(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. August 2014 (28.08.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/128045 A1

(51) **Internationale Patentklassifikation**: *C23C 16/44* (2006.01)

(21) **Internationales Aktenzeichen**: PCT/EP2014/052786

(22) **Internationales Anmeldedatum**: 13. Februar 2014 (13.02.2014)

(25) **Einreichungssprache**: Deutsch

(26) **Veröffentlichungssprache**: Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität**:
10 2013 101 706.1
21. Februar 2013 (21.02.2013) DE

(71) **Anmelder**: **AIXTRON SE** [DE/DE]; Kaiserstraße 98, 52134 Herzogenrath (DE).

(72) **Erfinder**: **GOERES, Wilfried**; Doverhahn 8, 41836 Hückelhoven (DE). **KRÜCKEN, Thomas**; Rotbendenstraße 23, 52076 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, LT, 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.

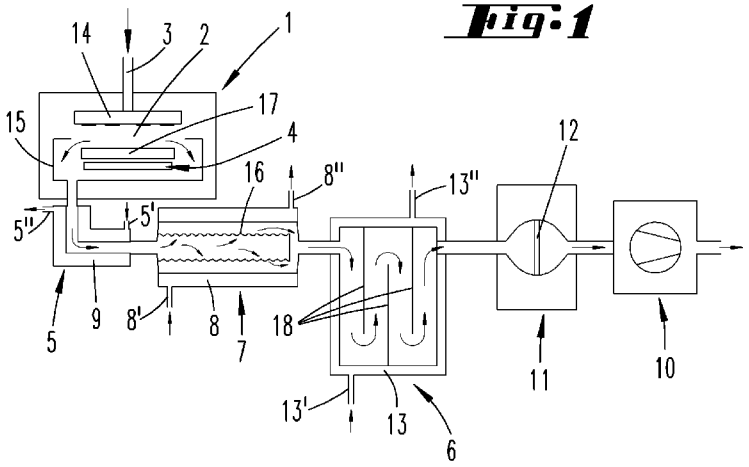
(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: CVD DEVICE AND METHOD FOR CLEANING A PROCESSING CHAMBER OF A CVD DEVICE

(54) **Bezeichnung** : CVD-VORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM REINIGEN EINER PROZESSKAMMER EINER CVD-VORRICHTUNG

Fig. 1



(57) **Abstract**: The invention first relates to a device and a method for depositing semiconductor layers, in particular III - V semiconductor layers, comprising a processing chamber (2) which is arranged in a reactor housing (1) and into which a gas supply line (3) opens, a process gas being introducible into the processing chamber (2) together with a carrier gas through said gas supply line. The device comprises a first temperature control device (4) with which the operating temperature of the processing chamber (2) can be stabilized to a processing temperature at which a reaction of the process gas takes place, wherein at least gaseous reaction products are formed during the reaction. The processing chamber (2) is connected to a gas discharge line (5) with a cooling trap (6) and a filter device (7). The aim of the invention is to increase the efficiency of an exhaust gas system in a device of the generic type. This is achieved in that the filter device (7) is arranged upstream of the cooling trap (6). The invention further relates to a method for cleaning such a processing chamber.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/128045 A1

Veröffentlicht:

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

Die Erfindung betrifft zunächst eine Vorrichtung und eine Verfahren zum Abscheiden von Halbleiterschichten, insbesondere III – V Halbleiterschichten mit einer in einem Reaktorgehäuse (1) angeordneten Prozesskammer (2), in die eine Gaszuleitung (3) mündet, durch die zusammen mit einem Trägergas ein Prozessgas in die Prozesskammer (2) einleitbar ist, mit einer ersten Temperiereinrichtung (4), mit der Betriebstemperatur der Prozesskammer (2) auf einer Prozesstemperatur stabilisierbar ist, bei der eine Reaktion des Prozessgases stattfindet, bei der sich zumindest gasförmige Reaktionsprodukte bilden, wobei die Prozesskammer (2) mit einer Gasableitung (5) mit einer Kühlfalle (6) und einer Filtereinrichtung (7) verbunden ist. Um die Effizienz eines Abgassystems bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung zu erhöhen, wird vorgeschlagen, dass die Filtereinrichtung (7) stromaufwärts der Kühlfalle (6) angeordnet ist. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Reinigen einer derartigen Prozesskammer.

CVD-Vorrichtung sowie Verfahren zum Reinigen einer Prozesskammer einer CVD-Vorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden von Halbleiterschichten, insbesondere III – V Halbleiterschichten mit einer in einem Reaktorgehäuse angeordneten Prozesskammer, in die eine Gaszuleitung mündet, durch die zusammen mit einem Trägergas ein Prozessgas in die Prozesskammer einleitbar ist, mit einer ersten Temperiereinrichtung, mit der Betriebstemperatur der Prozesskammer auf einer Prozesstemperatur stabilisierbar ist, bei der eine Reaktion des Prozessgases stattfindet, bei der sich zumindest gasförmige Reaktionsprodukte bilden, wobei die Prozesskammer mit einer Gasableitung mit einer Kühlfalle und einer Filtereinrichtung verbunden ist.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus auch ein Verfahren zum Reinigen einer derartigen Prozesskammer eines Reaktorgehäuses sowie ein Verfahren zum Abscheiden von Halbleiterschichten, insbesondere III – V Halbleiterschichten in einer Prozesskammer eines Reaktorgehäuses, wobei durch eine in die Prozesskammer mündende Gaszuleitung ein Prozessgas in die Prozesskammer eingeleitet wird, die Prozesskammer mit einer ersten Heizeinrichtung auf eine Prozesstemperatur aufgeheizt wird, bei der eine Reaktion des Prozessgases stattfindet, bei der sich gasförmige und nicht gasförmige Reaktionsprodukte bilden, wobei die gasförmigen und nicht gasförmigen Reaktionsprodukte durch eine Gasableitung zu einer Kühlfalle und einer Filtereinrichtung transportiert werden, wobei die Kühlfalle eine Temperatur aufweist, bei der die gasförmigen Reaktionsprodukte kondensieren und die Filtereinrichtung die nicht gasförmigen Reaktionsprodukte aus einem Trägergasstrom ausfiltert.

Beim Abscheiden von Halbleiterschichten im MOCVD-Verfahren werden Elemente der III. Hauptgruppe als metallorganische Verbindungen und Elemente der V. Hauptgruppe als Hydride in eine Prozesskammer eingeleitet. Diese Prozessgase werden in einem Gasmischsystem bereitgestellt und mit Hilfe eines Trägergases durch eine Gaszuleitung in die Prozesskammer eines Reaktorgehäuses gebracht. Sie treten durch ein Gaseinlassorgan in die Prozesskammer ein. Die Prozesskammer besitzt einen Suszeptor, auf dem eine Vielzahl von zu beschichtenden Halbleitersubstraten aufliegen. Der Suszeptor wird von einer ersten Heizeinrichtung auf eine Depositionstemperatur beheizt, bei der sich die Prozessgase im Wesentlichen pyrolytisch zerlegen. Dabei wächst auf der Substratoberfläche eine Halbleiterschicht auf. Innerhalb der Prozesskammer finden weitere Reaktionen statt, bei denen sich gasförmige und nicht gasförmige Reaktionsprodukte bilden. Diese werden vom Trägergasstrom durch eine Gasableitung aus der Prozesskammer herausgefördert. Dieses Abgas wird beim Stand der Technik dann in eine Kühlfalle geleitet, in der die gasförmigen Abgasbestandteile kondensieren. Stromabwärts der Kühlfalle befindet sich ein mechanischer Filter, beispielsweise in Form einer Papierkartusche. In dieser Filtereinrichtung werden Schwebstoffe aus dem Abgas herausgefiltert.

Filtereinrichtungen an CVD-Reaktoren werden in den US 6,107,198, US 7,871,587, US 4,608,063 und EP 0 529 982 B1 beschrieben. Ein Verfahren zum Reinigen einer Prozesskammer beschreibt die nicht vorveröffentlichte DE 10 2011 056 538.8. Das Verfahren zur Abscheidung von Halbleiterschichten im MOCVD-Verfahren wird in der DE 10 2011 002 146 A1 beschrieben.

In der Halbleiterindustrie gewinnt das Reinigen von Beschichtungsanlagen, die für die LED-Herstellung verwendet werden, eine immer größere Bedeutung. Bei dem In-situ-Reinigen einer Prozesskammer einer derartigen Beschichtungs-

anlage, kommt dem Abgassystem eine besondere Bedeutung zu. Speziell bei Nitrid-Prozessen, bei denen beispielsweise Galliumnitridschichten hergestellt werden, wobei Trimethylgallium und Ammoniak in die Prozesskammer eingeleitet werden, ist das Hauptproblem das Zusetzen des Filters durch Ablagerungsprodukte. Damit wird der Wartungsaufwand unerwünscht erhöht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Effizienz eines Abgassystems bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung zu erhöhen und ein Verfahren anzugeben, mit dem sich effizienter Halbleiterschichten abscheiden lassen bzw. Prozesskammern und/oder ein Abgassystem reinigen lassen.

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

Zunächst und im Wesentlichen wird vorgeschlagen, dass die Filtereinrichtung stromaufwärts der Kühlfalle angeordnet ist.

Die Filtereinrichtung kann bei Raumtemperatur oder aber auch bei einer Temperatur höher als Raumtemperatur betrieben werden. Die Abscheidungsprozesse oder die Reinigungsprozesse innerhalb der Prozesskammer finden bei Temperaturen von mehreren 100° C statt. Die durch die Gasableitung das Reaktorgehäuse verlassenden Abgase haben somit eine Temperatur, die oberhalb der Raumtemperatur liegt. Bevor das Abgas abkühlt, tritt es in die Filtereinrichtung. Dies ist insbesondere dann von technologisch besonderer Bedeutung, wenn der Partialdruck des gasförmigen Abgases beim Verlassen der Prozesskammer bzw. des Reaktorgehäuses einen derartigen Wert annimmt, dass bei Raumtemperatur zumindest aber bei der Betriebstemperatur in der Filtereinrichtung keine Kondensationsprodukte anfallen.

In einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Filtereinrichtung mit einer zweiten Temperiereinrichtung versehen ist. Mit dieser zweiten Temperiereinrichtung kann die Filtereinrichtung auf eine derartige Temperatur gebracht bzw. bei einer derartigen Temperatur betrieben werden, bei der die ansonsten bei Raumtemperatur kondensierenden gasförmigen Abgasbestandteile nicht kondensieren. Eine Rohrverbindung zwischen Reaktorgehäuse und Filtereinrichtung kann mit einer dritten Temperiereinrichtung versehen sein, so dass die Rohrverbindung ebenfalls auf eine Temperatur stabilisierbar ist, bei der die gasförmigen Reaktionsprodukte nicht kondensieren. In einer bevorzugten Ausgestaltung befindet sich stromabwärts der Kühlfalle ein Drosselventil, mit dem der Totaldruck in der Prozesskammer regelbar ist. Um Totaldrucke unterhalb vom Atmosphärendruck und insbesondere Drucke im Millibar-Bereich einstellen zu können, ist hinter dem Drosselventil eine Vakuumpumpe angeordnet. Das Verbindungsrohr zwischen Prozesskammer bzw. Reaktorgehäuse und Filtereinrichtung sowie die Filtereinrichtung selbst werden somit auf einer Stabilisierungstemperatur gehalten, die oberhalb der Kondensationstemperatur der Abgasbestandteile liegt. Bei einem Reinigungsprozess können Chloride oder Halogenide eingesetzt werden, die sich mit parasitären Belegungen der Prozesskammer zu Galliumchlorid oder dergleichen verbinden. Als Reinigungsgas kann zum Beispiel Cl_2 oder HCl verwendet werden. Es wird als vorteilhaft angesehen, dass mit dem erfindungsgemäßen Abgassystem sowohl der Depositionsprozess als auch der Reinigungsprozess effektiver wird. Durch die Temperierung des Filters können auch sich im Filter angesammelte Ablagerungen durch einen Reinigungsschritt abgetragen werden. Hierzu wird bei einer entsprechend hohen Temperatur der Filtereinrichtung das Reinigungsgas insbesondere Cl_2 durch den Filter hindurchgeleitet.

Bei einem MOCVD-Prozess, bei dem als Prozessgase beispielsweise Trimethylindium und Ammoniak verwendet werden, findet eine Galliumnitridabscheidung nicht nur auf den auf dem Suszeptor der Prozesskammer aufliegenden Substraten statt. Eine Deposition von Gallium und Stickstoff enthaltenden Schichten findet auch an anderen Stellen der Prozesskammer statt. Diese parasitäre Belegung der Prozesskammerwände muss von Zeit zu Zeit, insbesondere nach jedem Beschichtungsschritt entfernt werden. Hierzu wird ein Trockenätzverfahren verwendet, bei dem ein Ätzgas in die Prozesskammer eingeleitet wird. Dies erfolgt zusammen mit einem Trägergas, bei dem es sich um Wasserstoff, Stickstoff oder ein Edelgas handeln kann. Wird beispielsweise Chlor als Ätzgas verwendet, so bildet sich bei einer entsprechend hohen Prozesstemperatur an den Wänden der Prozesskammer flüchtiges Galliumchlorid, $GaCl_3$, Ga_2CL_6, GaCl, $GaCl_2$, Ga_2Cl_4. Dieses gasförmige Reaktionsprodukt wird aus der Prozesskammer heraustransportiert und gelangt durch die Gasableitung zur Filtereinrichtung. Die Filtereinrichtung wird mittels einer Temperiereinrichtung auf einer Temperatur stabilisiert, bei der das Reaktionsprodukt, also die Gallium-Chlor-Verbindung nicht kondensiert. Die Temperiereinrichtung kann eine Heizung oder eine Kühleinrichtung sein. Bevorzugt besteht die Temperiereinrichtung aus einer das Gehäuse der Filtereinrichtung umgebenden, mit einer Temperierflüssigkeit gespülten Manschette. Die Temperierflüssigkeit kann Wasser sein, mit dem die Filtereinrichtung beispielsweise auf einer Temperatur von 90° gehalten wird.

In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird das Ätzgas derart in die Prozesskammer eingeleitet, dass ein Anteil des Ätzgases durch die Prozesskammer hindurchströmt, um Ablagerungen in der Filtereinrichtung zu entfernen. Bei einem dem Reinigungsschritt zeitlich vorangegangenen Abscheideprozess werden Trimethylgallium und Ammoniak in die Prozesskammer eingelei-

tet. Bei der in der Prozesskammer stattfindenden Reaktion bilden sich nicht nur gasförmige, sondern auch nicht gasförmige Reaktionsprodukte. Die gasförmigen und nicht gasförmigen Reaktionsprodukte werden mit dem Trägergas durch die Gasableitung in die Filtereinrichtung transportiert. Am Filtermedium, bei dem es sich um ein poröses Material handelt, werden die nicht gasförmigen und insbesondere festen Reaktionsprodukte zurückgehalten. Zufolge der Temperierung der Filtereinrichtung treten die gasförmigen Reaktionsprodukte aber durch den Filter hindurch. Sie kondensieren in der der Filtereinrichtung in Strömungsrichtung nachgeordneten Kühlfalle. Beim Reinigungsprozess wird mit Hilfe des Ätzgases auch der Filter gereinigt. Die sich am Filtermedium angesammelten festen Reaktionsprodukte, die während des Abscheideprozesses entstanden sind, werden im Reinigungsprozess in eine gasförmige chemische Verbindung umgewandelt. Beispielsweise werden Gallium-Verbindungen mittels Chlor in flüchtige Gallium-Chlor-Verbindungen gewandelt. Das flüchtige Reaktionsprodukt wird in der Kühlfalle gezielt auskondensiert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch den Aufbau einer CVD-Vorrichtung mit Abgasentsorgungseinrichtung

Fig. 2 die Dampfdruckkurve des Reaktionsproduktes ($GaCl_3$)

Die wesentlichen Elemente eines CVD-Reaktors beschreibt die Figur 1. Aus einem in den Zeichnungen nicht dargestellten Gasmischsystem tritt zusammen mit einem Trägergas ein Prozessgas durch eine Gasleitung 3 in ein Reaktorgehäuse 1 ein. Innerhalb des Reaktorgehäuses 1 befindet sich ein Gaseinlassorgan

14, welches eine Vielzahl von Gasaustrittsöffnungen aufweist, die zu einer Prozesskammer 2 weisen. Das Gaseinlassorgan 14 wird von der Gaszuleitung 3 gespeist. Die hier nicht dargestellten Gasaustrittsöffnungen weisen zur Prozesskammer 2. Der Boden der Prozesskammer 2 wird von einem Suszeptor 17 ausgebildet, auf dem ein oder mehrere zu beschichtende Substrate angeordnet sind.

Mit der Bezugsziffer 15 ist ein Gasauslassorgan bezeichnet, welches das in die Prozesskammer 2 eingeleitete Trägergas, nicht verbrauchtes Prozessgas und Reaktionsprodukte sammelt. Über eine Gasableitung 5 ist das Gasauslassorgan 15 mit einer Kühlfalle 6 strömungsverbunden.

Unterhalb des Suszeptors 17 befindet sich eine Temperiereinrichtung 4. Es handelt sich dabei um eine Heizung, beispielsweise eine RF-Heizung, eine Strahlungsheizung oder eine Widerstandsheizung, mit der der Suszeptor 17 bzw. die gesamten Wände der Prozesskammer 2 auf eine erhöhte Temperatur aufgeheizt werden können.

Bei der Gasableitung 5 handelt es sich um ein Rohr, welches von einer Manschette mit Kammer 9 umgeben ist, durch die eine Temperierflüssigkeit hindurchfließen kann. Die Kammer 9 umgibt das Rohr der Gasableitung 5 in Form eines Kühlmantels und besitzt einen Einlass 5', durch den ein Temperiermedium einströmen kann und einen Auslass 5'', durch den das Temperiermedium austreten kann. Als Temperiermedium kann Wasser verwendet werden, welches eine Temperatur von 90° besitzt.

Die Filtereinrichtung 7, die in der mit Pfeilen in der Figur 1 dargestellten Stromrichtung oberhalb einer Kühlfalle 6 angeordnet ist, besitzt im Inneren eine Fil-

terkartusche, die ein Filtermedium 16 aus einem porösen Material aufweist. Das durch die Gasableitung 5 transportierte Abgas tritt durch das Filtermedium 16 hindurch, wobei sich im Abgas befindende Festkörper dort zurückgehalten werden.

Das Gehäuse der Filtereinrichtung 7 ist zum Beispiel mit einer von einem Temperiermittel durchströmbaren Manschette 8 versehen. Die Kammer der Manschette 8 besitzt eine Zuleitung 8', durch die ein Temperiermedium, bei dem es sich um Wasser handelt, in die Kammer 8 hineinströmen kann. Durch den Ausgang 8'' kann das Temperiermedium die Kammer wieder verlassen. Alternativ dazu kann das Temperiermittel aber auch von einer Widerstandsheizung, beispielsweise einer Heizmanschette ausgebildet sein oder ganz allgemein von einer elektrischen Heizung, die eine entsprechende Regelung aufweist.

Die Kühlfalle 6 besitzt ein Gehäuse, welches ebenfalls eine Temperiereinrichtung aufweist. Auch hier kann die Temperiereinrichtung als Manschette 13 ausgebildet sein, die eine Kammer aufweist, in die durch einen Einlass 13' ein Temperiermedium einströmen kann und aus der aus einem Auslass 13'' das Temperiermedium die Kammer verlassen kann. Das Temperiermedium kann hier eine Kühlflüssigkeit sein, beispielsweise mit Glykol versetztes Wasser, so dass die Kühlfalle 6 auf einer Temperatur von Minus 5° C gehalten werden kann. In der Kühlfalle 6 können gasförmige Reaktionsprodukte kondensieren. In der Kühlfalle 6 können aber auch Kühlwendel angeordnet sein. Bei den Kühlwendeln handelt es sich um Rohre, die wendelgangförmig verlaufen und durch die das Kühlmittel fließt. Es können mehrere ineinander geschachtelte Wendeln vorgesehen sein. In der Figur 1 sind diese ineinander geschachtelten Wendeln mit der Bezugsziffer 18 angedeutet.

Stromabwärts der Kühlfalle 6 befindet sich ein Drosselventil 11 mit einer Drosselklappe 12, mit der der Totaldruck innerhalb der Prozesskammer 2 eingestellt werden kann.

Stromabwärts des Drosselventils 11 befindet sich eine Vakuumpumpe 10.

In der Prozesskammer 2 eines Reaktorgehäuses wird ein Beschichtungsprozess durchgeführt. Dabei werden Halbleitersubstrate, die sich auf dem Suszeptor 17 befinden mit einer III – V Halbleiterschicht beschichtet. Mittels eines Trägergases werden Prozessgase durch die Gaszuleitung 3 und das Gaseinlassorgan 14 in die Prozesskammer 2 geleitet. Die Prozessgase reagieren in der Prozesskammer miteinander und mit der Oberfläche des Substrates, so dass auf der Oberfläche des Substrates beispielsweise III-V-Halbleiterschichten abgeschieden werden. Insbesondere werden durch das Gaseinlassorgan 14 Trimethylgallium und NH_3 zusammen mit Wasserstoff als Trägergas in die Prozesskammer 2 eingeleitet. Dort scheiden sich auf den Substraten GaN-Schichten ab. Nach dem Produktionslauf, also dem Depositionsprozess werden die Substrate aus der Prozesskammer 2 des Reaktorgehäuses 1 entfernt. Die sich beim Depositionsprozess an den Wänden der Prozesskammer 2 gebildeten Beschichtungen, die insbesondere Gallium enthalten, werden in einem trockenchemischen Verfahren entfernt. Hierzu wird in die Prozesskammer 2 durch die Gaszuleitung 3 ein Ätzgas als Prozessgas eingeleitet. Bei diesem Prozessgas handelt es sich bevorzugt um Cl_2. Cl_2 wird zusammen mit Stickstoff in den Reaktor eingeleitet. Bei einer erhöhten Temperatur innerhalb der Prozesskammer 2 bildet sich $GaCl_3$ und andere Galliumchlorverbindungen.

Das Trägergas transportiert das gebildete $GaCl_3$ oberhalb seiner Kondensationstemperatur aus der Prozesskammer 2, durch die temperierte Gasableitung 5

hindurch in die temperierte Filtereinrichtung 7. Während dieses Transports findet keine Kondensation des $GaCl_3$ an den Oberflächen des Rohres der Gasableitung 5 bzw. dem Filtermedium 16 der Filtereinrichtung 7 statt. Um dies zu gewährleisten wird die Gasableitung 5 bzw. die Filtereinrichtung 7 auf einer Temperatur T_A gehalten, bei der der Dampfdruck der Verbindung größer ist als dessen Partialdruck in der Gasmischung.

Die Figur 2 zeigt die Dampfdruckkurve von $GaCl_3$. Mit T_K ist eine kritische Temperatur bezeichnet, bei der das gasförmige Reaktionsprodukt, also insbesondere $GaCl_3$ bei dem Partialdruck kondensiert, mit dem es die Prozesskammer 2 verlässt. Die Betriebstemperatur der Filtereinrichtung 7 T_A ist höher als die kritische Temperatur T_K.

Innerhalb der Filtereinrichtung 7 findet eine chemische Reaktion statt, bei der das Ätzgas mit Festkörperrückständen auf dem Filtermedium 16 reagiert. Gallium enthaltende Filterrückstände werden beispielsweise in eine Gallium-Chlor-Verbindung gewandelt, die gasförmig ist und die zusammen mit dem Trägergas in die Kühlfalle 6 transportiert wird.

Bei dem Filtermedium 16 handelt es sich um einen Porenfilter, beispielsweise einen Papierfilter oder eine ähnliche Anordnung. Das Filtermedium 16 hat die Aufgabe, Teilchen, die sich während des Beschichtungsprozesses oder des Reinigungsprozesses bilden, aus dem Trägergasstrom herauszufiltern. Während des Reinigungsprozesses werden diese festen Rückstände aber bevorzugt ebenfalls abgebaut, womit sich die Lebensdauer des Filtermediums 16 erhöht.

Die Temperierungseinrichtungen 8, 9 des Filters 7 bzw. der Gasableitung 5 bestehen aus einer zusätzlichen Wandung um das eigentliche Gehäuse herum. In

den Zwischenraum zwischen der Wandung des Gehäuses und der zusätzlichen Wandung wird die oben erwähnte Stabilisierungsflüssigkeit eingebracht, bei der es sich um Wasser, Öle, Silikone oder ähnliche Stoffe handeln kann. Vorzugsweise werden zur Temperaturstabilisierung von Gasableitung 5 und Filtereinrichtung 7 dieselben Stabilisierungsflüssigkeiten verwendet, so dass sich die Möglichkeit anbietet, die beiden Kammern der Temperiereinrichtungen 8, 9 miteinander zu verbinden. Alternativ kann insbesondere die Filtereinrichtung 7 auch mit einer auf die Solltemperatur T_A geregelten Heizung versehen werden.

Die Kühlfalle 6 wird auf einer Temperatur T_B gehalten, die unterhalb der Kondensationstemperatur T_K liegt. Sie kann bei Minus 5° C liegen. Die Reinigungskapazität der Kühlfalle 6 ist so ausgelegt, dass der verbleibende kritische Partialdruck des gereinigten Gases so gering ist, dass sich bei Raumtemperatur in den nachfolgenden Leitungen und insbesondere im Drosselventil 11 oder in der Pumpe 10 keine Kondensate bilden.

Die Pumpe 10 und insbesondere auch das Drosselventil können aber mit einer zusätzlichen Heizung versehen sein, um die dem Abgas ausgesetzten Wände auf eine Temperatur zu bringen, bei der keine Kondensation der Reaktionsprodukte stattfindet.

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

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, , dass die Filtereinrichtung (7) stromaufwärts der Kühlfalle (6) angeordnet ist.

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Filtereinrichtung (7) mit einer zweiten Temperiereinrichtung (8) temperaturstabilisierbar ist.

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Gasableitung eine Rohrleitung aufweist, durch die die zumindest gasförmigen Reaktionsprodukte mittels des Trägergases von der Prozesskammer (2) zur Filtereinrichtung (7) transportiert werden, die mit einer dritten Temperiereinrichtung (9) temperaturstabilisierbar ist.

Eine Vorrichtung, die gekennzeichnet ist durch eine in Stromrichtung der Kühlfalle (6) nachgeordnete Vakuumpumpe (10).

Eine Vorrichtung, die gekennzeichnet ist durch ein in Stromrichtung zwischen Kühlfalle (6) und Pumpe (10) angeordnetes Drosselventil (11) zur Regelung des Gasdrucks innerhalb der Prozesskammer (2).

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die stromaufwärts der Kühlfalle (6) angeordnete Filtereinrichtung (7) auf einer Temperatur gehalten wird, bei der die gasförmigen Reaktionsprodukte nicht kondensieren.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zum Abscheiden der Halbleiterschichten als Prozessgas ein Hydrid und eine metallorganische Komponente verwendet wird.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zum Reinigen der Prozesskammer (2) Chloride, Chlor oder Halogenide verwendet werden.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der Partialdruck des gasförmigen Reaktionsproduktes derart gewählt ist, dass die gasförmigen Reaktionsprodukte beim Verlassen des Reaktorgehäuses (1) bei Raumtemperatur keine Kondensationsprodukte bilden.

Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Verfahren zum Abscheiden der Halbleiterschichten ein MOCVD-Verfahren ist.

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.

Bezugszeichenliste

1	Reaktorgehäuse				
2	Prozesskammer				
3	Gaszuleitung				
4	Temperiereinrichtung				
5	Gasableitung	5′	Einlass	5′′	Auslass
6	Kühlfalle				
7	Filtereinrichtung				
8	Temperiereinrichtung	8′	Zuleitung	8′′	Ausgang
9	Temperiereinrichung				
10	Vakuumpumpe				
11	Drosselventil				
12	Drosselklappe				
13	Temperiereinrichtung	13′	Einlass	13′′	Auslass
14	Gaseinlassorgan				
15	Gasauslassorgan				
16	Filtermedium				
17	Suszeptor				
18	Kühlwendel				

T_A	Temperatur
T_K	kritische Temperatur
T_B	Temperatur

ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Abscheiden von Halbleiterschichten, insbesondere III – V Halbleiterschichten mit einer in einem Reaktorgehäuse (1) angeordneten Prozesskammer (2), in die eine Gaszuleitung (3) mündet, durch die zusammen mit einem Trägergas ein Prozessgas in die Prozesskammer (2) einleitbar ist, mit einer ersten Temperiereinrichtung (4), mit der Betriebstemperatur der Prozesskammer (2) auf einer Prozesstemperatur stabilisierbar ist, bei der eine Reaktion des Prozessgases stattfindet, bei der sich zumindest gasförmige Reaktionsprodukte bilden, wobei die Prozesskammer (2) mit einer Gasableitung (5) mit einer Kühlfalle (6) und einer Filtereinrichtung (7) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (7) stromaufwärts der Kühlfalle (6) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (7) mit einer zweiten Temperiereinrichtung (8) temperaturstabilisierbar ist.

3. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasableitung eine Rohrleitung aufweist, durch die die zumindest gasförmigen Reaktionsprodukte mittels des Trägergases von der Prozesskammer (2) zur Filtereinrichtung (7) transportiert werden, die mit einer dritten Temperiereinrichtung (9) temperaturstabilisierbar ist.

4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine in Stromrichtung der Kühlfalle (6) nachgeordnete

Vakuumpumpe (10).

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch ein in Stromrichtung zwischen Kühlfalle (6) und Pumpe (10) angeordnetes Drosselventil (11) zur Regelung des Gasdrucks innerhalb der Prozesskammer (2).

6. Verfahren zum Reinigen einer Prozesskammer eines Reaktorgehäuses oder zum Abscheiden von Halbleiterschichten, insbesondere III – V Halbleiterschichten in der Prozesskammer (2), wobei durch eine in die Prozesskammer mündende Gaszuleitung (3) zusammen mit einem Trägergas ein Prozessgas in die Prozesskammer (2) eingeleitet wird, die Prozesskammer (2) mit einer ersten Temperiereinrichtung (4) auf einer Prozesstemperatur temperiert wird, bei der eine Reaktion des Prozessgases stattfindet, bei der sich zumindest gasförmige Reaktionsprodukte bilden, wobei die zumindest gasförmigen Reaktionsprodukte durch eine Gasableitung (5) zu einer Kühlfalle (6) und einer Filtereinrichtung (7) transportiert werden, wobei die Kühlfalle (6) eine Temperatur aufweist, bei der die gasförmigen Reaktionsprodukte kondensieren und die Filtereinrichtung (7) eventuelle nicht gasförmige Reaktionsprodukte aus dem Trägergasstrom ausfiltert, dadurch gekennzeichnet, dass die stromaufwärts der Kühlfalle (6) angeordnete Filtereinrichtung (7) auf einer Temperatur gehalten wird, bei der die gasförmigen Reaktionsprodukte nicht kondensieren.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Abscheiden der Halbleiterschichten als Prozessgas ein Hydrid und eine metallorganische Komponente verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Reinigen der Prozesskammer (2) Chloride, Chlor oder Halogenide verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Partialdruck des gasförmigen Reaktionsproduktes derart gewählt ist, dass die gasförmigen Reaktionsprodukte beim Verlassen des Reaktorgehäuses (1) bei Raumtemperatur keine Kondensationsprodukte bilden.

10. Verfahren nach Anspruch 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Abscheiden der Halbleiterschichten ein MOCVD-Verfahren ist.

11. Vorrichtung oder Verfahren, gekennzeichnet durch eines oder mehrere der kennzeichnenden Merkmale eines der vorhergehenden Ansprüche.

Fig: 1

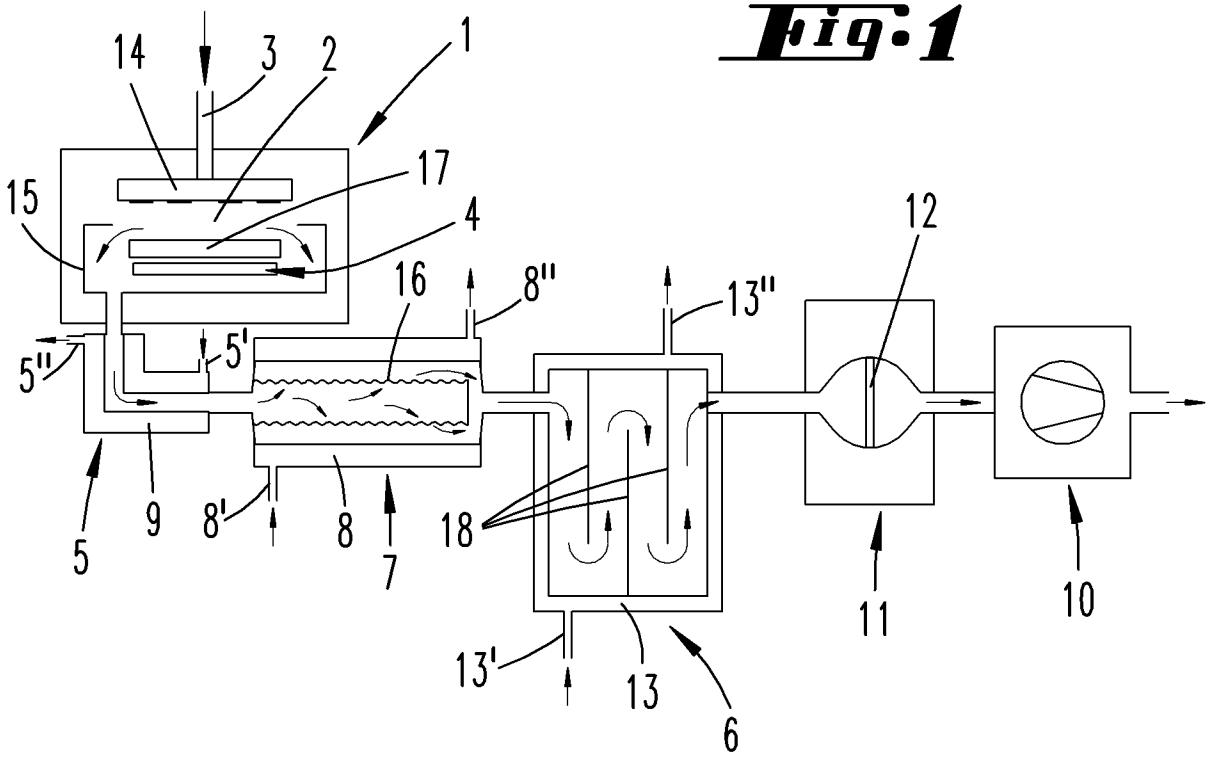
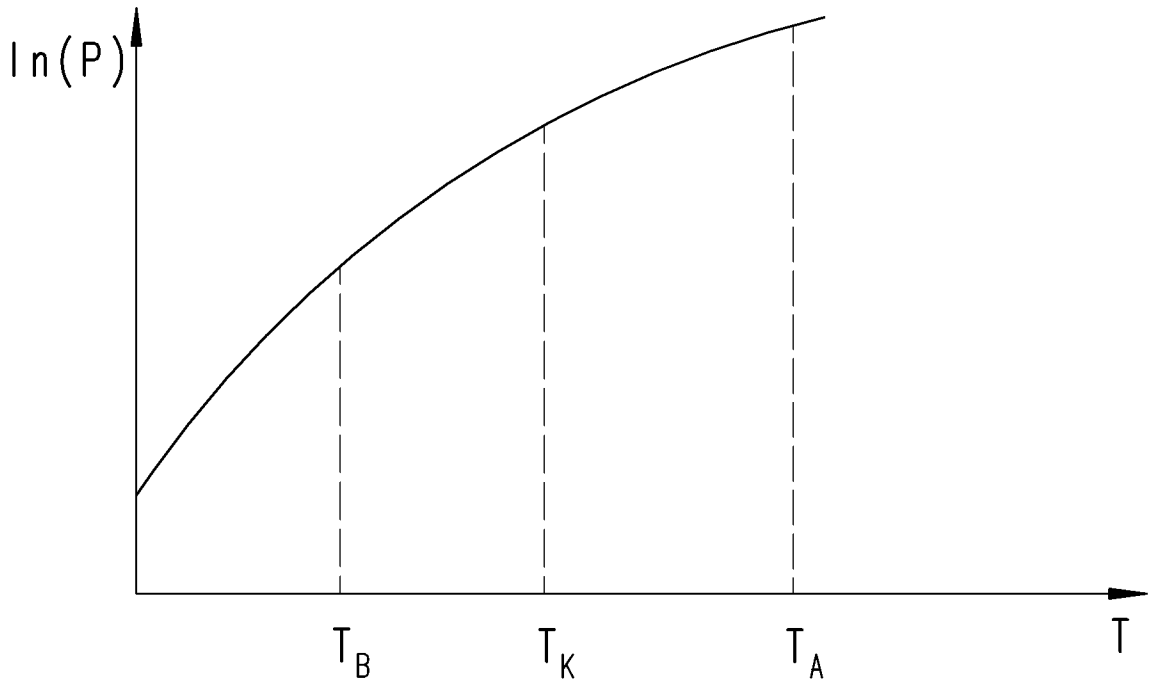


Fig: 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/052786

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C16/44
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 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 A	US 6 159 298 A (SAITO YUKIMASA [JP]) 12 December 2000 (2000-12-12) column 5, line 1 - column 8, line 29; figure 1	1-5,11 6-10
X	JP S62 161971 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 17 July 1987 (1987-07-17) the whole document	1,6-11
X	US 5 250 092 A (NAKANO TOMOIKU [JP]) 5 October 1993 (1993-10-05) column 1 - column 2	6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
19 March 2014	09/04/2014

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	Ekhult, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2014/052786

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6159298 A	12-12-2000	JP 3567070 B2	15-09-2004
		JP H11195648 A	21-07-1999
		KR 100443105 B1	28-10-2004
		US 6159298 A	12-12-2000
JP S62161971 A	17-07-1987	NONE	
US 5250092 A	05-10-1993	DE 69205648 D1	30-11-1995
		DE 69205648 T2	21-03-1996
		EP 0529982 A1	03-03-1993
		JP 2580928 Y2	17-09-1998
		JP H0520323 U	12-03-1993
		US 5250092 A	05-10-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/052786

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C16/44
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C 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 A	US 6 159 298 A (SAITO YUKIMASA [JP]) 12. Dezember 2000 (2000-12-12) Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 8, Zeile 29; Abbildung 1	1-5,11 6-10

X	JP S62 161971 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 17. Juli 1987 (1987-07-17) das ganze Dokument	1,6-11

X	US 5 250 092 A (NAKANO TOMOIKU [JP]) 5. Oktober 1993 (1993-10-05) Spalte 1 - Spalte 2	6

☐ 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
19. März 2014	09/04/2014

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	Ekhult, Hans

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/052786

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6159298 A	12-12-2000	JP 3567070 B2	15-09-2004
		JP H11195648 A	21-07-1999
		KR 100443105 B1	28-10-2004
		US 6159298 A	12-12-2000
JP S62161971 A	17-07-1987	KEINE	
US 5250092 A	05-10-1993	DE 69205648 D1	30-11-1995
		DE 69205648 T2	21-03-1996
		EP 0529982 A1	03-03-1993
		JP 2580928 Y2	17-09-1998
		JP H0520323 U	12-03-1993
		US 5250092 A	05-10-1993