder RF-Heizung beheizt. Zur Variation der Prozesskammerhöhe wird bevorzugt der Suszeptor und eine den Suszeptor heizende Heizung in Vertikalrichtung von einem Stellantrieb verlagert. Der Stellantrieb kann sich innerhalb des Reaktorgehäuses befinden und besteht bevorzugt aus einem Spindelantrieb. Der Suszeptor kann um eine im Zentrum des Reaktorgehäuses angeordnete Achse gedreht werden. In der Prozesskammerdecke, die bevorzugt von einer Gasaustrittsfläche eines Gaseinlassorgans ausgebildet wird, befinden sich von einem Kühlmittel durchströmte Kühlkanäle.

Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zum Abscheiden mindestens einer Schicht auf mindestens einem Substrat in einer Prozesskammer eines Reaktorgehäuses, mit einem, den Boden der Prozesskammer bildenden, von einer Heizeinrichtung beheizbaren Suszeptor zur Aufnahme des mindestens einen Substrates und einer von einer Kühleinrichtung kühlbaren Prozesskammerdecke, wobei der Abstand zwischen Prozesskammerdecke und Prozesskammerboden eine Prozesskammerhöhe definiert, die zwischen einem Minimalwert

und einem davon abweichenden Maximalwert variierbar ist, mit folgenden Verfahrensschritten:

- Temperieren des Suszeptors auf eine Be-/Entladetemperatur;
- Beladen des Suszeptors mit dem mindestens einen Substrat bei der Be-/Entladetemperatur;
- Aufheizen des Suszeptors von der Be-/Entladetemperatur auf eine Prozesstemperatur, die höher ist als die Be-/Entladetemperatur, währenddessen die Prozesskammerhöhe ihren Maximalwert einnimmt;
- Abscheiden der mindestens einen Schicht auf dem mindestens einen Substrat durch Einleiten und Zerlegen von Prozessgasen in die Prozesskammer bei einer Prozesskammerhöhe, die nicht größer ist als ihr Maximalwert und nicht kleiner ist als ihr Minimalwert bei der Prozesstemperatur;
- Abkühlen des Suszeptors von der Prozesstemperatur auf die Be-/Entladetemperatur, währenddessen die Prozesskammerhöhe ihren Minimalwert einnimmt, wobei die Prozesskammerdecke gekühlt wird;
- Entladen der Prozesskammer bei der Be-/Entladetemperatur.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beigefügten Figur 1, die einen Querschnitt durch ein Reaktorgehäuse zeigt, erläutert.

Das Reaktorgehäuse wird von einer Reaktorgehäusedecke 1, einem Reaktorgehäuseboden 3 und einer Reaktorgehäusewand 2 ausgebildet. Die Reaktorgehäusewand 2 kann rohrförmig verlaufen. Das Gehäuseinnere kann mit einer nicht dargestellten Vakuumeinrichtung evakuiert bzw. auf einem unterhalb des Atmosphärendruck liegenden Prozesskammerdrucks geregelt gehalten werden.

An der Gehäusedecke 1 ist ein Gaseinlassorgan 7 befestigt, welches durch eine Zuleitung 21 mit einem Spülgas bzw. mit Prozessgasen gespeist wird. Das Gaseinlassorgan 7 besteht aus einem aus Edelstahl gefertigten Hohlkörper, in dem

sich vor der Mündung der Zuleitung 21 eine Prallplatte 20 befindet. Die Unterseite des Gaseinlassorgans 7 bildet eine Gasaustrittsplatte aus, die eine Vielzahl von siebartig angeordneten Gasaustrittsöffnungen 8 aufweist. Die nach unten weisende Außenseite der Gasaustrittsplatte bildet eine Prozesskammerdecke 10 aus. Zwischen den Gasaustrittsöffnungen 8 befinden sich Kühlkanäle 23, durch die ein flüssiges Kühlmittel, bspw. Wasser, strömt, um die Prozesskammerdecke 10 zu kühlen.

Parallel zu der Gasaustrittsplatte des Gaseinlassorgans 7 erstreckt sich die Oberseite eines unterhalb des Gaseinlassorgans 7 angeordneten Suszeptors 5, dessen Oberseite den Prozesskammerboden 9 ausbildet. Zwischen dem Gaseinlassorgan 7 und dem Suszeptor 5 erstreckt sich die Prozesskammer 4. Der Durchmesser des kreisscheibenförmigen Suszeptors 5 kann mehr als 30 cm betragen.

Der Suszeptor 5 wird von einer Säule 22 getragen, die sich in der Zentralachse 6 der Prozesskammer 4 befindet. Die Säule 22 kann drehangetrieben werden, um den Suszeptor 5 während des Beschichtungsprozesses um die Achse 6 zu drehen.

Unterhalb des Suszeptors 5 befindet sich eine Trägerplatte 17, die bspw. aus Quarz bestehen kann und die einen Gasauslassring 16 mit einer Vielzahl von Gasaustrittsöffnungen 18 trägt, der mit der nicht dargestellten Vakuumeinrichtung verbunden ist.

Unterhalb des Suszeptors 5 und der Trägerplatte 17 befindet sich eine Heizspirale 15, die in der Lage ist, ein RF-Feld zu erzeugen, welches in den aus Graphit gefertigten Suszeptor 5 Wirbelströme induziert, so dass dadurch der Suszeptor 5 auf eine Prozesstemperatur aufgeheizt werden kann.

Es sind mehrere Stellantriebe 11 vorgesehen, die einen Spindelantrieb 13, eine vom Spindelantrieb 13 drehantreibbare Spindel 12 und eine an der Trägerplatte 17 angeordnete Spindelmutter 14 aufweisen. Mit den Stellantrieben 11 kann die Vertikalposition des Suszeptors 5, der Trägerplatte 17 und der Heizung 15 variiert werden.

Mit den Stellantrieben 11 ist somit die Prozesskammerhöhe H zwischen einem Minimalwert und einem Maximalwert veränderbar. Die Höhe H kann zwischen 4 und 50 mm variiert werden. Der Durchmesser des Suszeptors ist typischerweise mindestens 30 cm und typischerweise maximal 650 cm.

Mit der zuvor beschriebenen Vorrichtung wird folgendes Behandlungsverfahren durchgeführt:

Bei einer Be-/Entladetemperatur, die zwischen Raumtemperatur und 200°C bis 300°C betragen kann, wird das Reaktorgehäuse geöffnet, was bspw. durch Anheben des Reaktorgehäusedeckels 1 erfolgen kann. Da das Gaseinlassorgan 7 fest am Reaktorgehäusedeckel 1 befestigt ist, ist bei geöffnetem Reaktorgehäusedeckel 1 der Suszeptor 5 zugänglich, um ihn mit Substraten 19 zu beladen. Nachdem der Suszeptor 5 mit den zu beschichtenden Substraten 19 beladen wird, wird das Prozesskammergehäuse wieder geschlossen. Die Prozesskammer 4 wird mit einem Spülgas, bei dem es sich um Stickstoff handeln kann, gespült. Mittels des Stellantriebes 11 wird der Suszeptor 5 nebst Heizung 15 in eine maximal abgesenkte Position verfahren, in der die Prozesskammerhöhe H ihren Maximalwert, bspw. mindestens 7 cm, einnimmt. In dieser Stellung, in der der Wärmeübertrag vom Suszeptor auf die gekühlte Prozesskammerdecke 10 minimiert ist, wird der Suszeptor 5 auf seine Prozesstemperatur aufgeheizt, die oberhalb 600°C bzw. auch oberhalb 1000°C liegen kann.

Durch Einleiten eines Prozessgases durch die Zuleitung 21 in das Gaseinlassorgan 7 und durch Austritt aus den Gasaustrittsöffnungen 8 in die Prozesskammer 4 wird ein Wachstumsprozess in Gang gesetzt, bei dem auf den Substraten 19 Halbleiterschichten abgeschieden wird.

Nach Beendigung des Wachstumsschrittes wird die Prozesskammer 4 mit einem Spülgas gespült, bei dem es sich jetzt um Wasserstoff handeln kann. Mit den Stellantrieben 11 wird der Suszeptor 5 in Vertikalrichtung bis in eine Maximalposition nach oben gefahren, in der die Prozesskammerhöhe H ihren Minimalwert einnimmt. Dieser kann bspw. maximal 2 cm betragen. Bei abgeschalteter Heizung 15 und mit einem Kühlmittel gekühlter Prozesskammerdecke 10 kühlt der Suszeptor 5 ab, wobei der Wärmeübertrag vom Suszeptor 5 zur gekühlten Prozesskammerdecke 10 zufolge des gut wärmeleitenden Spülgases und des minimalen Abstandes maximiert ist.

Nach Erreichen der Be-/Entladetemperatur wird Stickstoff in die Prozesskammer eingeleitet und der Reaktorgehäusedeckel 1 zwecks Substratwechsel geöffnet.

Alle offenbarten Merkmale sind (für sich) erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen. Die Unteransprüche charakterisieren in ihrer fakultativ nebengeordneten Fassung eigenständige erfinderische Weiterbildung des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen.

Bezugszeichenliste

1	Reaktorgehäusedecke
2	Reaktorgehäusewand
3	Reaktorgehäuseboden
4	Prozesskammer
5	Suszeptor
6	Achse
7	Gaseinlassorgan
8	Gasaustrittsöffnung
9	Prozesskammerboden
10	Prozesskammerdecke
11	Stellantrieb
12	Spindel
13	Spindelantrieb
14	Spindelmutter
15	Heizung
16	Gasauslassorgan
17	Trägerplatte
18	Gasaustrittsöffnung
19	Substrat
20	Prallplatte
21	Zuleitung
22	Säule
23	Kühlkanal
H	Prozesskammerhöhe

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Behandeln, insbesondere Beschichten von Werkstücken, insbesondere Halbleitersubstraten (19) in einer Prozesskammer (4) eines Reaktorgehäuses (1, 2, 3), die einen von einer Heizeinrichtung (15) beheizbaren, einen Suszeptor (5) zur Aufnahme der Werkstücke aufweisenden Prozesskammerboden (9) und eine von einer Kühleinrichtung (23) kühlbare Prozesskammerdecke (10) ausbilden, wobei die durch den Abstand von Prozesskammerdecke (10) und Prozesskammerboden (9) definierte Prozesskammerhöhe (H) variierbar ist, wobei in einem Aufheizschritt der Suszeptor (5) von einer Be-/Entladetemperatur, bei welcher die Prozesskammer mit den Werkstücken be- bzw. entladen wird, auf eine Prozesstemperatur aufgeheizt wird, in einem dem Aufheizschritt nachfolgenden Behandlungsschritt bei der Prozesstemperatur die Werkstücke thermisch behandelt werden und nachfolgend in einem Abkühlschritt der Suszeptor auf die Be-/Entladetemperatur abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozesskammerhöhe (H) während des Aufheizschrittes einen Maximalwert einnimmt, so dass der Wärmefluss vom beheizten Suszeptor (5) zur gekühlten Prozesskammerdecke (10) minimiert ist, und während des Abkühlschrittes einen Minimalwert einnimmt, so dass der Wärmefluss vom sich abkühlenden Suszeptor (5) zur gekühlten Prozesskammerdecke maximiert ist, wobei die zur Prozesskammerdecke (10) fließende Wärme (10) von der Kühleinrichtung (23) abgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass während des Behandlungsschrittes durch einen die Prozesskammerdecke (10) ausbildendes Gaseinlassorgan (7) ein Prozessgas in die Prozesskammer (4) eingeleitet wird, welches auf mindestens einem auf dem Suszeptor (5) aufliegenden Substrat (19) durch chemische Reaktion oder durch Kondensation eine Schicht bildet.

3. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass während des Aufheizschritts ein Spülgas mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit bspw. Stickstoff durch das Gaseinlassorgan (7) in die Prozesskammer (4) eingeleitet wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass während des Abkühlschritts ein Prozessgas mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit, bspw. Wasserstoff, durch das Gaseinlassorgan (7) in die Prozesskammer (4) eingeleitet wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der Behandlungsschritt ein MOCVD-Abscheideprozess ist.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der Behandlungsschritt bei einem Prozesskammerdruck von weniger als 1000 mbar durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der aus Graphit gefertigte Suszeptor (5) mittels einer RF-Heizung (15) oder einer IR-Heizung temperiert wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozess-

kammerdecke mittels eines durch Kühlkanäle (23) strömenden flüssigen Kühlmittels gekühlt wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass zur Variation der Prozesskammerhöhe (H) der Suszeptor (5) zusammen mit der Heizung (15) von einem Stellantrieb (11) in Vertikalrichtung gegenüber dem Reaktorgehäuse (1, 2, 3) verlagert wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der einen Durchmesser von mindestens 30 cm aufweisende, kreisscheibenförmige Suszeptor (5) in seiner minimalen Abstandsstellung zur Prozesskammerdecke maximal 2 cm von letzterer entfernt ist und in seiner maximalen Abstandsstellung von der Prozesskammerdecke mindestens 7 cm von letzterer entfernt ist.

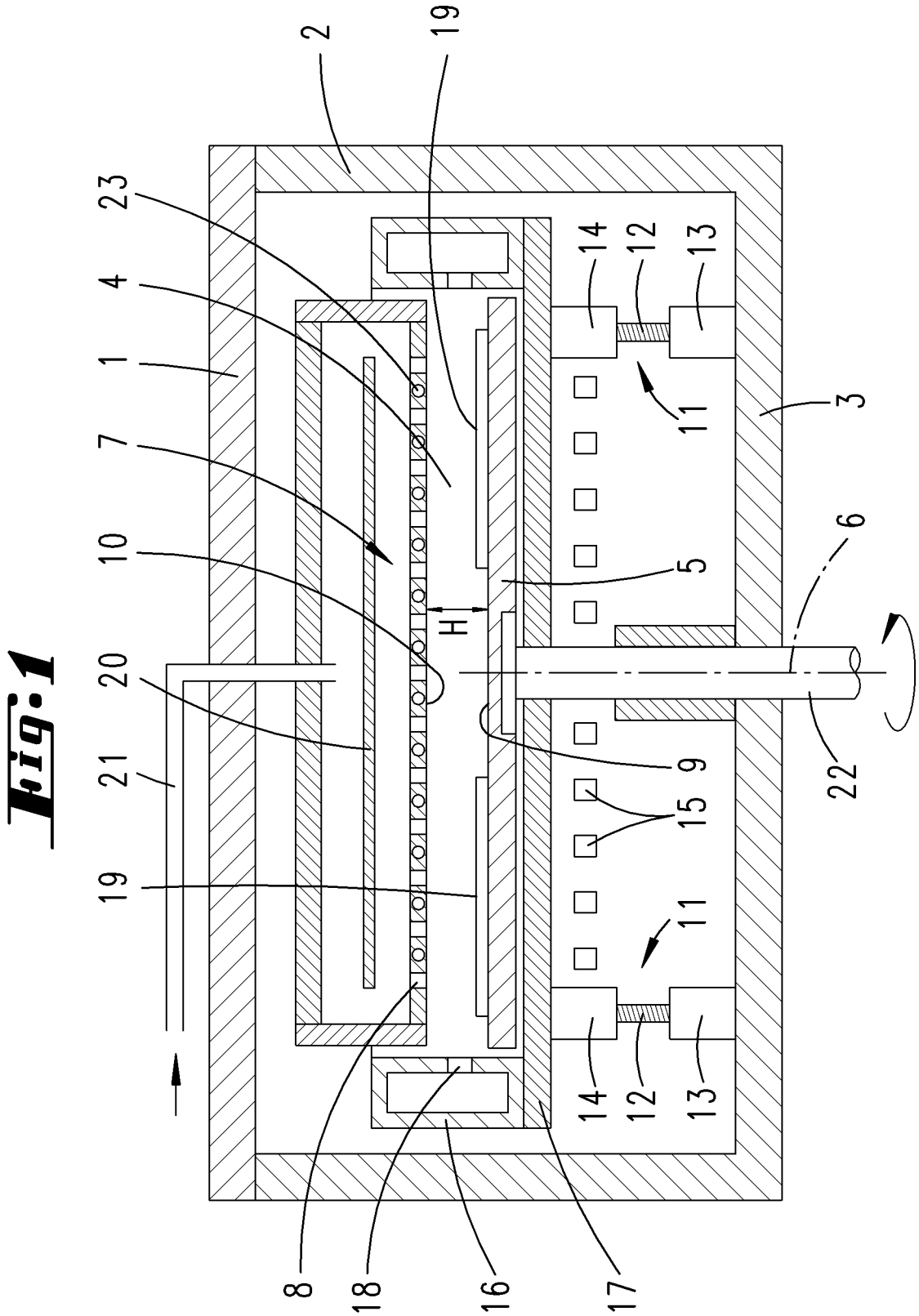
11. Verfahren zum Abscheiden mindestens einer Schicht auf mindestens einem Substrat (19) in einer Prozesskammer (4) eines Reaktorgehäuses (1, 2, 3), mit einem, den Boden (9) der Prozesskammer (4) bildenden, von einer Heizeinrichtung (15) beheizbaren Suszeptor (5) zur Aufnahme des mindestens einen Substrates (19) und einer von einer Kühleinrichtung (23) kühlbaren Prozesskammerdecke (10), wobei der Abstand zwischen Prozesskammerdecke (10) und Prozesskammerboden (9) eine Prozesskammerhöhe (H) definiert, die zwischen einem Minimalwert und einem davon abweichenden Maximalwert variierbar ist, mit folgenden Verfahrensschritten:

- Temperieren des Suszeptors (5) auf eine Be-/Entladetemperatur;
- Beladen des Suszeptors (5) mit dem mindestens einen Substrat (19) bei der Be-/Entladetemperatur;

- Aufheizen des Suszeptors (5) von der Be-/Entladetemperatur auf eine Prozesstemperatur, die höher ist als die Be-/Entladetemperatur, währenddessen die Prozesskammerhöhe (H) ihren Maximalwert einnimmt;
- Abscheiden der mindestens einen Schicht auf dem mindestens einen Substrat (19) durch Einleiten und Zerlegen von Prozessgasen in die Prozesskammer (4) bei einer Prozesskammerhöhe (H), die nicht größer ist als ihr Maximalwert und nicht kleiner ist als ihr Minimalwert bei der Prozesstemperatur;
- Abkühlen des Suszeptors (5) von der Prozesstemperatur auf die Be-/Entladetemperatur, währenddessen die Prozesskammerhöhe (H) ihren Minimalwert einnimmt, wobei die Prozesskammerdecke (10) gekühlt wird;
- Entladen der Prozesskammer (10) bei der Be-/Entladetemperatur.

12. Verfahren nach Anspruch 11 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozesskammerdecke (10) während des Aufheizens des Suszeptors und während der Werkstückbehandlung gekühlt wird.

Fig:1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/055505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C16/458 C23C16/52 C23C16/455 H01L21/687
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)
C23C H01L

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 709 523 B1 (TOSHIMA TAKAYUKI [JP] ET AL) 23 March 2004 (2004-03-23) column 2, lines 4-42 column 4, lines 10-54 page 8, line 29 - page 9, line 43; figures 1,2,8A-8C	1-12
Y	WO 03/089684 A2 (AIXTRON AG [DE]; JÜRGENSEN HOLGER [DE]; STRAUCH GERHARD KARL [DE]) 30 October 2003 (2003-10-30) cited in the application page 3, lines 4-20; claim 1; figures 1-3 page 8, line 28 - page 9, line 14	1-12
A	US 2004/123806 A1 (CHOI SEUNG-CHUL [KR]) 1 July 2004 (2004-07-01) paragraphs [0021] - [0025]; figure 1	1-12

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
27 May 2011	08/06/2011

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hoyer, Wolfgang

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/055505

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 289 842 B1 (TOMPA GARY STEVEN [US]) 18 September 2001 (2001-09-18) column 3, lines 28-57; claim 8; figure 1 -----	1-12

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/055505

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6709523 B1	23-03-2004	KR 20010051729 A	25-06-2001
		TW 469491 B	21-12-2001
WO 03089684 A2	30-10-2003	AU 2003227632 A1	03-11-2003
		DE 10217806 A1	30-10-2003
		EP 1497481 A2	19-01-2005
		JP 4664598 B2	06-04-2011
		JP 2005523385 T	04-08-2005
		TW I275660 B	11-03-2007
US 2004123806 A1	01-07-2004	KR 20040054096 A	25-06-2004
US 6289842 B1	18-09-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/055505

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C16/458 C23C16/52 C23C16/455 H01L21/687
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C H01L

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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 709 523 B1 (TOSHIMA TAKAYUKI [JP] ET AL) 23. März 2004 (2004-03-23) Spalte 2, Zeilen 4-42 Spalte 4, Zeilen 10-54 Seite 8, Zeile 29 - Seite 9, Zeile 43; Abbildungen 1,2,8A-8C	1-12
Y	WO 03/089684 A2 (AIXTRON AG [DE]; JÜRGENSEN HOLGER [DE]; STRAUCH GERHARD KARL [DE]) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Zeilen 4-20; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 Seite 8, Zeile 28 - Seite 9, Zeile 14	1-12
A	US 2004/123806 A1 (CHOI SEUNG-CHUL [KR]) 1. Juli 2004 (2004-07-01) Absätze [0021] - [0025]; Abbildung 1	1-12

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Mai 2011	08/06/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hoyer, Wolfgang

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 289 842 B1 (TOMPA GARY STEVEN [US]) 18. September 2001 (2001-09-18) Spalte 3, Zeilen 28-57; Anspruch 8; Abbildung 1 -----	1-12

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/055505

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6709523 B1	23-03-2004	KR 20010051729 A	25-06-2001
		TW 469491 B	21-12-2001
WO 03089684 A2	30-10-2003	AU 2003227632 A1	03-11-2003
		DE 10217806 A1	30-10-2003
		EP 1497481 A2	19-01-2005
		JP 4664598 B2	06-04-2011
		JP 2005523385 T	04-08-2005
		TW I275660 B	11-03-2007
US 2004123806 A1	01-07-2004	KR 20040054096 A	25-06-2004
US 6289842 B1	18-09-2001	KEINE	