

(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
28. Juli 2016 (28.07.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/116373 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 16/52 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
C23C 16/46 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01) C30B 25/10 (2006.01)
G01J 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/050796

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Januar 2016 (15.01.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 100 640.5
19. Januar 2015 (19.01.2015) DE

(71) Anmelder: AIXTRON SE [DE/DE]; Dornkaulstraße 2,
52134 Herzogenrath (DE).

(72) Erfinder: THERES, Arne; Zur Fernsicht 25, 52224
Stolberg (DE). LANGNER, Jost-Martin; Karlstr. 76,
52080 Aachen (DE). LÜNENBÜRGER, Markus;
Luisenstraße 19, 52070 Aachen (DE).

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

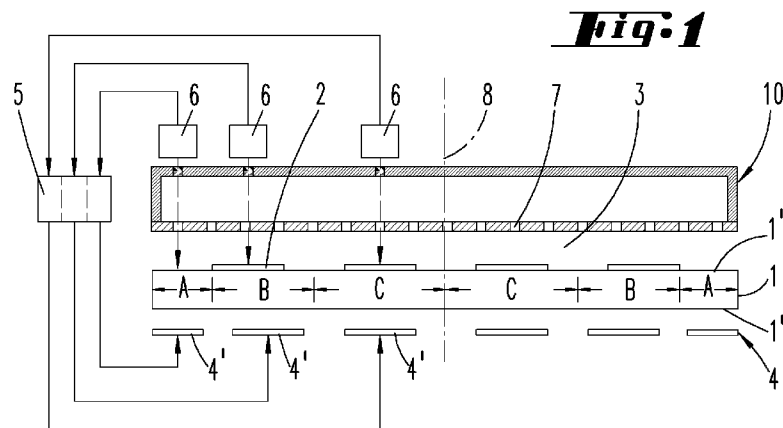
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR THERMALLY TREATING SUBSTRATES

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM THERMISCHEN BEHANDELN VON SUBSTRATEN



(57) Abstract: The invention relates to an apparatus and a method for treating one or more substrates (2), comprising a process chamber (3) and a susceptor (1) which can be heated by a heating device (4) which comprises a plurality of zone heating devices (4'), wherein a first zone heating device (4') heats a first zone (A) of the susceptor (1) and a second zone heating device (4') heats a second zone (B) of the susceptor (1), wherein a control device (5) is associated with each zone (A, B), the control variable of said control device being a temperature measured with at least one temperature measuring device (6) on the first side (1') of each zone (A, B), which temperature is regulated to a target value by controlling the heating power fed into the associated zone heating device (4'). It is proposed that the control variable of the second zone (B) is a temperature of the free surface of the substrate (2) and, in addition, a temperature of the free surface of the first side (1') of the susceptor (1) is measured in the second zone (B) and, in addition, the control device (5) associated with the first zone (A) has at least one contribution from the value of the temperature of the free surface of the first side (1') of the susceptor (1) in the second zone.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Behandeln von ein oder mehreren Substraten (2), mit einer Prozesskammer (3) und einem Suszeptor (1), der von einer, mehrere Zonen-Heizeinrichtungen (4') aufweisenden Heizeinrichtung (4) beheizbar ist, wobei eine erste Zonen-Heizeinrichtung (4') eine erste Zone (A) des Suszeptors (1) beheizt und eine zweite Zonen-Heizeinrichtung (4') eine zweite Zone (B) des Suszeptors (1) beheizt, wobei jeder Zone (A, B) eine Regeleinrichtung (5) zugeordnet ist, deren Regelgröße eine mit mindestens einer Temperatur-Messeinrichtung (6) auf der ersten Seite (1') der jeweiligen Zone (A, B) gemessene Temperatur ist, die durch Steuern der in die zugeordnete Zonen-Heizeinrichtung (4') eingespeiste Heizleistung auf einen Sollwert geregelt wird. Es wird vorgeschlagen, dass die Regelgröße der zweiten Zone (B) eine Temperatur der freien Oberfläche des Substrates (2) ist und zusätzlich eine Temperatur der freien Oberfläche der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) in der zweiten Zone (B) gemessen wird und der Sollwert der der ersten Zone (A) zugeordneten Regeleinrichtung (5) zumindest einen Beitrag aus dem Wert der Temperatur der freien Oberfläche der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) in der zweiten Zone besitzt.

Vorrichtung und Verfahren zum thermischen Behandeln von Substraten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Behandeln von ein oder mehreren Substraten, mit einer Prozesskammer und einem Suszeptor, der eine zur Prozesskammer weisende erste Seite zur Aufnahme der ein oder mehreren Substrate und eine davon abgewandte zweite Seite aufweist, die von einer, mehrere Zonen-Heizeinrichtungen aufweisenden Heizeinrichtung beheizbar ist, wobei eine erste Zonen-Heizeinrichtung eine erste Zone des Suszeptors beheizt und eine zweite Zonen-Heizeinrichtung eine zweite Zone des Suszeptors beheizt, wobei jeder Zone eine Regeleinrichtung zugeordnet ist, deren Regelgröße eine mit mindestens einer Temperatur-Messeinrichtung auf der ersten Seite der jeweiligen Zone gemessene Temperatur ist, die durch Steuern der in die zugeordnete Zonen-Heizeinrichtung eingespeiste Heizleistung auf einen Sollwert geregelt wird.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zum Behandeln von ein oder mehreren Substraten, in einer Prozesskammer, wobei eine zur Prozesskammer weisende erste Seite eines Suszeptors ein oder mehrere Substrate trägt und eine davon abgewandte zweite Seite von einer mehrere Zonen-Heizeinrichtungen aufweisenden Heizeinrichtung beheizt wird, wobei eine erste Zonen-Heizeinrichtung eine erste Zone des Suszeptors beheizt und eine zweite Zonen-Heizeinrichtung eine zweite Zone des Suszeptors beheizt, wobei jeder Zone eine Regeleinrichtung zugeordnet ist, deren Regelgröße eine mit mindestens einer Temperatur-Messeinrichtung auf der ersten Seite der jeweiligen Zone gemessene Temperatur ist, die durch Steuern der in die zugeordnete Zonen-Heizeinrichtung eingespeiste Heizleistung auf einen Sollwert geregelt wird.

In den DE 10 2013 109 155 und DE 10 2013 114 412 werden Vorrichtungen und Verfahren zum Behandeln von Substraten beschrieben, wobei die Substrate auf einer den Boden einer Prozesskammer ausbildenden ersten Seite eines Suszeptor-

tors aufliegen. Die Rückseite des Suszeptors wird mittels einer Heizeinrichtung beheizt. Die Heizeinrichtung bildet mehrere Zonen-Heizeinrichtungen aus, mit denen ringförmig um ein Zentrum des Suszeptors angeordnete Zonen beheizt werden. Die radial inneren Zonen sind mit Substraten belegt. Die Zonen bilden
5 Vollkreisflächen aus, die Oberflächenabschnitte besitzen, die mit Substraten belegt sind und dazwischenliegende Oberflächenabschnitte, die nicht mit Substraten belegt sind. Eine radial äußere Zone besitzt zumindest einen Vollkreisabschnitt, der nicht mit Substraten belegt ist. Die radial äußere Zone kann auch überhaupt nicht mit Substraten belegt sein, sondern lediglich eine freie Suszeptoroberfläche aufweisen.
10

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die den oben beschriebenen Aufbau aufweist, ist, wie bereits in DE 10 2012 101 717 A1 beschrieben, zudem ein Gas-einlassorgan vorgesehen, welches eine Gasauslassfläche aufweist, welche die
15 Decke der Prozesskammer ausbildet. Durch die Gasaustrittsfläche treten Prozessgase in die Prozesskammer ein. Bei den Prozessgasen handelt es sich um Ausgangsstoffe, die mit einem Trägergas, beispielsweise Wasserstoff, in die Prozesskammer eingeleitet werden. Die Ausgangsstoffe zerlegen sich auf den Oberflächen der beheizten Substrate, aber auch auf den freien Oberflächen des
20 Suszeptors, die sich zwischen den Substraten befinden. Die Zerlegungsprodukte reagieren derart miteinander, dass eine Schicht auf dem Substrat, aber auch eine Beschichtung auf den freien Oberflächenabschnitten abgeschieden wird. Es ist eine technologische Herausforderung, die Oberflächentemperaturen der Substrate während des gesamten Beschichtungsprozesses ohne einen nennens-
25 werten lateralen Temperaturgradienten auf eine Solltemperatur zu regeln.

Die WO 97/28669 beschreibt hierzu eine Regeleinrichtung, mit der jede der einzelnen Zonenheizeinrichtungen separat geregelt werden kann. Mit einer Temperatur-Messeinrichtung, beispielsweise einem Pyrometer, wird die Oberflächentemperatur des Substrates oder die Oberflächentemperatur der freien Sus-
30

zeptoroberfläche gemessen. Dort wird von einer Regeleinrichtung ausgegangen, die nach dem Master-Slave-Prinzip in einer Temperaturzone die Temperatur nach einem Vorgabe-Sollwert regelt und in einer dazu benachbarten Zone die Temperatur nach einem Ist-Wert einer anderen Zone.

5

Die US 6,492,625 B1 offenbart ebenfalls eine CVD-Beschichtungseinrichtung mit mehreren radial nebeneinander liegenden Heizzonen, die jeweils eine Heizeinrichtung und eine Temperatur-Messeinrichtung aufweisen. Die Substrattemperatur eines auf einem Suszeptor aufliegenden Wafers wird als Regelgröße verwendet, um diese Temperatur auf einem von einer Rezeptur vorgegebenen Sollwert zu halten. Mit einem Pyrometer wird in dieser Heizzone zusätzlich die von der Suszeptoroberfläche emittierte Strahlung gemessen. Ein derartiges Suszeptor-Pyrometer ist auch in radial äußeren und inneren Zonen vorgesehen, um dort die vom Suszeptor emittierte Strahlung zu messen. Auch hier wird nach dem Master-Slave-System die Suszeptortemperatur durch Vergleich der von den freien Oberflächen der Suszeptor-Zone emittierten Strahlung die in die radial äußeren und inneren Heizzonen eingespeiste Heizleistung derart geregelt, dass die Suszeptortemperaturen in allen Zonen dieselben sind.

20 Die WO 99/57751 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren, bei dem auf einem Suszeptor ein zu beschichtendes Substrat aufliegt. Der Suszeptor wird von unten und von oben jeweils mit einer Heizeinrichtung beheizt, die separat geregelt werden. Hierzu dient ein die vom Substrat emittierte Strahlung empfangendes Substratpyrometer und ein die vom Suszeptor emittierte Strahlung empfangendes Suszeptorpyrometer.

25

Die US 5,790,750 offenbart eine ähnliche CVD-Vorrichtung, bei der der auf seine nach oben weisenden Oberseite Substrate tragende Suszeptor sowohl von unten als auch von oben durch IR-Strahler aufgeheizt wird. Auch hier sind

zwei Pyrometer vorgesehen, von denen eines die Substrattemperatur und ein anderes die Suszeptortemperatur misst.

Die US 2012/0221138 offenbart ebenfalls eine CVD-Beschichtungsvorrichtung
5 mit mehreren Zonenheizeinrichtungen, jeder Zonenheizeinrichtung zugeordneter Temperaturmesseinrichtung und Regeleinrichtung, wobei die mehreren Regeleinrichtungen von einer zentralen Steuereinrichtung angesteuert werden.

Die US 5,875,416 beschreibt einen CVD-Reaktor mit einem in einem Reaktorge-
10 häuse angeordneten Substratträger und einem außerhalb des Reaktorgehäuses angeordneten Heizer, mit dem der Substratträger beheizt werden soll. Ein am Reaktorgehäuse angeordneter erster Sensor liefert die Regelgröße für eine Regeleinrichtung, um diese Temperatur auf einen Sollwert zu regeln. Mit einem zweiten Sensor, der unmittelbar mit dem Substratträger zusammenwirkt, wird
15 ein Korrekturwert gewonnen, mit dem der Sollwert modifiziert wird. Der Korrekturwert ist eine Differenz der beiden von den Temperaturmesseinrichtungen gemessenen Messwerte.

Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann nur in den radial inneren Heiz-
20 zonen die gemessene Oberflächentemperatur der Substrate zur Regelung der Zonen-Heizeinrichtungen verwendet werden. In der radial äußeren Heizzone ist dies nicht möglich.

In einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Prozesskammerdecke aktiv
25 gekühlt, so dass sich zwischen der Heizeinrichtung und der Prozesskammerdecke ein hoher Temperaturgradient einstellt. Dies hat zur Folge, dass die Oberflächentemperatur der Substrate in der Regel geringer ist, als die Oberflächentemperatur der zwischen den Substraten liegenden freien Oberflächenabschnitte des Suszeptors. Bei den radial innenliegenden Zonen kann die von der zuge-
30 hörigen Temperatur-Messeinrichtung gemessene Substrattemperatur als Füh-

rungsgröße verwendet werden. Eine qualitativ gleichwertige Führungsgröße fehlt in der radial äußeren Zone, da dort keine Substrate angeordnet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen anzugeben, mit denen
5 die Oberfläche des Suszeptors in der ersten Zone auf einem prozessoptimierten Wert gehalten werden kann.

Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung.
Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung aber
10 auch eigenständige Lösungen der Aufgabe dar.

Zunächst und im Wesentlichen wird vorgeschlagen, dass die Regelgröße der zweiten Zone eine Temperatur der freien Oberfläche eines dortigen Substrates ist. Zusätzlich wird vorgeschlagen, dass auch die Temperatur der freien Oberfläche der ersten Seite des Suszeptors in der zweiten Zone gemessen wird. Zur
15 Regelung der Temperatur der ersten und der zweiten Heizzone werden jeweils dieselben von der Rezeptur vorgegebenen Sollwerte verwendet. In der zweiten Zone wird die Substrattemperatur nach diesem Sollwert geregelt. Zu Regelung der Oberflächentemperatur des Suszeptors wird in der ersten Heizzone dieser
20 Sollwert mit einem Korrekturwert modifiziert. Dieser Korrekturwert ist die Differenz der dortigen in der zweiten Zone gemessenen Temperatur der Oberfläche des Suszeptors von der Temperatur der Oberfläche des Substrates. Dieser Korrekturwert wird dem von der Rezeptur vorgegebenen Sollwert hinzugefügt. Die Solltemperatur der ersten Zone ist gewissermaßen nicht die Temperatur der freien Oberfläche des Suszeptors, sondern eine fiktive Substratoberflächentemperatur in der ersten Zone. Die fiktive Substrattemperatur wird dadurch berechnet, dass eine Differenz von der in der zweiten Zone gemessenen Oberflächentemperatur des Suszeptors und der in der zweiten Zone gemessenen Oberflächentemperatur des Substrates gebildet wird, die auf den Temperaturgradienten in der Prozesskammer zurückzuführen ist. Dies hat den Vorteil,
25
30

dass mit einer Rezeptur gearbeitet werden kann, in der eine einheitliche Regeltemperatur angegeben ist. Auf diese Temperatur werden in der Zone oder in den Zonen, die mit Substraten belegt werden, die Oberflächentemperaturen der Substrate geregelt. In der nicht mit Substraten belegten Zone wird die Solltemperatur um die Differenz modifiziert. Diese Temperaturdifferenz zwischen gemessener Substratoberflächentemperatur und gemessener Suszeptoroberflächentemperatur kann im Laufe des Abscheideprozesses variieren. Sie kann sich vergrößern, aber auch verkleinern. Die Ursache hierfür liegt u.a. in einer sich ändernden Emissivität der freien Oberfläche des Suszeptors, da diese im Laufe des Abscheideprozesses mit Reaktionsprodukten belegt wird. Auch die Emissivität der Substratoberfläche kann sich ändern. Es ist sowohl vorgesehen, dass der Sollwert in Intervallen angepasst wird als auch kontinuierlich angepasst wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann folgende ergänzenden Merkmale aufweisen: Der Suszeptor ist um eine Drehachse drehantreibbar, so dass die Zonen Vollkreiszone um die Drehachse sind. Die Temperatur-Messeinrichtung kann ein Pyrometer sein. Die Temperatur-Messeinrichtung kann derart ausgebildet und angeordnet sein, dass sie schnell hintereinander eine Vielzahl von Messwerten liefert. Diese Messwerte liegen bevorzugt auf einer Abtaststrecke. Die Abtaststrecke ist eine Vollkreislinie um die Drehachse des Suszeptors. Diese Abtaststrecke verläuft in der ersten Zone, welche bevorzugt eine radial äußere Zone ist, nur über die freie Oberfläche des Suszeptors, welcher aus Graphit oder einem beschichteten Graphit bestehen kann. In ein oder mehreren weiteren Zonen, bei denen es sich um radial innen liegende Zonen handelt, verläuft die Abtaststrecke sowohl über mit Substraten bedeckten Abschnitten des Suszeptors als auch über nicht mit Substraten bedeckten Abschnitten des Suszeptors, so dass mit der jeweiligen Temperatur-Messeinrichtung sowohl die Oberflächentemperaturen der Substrate als auch die Oberflächentemperaturen der freien Oberfläche des Suszeptors ermittelbar sind. Für jede der Zonen braucht nur eine Temperatur-Messeinrichtung vorgesehen sein. Die jeweilige Temperatur-Messeinrichtung misst auf einer Radialposition eine Oberflächen-

temperatur. Je nach Drehstellung des Suszeptors handelt es sich dabei um die Oberflächentemperatur eines Substrates oder die Oberflächentemperatur des Suszeptors. Über einen Drehwinkelgeber kann die Temperatur-Messeinrichtung unterscheiden, ob der jeweils aufgenommene Messpunkt einem Messwert

5 auf der Oberfläche des Substrates oder des Suszeptors entspricht. Es ist aber auch möglich, zwischen den beiden Temperaturen aufgrund der Messwerthöhe zu unterscheiden, da die Substrattemperatur geringer ist, als die Suszeptortemperatur. Ein zur Durchführung des Verfahrens verwendbarer Temperaturwert wird bevorzugt aus einer Mittelung einer Vielzahl von einzelnen Temperatur-

10 Messwerten gebildet. Dabei kann die Mittelung über eine Vollkreisdrehung des Suszeptors, über mehrere Vollkreisdrehungen des Suszeptors oder aber auch nur über eine Teilkreisdrehung des Suszeptors erfolgen. Mit derselben Temperatur-Messeinrichtung ist es somit möglich, sowohl die Oberflächen-Temperatur eines oder mehrerer in der Zone angeordneten Substrate als auch die Tem-

15 peratur der freien Oberflächenabschnitte in dieser Zone zu messen. Es reicht somit aus, wenn einer Zone lediglich eine Temperatur-Messeinrichtung, beispielsweise ein Pyrometer, zugeordnet ist. Der Suszeptor besitzt eine Kreisscheibenform und eine Vielzahl von Lagerplätzen für Substrate. Bei den Lagerplätzen kann es sich um kreisförmige Vertiefungen in der Oberfläche des Sus-

20 zeptors handeln. Die Lagerplätze können aber auch durch Sockel begrenzt sein, die Flanken aufweisen, an denen Randabschnitte des Substrates anliegen. In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Sollwert der ersten Zone zugeordneten Regeleinrichtung der Temperatur der freien Oberfläche der ersten Seite des Suszeptors der zweiten Zone entspricht.

25 Der Sollwert der ersten Zone ist somit um eine Differenz geringer als der Sollwert der Regeleinrichtung der zweiten Zone, wobei die Differenz die Differenz der Oberflächentemperatur des Suszeptors und der Oberflächentemperatur des Substrates ist. Bevorzugt liegen die beiden Zonen unmittelbar benachbart zueinander. Als Heizeinrichtung kann eine Infrarotheizung, beispielsweise eine

30 Widerstandsheizung oder eine RF-Heizung verwendet werden. Die Heizein-

richtung beheizt eine zweite Seite des Suszeptors, die einer ersten Seite gegenüberliegt, deren Oberflächentemperaturen gemessen werden. Es sind bevorzugt mehr als zwei individuell beheizbare Zonen vorgesehen, beispielsweise drei oder vier Heizzonen, wobei die dritte und vierte Heizzone qualitativ ähnlich der zweiten Zone ausgebildet ist. Die diesbezügliche bevorzugt kreisringförmige Oberfläche des Suszeptors ist teilweise mit Substraten belegt. Sie besitzt auch freie Oberflächenabschnitte des Suszeptors. Bei den Sensoren handelt es sich um Pyrometer, beispielsweise um Infrarot-Pyrometer. Es kann sich auch um ein Quotienten-Pyrometer, also ein Zweifarben- oder Zweiwellenlängen-Pyrometer handeln. Es sind auch einfache Pyrometer oder aktiv emissivitätskompensierte Pyrometer mit Reflektivitätsmessung bei der Detektorwellenlänge zur Emissivität denkbar. Auch UV-Pyrometer können eingesetzt werden. Der Suszeptor wird zum Zwecke der Temperaturmittlung und zur Wachstumsratenmittlung drehangetrieben. Die Heizeinrichtung und das insbesondere als Showerhead ausgebildete Gaseinlassorgan werden hingegen nicht mitgedreht, sondern sind dem Reaktorgehäuse ortsfest zugeordnet. Ebenso sind die Pyrometer, also die Temperatur-Messeinrichtungen ortsfest dem Reaktorgehäuse zugeordnet. Sie können rückwärtig des Gaseinlassorganes angeordnet sein. Das Gaseinlassorgan kann Fenster aufweisen, durch die hindurch gemessen wird. Es wird insbesondere durch eine Gasaustrittsöffnung des Gaseinlassorganes hindurch gemessen. Es wird der Zeitverlauf der Temperatur über einen Kreisbogen entlang des rotierenden Suszeptors mit einer relativ engen Taktrate aufgenommen. Beispielsweise können 500 bis 1.000 Datenaufnahmepunkte pro Umdrehung gewonnen werden. Die erfassten Messwerte werden über eine bestimmte Zeitspanne oder etwa über eine einzelne Umdrehung gemittelt. Dies reduziert das Messsignalrauschen. Es ist ferner vorgesehen, dass zur Bestimmung des Temperaturversatzes der Solltemperatur zur Regelung der ersten Zone nicht nur Temperatur-Messwerte der zweiten Zone herangezogen werden, sondern auch Messwerte einer dritten oder einer vierten Zone herangezogen werden, wobei diese Messwerte wiederum einen Temperaturwert der Oberfläche des Substra-

tes und einen Temperaturwert der freien Suszeptoroberfläche beinhalten. Erfindungsgemäß wird ein Pyrometer für eine Zonenregelung und Korrektur der Temperaturwerte eines Sensors mit berechneten Korrekturen eines anderen Sensors verwendet. Der berechnete Differenzwert bildet gewissermaßen den
5 Effekt eines virtuellen Substrats auf der radial äußeren Zone ab. Die erste Zone ist bevorzugt der zweiten Zone unmittelbar benachbart. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass zwischen der ersten und der zweiten Zone eine weitere Zone angeordnet ist.

10 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand beigefügter Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch die Prozesskammer eines CVD-Reaktors eines ersten Ausführungsbeispiels,

15

Fig. 2 den Blick auf die erste Seite 1' des Suszeptors 1 gemäß Figur 1,

Fig. 3 eine Darstellung gemäß Figur 2 eines zweiten Ausführungsbeispiels und

20

Fig. 4 eine Darstellung gemäß Figur 2 eines dritten Ausführungsbeispiels.

In einem in den Zeichnungen nicht dargestellten gasdichten Reaktorgehäuse befindet sich eine Prozesskammer 3. Der Boden der Prozesskammer 3 wird von
25 einer ersten Seite 1' eines aus Graphit bestehenden Suszeptors 1 ausgebildet. Der Suszeptor 1 ist um eine Drehachse 8 drehbar und wird hierzu um einen nicht dargestellten Drehantrieb gedreht.

Oberhalb des Suszeptors 1 befindet sich eine die Prozesskammer 3 nach oben
30 hin begrenzende Gasaustrittsfläche eine Gaseinlassorgans 10. Bei dem Gasein-

lassorgan 10 handelt es sich um einen Showerhead, der ein Volumen aufweist, welches mit Prozessgasen gespeist wird. Die Prozessgase treten durch Gasaustrittsöffnungen 7 in die Prozesskammer 3 aus.

- 5 Unterhalb des Suszeptors 1 befindet sich eine Heizeinrichtung 4. Die Heizeinrichtung 4 kann eine Infrarot-Wärmequelle sein, die die Unterseite 1'' des aus Graphit bestehenden Suszeptors 1 beheizt. Durch Wärmeleitung durch den Suszeptor 1 hindurch wird die Oberseite 1' des Suszeptors 1 und damit die auf der Oberseite 1' des Suszeptors 1 liegenden Substrate 2 beheizt. Die Gasaus-
- 10 trittsfläche des Gaseinlassorganes 10 wird aktiv gekühlt, so dass sich zwischen Heizeinrichtung 4 und Gaseinlassorgan 10 ein vertikaler Temperaturgradient einstellt. Dieser vertikale Temperaturgradient hat zur Folge, dass die Oberflächentemperatur der Substrate 2 niedriger ist, als die Oberflächentemperatur der freien Abschnitte der ersten Seite 1' des Suszeptors 1, die sich zwischen den
- 15 Substraten 2 befinden.

- Bei dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt der kreisscheibenförmige Suszeptor 1 insgesamt drei Zonen A, B, C, denen jeweils örtlich eine Zonen-Heizeinrichtung 4' zugeordnet ist. Bei den Zonen-Heizein-
- 20 richtungen 4' handelt es sich um ringförmige Heizorgane, die coaxial um eine Drehachse 8 angeordnet sind, um die der Suszeptor 1 drehangetrieben wird. Eine erste Zone A befindet sich radial außen. Die erste Zone A besitzt eine Suszeptoroberseite 1', die an keiner Stelle von einem Substrat 2 bedeckt ist.
- 25 Radial innerhalb der ersten Zone A befindet sich eine zweite Zone B, auf deren Suszeptoroberseite 1' Substrate 2 aufliegen. Eine dritte Zone C befindet sich radial innerhalb der zweiten Zone B. Auch diese Zone trägt Substrate 2.

Jeder der drei Zonen A, B, C ist eine Temperatur-Messeinrichtung 6 zugeordnet. Die Temperatur-Messeinrichtung 6 ist ein Pyrometer und besitzt eine optische Wegstrecke, die sich durch eine Gasaustrittsöffnung 7 erstreckt.

- 5 In der Figur 2 sind die Grenzen zwischen den Zonen A, B, C durch gestrichelte Linien dargestellt.

Wird der Suszeptor 1 um die Achse 8 gedreht, so tasten die Temperatur-Messeinrichtungen 6 jeweils eine kreisförmige Abtaststrecke oder -linie 9 ab, wobei
10 die Abtaststrecke 9 der ersten Zone A sich nur über die Oberfläche des Suszeptors 1 erstreckt. Die Abtaststrecken 9 der zweiten Zone B und der dritten Zone C erstrecken sich aber sowohl über die Oberflächen der Substrate 2 als auch über die Oberflächen der zwischen den Substraten freiliegenden Oberflächenabschnitte der Seite 1' des Suszeptors 1. Die Abtastlinien 9 sind durch strich-
15 punktierte Linien dargestellt.

Das in der Figur 3 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich im Wesentlichen nur durch die Anzahl der Zonen vom ersten Ausführungsbeispiel. Hier ist zusätzlich noch eine vierte Zone D vorgesehen, die radial inner-
20 halb der dritten Zone C angeordnet ist. Es ist erkennbar, dass die Abtaststrecken oder -linien 9 der zweiten Zone B, der dritten Zone C und der vierten Zone D sowohl über Substrate 2 als auch über zwischen den Substraten angeordneten freien Oberflächenabschnitten des Suszeptors 1 verlaufen. Die Abtastli-
25 nien 9 der radial äußeren ersten Zone A verlaufen hingegen nur über die freie Oberfläche des Suszeptors 1.

Das in der Figur 4 dargestellte dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in der Figur 3 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen nur durch die Größe der Lagerplätze für die Substrate 2 beziehungsweise
30 der in den Lagerplätzen einliegenden Substrate 2.

Die Lagerplätze können Vertiefungen in einer ansonsten ebenen Seite 1' des Suszeptors 1 sein, wobei die Umrisskontur der Vertiefung der Umrisskontur des Substrates angepasst ist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine
5 Kreisscheibenform.

Es ist eine Regeleinrichtung 5 vorgesehen. Diese Regeleinrichtung 5 empfängt Temperatur-Istwerte von den Temperatur-Messeinrichtungen 6. Jeder einzelnen Zone A, B, C, D ist individuell mindestens eine Temperatur-Messeinrichtung
10 6 und eine Zonen-Heizeinrichtung 4' zugeordnet. Jede Zone A, B, C, D besitzt einen unabhängigen Regelkreis, die die Zonen-Heizeinrichtung 4' mit Leistung versorgt, um die von der Temperatur-Messeinrichtung 6 gemessene Ist-Temperatur auf eine Solltemperatur zu regeln.

15 Mit der Temperatur-Messeinrichtung 6 der ersten Zone A wird ausschließlich die Temperatur der freien Oberfläche des Suszeptors 1 gemessen. Dies erfolgt über eine Mittelung einer Vielzahl von Einzelmesswerten.

Die Temperatur-Messeinrichtungen 6 der zweiten Zone B, der dritten Zone C
20 und der vierten Zone D sind in der Lage, zwei Messwerte zu liefern, nämlich die Temperatur T_{sub} der freien Oberfläche des Substrates und der Temperatur T_{sus} der freien Oberfläche des Suszeptors zwischen den Substraten 2. Wegen des zuvor genannten Temperaturgradienten besteht eine Differenz zwischen T_{sub} und T_{sus} , wobei T_{sub} kleiner ist als T_{sus} .

25

Zur Steuerung der Zonen-Heizeinrichtungen 4' der radial innen liegenden Zonen B, C, D wird die an der freien Oberfläche des Substrates gemessene Temperatur T_{sub} verwendet, die auf eine Solltemperatur geregelt wird.

Beim Ausführungsbeispiel kann die Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B als Sollwert zur Regelung der Temperatur der ersten Zone A verwendet werden. Es ist aber auch möglich, hierzu $T_{\text{sus}3}$ oder $T_{\text{sus}4}$, also die Temperatur der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 der dritten Zone C oder der vierten Zone D zu verwenden.

Die thermische Behandlung der Substrate, insbesondere das Abscheiden einer Beschichtung auf den Substraten 2 erfolgt nach einer vorgegebenen Rezeptur, mit der eine programmgesteuerte Regeleinrichtung programmiert wird. Es handelt sich dabei um eine einheitliche Temperaturvorgabe für alle Regelkreise 5. Die Regelkreise 5 der Zonen B, C, D verwenden diese Vorgabetemperatur, um die Oberflächentemperaturen der dortigen Substrate 2 auf die Vorgabetemperatur zu regeln. Der Regelkreis der ersten Zone A, die nicht mit einem Substrat 2 belegt ist, erhält als Vorgabetemperatur eine um die Differenz von $T_{\text{sub}2}$ und $T_{\text{sus}2}$ verminderte Temperatur.

In einen bestehenden Regelkreis kann dadurch eingegriffen werden, dass eine Solltemperatur, auf die die Oberfläche des Suszeptors der ersten Zone A geregelt wird, mit einem Offset belegt wird, wobei der Offset die Differenz von $T_{\text{sus}2}$ und $T_{\text{sub}2}$ ist. Diese Differenz kann sich im Verlauf des Beschichtungsprozesses ändern, so dass in Intervallen oder kontinuierlich eine Korrekturwert-Anpassung vorgenommen werden kann, um die Temperatur der Suszeptoroberfläche der ersten Heizzone A zu regeln. Erfindungsgemäß ist somit die Isttemperatur, die zur Regelung der Zonen-Heizeinrichtung 4' der radial äußeren Zone A verwendet wird, geringer, als die Isttemperatur, die zur Regelung der Zonen-Heizeinrichtungen 4' übrigen Zonen verwendet wird. Obwohl die Isttemperatur die Substrattemperatur ist, erfolgt die Regelung derart, dass die Suszeptortemperatur über die gesamte Oberfläche des Suszeptors 1 im Wesentlichen gleich ist. Dies hat dann zur Folge, dass der laterale Temperaturgradient der Oberflächentemperaturen der Substrate 2 einen ausreichend geringen Wert besitzt.

Die vorstehenden Ausführungen dienen der Erläuterung der von der Anmeldung insgesamt erfassten Erfindungen, die den Stand der Technik zumindest durch die folgenden Merkmalskombinationen jeweils auch eigenständig weiterbilden, nämlich:

5 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Regelgröße der zweiten Zone B eine Temperatur $T_{\text{sub}2}$ der freien Oberfläche eines dortigen Substrates 2 ist und zusätzlich eine Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B gemessen wird und der Sollwert der der ersten Zone A zugeordneten Regeleinrichtung 5 zumindest einen Beitrag aus dem Wert der Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B besitzt.

15 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Suszeptor 1 um eine Drehachse 8 drehantreibbar ist und die Zonen A, B Umfangszonen um die Drehachse 8 sind.

20 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Temperatur-Messeinrichtung 6, insbesondere ein Pyrometer, derart ausgebildet und angeordnet ist, dass damit sowohl die Temperatur $T_{\text{sub}2}$ der freien Oberfläche des Substrates 1 als auch die Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 gemessen werden kann.

25 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Temperatur-Messeinrichtung 6 so angeordnet ist, dass damit die Temperaturen $T_{\text{sub}2}$, $T_{\text{sus}2}$ durch eine Mittelung von an verschiedenen Messpunkten der zweiten Zone B gemessenen Temperaturen gewonnen sind.

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Sollwert der der ersten Zone zugeordneten Regeleinrichtung der Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B entspricht.

- 5 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Sollwert der der zweiten Zone B zugeordneten Regeleinrichtung 5 eine durch eine Rezeptur vorgegebene Temperatur ist und der Sollwert der der ersten Zone A zugeordneten Regeleinrichtung eine durch einen Korrekturwert modifizierte durch die Rezeptur vorgegebene Temperatur ist, wobei der Korrekturwert eine Differenz
10 der Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B von der dort gemessenen Temperatur $T_{\text{sub}2}$ der freien Oberfläche des Substrates 2 ist.

- Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die erste Zone A und
15 die zweite Zone B unmittelbar benachbart sind.

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die erste Zone A eine Randzone des Suszeptors 1 ist.

- 20 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Heizeinrichtung 4 eine IR-Heizung oder eine RF-Heizung ist.

- Eine Vorrichtung, die gekennzeichnet ist durch auf Kreisbogenlinien um eine Drehachse 8 des Suszeptors 1 verlaufende Abtaststrecken 9, auf welcher mittels
25 der mindestens einen Temperatur-Messeinrichtung 6 Temperaturen gemessen werden, wobei die der ersten Zone A zugeordnete Abtaststrecke 9 nicht über Substrate 2 beziehungsweise Lagerplätze für Substrate 2 verlaufen, die Abtaststrecke 9 der zweiten Zone B und gegebenenfalls einer dritten oder einer vierten Zone C, D sowohl über Substrate 2 beziehungsweise Lagerplätze für Sub-

strate 2 als auch freie Oberflächenabschnitte der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 verlaufen.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Regelgröße der zweiten Zone B eine Temperatur $T_{\text{sub}2}$ der freien Oberfläche eines dortigen Substrates 2 ist und zusätzlich eine Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B gemessen wird und der Sollwert der der ersten Zone A zugeordneten Regeleinrichtung 5 von dem Wert der Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B zumindest mitbestimmt wird.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der Suszeptor 1 um eine Drehachse 8 drehangetrieben wird und die Zonen A, B Umfangszonen um die Drehachse 8 sind.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Temperatur $T_{\text{sub}2}$ der freien Oberfläche des Substrates 1 und die Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 von derselben Temperatur-Messeinrichtung 6, insbesondere einem Pyrometer, gemessen werden.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Temperatur-Messeinrichtung 6 so angeordnet ist, dass damit die Temperaturen $T_{\text{sub}2}$, $T_{\text{sus}2}$ durch eine Mittelung von an verschiedenen Messpunkten der zweiten Zone B gemessenen Temperaturen gewonnen werden.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der Sollwert der der ersten Zone zugeordneten Regeleinrichtung der Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 in der zweiten Zone B entspricht.

- Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der Sollwert der der zweiten Zone B zugeordneten Regeleinrichtung 5 eine von einer Rezeptur vorgegebene Temperatur ist und der Sollwert der der ersten Zone A zugeordneten Regeleinrichtung 5 eine durch einen Korrekturwert modifizierte durch die Rezeptur vorgegebene Temperatur ist, wobei der Korrekturwert eine Differenz der in der zweiten Zone B gemessenen Temperatur $T_{\text{sus}2}$ der freien Oberfläche der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 von der in der zweiten Zone B gemessenen Temperatur $T_{\text{sub}2}$ der freien Oberfläche eines dortigen Substrates 2 ist.
- 10 Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die erste Zone A und die zweite Zone B unmittelbar benachbart sind, und/oder die erste Zone A eine Randzone des Suszeptors 1 ist, und/oder die Heizeinrichtung 4 eine IR-Heizung oder eine RF-Heizung ist.
- 15 Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die erste Zone A einen Vollkreisabschnitt aufweist, der nicht mit Substraten 2 belegt ist und die zweite Zone B und gegebenenfalls eine dritte oder vierte Zone C, D einen Vollkreisabschnitt aufweist, der sowohl mit Substraten 2 belegt ist als auch freie Oberflächen der ersten Seite 1' des Suszeptors 1 aufweist.
- 20
- Alle offenbarten Merkmale sind (für sich, aber auch in Kombination untereinander) 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 mit ihren Merkmalen eigenständige erfinderische Weiterbildungen des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen.
- 25

Bezugszeichenliste:

1	Suszeptor	A	Zone
1'	Oberseite	B	Zone
1''	Unterseite	C	Zone
2	Substrat	D	Zone
3	Prozesskammer		
4	Heizeinrichtung		
4'	Zonen-Heizeinrichtung		
5	Regeleinrichtung		
6	Temperatur-Messeinrichtung		
7	Gasaustrittsöffnung	T_{sub}	Temperatur
8	Drehachse	T_{sus}	Temperatur
9	Abtaststrecke, Abtastlinie	$T_{\text{sub}2}$	Temperatur
10	Gaseinlassorgan	$T_{\text{sus}2}$	Temperatur
		$T_{\text{sus}3}$	Temperatur
		$T_{\text{sus}4}$	Temperatur

ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Behandeln von ein oder mehreren Substraten (2), mit einer Prozesskammer (3) und einem Suszeptor (1), der eine zur Prozesskammer weisende erste Seite (1') zur Aufnahme der ein oder mehreren Substrate (2) und eine davon abgewandte zweite Seite (1'') aufweist, die von einer, mehrere Zonen-Heizeinrichtungen (4') aufweisenden Heizeinrichtung (4) derart beheizbar ist, dass in der Prozesskammer (3) ein vertikaler Temperaturgradient entsteht, wobei eine erste Zonen-Heizeinrichtung (4') eine erste Zone (A) des Suszeptors (1) beheizt und eine zweite Zonen-Heizeinrichtung (4') eine zweite Zone (B) des Suszeptors (1) beheizt, wobei jeder Zone (A, B) eine Regeleinrichtung (5) zugeordnet ist, deren Regelgröße eine mit mindestens einer Temperatur-Messeinrichtung (6) auf der ersten Seite (1') der jeweiligen Zone (A, B) gemessene Temperatur ist, die durch Steuern der in die zugeordnete Zonen-Heizeinrichtung (4') eingespeiste Heizleistung jeweils auf einen Sollwert geregelt wird;

wobei die Regeleinrichtung (5) der zweiten Zone (B) so eingerichtet ist, dass die Regelgröße eine Temperatur ($T_{\text{sub}2}$) der freien Oberfläche des Substrates (2) und ihr Sollwert eine durch eine Rezeptur vorgegebene Temperatur ist;

die Regeleinrichtung (5) der ersten Zone (B) so eingerichtet ist, dass die Regelgröße eine Temperatur ($T_{\text{sus}1}$) der freien Oberfläche des Suszeptors (1) und ihr Sollwert die durch einen Korrekturwert modifizierte von der Rezeptur vorgegebene Temperatur ist;

wobei der Korrekturwert die Differenz der von der Temperatur-Messeinrichtung (6) gemessenen Temperatur ($T_{\text{sus}2}$) der freien Oberfläche der ers-

ten Seite (1') des Suszeptors (1) in der zweiten Zone (B) von der dort gemessenen Temperatur ($T_{\text{sub}2}$) der freien Oberfläche des Substrates (2) ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Suszeptor (1) um eine Drehachse (8) drehantreibbar ist und die Zonen (A, B) Umfangszonen um die Drehachse (8) sind.
5
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur-Messeinrichtung (6), insbesondere ein
10 Pyrometer, derart ausgebildet und angeordnet ist, dass damit sowohl die Temperatur ($T_{\text{sub}2}$) der freien Oberfläche des Substrates (1) als auch die Temperatur ($T_{\text{sus}2}$) der freien Oberfläche der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) gemessen werden kann.
- 15 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur-Messeinrichtung (6) so angeordnet ist, dass damit die Temperaturen ($T_{\text{sub}2}$, $T_{\text{sus}2}$) durch eine Mittelung von an verschiedenen Messpunkten der zweiten Zone (B) gemessenen Temperaturen gewonnen sind.
20
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zone (A) und die zweite Zone (B) unmittelbar benachbart sind.
- 25 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zone (A) eine Randzone des Suszeptors (1) ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (4) eine IR-Heizung oder eine RF-
30 Heizung ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch auf Kreisbogenlinien um eine Drehachse (8) des Suszeptors (1) verlaufende Abtaststrecken (9), auf welcher mittels der mindestens einen Temperatur-Messeinrichtung (6) Temperaturen gemessen werden, wobei die der ersten Zone (A) zugeordnete Abtaststrecke (9) nicht über Substrate (2) beziehungsweise Lagerplätze für Substrate (2) verlaufen, die Abtaststrecke (9) der zweiten Zone (B) und gegebenenfalls einer dritten oder einer vierten Zone (C, D) sowohl über Substrate (2) beziehungsweise Lagerplätze für Substrate (2) als auch freie Oberflächenabschnitte der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) verlaufen.
9. Verfahren zum Behandeln von ein oder mehreren Substraten (2), in einer Prozesskammer (3), wobei eine zur Prozesskammer weisende erste Seite (1') eines Suszeptors (1) ein oder mehrere Substrate (2) trägt und eine davon abgewandte zweite Seite (1'') von einer mehrere Zonen-Heizeinrichtungen (4') aufweisenden Heizeinrichtung (4) derart beheizt wird, dass in der Prozesskammer (3) ein vertikaler Temperaturgradient entsteht, wobei eine erste Zonen-Heizeinrichtung (4') eine erste Zone (A) des Suszeptors (1) beheizt und eine zweite Zonen-Heizeinrichtung (4') eine zweite Zone (B) des Suszeptors (1) beheizt, wobei jeder Zone (A, B) eine Regeleinrichtung (5) zugeordnet ist, deren Regelgröße eine mit mindestens einer Temperatur-Messeinrichtung (6) auf der ersten Seite (1') der jeweiligen Zone (A, B) gemessene Temperatur ist, die durch Steuern der in die zugeordnete Zonen-Heizeinrichtung (4') eingespeiste Heizleistung auf einen Sollwert geregelt wird;

wobei in der zweiten Zone (B) die Regelgröße eine Temperatur ($T_{\text{sub}2}$) der freien Oberfläche des Substrates (2) und ihr Sollwert eine durch eine Rezeptur vorgegebene Temperatur ist;

in der ersten Zone (B) die Regelgröße eine Temperatur (T_{sus1}) der freien Oberfläche des Suszeptors (1) und ihr Sollwert die durch einen Korrekturwert modifizierte von der Rezeptur vorgegebene Temperatur ist;

- 5 wobei der Korrekturwert die Differenz der von der Temperatur-Messeinrichtung (6) gemessenen Temperatur (T_{sus2}) der freien Oberfläche der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) in der zweiten Zone (B) von der dort gemessenen Temperatur (T_{sub2}) der freien Oberfläche des Substrates (2) ist.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Suszeptor (1) um eine Drehachse (8) drehangetrieben wird und die Zonen (A, B) Umfangszonen um die Drehachse (8) sind.
- 15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur (T_{sub2}) der freien Oberfläche des Substrates (1) und die Temperatur (T_{sus2}) der freien Oberfläche der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) von derselben Temperatur-Messeinrichtung (6), insbesondere einem Pyrometer, gemessen werden.
- 20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur-Messeinrichtung (6) so angeordnet ist, dass damit die Temperaturen (T_{sub2} , T_{sus2}) durch eine Mittelung von an verschiedenen Messpunkten der zweiten Zone (B) gemessenen Temperaturen gewonnen werden.
- 25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zone (A) und die zweite Zone (B) unmittelbar benachbart sind, und/oder die erste Zone (A) eine Randzone des Suszeptors (1) ist, und/oder die Heizeinrichtung (4) eine IR-Heizung oder eine RF-Heizung
- 30 ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zone (A) einen Vollkreisabschnitt aufweist, der nicht mit Substraten (2) belegt ist und die zweite Zone (B) und gegebenenfalls eine dritte oder vierte Zone (C, D) einen Vollkreisabschnitt aufweist, der sowohl mit Substraten (2) belegt ist als auch freie Oberflächen der ersten Seite (1') des Suszeptors (1) aufweist.
15. Vorrichtung oder Verfahren, gekennzeichnet durch eines oder mehrere der kennzeichnenden Merkmale eines der vorhergehenden Ansprüche.

1/2

Fig. 1

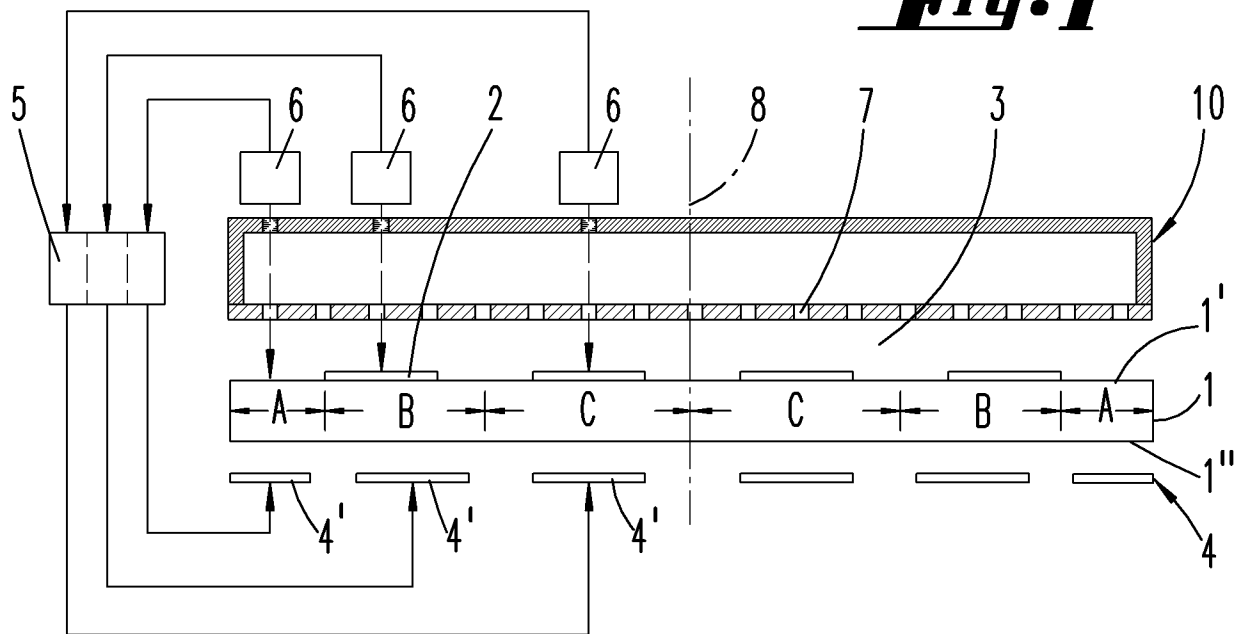


Fig. 2

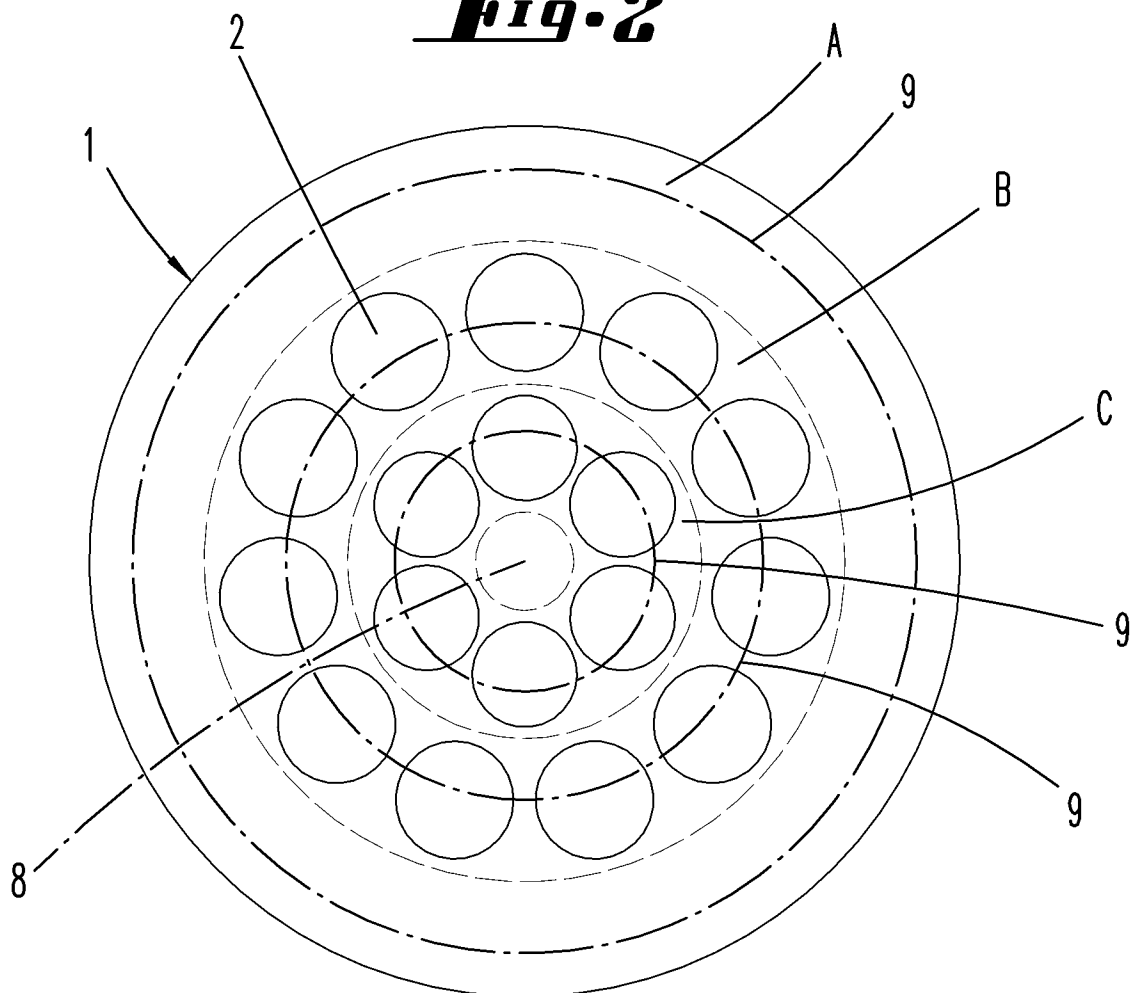


Fig. 3

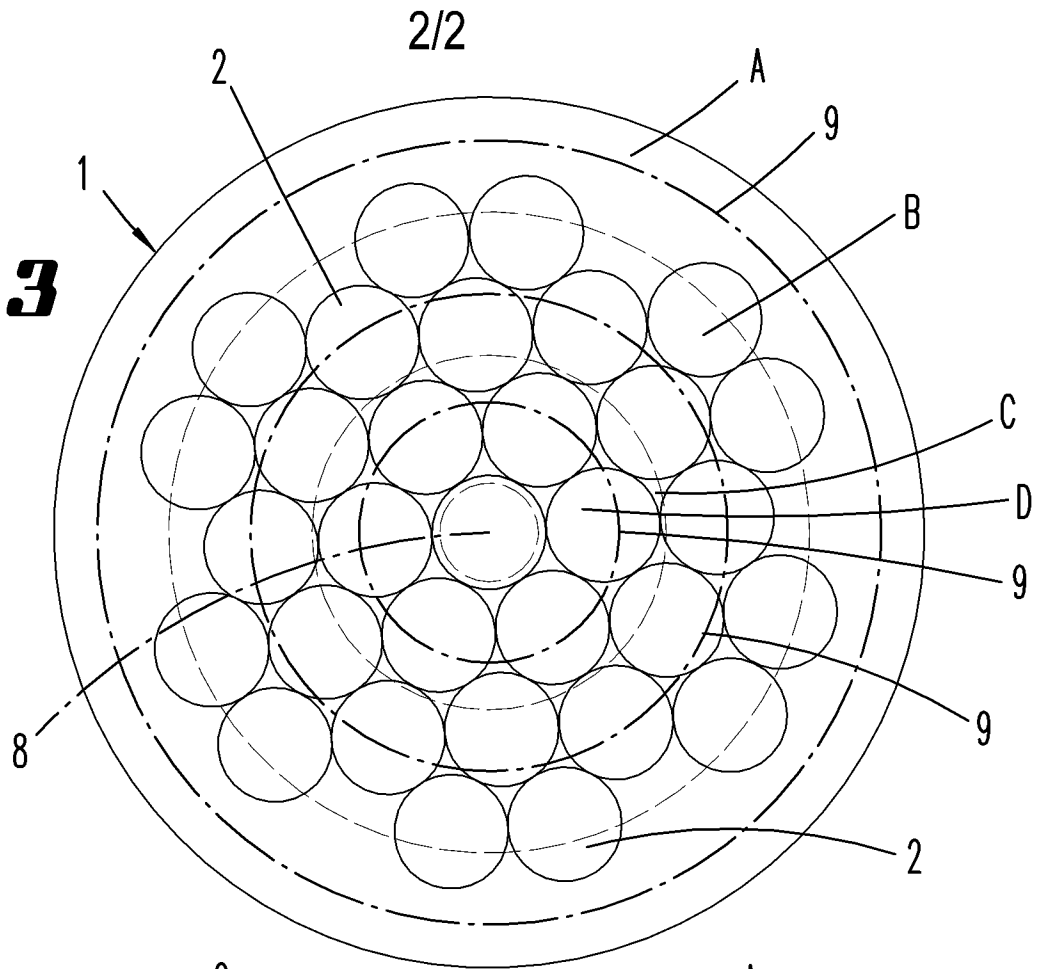
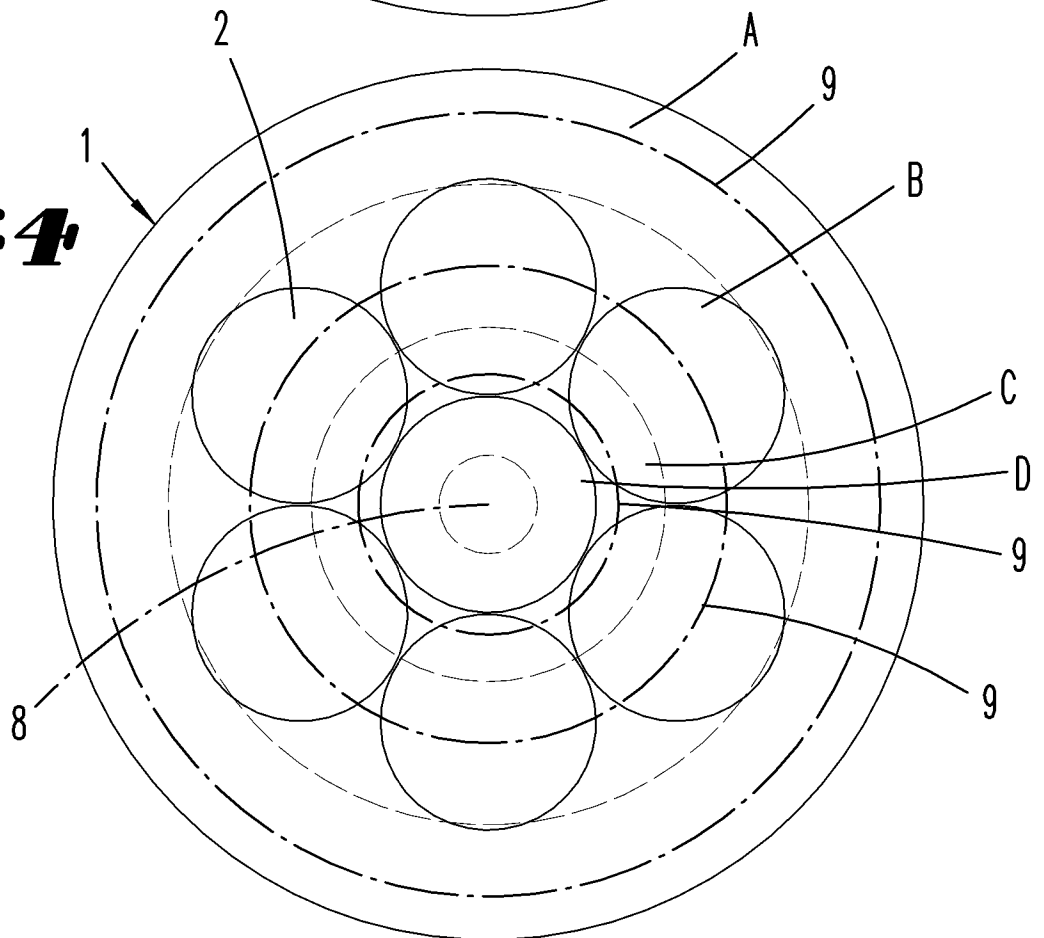


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/050796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	C23C16/52 H01L21/687	C23C16/46 C30B25/10
	C23C16/458	G01J5/00
		H01L21/67
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 G01J H01L C30B		
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	WO 02/26435 A1 (EMCORE CORP [US]) 4 April 2002 (2002-04-04) cited in the application	1-6,8-15
Y	page 6, line 24 - line 31; figure 4 page 3, line 19 - line 22 page 6, line 32 - page 7, line 7; figure 3 page 7, line 23 - line 26 page 10, line 3 - line 23 page 10, line 35 - page 11, line 16 page 11, line 17 - page 12, line 7 page 6, line 15 - line 18; figure 4 page 9, lines 3-6; figure 3 page 10, line 28 - line 34	7
Y	DE 10 2012 101717 A1 (AIXTRON SE [DE]) 5 September 2013 (2013-09-05) cited in the application paragraph [0019]	7
	----- -/--	
☒ 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 28 April 2016		Date of mailing of the international search report 25/05/2016
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 Kudelka, Stephan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/050796

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103 628 046 A (ADVANCED MICRO FAB EQUIP INC) 12 March 2014 (2014-03-12) -----	1-15
A	US 2007/235134 A1 (IIMURO SHUNICHI [US]) 11 October 2007 (2007-10-11) paragraph [0056]; figure 9 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/050796

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0226435	A1	04-04-2002	
		AU 7923001 A	08-04-2002
		CN 1607989 A	20-04-2005
		EP 1390174 A1	25-02-2004
		EP 2402108 A1	04-01-2012
		JP 5004401 B2	22-08-2012
		JP 2004513510 A	30-04-2004
		KR 20030033068 A	26-04-2003
		US 6492625 B1	10-12-2002
		WO 0226435 A1	04-04-2002
DE 102012101717	A1	05-09-2013	
		CN 104204291 A	10-12-2014
		DE 102012101717 A1	05-09-2013
		DE 112013001238 A5	15-01-2015
		TW 201346061 A	16-11-2013
		WO 2013127891 A1	06-09-2013
CN 103628046	A	12-03-2014	
		CN 103628046 A	12-03-2014
		TW 201413046 A	01-04-2014
US 2007235134	A1	11-10-2007	
		CN 101410190 A	15-04-2009
		JP 2009531867 A	03-09-2009
		KR 20080114795 A	31-12-2008
		TW 200807613 A	01-02-2008
		US 2007235134 A1	11-10-2007
		WO 2007117740 A2	18-10-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	C23C16/52 H01L21/687	C23C16/46 C30B25/10
	C23C16/458	G01J5/00
		H01L21/67
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
C23C G01J H01L C30B		
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	WO 02/26435 A1 (EMCORE CORP [US]) 4. April 2002 (2002-04-04) in der Anmeldung erwähnt	1-6,8-15
Y	Seite 6, Zeile 24 - Zeile 31; Abbildung 4 Seite 3, Zeile 19 - Zeile 22 Seite 6, Zeile 32 - Seite 7, Zeile 7; Abbildung 3 Seite 7, Zeile 23 - Zeile 26 Seite 10, Zeile 3 - Zeile 23 Seite 10, Zeile 35 - Seite 11, Zeile 16 Seite 11, Zeile 17 - Seite 12, Zeile 7 Seite 6, Zeile 15 - Zeile 18; Abbildung 4 Seite 9, Zeilen 3-6; Abbildung 3 Seite 10, Zeile 28 - Zeile 34 ----- -/-	7
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. April 2016		25/05/2016
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 Kudelka, Stephan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2012 101717 A1 (AIXTRON SE [DE]) 5. September 2013 (2013-09-05) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0019] -----	7
A	CN 103 628 046 A (ADVANCED MICRO FAB EQUIP INC) 12. März 2014 (2014-03-12) -----	1-15
A	US 2007/235134 A1 (IIMURO SHUNICHI [US]) 11. Oktober 2007 (2007-10-11) Absatz [0056]; Abbildung 9 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050796

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0226435	A1	04-04-2002	AU 7923001 A 08-04-2002
		CN 1607989 A 20-04-2005	
		EP 1390174 A1 25-02-2004	
		EP 2402108 A1 04-01-2012	
		JP 5004401 B2 22-08-2012	
		JP 2004513510 A 30-04-2004	
		KR 20030033068 A 26-04-2003	
		US 6492625 B1 10-12-2002	
		WO 0226435 A1 04-04-2002	
DE 102012101717	A1	05-09-2013	CN 104204291 A 10-12-2014
		DE 102012101717 A1 05-09-2013	
		DE 112013001238 A5 15-01-2015	
		TW 201346061 A 16-11-2013	
		WO 2013127891 A1 06-09-2013	
CN 103628046	A	12-03-2014	CN 103628046 A 12-03-2014
		TW 201413046 A 01-04-2014	
US 2007235134	A1	11-10-2007	CN 101410190 A 15-04-2009
		JP 2009531867 A 03-09-2009	
		KR 20080114795 A 31-12-2008	
		TW 200807613 A 01-02-2008	
		US 2007235134 A1 11-10-2007	
		WO 2007117740 A2 18-10-2007	