

Beschreibung

Be- und Entladezyklus für ein CVD-Reaktorsystem

Gebiet der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate in zumindest einer Prozesskammer einer Prozesskammeranordnung, wobei mehrere Sätze, die jeweils eine Anzahl n von Substratträgern aufweisen, die jeweils eingerichtet sind, zumindest ein Substrat tragen zu können, verwendet werden, wobei die mehreren Sätze der Substratträger zyklisch verwendet werden und dabei nacheinander unprozessierte Substratträger mit zu prozessierenden Substraten beladen werden, in die zumindest eine Prozesskammer der Prozesskammeranordnung gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer bei einer ersten erhöhten Temperatur behandelt werden, wobei die unprozessierten Substrate zu prozessierten Substraten prozessiert werden und die unprozessierten Substratträger zu prozessierten Substratträgern werden, bei einer zweiten erhöhten Temperatur der Prozesskammer entnommen werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden und von den prozessierten Substraten getrennt werden, und eine Vorrichtung zum Durchführen eines derartigen Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Die US 2020/0354828 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abscheidung von Halbleiterschichten auf von Substratträgern getragenen Substraten in zumindest einer Prozesskammer eines MOCVD-Reaktors. Es ist eine Reinigungskammer vorgesehen, in der die Substratträger vor dem Abscheideverfahren gereinigt werden können. In verschiedenen Lagerkammern werden gereinigte und prozessierte Substratträger sowie unprozessierte und prozessierte Substrate jeweils getrennt voneinander gelagert, wobei die Lagerkammer für gereinigte Substratträger auch gekühlt werden kann.

[0003] In der US 2022/0333271 A1 wird eine Vorrichtung zur Behandlung von auf ringförmigen Substratträgern gelagerten Substraten in einer Prozesskammer offenbart, insbesondere zur Abscheidung von SiC. Die unprozessierten und prozessierten Substrate können außerhalb der Prozesskammer zusammen
5 in einer Lagerkammer oder getrennt voneinander in zwei Lagerkammern gelagert werden. Darüber hinaus ist eine dritte Lagerkammer vorgesehen, in der im Falle einer anomalen Situation Substrate mit Substratträgern gelagert werden können. Nach einem Abscheideprozess kann ein Substratträger mit einem oder mehreren Substraten in einer Abkühleinrichtung abgekühlt werden.

10 [0004] Die US 10,790,174 B2 beschreibt eine Vorrichtung zum Transport von Substraten, die eine erste Lagerkammer aufweist, in der unprozessierte Substrate gelagert werden und eine zweite Lagerkammer, in die die prozessierten Substrate aus einer Prozesskammer gebracht werden.

[0005] Die US 2022/0076976 A1 beschreibt ein automatisiertes Verfahren zur
15 Abscheidung von Dünnschichten. Um den Durchsatz zu erhöhen, werden das Aufheizen, die Prozessierung und das Abkühlen der Substrate entkoppelt. Hierfür werden eine Heizkammer, eine Prozesskammer und eine Abkühlkammer verwendet, in denen jeweils ein mit Substraten beladener Substratträger zeitgleich behandelt werden kann.

20 [0006] Die US 2005/0187647 A1 offenbart die Verwendung von zwei Sätzen von Substratträgern, die in zeitlich überlappenden Abscheideprozessen beschichtet werden.

[0007] Die Erfindung befasst sich insbesondere mit dem Problem, dass es bei bestehenden Verfahren zur zeitgleichen Behandlung mehrerer von Substratträgern getragener Substrate in einer Prozesskammer eines CVD-Reaktors zu hohen Stillstandzeiten kommt. In bestehenden CVD-Systemen werden nach einer
25

Behandlung der Substrate in einem ersten Schritt die Substratträger zusammen mit den Substraten einzeln aus der Prozesskammer entnommen. Die Entnahme erfolgt bei Temperaturen von mehreren Hundert Grad Celsius. Bei diesen Temperaturen ist ein separater Abkühlschritt für jedes Substrat nötig, um eine Weiterverarbeitung der Substrate zu ermöglichen. Dies kann vor dem Trennen des Substrates vom Substratträger oder nach dem Trennen erfolgen. Daher muss nach jeder Entnahme eines Substrat-Substratträgerpaares dieses zunächst separiert werden und nachfolgend das Substrat in einer dafür vorgesehenen Abkühlstation abgekühlt werden. Insbesondere bei Substraten mit einer hohen Wärmekapazität, wie beispielsweise Saphir, hat dies lange Abkühlzeiten zur Folge. Nach erfolgter Abkühlung wird das Substrat in einer Lagerkammer abgelegt und der Substratträger wird zurück in die Prozesskammer gebracht. Diese Verfahrensschritte werden solange wiederholt, bis alle prozessierten Substrate in der Lagerkammer und alle prozessierten Substratträger in der Prozesskammer gelagert sind. Im Anschluss hieran werden die prozessierten Substratträger, die, sofern die Behandlung die Abscheidung einer Schicht umfasst, eine parasitäre Beschichtung aufweisen, in der CVD-Prozesskammer gereinigt. Für eine folgende Behandlung werden die gereinigten Substratträger einzeln aus der Prozesskammer entnommen und mit einem unprozessierten Substrat beladen und anschließend wieder in die Prozesskammer gebracht. Während der Abkühlphase beim Entladen des Reaktors und während der Beladung gereinigter Substratträger mit unprozessierten Substraten ist der CVD-Reaktor unproduktiv. Die Zeit, in der der CVD-Reaktor unproduktiv ist, multipliziert sich mit der Anzahl der Substrate. Dies führt in der Praxis zu erheblichen Stillstandzeiten, wodurch die Produktivität des CVD-Reaktors insgesamt signifikant verringert wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, das den Aufwand einer zeitgleichen Behandlung mehrerer Substrate in einer CVD-Reaktorordnung minimiert und die zeitliche Auslastung des CVD-Reaktors maximiert, sowie eine Vorrichtung zur Umsetzung eines solchen Verfahrens bereitzustellen.

[0009] Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung, wobei die Unteransprüche nicht nur vorteilhafte Weiterbildungen der in den nebengeordneten Ansprüchen beanspruchten Erfindung, sondern auch eigenständige Lösungen der Aufgabe darstellen.

10 [0010] Zunächst und im Wesentlichen ist eine zumindest eine Prozesskammer aufweisende Prozesskammeranordnung, bevorzugt einer CVD-Anlage, vorgesehen, die insgesamt eine Anzahl n Lagerplätze zur Lagerung jeweils eines Substratträgers aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist. Hierbei ist jeder Substratträger so eingerichtet, dass er zumindest ein Substrat tragen kann. Die unpro-

15 zessierten Substratträger werden nacheinander mit unprozessierten Substraten beladen solange bis n Substratträger mit jeweils einem unprozessierten Substrat beladen sind.

[0011] Das Beladen kann in einer ersten Separationseinrichtung erfolgen. Nach dem Beladen werden die unprozessierte Substrate tragenden unprozessierten

20 Substratträger nacheinander in die Prozesskammeranordnung gebracht. Daran anschließend erfolgt bei einer ersten erhöhten Temperatur die Behandlung der Substrate in der Prozesskammer. Hierbei werden die unprozessierten Substrate zu prozessierten Substraten prozessiert und die unprozessierten Substratträger werden zu prozessierten Substratträgern. Während dieser thermischen Behand-

lung können auf den Substraten ein oder mehrere Schichten abgeschieden werden. Bevorzugt handelt es sich bei dem Abscheideprozess um einen MOCVD-Prozess, bei dem mittels Ausgangsstoffen der III. und V. Hauptgruppe III.-V.-Schichten auf dem Substratabgeschieden werden. Es können aber auch II.-VI.-
5 und/oder IV.-IV.-Schichten, beispielsweise SiC-Schichten abgeschieden werden.

[0012] Nach der thermischen Behandlung werden die prozessierte Substrate tragenden prozessierten Substraträger nacheinander bei einer zweiten erhöhten Temperatur der Prozesskammer entnommen. Nach der Entnahme werden
10 die prozessierte Substrate tragenden prozessierten Substraträger auf eine verminderte Temperatur abgekühlt und von den prozessierten Substraten getrennt.

[0013] Um die Substrate von den Substraträgern zu trennen, kann eine zweite Separationseinrichtung verwendet werden. Für das Beladen der Substraträger
15 mit Substraten und das Trennen von Substraträgern und Substraten kann auch dieselbe Separationseinrichtung verwendet werden. Die Separationseinrichtungen können in einer an die Prozesskammeranordnung angeschlossenen Transferkammer angeordnet sein oder an diese angeschlossen sein. Bevorzugt erfolgt die Trennung von Substraträgern und Substraten nach dem Abkühlen.

20 [0014] Nach der thermischen Behandlung und ihrer Entnahme aus der Prozesskammeranordnung können die prozessierte Substrate tragenden Substraträger in eine Lagerkammeranordnung gebracht werden und dort auf die verminderte Temperatur abgekühlt werden. Es können zwei Lagerkammeranordnungen verwendet werden, die jeweils ein oder mehrere Lagerkammern auf-
25 weisen. Die Lagerkammeranordnungen können in der Transferkammer angeordnet oder an diese angeschlossen sein. In den Lagerkammern einer ersten La-

gerkammeranordnung mit m1 Lagerplätzen können ausschließlich unprozes-
sierte Substratträger mit oder ohne unprozessierte Substrate gelagert werden.
In den Lagerkammern einer zweiten Lagerkammer mit m2 Lagerplätzen kön-
nen ausschließlich prozessierte Substratträger mit oder ohne Substrate gelagert
5 werden.

[0015] Das Herunterkühlen der prozessierte Substrate tragenden prozessier-
ten Substratträger in der zweiten Lagerkammeranordnung oder der gereinig-
ten Substratträger in der ersten Lagerkammeranordnung kann aktiv durch je-
weils ein in den zweiten Lagerkammeranordnungen angeordnetes Kühlele-
10 ment erfolgen oder passiv durch eine auf Umgebungstemperatur gehaltene
Lagerkammer.

[0016] In der ersten und/oder der zweiten Lagerkammeranordnung kann sich
eine Inertgas-Atmosphäre befinden, beispielsweise eine Stickstoff-Atmosphäre.
Der Druck in der ersten und/oder zweiten Lagerkammeranordnung kann zwis-
15 chen Vakuum und Atmosphärendruck variiert werden.

[0017] Die Lagerung der prozessierten und unprozessierten Substratträger mit
und ohne Substrat kann auch in derselben Lagerkammeranordnung in einer La-
gerkammer oder in voneinander getrennten Lagerkammern erfolgen. Eine ge-
trennte Lagerung unprozessierter und prozessierter Substratträger verhindert
20 die Kontamination unprozessierter Komponenten.

[0018] Nach dem Herunterkühlen der prozessierte Substrate tragenden pro-
zessierten Substratträger in der Lagerkammeranordnung können die prozes-
sierten Substrate von den prozessierten Substratträgern in der Separationsein-
richtung getrennt werden. Nach der Trennung können die prozessierten Sub-
25 stratträger in die Lagerkammeranordnung zurückgebracht werden. Die ent-

nommenen prozessierten Substrate können einzeln oder zu mehreren gesammelt in einem ersten Trägerelement, beispielsweise einem Front Opening Universal Pod aus der Anlage transportiert werden.

[0019] Vor dem Beladen der unprozessierten Substratträger mit unprozessierten Substraten können die unprozessierten Substrate einzeln oder zu mehreren gesammelt in einem zweiten Trägerelement, beispielsweise einem Front Opening Universal Pod in die CVD-Anlage transportiert werden. Für das Beladen werden die unprozessierten Substrate einzeln nacheinander aus dem zweiten Trägerelement entnommen und in der ersten Separationseinrichtung auf die unprozessierten Substratträger geladen. Diese werden vorher einzeln nacheinander aus der Lagerkammeranordnung entnommen und in die erste Separationseinrichtung gebracht. Nach dem Beladen unprozessierter Substratträger mit unprozessierten Substraten können die die unprozessierten Substrate tragenden unprozessierten Substratträger in die Lagerkammer zurückgebracht werden.

[0020] Nach der Entnahme der die prozessierten Substrate tragenden prozessierten Substratträger kann in der zumindest einen Prozesskammer der Prozesskammeranordnung ein Reinigungsschritt durchgeführt werden, bei dem sich prozessierte Substratträger ohne Substrat in der Prozesskammer befinden. Bei diesem Reinigungsschritt werden die prozessierten Substratträger zu unprozessierten Substratträgern gereinigt.

[0021] Nach dem Reinigungsschritt können die unprozessierten Substratträger aus der Prozesskammer entnommen werden und in die erste Lagerkammeranordnung gebracht werden.

[0022] Die Entkopplung der Abkühlung und der Separation der Substrate und Substratträger von dem Behandlungsschritt in der Prozesskammer erhöht die

Produktivität der Anlage, da während dieser Zwischenschritte die Prozesskammeranordnung einen nächsten Behandlungsschritt oder einen Reinigungsschritt bereits ausführen kann.

[0023] Das Beladen der unprozessierten Substratträger mit unprozessierten Substraten und das Trennen der prozessierten Substratträger und der prozessierten Substrate erfolgt bevorzugt, während des Behandlungsschrittes oder des Reinigungsschrittes. Die Reihenfolge von Beladen und Trennen kann vertauscht werden.

[0024] Das Beladen und Entladen kann mit einem Greifer erfolgen. Der Greifer besitzt eine Kapazität, mit der er ein oder mehrere Substratträger gleichzeitig transportieren kann. Bevorzugt besitzt der Greifer eine Kapazität, mit der er genau einen Substratträger tragen kann.

[0025] In einer ersten Variante der Erfindung ist die gleichzeitige Verwendung von zumindest, bevorzugt aber genau drei Sätzen von Substratträgern vorgesehen. Jeder Substratträgersatz kann dabei eine Anzahl n von Substratträgern aufweisen. Hierbei kann ein erster Satz der mehreren Sätze der Substratträger in der zumindest einen Prozesskammer der Prozesskammeranordnung behandelt werden. Ein zweiter Satz, der unprozessierte Substrate tragende unprozessierte Substrate umfasst, kann in zumindest einer der Lagerkammeranordnungen angeordnet sein. Ein dritter Satz, der keine Substrate tragende prozessierte Substratträger umfasst, in derselben oder einer anderen Lagerkammeranordnung angeordnet sein. Die mehreren Sätze der Substratträger können zyklisch verwendet werden.

[0026] Nach der thermischen Behandlung des ersten Satzes und der Entnahme des ersten Satzes aus der Prozesskammer kann der erste Satz in die Lagerkammeranordnung gebracht werden und dort zusammen mit den prozessierten

Substraten auf die verminderte Temperatur abgekühlt werden. Nach der Entnahme des ersten Satzes aus der Prozesskammer kann der dritte Satz der prozessierten Substratträger in der Prozesskammer gereinigt werden.

[0027] In einer zweiten Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass in der ersten Lagerkammeranordnung vor der thermischen Behandlung unprozessierte Substrate tragende unprozessierte Substratträger gelagert werden und nach dem Reinigen unprozessierte Substratträger ohne Substrat. Ferner ist vorgesehen, dass in der zweiten Lagerkammeranordnung nach der thermischen Behandlung prozessierte Substrate tragende prozessierte Substratträger von der zweiten erhöhten Temperatur auf die verminderte Temperatur abgekühlt werden und vor der Reinigung prozessierte Substratträger ohne Substrat gelagert werden. Das Abkühlen der prozessierten Substrate tragenden prozessierten Substratträger in der zweiten Lagerkammeranordnung kann dabei während einer thermischen Behandlung von unprozessierten Substrate tragenden unprozessierten Substratträgern erfolgen.

[0028] In einer dritten Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Anzahl der Lagerplätze m_1 in der ersten Lagerkammeranordnung und die Anzahl m_2 der Lagerplätze in der zweiten Lagerkammeranordnung größer ist, als die Anzahl n . Darüber hinaus ist vorgesehen, dass die aus der Prozesskammer entnommenen Substratträger direkt in freie Lagerplätze der ersten und zweiten Lagerkammeranordnung gebracht werden. Aufgrund des Überschusses an Lagerplätzen m_1 , m_2 in den Lagerkammern gegenüber der Substratlagerplätze n in der Prozesskammeranordnung können nach dem Reinigen in der Prozesskammeranordnung die die unprozessierten Substrate tragenden unprozessierten Substratträger alternierend gegen die gereinigten Substratträger aus der ersten Lagerkammeranordnung entnommen werden und in die Prozesskammeranordnung gebracht werden. Analog können nach der thermischen Behand-

lung die prozessierten Substratträger ohne Substrate im Wechsel gegen die prozessierte Substrate tragenden prozessierten Substratträger aus der zweiten Lagerkammeranordnung entnommen und in die Prozesskammeranordnung gebracht werden.

- 5 [0029] In allen Varianten der Erfindung können aus der Prozesskammer entnommene Substratträger zunächst auf einem Zwischenlagerplatz zwischengelagert werden bevor diese in die ein oder mehreren Lagerkammeranordnungen transferiert werden.

- 10 [0030] Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit einer Vorrichtung durchgeführt werden, die über eine Prozesskammeranordnung, umfassend zumindest eine Prozesskammer gegebenenfalls aber auch mehrere Prozesskammern verfügt, in der n auf Substratträgern lagernde Substrate behandelt werden können. Die Substratträger können auf einem Suszeptor angeordnet sein. Die Prozesskammer kann an eine gasdicht abgeschlossene Transferkammer angeschlossen
15 sein. Die Transferkammer kann jeweils mit weiteren gegenüber der Umgebung gasdicht abgeschlossenen Kammern verbunden sein. In einer ersten Lagerkammeranordnung mit m1 Lagerplätzen zur Lagerung jeweils eines Substratträgers können unprozessierte Substratträger mit und/oder ohne unprozessiertem Substrat und in einer zweiten Lagerkammeranordnung mit m2 Lagerplätzen
20 können prozessierte Substratträger mit und/oder ohne prozessierte Substrate gelagert werden. In einer Ausführung der Erfindung können die erste und zweite Lagerkammeranordnung jeweils eine Lagerkammer umfassen. Die Lagerkammeranordnungen können aber auch jeweils mehrere Lagerkammern umfassen. Um den Lagerplatz zu minimieren, können die Substratträger in den
25 Lagerkammern vertikal übereinander angeordnet sein. Für die alternierende Be- und Entladung der Lagerkammeranordnung ist es notwendig, dass die Lagerkammeranordnung mindestens, bevorzugt genau einen Substratträgerlagerplatz mehr als die Prozesskammeranordnungen aufweist. Die Anzahl m1 der

Lagerplätze der ersten Lagerkammeranordnung und die Anzahl m_2 der zweiten Lagerkammeranordnung kann größer als die Anzahl n der Substratlagerplätze in der Prozesskammeranordnung sein. Es können zumindest drei Sätze Substratträger mit jeweils n Substratträgern verwendet werden. Jeder Substrat-
5 träger ist eingerichtet, zumindest ein Substrat zu tragen. Umfasst die Prozesskammeranordnung mehr als eine Prozesskammer, kann die Substratträgerlagerplatzkapazität der einzelnen Prozesskammern gleich groß oder verschieden sein. Die Verwendung von zumindest drei Substratträgersätzen verlängert deren Lebensdauer, d.h. die Zeit, bis die sich in Verwendung befindlichen Sub-
10 stratträgersätze gegen neue Substratträgersätze ausgetauscht werden müssen. Die Substratträger können ein oder mehrere, beispielsweise auch drei Substrate tragen.

[0031] Die Vorrichtung weist darüber hinaus eine mit einem Reinstgas spülbare und evakuierbare Be- und Entladeschleuse auf. Durch diese können Ob-
15 jekte, wie beispielsweise Substrate und/oder Substratträger in die Anlage hinein und aus der Anlage heraus geschleust werden. In der Transferkammer ist eine Handhabungseinrichtung, bevorzugt zentral, angeordnet. Diese umfasst ein Greifelement mit einem oder mehreren Greifköpfen zum Greifen von Ob-
20 jekten, wie beispielsweise Substraten und Substratträgern oder anderen bei der Behandlung von Substraten verwendeten Objekten. Das Greifelement kann mit einem Arm schwenkbeweglich um eine Achse gelagert sein. Durch eine Vertikalverlagerung des Greifelementes kann der Greifkopf die in den Lagerkammern vertikal übereinander angeordneten Substratträger und/oder Substrate
25 greifen. Hierzu weisen die Lagerkammern Öffnungen auf, die mit Toren verschließbar sind. Mit dem Greifelement können nacheinander die Substratträger eines der Sätze aus der Prozesskammer entnommen werden und jeweils nach der Entnahme eines der Substratträger ein Substratträger eines anderen Satzes in die Prozesskammer gebracht werden.

[0032] Die Vorrichtung verfügt über eine oder mehrere Belade- und/oder Separationseinrichtungen, in der Substrate und Substratträger getrennt und/oder zusammengeführt werden können. Eine erste Separationseinrichtung kann für die Trennung von unprozessierten Substraten und unprozessierten Substratträgern verwendet werden. Eine zweite Separationseinrichtung kann für die Trennung prozessierter Substrate und prozessierter Substratträger verwendet werden. Es kann aber auch dieselbe Separationseinrichtung für die Trennung unprozessierter und prozessierter Substrate und Substratträger verwendet werden.

[0033] Außerdem kann die Vorrichtung eine Ausrichtungseinrichtung aufweisen, die unprozessierte oder prozessierte Substrate in eine vorbestimmte Lage ausrichtet.

[0034] Um das erfindungsgemäße Verfahren automatisiert durchzuführen, ist eine programmierte oder programmierbare elektronische Steuerung vorgesehen. Diese kann insbesondere die Greifelemente und die Tore ansteuern.

[0035] In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung eine Prozesskammeranordnung umfassend mehrere Prozesskammern aufweisen, die an eine gemeinsame Transferkammer angeschlossen sind. Mit einer derartigen Vorrichtung können mehrere Prozesse parallel zueinander durchgeführt werden, beispielsweise in mehreren Prozesskammern, die insbesondere jeweils einem CVD-Reaktor zugeordnet sind, jeweils ein Behandlungsschritt durchgeführt werden beziehungsweise jeweils ein Reinigungsschritt durchgeführt werden. Es ist aber auch möglich, mit einer geradzahligen Anzahl von Prozesskammern, die insbesondere jeweils einem CVD-Reaktor zugeordnet sind, wechselweise jeweils einen Reinigungsschritt und einen Behandlungsschritt durchzuführen. Bei einem derartigen Verfahren können die Wechsel gleichzeitig stattfinden. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Behandlungsschritte und/oder die Reinigungsschritte derart phasenverschoben gegeneinander

durchgeführt werden, dass die Wechsel der gereinigten Substratträger beziehungsweise die Wechsel der beschichteten Substratträger zeitversetzt erfolgen. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass ein Substratträger mehrere Substrate trägt. Ein Substratträger, der nur ein Substrat trägt, kann die bekannte
5 Ringform aufweisen, sodass ein gabelartiger Greifarm unter einen Ringvorsprung des Substratträgers greifen kann. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass ein insgesamt ringförmiger Substratträger drei oder mehrere Öffnungen aufweist, die einen Öffnungsrand aufweisen, auf denen jeweils der Rand eines Substrates aufliegt. Es ist auch möglich, mehrere Greifarme zu verwenden. Dies
10 ist insbesondere dann von Vorteil, wenn bei einem Betrieb mit einer Prozesskammeranordnung umfassend zwei Prozesskammern gleichzeitig der schrittweise Austausch der beschichteten Substratträger und der gereinigten Substratträger stattfinden soll.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0036] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand beigefügter Zeichnungen erläutert. Es zeigen:
15

Fig. 1 schematisch in der Art einer Draufsicht oder eines Querschnittes durch eine Vorrichtung zur zeitgleichen Behandlung mehrerer Substrate 1, 9 in einer Prozesskammer 4 eines CVD-Reaktors 3 mit einer ersten Lagerkammer 6 für unprozessierte Substratträger 2 mit und ohne unprozessierte Substrate 1 und einer
20 zweiten Lagerkammer 7 für prozessierte Substratträger 8 mit und ohne prozessierte Substrate 9,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 mit zwei Prozesskammern 4,

- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 mit drei Prozesskammern 4 und zwei Transferkammern 15, 15',
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der wesentlichen Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei die erste Lagerkammeranordnung 19 eine erste Lagerkammer 6 und die zweite Lagerkammeranordnung 20 eine zweite Lagerkammer 7 aufweist mit einer Substratträgerlagerkapazität von insgesamt $m_1=9$ bzw. $m_2=9$.
- Fig. 5 eine schematische Darstellung gemäß Figur 4, wobei die Substratträgerlagerkapazität der ersten Lagerkammeranordnung 19 $m_1=10$ und die Substratträgerlagerkapazität der zweiten Lagerkammeranordnung 20 $m_2=11$ beträgt.
- Fig. 6 eine schematische Darstellung gemäß Figur 4, wobei die Prozesskammeranordnung 21 zwei Prozesskammern 4 und die zweite Lagerkammeranordnung 20 zwei Lagerkammern 7, 7' mit insgesamt $m_2=17$ Substratträgerlagerplätzen umfasst.
- Fig. 7 eine schematische Darstellung gemäß Figur 4, wobei die Prozesskammeranordnung 21 drei Prozesskammern 4 umfasst und die erste Lagerkammeranordnung 19 und die zweite Lagerkammeranordnung 20 jeweils drei Lagerkammern 6, 6', 6'', 7, 7', 7'' umfassen, die einem Lagergehäuse 29 angeordnet sind.
- Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen

5 Vorrichtung mit drei zyklisch eingesetzten Substratträgersätzen, wobei ein Status innerhalb eines Prozesszyklus dargestellt ist, in dem mit prozessierten Substraten 9 beladene prozessierte Substratträger 8 aus der zweiten Lagerkammer 7 in einer in der Transferkammer 15 angeordneten Separationseinrichtung 13 voneinander getrennt werden während in der Prozesskammer 4 prozessierte Substratträger 8 gereinigt werden.

10 Fig. 9 eine schematische Darstellung gemäß Figur 8, wobei ein Status innerhalb eines Prozesszyklus während des Reinigungsschrittes dargestellt ist, in dem in der ersten Lagerkammer 6 lagernde gereinigte Substratträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 aus einem Trägerelement 26 in der Separationseinrichtung 13 beladen werden.

15 Fig. 10 eine schematische Darstellung gemäß Figur 8, wobei ein Status innerhalb eines Prozesszyklus nach dem Reinigungsschritt dargestellt ist, in dem die gereinigten Substratträger 2 aus der Prozesskammer 4 in die erste Lagerkammer 6 gebracht werden und die mit unprozessierten Substraten 1 beladenen unprozessierten Substratträger 2 aus der ersten Lagerkammer in die Prozesskammer 4 transferiert werden.

20

25 Fig. 11 eine schematische Darstellung gemäß Figur 8, wobei ein Status innerhalb eines Prozesszyklus nach einem Beschichtungsprozess in der Prozesskammer 4 dargestellt ist, in dem in der Prozesskammer 4 lagernde prozessierte Substrate 9 tragende prozessierte Substratträger 8 in die zweite Lagerkammer 7 gebracht und in der zweiten Lagerkammer 7 lagernde prozessierte/zu

reinigende Substratträger 8 in die Prozesskammer 4 gebracht werden.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0037] Die Fig. 1 zeigt einen Grundriss eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer in einem CVD-Reaktor 3 angeordneten Prozesskammer 4, in die reaktive Gase einspeisbar sind, um auf einem Substrat 1 eine Schicht abzuscheiden. Der CVD-Reaktor 3 ist über eine Be- und Entladeöffnung 12, die von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand bringbar ist, mit einer Transferkammer 15 verbunden. In der Transferkammer 15 kann eine wasserfreie und sauerstofffreie Atmosphäre sein. Der Druck in der Transferkammer kann in einem Bereich zwischen Vakuum (50 mbar und weniger) und Atmosphärendruck (1000 mbar) sein. Innerhalb der Transferkammer 15 befindet sich ein Greifelement 10, das einen Greifer 11 aufweist, mit dem ein Substratträger 2, 8 und/oder ein Substrat 1, 9 transportiert werden kann. In der Prozesskammer 4 kann ein Suszeptor 5 angeordnet sein, der mit einer Heizeinrichtung beheizbar ist. Auf diesem Suszeptor 5 kann durch die Be- und Entladeöffnung 12 hindurch mit dem Greifelement 10 ein Substratträger 2, 8 mit/ohne ein Substrat 1, 9 auf dem Suszeptor 5 platziert werden.

[0038] An die Transferkammer 15 sind jeweils über eine Be- und Entladeöffnung 12 eine erste Lagerkammer 6 und eine zweite Lagerkammer 7 angeschlossen. In der ersten Lagerkammer 6 können die gereinigten Substratträger 2 mit und/oder ohne unprozessiertem Substrat 1 vertikal übereinander gelagert werden. In der zweiten Lagerkammer 7 können prozessierte Substratträger 8 mit und/oder ohne prozessiertem Substrat 9 gelagert werden. Mit Hilfe des Greifelementes 10 können die Substratträger 2, 8 mit und ohne Substrate 1, 9 einzeln aus den Lagerkammern 6, 7 heraus oder in die Lagerkammern 6, 7 hinein gebracht werden.

[0039] Um die prozessierten Substrate 9 von den prozessierten Substraträgern 8 zu trennen und die gereinigten Substraträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 zu beladen, werden die Substrate beziehungsweise Substraträger in ein an die Transferkammer 15 über eine Be- und Entladeöffnung 12 angeschlossenes Separationsmodul 13 mit Hilfe des Greifelementes 10 gebracht. Es können auch mehrere Separationsmodule 13, 13' an eine Transferkammer 15 angeschlossen sein. Beim Beladen der gereinigten Substraträger 2 können die unprozessierten Substrate 1 auf den gereinigten Substraträgern 2 in einer vorbestimmten Lage ausgerichtet werden.

10 [0040] Durch eine an die Transferkammer 15 angeschlossene Be- und Entlade-
schleuse 27 können die Substrate 1, 9 und Substraträger 2, 8 von außen in die
Transferkammer 15 gebracht werden beziehungsweise aus der Anlage heraus-
geschleust werden.

[0041] Mit einer Steuerung 17, die einen Steuerrechner aufweist und die einen
15 Speicher 18 besitzt, können sämtliche Aggregate der Vorrichtung gesteuert wer-
den. Die Steuerung 17 ist in der Lage, das einen Greifer 11 aufweisende Greif-
element 10 zu steuern oder die Tore, mit denen die Be- und Entladeöffnun-
gen 12 geöffnet oder verschlossen werden, zu steuern. Im Speicher 18 ist ein
Programm abgelegt, nach dem der Steuerrechner einen Behandlungsprozess für
20 ein oder mehrere Substrate 1 oder einen Reinigungsprozess für ein oder meh-
rere prozessierte Substraträger 8 automatisiert durchführt. Die Reinigung der
prozessierten Substraträger 8 erfolgt dabei in der Prozesskammer 4.

[0042] Vor einem Behandlungsprozess ist die Prozesskammer 4 mit zuvor in
der Prozesskammer 4 gereinigten Substraträgern 2 zu beladen. Diese werden
25 einzeln aus der Prozesskammer 4 in die erste Lagerkammer 6 mittels des Greif-
elementes 10 gebracht. Im Anschluss an die Entnahme eines gereinigten Sub-
straträgers 2 aus der Prozesskammer wird ein ein unprozessiertes Substrat 1

tragender gereinigter Substratträger 2 aus der ersten Lagerkammer 6 in die Prozesskammer 4 transferiert. Die Be- und Entladung der Prozesskammer 4 erfolgt alternierend, bis die Prozesskammer 4 vollständig mit den unprozessierten Substrate 1 tragenden gereinigten Substratträgern 2 aus der ersten Lagerkammer 6
5 beladen ist. Dran anschließend erfolgt die Behandlung der Substrate 1 in der Prozesskammer 4.

[0043] Die Behandlung der Substrate 1 kann eine Beschichtung der Substrate 1 mit zumindest einer Halbleiterschicht sein, wozu Prozessgase in die Prozesskammer 4 eingespeist werden. Die Prozesskammer 4 wird auf eine Prozesstemperatur
10 aufgeheizt, in der innerhalb einer Gasphase in der Prozesskammer 4 oder auf der Oberfläche der Substrate 1 eine chemische Reaktion stattfindet, die die Abscheidung einer insbesondere einkristallinen Schicht auf der Oberfläche des Substrates 1 zur Folge hat. Einhergehend damit werden die Substratträger 2 und andere Oberflächen in der Prozesskammer 4 ebenfalls beschichtet. Diese Beschich-
15 tungen sind parasitär und somit nicht erwünscht.

[0044] Während der Behandlung werden die gereinigten Substratträger 2 einzeln aus der ersten Lagerkammer 6 in das Separationsmodul 13 gebracht. Dort werden die Substratträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 beladen und im Anschluss wieder zurück in die erste Lagerkammer 6 gebracht. Die ringförmigen Substratträger 2 dienen hierzu im Wesentlichen als Tragelemente, um die
20 Substrate 1 mit den Greifelementen 10 beschädigungsfrei zu handhaben. Ein derartiger Ring wird beispielsweise in der DE 10 2018 113 400 A1 beschrieben. Eine Vorrichtung zum Separieren von Substrat und Substratträgern beziehungsweise zum Beladen eines Substratträgers mit Substraten wird in der
25 DE 10 2012 111 167 A1 beschrieben.

[0045] Nach einem Behandlungsprozess werden die prozessierte Substrate 9 tragenden prozessierten Substraträger 8 einzeln aus der Prozesskammer 4 mittels des Greifelementes 10 in die zweite Lagerkammer 7 gebracht. Im Anschluss wird aus der zweiten Lagerkammer 7 ein prozessierter Substraträger 8 ohne
5 Substrat mittels des Greifelementes 10 in die Prozesskammer 4 gebracht. Dies wird solange wiederholt, bis die Prozesskammer 4 vollständig mit prozessierten Substraträgern 8 aus der zweiten Lagerkammer 7 befüllt ist. Die Reinigung der prozessierten Substraträger 8 erfolgt dann in der Prozesskammer 4. Hierbei wird bei einer erhöhten Temperatur ein Chlor enthaltendes Gas eingespeist, mit
10 welchem, im Falle von zuvor dort durchgeführten Beschichtungsschritten, auf der Oberfläche der Substraträger 8 und der Prozesskammer 4 zurückgebliebene Beschichtungen entfernt werden.

[0046] Während der Reinigung werden die prozessierte Substrate 9 tragenden Substraträger 8 einzeln aus der zweiten Lagerkammer 7 mit dem Greifelement 10 in das Separationsmodul 13 gebracht und dort vereinzelt. Im Anschluss
15 werden die prozessierten Substrate 9 durch die Be- und Entladeschleuse 27 aus der Anlage geschleust. Die prozessierten Substraträger werden zurück in die zweite Lagerkammer 7 gebracht.

[0047] Nach der Reinigung wird das Reinigungsgas aus der Prozesskammer 4
20 herausgeleitet und nach ein oder mehrmaligem Spülen der Prozesskammer 4 werden die gereinigten Substraträger 2 einzeln mit Hilfe des Greifelementes 10 aus der Prozesskammer 4 in die erste Lagerkammer 6 gebracht. Es folgt die zuvor beschriebene alternierende Be- und Entladung der Prozesskammer 4 mit unprozessierte Substrate 1 tragenden gereinigten Substraträgern 2 und den gereinigten Substraträgern 2.
25

[0048] Das in der Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen

dadurch, dass an die Transferkammer 15 zwei CVD-Reaktoren 3 angeschlossen sind, wobei jeder CVD-Reaktor 3 jeweils eine Prozesskammer 4 aufweist, die jeweils einen Suszeptor 5 aufweist. Ein CVD-Reaktor 3 kann aber auch mehrere Prozesskammern 4 aufweisen. In den CVD-Reaktoren 3 können gleichzeitig unterschiedliche Behandlungsprozesse durchgeführt werden. Darüber hinaus umfasst die zweite Lagerkammeranordnung 20 zwei zweite Lagerkammern 7', die in unterschiedlichen Lagergehäusen 29, 29' angeordnet sind und jeweils an die Transferkammer 15 angeschlossen sind. Die Lagerkapazität kann aber auch durch vertikale Anordnung mehrerer Lagerkammern 7, 7' innerhalb eines Lagergehäuses 29 erhöht werden. Durch die Anordnung von voneinander getrennten Lagerkammern 7, 7' innerhalb einer Lagerkammeranordnung 20 können prozessierte Substratträger 8 mit und ohne prozessiertem Substrat 9 aus den verschiedenen Prozesskammern 4 jeweils getrennt voneinander gelagert werden. Dies verhindert, beispielsweise bei unterschiedlichen Beschichtungsprozessen mit verschiedenen Materialien ungewollte Kontaminationen. In der Figur 2 ist das Separationsmodul 13 im Gegensatz zum in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel in der Transferkammer 15 angeordnet.

[0049] Bei dem in der Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei CVD-Reaktoren 3 vorgesehen, die jeweils mit einer Transferkammer 15 verbunden sind. An diese Transferkammer 15 ist eine weitere Transferkammer 15' über eine Verbindungsöffnung 16 angeschlossen. Es sind vier Lagerkammern 6, 6', 7, 7' vorgesehen, wobei in zwei Lagerkammern 6, 6' die gereinigten Substratträger 2 mit und ohne unprozessierten Substraten 1 und in zwei Lagerkammern 7, 7' die prozessierten Substratträger 8 mit und ohne prozessierte Substrate 9 lagern. Das Separationsmodul 13 ist wie auch die Lagerkammern 6, 6', 7, 7' an die zweite Transferkammer 15' über jeweils eine Be- und Entladeöffnung 12 angeschlossen.

[0050] Die Figuren 4 bis 11 zeigen schematisch das erfindungsgemäße Verfahren und die wesentlichen Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung in verschiedenen Ausführungsbeispielen. Die Substratträger 2, 8 sind hier ringförmig. Sie können aber auch kreisscheibenförmig sein.

- 5 [0051] Das in Figur 4 dargestellte Ausführungsbeispiel weist eine Prozesskammeranordnung 21 mit einer Prozesskammer 4 auf, die $n=8$ Substratträgerlagerplätze 22 besitzt, eine erste Lagerkammeranordnung 19 mit einer ersten Lagerkammer 6 und eine zweiten Lagerkammeranordnung 20 mit einer zweiten Lagerkammer 7. Beide Lagerkammeranordnungen 19, 20 haben dieselbe Lager-
- 10 kammeranordnungskapazität von $m_1 = m_2 = 9$.

- [0052] Beim Entladen und Beladen der ersten Lagerkammer 6 wird ein gereinigter Substratträger 2 aus der Prozesskammer in die erste Lagerkammer 6 gebracht und im Anschluss daran ein ein unprozessiertes Substrat 1 tragender gereinigter Substratträger 2 aus der ersten Lagerkammer 6 in die Prozesskammer 4 gebracht. Dieser Schritt wird solange wiederholt, bis die Prozesskammer 4 vollständig mit unprozessierte Substrate 1 tragenden Substratträgern 2 bestückt ist und alle gereinigten Substratträger 2 aus der Prozesskammer 4 in die erste Lagerkammer 6 transferiert wurden. Die erste Lagerkammer 6 besitzt acht Substratlagerplätze 23, die mit den gereinigten Substratträgern 2, die jeweils ein Substrat 1 tragen, bestückt sind. Ein weiterer Substratträgerlagerplatz 23' ist leer.
- 15
- 20

- [0053] Auf den leeren Substratträgerlagerplatz 23' legt der in der Figur 4 nicht dargestellte Greifer den zuvor aus der Prozesskammer 4 entnommenen gereinigten Substratträger 2 ab. Der dann keinen Substratträger mehr tragende Greifer kann dann einen der auf einem der Substratträgerlagerplätze 23 liegenden, ein zu prozessierendes Substrat 1 tragenden Substratträger 2 greifen, um ihn in
- 25

die Prozesskammer 4 auf den dort frei gewordenen Substratträgerlagerplatz 22 zu legen.

[0054] Beim Entladen und Beladen der zweiten Lagerkammer 7 wird ein einprozessiertes Substrat 9 tragender prozessierter Substratträger 8 aus der Prozesskammer 4 in die zweite Lagerkammer 7 transferiert und im Anschluss daran ein prozessierter Substratträger 8 aus der zweiten Lagerkammer 7 in die Prozesskammer 4 gebracht. Analog zum Entladen und Beladen der ersten Lagerkammer wird dieser Schritt solange wiederholt, bis alle prozessierte Substrate 9 tragenden prozessierten Substratträger 8 aus der Prozesskammer 4 in die zweite Lagerkammer 7 transferiert wurden bzw. die Prozesskammer 4 vollständig mit prozessierten/zu reinigenden Substratträgern 8 beladen ist.

[0055] Auch hier sind alle $n=8$ Substratträgerlagerplätze 22 der Prozesskammer 4, beispielsweise auf einem Suszeptor 5 angeordnete Substratträgerlagerplätze 22 jeweils mit einem einprozessiertes Substrat 9 tragenden Substratträger 8 belegt. Mit dem nicht dargestellten Greifer wird einer dieser einprozessiertes Substrat 9 tragenden prozessierten Substratträger 8 von seinem Substratträgerlagerplatz 22 entnommen und auf den freien Substratträgerlagerplatz 24' der zweiten Lagerkammeranordnung 20 beziehungsweise der zweiten Lagerkammer 7 abgelegt. Der dann freie Greifer kann einen zu reinigenden Substratträger 8 von einem der Substratträgerlagerplätze 24 greifen, um ihn auf dem jetzt freien Substratträgerlagerplatz 22 in der Prozesskammer 4 abzulegen.

[0056] Das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel weist ebenfalls eine Prozesskammeranordnung 21 mit einer Prozesskammer 4 mit insgesamt $n=8$ Substratträgerlagerplätzen auf, die von zwei Lagerkammern 6, 7 wechselseitig ent- und beladen wird, wobei die Transportkapazität des Greifelementes 10 (nicht dargestellt) beim Entladen und Beladen der ersten Lagerkammer 6 zwei

Substratträgern 2, 8 und beim Entladen und Beladen der zweiten Lagerkammer 7 drei Substratträgern 2, 8 entspricht.

[0057] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden zwei Greifer mit voneinander verschiedenen Greiferkapazitäten verwendet. Ein erster nicht dargestellter Greifer be- und entlädt die erste Lagerkammer 6, wobei aus der Prozesskammer 4 gleichzeitig zwei gereinigte Substratträger 2 entnommen werden und auf die beiden freien Substratträgerlagerplätze 23' der Lagerkammer 6 abgelegt werden. Der dann freie Greifer kann zwei jeweils ein unprozessiertes Substrat 1 tragende Substratträger 2 von den Substratträgerlagerplätzen 23 greifen und auf die zwei freien Substratträgerlagerplätze 22 der Prozesskammer 4 ablegen.

[0058] Der zweite Greifer, mit dem die zweite Lagerkammer 7 be- und entladen wird, hat eine Greiferkapazität von drei. Der Greifer kann drei prozessierte Substratträger 8 gleichzeitig von der Prozesskammer 4 zur zweiten Lagerkammer 7 transportieren und die prozessierten Substratträger 8 dort in den freien Substratträgerlagerplätzen 24' ablegen. Er kann dann drei zu reinigende Substratträger 2 den Lagerplätzen 24 entnehmen, um sie zu den drei freien Lagerplätzen 22 der Prozesskammer 4 zu bringen.

[0059] Bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel weist die CVD-Reaktoranordnung 3 eine Prozesskammeranordnung 21 mit zwei Prozesskammern 4 und insgesamt $n=16$ Substratträgerlagerplätzen auf. Anders als bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispielen weist die zweite Lagerkammeranordnung 20 zwei vertikal übereinander angeordnete zweite Lagerkammern 7, 7' mit insgesamt $m_2=17$ Substratträgerlagerplätzen auf, wohingegen die erste Lagerkammeranordnung 19, wie auch in den vorherigen Ausführungsbeispielen, lediglich eine erste Lagerkammer 6 mit insgesamt $m_1=17$ aufweist. Die Transportkapazität des Greifelementes 10 (nicht dargestellt) ist beim Entladen und Beladen der ersten und zweiten Lagerkammeranordnung gleich ($m_{1,2}=1$). Die

zwei Prozesskammern 4 werden dagegen beide mit unprozessierte Substrate 1 tragenden gereinigten Substratträgern 2 aus der einen ersten Lagerkammer 6 der ersten Lagerkammeranordnung 19 beladen. Die gereinigten Substratträger 2 aus beiden Prozesskammern 4 werden ebenfalls in der einen ersten Lagerkammer 6 gelagert.

[0060] Figur 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer Prozesskammeranordnung 21, die drei Prozesskammern 4 mit insgesamt $n=24$ Substratträgerlagerplätzen umfasst. Anders als in den vorherigen Ausführungsbeispielen sind die erste Lagerkammeranordnung 19 und die zweite Lagerkammeranordnung 20 zusammen in einem Lagergehäuse 29 angeordnet. Die Lagerkammeranordnungen 19, 20 verfügen jeweils über insgesamt $m_1=m_2=25$ Substratträgerlagerplätze, wobei in jeder der beiden Lagerkammeranordnungen 19, 20 jeweils ein freier Substratträgerlagerplatz 23', 24' vorhanden ist.

[0061] Die Ausführungsbeispiele zeigen die Verwendung von ersten Lagerkammern 6 und zweiten Lagerkammern 7, wobei jeweils ein oder mehrere erste Lagerkammern 6 eine erste Lagerkammeranordnung 19 ausbilden und wobei ein oder mehrere zweite Lagerkammern 7 eine zweite Lagerkammeranordnung 20 ausbilden. Ein oder mehrere Prozesskammern 4 bilden eine Prozesskammeranordnung 21 aus.

[0062] Die Prozesskammeranordnung 21 besitzt eine vorgegebene Anzahl von n Substratträgerlagerplätzen, die beim Reinigen oder beim Prozessieren jeweils vollständig mit Substratträgern 2, 8 befüllt werden.

[0063] Die erste Lagerkammeranordnung 19 und die zweite Lagerkammeranordnung 20 besitzen eine der Gesamtzahl der Substratträgerlagerplätze 22 der Prozesskammeranordnung 21 entsprechende Anzahl von belegten Substratträgerlagerplätzen 23, 24.

- [0064] Es sind somit $3 \cdot n$ Substratträger vorhanden, wobei n Substratträger in der Prozesskammeranordnung 21, n Substratträger in der ersten Lagerkammeranordnung 19 und weitere n Substratträger in der zweiten Lagerkammeranordnung 20 angeordnet sind.
- 5 [0065] Neben den n jeweils mit Substratträgern 2, 8 bestückten Substratträgerlagerplätzen 23, 24 besitzen die erste Lagerkammeranordnung 19 und die zweite Lagerkammeranordnung 20 weitere freie Substratträgerlagerplätze 23', 24'. Deren Anzahl entspricht der Anzahl von Substratträgern, die gleichzeitig mit einem Greifer transportiert werden können.
- 10 [0066] Die Erfindung betrifft insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abscheiden einer Schichtenfolge, wobei die Schichtenfolge insbesondere eine Folge von III.-V.-Schichten sein kann, wobei die Schichtenfolge eine Transistor-Struktur, eine Laser-Diode, eine Leuchtdiode oder eine andere Diodenstruktur ist. Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Vorrichtung beziehungsweise ein Verfahren zum Abscheiden einer II.-VI.-Schicht beziehungsweise eine II.-VI.-Struktur, wobei die II.-VI.-Struktur eine zweidimensionale Struktur sein kann. Zur Durchführung des Verfahrens werden entweder reaktive Gase, die Elemente der III. und der V. Hauptgruppe beinhalten oder reaktive Gase, die Elemente der II. und VI. Hauptgruppe beinhalten, verwendet.
- 15 [0067] Gegenüber dem Stand der Technik werden insbesondere die folgenden Merkmale als besonders vorteilhaft angesehen: Es sind zwei Lagerkammern 6, 7 vorgesehen, die sich dadurch unterscheiden, dass in einer Lagerkammer 6 nur gereinigte Substratträger 2 mit und ohne Substrate 1 angeordnet sind und in der anderen Lagerkammer 7 nur prozessierte Substratträger 8 mit und ohne Substrate 9 angeordnet sind. Die Anzahl m_1 , m_2 der in den Lagerkammern 6, 7 vorgehaltenen Lagerplätze 23, 23', 24, 24' braucht nur um Eins größer zu sein
- 20
- 25

als die Aufnahmekapazität der Prozesskammer 4 des CVD-Reaktors 3. Ein Vorrichtungskomplex besteht aus einem CVD-Reaktor 3 und zwei Lagerkammern. Es kann eine zusätzliche Prozesskammer 4 vorgesehen sein. In den beiden Prozesskammern 4 erfolgt die Beschichtung- oder Reinigung bevorzugt zeitgleich.

5 Diese zweite Prozesskammer 4 kann aber im Wechsel mit der ersten Prozesskammer 4 entweder zur Beschichtung oder zum Reinigen der Substratträger 2, 8 verwendet werden. Hierbei kann im Wechsel in der ersten Prozesskammer 4 eine Behandlung der Substrate 1 und in der zweiten Prozesskammer 4 gleichzeitig oder phasenversetzt eine Reinigung der prozessierten Substratträger 8

10 durchgeführt werden. Zur Zwischenlagerung der prozessierten Substratträger 8 und zur Zwischenlagerung der gereinigten Substratträger 2 können jeweils dieselben verschiedenen Lagerkammern 6, 7 oder unterschiedliche verschiedene Lagerkammern 6', 7' verwendet werden. Eine Zwischenlagerung der Substratträger 2, 8 mit oder ohne Substrat 1, 9 kann auch auf einem Zwischenlager-

15 platz 28 erfolgen. Der Zwischenlagerplatz 28 kann in der Transferkammer 15, 15' angeordnet sein (s. Figur 8 bis 11).

[0068] Jeder Prozesskammer 4 sind bevorzugt drei Substratträgersätze zugeordnet. Bei der Verwendung von nur einer Prozesskammer 4 steht nahezu die gesamte Zykluszeit zum Separieren der prozessierten Substrate 9 von den pro-

20 zessierten Substratträgern 8 beziehungsweise zum Beladen der unprozessierten/gereinigten Substratträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 zur Verfügung. Bei der Verwendung von zwei Prozesskammern 4 und einem Greifelement 10 reduziert sich diese Zeit entsprechend um die Zeit, die für das Separieren der prozessierten Substrate 2 von den prozessierten Substratträgern 8 beziehungsweise zum Beladen der unprozessierten Substratträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 aus der zweiten Prozesskammer 4 benötigt wird. Bei einem

25 derartigen Verfahren, das beispielsweise mit einer Anordnung gemäß Figur 2 durchgeführt wird, wird im zeitlichen Wechsel in einer der Prozesskammern 4

- ein Beschichtungsprozess und in der jeweils anderen Prozesskammer 4 ein Reinigungsprozess durchgeführt. Die Vorrichtung braucht nur eine erste Lagerkammer 6 für die gereinigten Substraträger 2 und nur eine zweite Lagerkammer 7 für die prozessierten Substraträger 8 aufzuweisen. Während die gereinigten Substraträger 2 der einen Prozesskammer 4 gegen gereinigte, jeweils unbeschichtete Substrate 1 tragende Substraträger 2 ausgetauscht werden, werden die mit prozessierten Substraten 9 beladenen prozessierten Substraträger 8 der anderen Prozesskammer 4 gegen prozessierte Substraträger 8 ohne Substrat 9 ausgetauscht. Nach dem gleichzeitigen Beschichten und Reinigen oder gleichzeitigen Beschichten oder gleichzeitigem Reinigen in den verschiedenen Prozesskammern 4 wird das Verfahren in der gleichen Weise fortgesetzt. In den Zeichnungen ist jeder Substraträger 2, 8 nur mit jeweils einem Substrat 1, 9 belegbar. In nicht dargestellten Ausführungsbeispielen kann jeder Substraträger 2, 8 auch mehrere Substrate 1, 9 tragen.
- [0069] In den Figuren 8 bis 11 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei sich die Vorrichtung zur zeitgleichen Behandlung mehrere Substrate 1 in einer beispielsweise n=8 Lagerplätze aufweisenden Prozesskammer 4 eines CVD-Reaktors 3 unter Verwendung dreier Substraträgersätze in verschiedenen Stadien eines Prozesszyklusses, umfassend einen Reinigungs- und Beschichtungsprozess befindet. An die Reaktorkammer 4 ist eine Transferkammer 15 angeschlossen. An die Transferkammer 15 anschließend sind eine in einem Lagergehäuse 29 angeordnete erste Lagerkammer 6 und eine zweite Lagerkammer 7 zur Lagerung unprozessierter Substraträger 2 und prozessierter Substraträger 8 mit und ohne Substrat 1, 9 angeordnet. Zur Lagerung unprozessierter Substrate 1 und prozessierter Substrate 9 sind an die Transferkammer 15 Trägerelemente 26, 26' jeweils angeschlossen. Innerhalb der Transferkammer 15 sind zwei Separationseinrichtungen 13, 13' angeordnet. Eine erste Separationseinrichtung 13 dient der Beladung von unprozessierten Substraträgern 2 mit unprozessierten Substraten 1. Eine zweite Separationseinrichtung 13' wird zur

Trennung von prozessierten Substraten 9 und prozessierten Substratträgern 8 verwendet. Die Separationseinrichtungen 13, 13' werden auch als Zwischenlagerplatz für aus der Reaktorkammer 4 entnommene prozessierte Substrate 9 tragende prozessierte Substratträger 8 und gereinigte Substratträger 2 verwendet.

[0070] Im Folgenden wird anhand der Figuren 8 bis 11 beispielhaft ein Prozesszyklus erläutert.

[0071] Ausgehend von einer Ausgangssituation, in der die Prozesskammer 4 mit beispielsweise $n=8$ zu reinigenden prozessierten Substratträgern 8 beladen ist und in der ersten Lagerkammer 6 unprozessierte/gereinigte Substratträger 2 ohne unprozessierte Substrate 1 und in der zweiten Lagerkammer 7 prozessierte Substratträger 8 ohne Substrat 9 lagern, wird ein Reinigungsprozess gestartet.

[0072] Während des Reinigungsprozesses werden die in der zweiten Lagerkammer 7 auf den prozessierten Substratträgern 8 lagernden prozessierten Substrate 9 von den Substratträgern 8 getrennt und in das Trägerelement 26' gebracht. Hierbei wird zunächst ein mit einem prozessierten Substrat 9 beladener prozessierter Substratträger 8 aus der zweiten Lagerkammer 7 in die Separationseinrichtung 13 gebracht, wo das prozessierte Substrat 9 von dem prozessierten Substratträger 8 getrennt wird. Das prozessierte Substrat 9 wird im Anschluss in das Ausrichtelement 14 gebracht. Dieser Status innerhalb des Prozesszyklusses ist schematisch in Figur 8 dargestellt. Von dort wird das prozessierte Substrat 9 zu einem Zwischenlagerplatz 28 gebracht, wo das Substrat 9 abkühlt. Während das Substrat 9 abkühlt, wird der unprozessierte Substratträger 8 aus der Separationseinrichtung 13 entnommen und zurück in die zweite Lagerkammer 7 gebracht. Im Anschluss wird das abgekühlte prozessierte Sub-

strat 9 in das Trägerelement 26' transferiert. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis alle prozessierten Substrate 9 aus der zweiten Lagerkammer 7 im Trägerelement 26' und die zugehörigen prozessierten Substraträger 8 in der zweiten Lagerkammer 7 lagern.

- 5 [0073] Im Anschluss an das Entladen der prozessierten Substrate 9 werden ebenfalls während des Reinigungsschrittes die in der ersten Lagerkammer 6 lagernden unprozessierten Substraträger 2 mit in dem Trägerelement 26 lagernden unprozessierten Substraten 1 beladen. Hierbei wird zunächst ein gereinigter Substraträger 2 aus der ersten Lagerkammer 6 mittels des Greifelementes 10
10 in die Separationseinrichtung 13 gebracht. Im Anschluss wird ein unprozessiertes Substrat 1 aus dem Trägerelement 26 entnommen und in das Ausrichtelement 14 transferiert, wo das Substrat 1 in eine vorbestimmte Lage gebracht wird. Dann wird der unprozessierte Substraträger 2 in der Separationseinrichtung 13 mit diesem ausgerichteten Substrat 1 beladen. Dieser Status innerhalb
15 des Prozesszyklusses ist schematisch in Figur 9 dargestellt. Daran anschließend wird der mit dem unprozessierten ausgerichteten Substrat 1 beladene unprozessierte Substraträger 2 zurück in die erste Lagerkammer 6 gebracht. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis alle in der ersten Lagerkammer 6 lagernden unprozessierten Substraträger 2 mit den in dem Trägerelement 26 lagernden unprozessierten Substraten 1 beladen sind.
20

- [0074] Nach Beendigung des Reinigungsschrittes in der Prozesskammer 4 werden die gereinigten Substraträger 2 aus der Prozesskammer 4 gegen die mit unprozessierten Substraten 1 beladenen unprozessierten Substraträger 2 aus der ersten Lagerkammer 6 getauscht. Zunächst wird ein gereinigter Substraträger 2 aus der Prozesskammer 4 in die Separationseinrichtung 13' gebracht. Danach wird ein mit einem unprozessierten Substrat 1 beladener unprozessierter Substraträger 2 aus der ersten Lagerkammer 6 in die Prozesskammer 4 auf den frei gewordenen Lagerplatz 22 geladen. Dieser Status innerhalb
25

des Prozesszyklus ist schematisch in Figur 10 dargestellt. Daran anschließend wird der gereinigte Substratträger 2 aus der Separationseinrichtung 13' in die erste Lagerkammer 6 gebracht. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis alle gereinigten Substratträger 2 in der ersten Lagerkammer 6 lagern und die

5 Prozesskammer 4 mit unprozessierten Substraten 1 beladenen unprozessierten Substratträgern 2 aus der ersten Lagerkammer 6 vollständig beladen ist.

[0075] Im Anschluss an das Beladen der Prozesskammer 4 mit auf den unprozessierten Substratträgern 2 lagernden unprozessierten Substraten 1 wird ein Beschichtungsprozess gestartet.

10 [0076] Während des Beschichtungsprozesses kann das Trägerelement 26 mit neuen unprozessierten Substraten 1 beladen werden oder gegen ein mit unprozessierten Substraten 1 beladenes anderes Trägerelement 26 getauscht werden. Das mit den prozessierten Substraten 9 beladene Trägerelement 29' kann ebenfalls während des Beschichtungsprozesses gegen ein unbeladenes anderes Trä-

15 gerelement 26' getauscht werden oder die prozessierten Substrate 9 aus dem Trägerelement 26' entnommen werden.

[0077] Im Anschluss an den Beschichtungsprozess werden die in der Prozesskammer beschichteten Substrate 9 auf den prozessierten Substratträgern 8 lagernd in die zweite Lagerkammer 7 gebracht und die Prozesskammer 4 mit den

20 in der zweiten Lagerkammer 7 lagernden prozessierten Substratträgern 9 beladen. Hierbei wird zunächst ein auf einem prozessierten Substratträger 8 lagerndes prozessiertes Substrat 9 aus der Reaktorkammer in die Separationseinrichtung 13' gebracht. Dieser Status innerhalb des Prozesszyklus ist schematisch in Figur 11 dargestellt. Danach wird ein prozessierter Substratträger 8 aus der

25 zweiten Lagerkammer 7 in die Prozesskammer 4 auf den frei gewordenen Lagerplatz 22 gebracht. Anschließend wird der in der Separationseinrichtung 13'

lagernde mit einem prozessierten Substrat 9 beladene prozessierte Substratträger 8 in die zweite Lagerkammer 7 transferiert. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis die Prozesskammer 4 vollständig mit den prozessierten Substratträgern 8 aus der zweiten Lagerkammer 7 beladen ist und alle mit prozessierten Substraten 9 beladene prozessierte Substratträger 8 aus der Prozesskammer 4 in die Lagerkammer 7 gebracht wurden.

[0078] Die vorstehenden Ausführungen dienen der Erläuterung der von der Anmeldung insgesamt erfassten im Bedarfsfall auch gesondert, insbesondere in Teilanmeldungen beanspruchbaren, Erfindungen, die den Stand der Technik zumindest durch die folgenden Merkmalskombinationen jeweils auch eigenständig weiterbilden, wobei zwei, mehrere oder alle dieser Merkmalskombinationen auch kombiniert sein können, nämlich:

[0079] Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate 1, 9 in zumindest einer Prozesskammer 4 einer Prozesskammeranordnung 21, wobei mehrere Sätze, die jeweils eine Anzahl n von Substratträgern 2, 8 aufweisen, die jeweils eingerichtet sind, zumindest ein Substrat 1, 9 tragen zu können, verwendet werden, wobei die mehreren Sätze der Substratträger 2 zyklisch verwendet werden und dabei nacheinander unprozessierte Substratträger 2 mit zu prozessierenden Substraten 1 beladen werden, in die zumindest eine Prozesskammer 4 der Prozesskammeranordnung 21 gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer 4 bei einer ersten erhöhten Temperatur behandelt werden, wobei die unprozessierten Substrate 1 zu prozessierten Substraten 9 prozessiert werden und die unprozessierten Substratträger 2 zu prozessierten Substratträgern 8 werden, bei einer zweiten erhöhten Temperatur der Prozesskammer 4 entnommen werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden und von den prozessierten Substraten 9 getrennt werden.

[0080] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zumindest drei Sätze der Substratträger 2, 8 gleichzeitig verwendet werden, wobei während ein erster Satz der mehreren Sätze der Substratträger 2 in der zumindest einen Prozesskammer 4 der Prozesskammeranordnung behandelt wird ein zweiter Satz der mehreren Sätze, der unprozessierte Substratträger 2 beinhaltet, die unprozessierte Substrate 1 tragen, in zumindest einer Lagerkammer 6 einer Lagerkammeranordnung 19 angeordnet ist und ein dritter Satz der mehreren Sätze, der prozessierte Substratträger 8 beinhaltet, die keine Substrate 9 tragen, in derselben oder einer anderen, zumindest eine Lagerkammer 7 aufweisenden Lagerkammeranordnung 20 angeordnet ist.

[0081] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Substratträger 2, 8 des ersten Satzes der mehreren Sätze nach dem Prozessieren der sie tragenden Substrate 1, 9 und ihrer Entnahme aus der zumindest einen Prozesskammer 4 in die Lagerkammer 6, 7 gebracht werden und dort zusammen mit den prozessierten Substraten 9 auf die verminderte Temperatur abgekühlt werden.

[0082] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die prozessierten Substrate 9 außerhalb der Lagerkammer 7 von den abgekühlten prozessierten Substratträgern 8 entnommen werden und die prozessierten Substratträger 8 in die Lagerkammer 7 zurückgebracht werden.

[0083] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass nach der Entnahme der die prozessierten Substrate 9 tragenden prozessierten Substratträger 8 in der zumindest einen Prozesskammer 4 der Prozesskammeranordnung 21 ein Reinigungsschritt durchgeführt wird, bei dem sich der dritte Satz der prozessierten Substratträger 8 in der Prozesskammer 4 befindet, wobei die prozessierten Substratträger 8 zu unprozessierten Substratträgern 2 gereinigt werden.

[0084] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass mittels eines Greif-
elementes 10 beim Beladen der zumindest einer Prozesskammer 4 der Prozess-
kammeranordnung 21 nacheinander jeweils ein Substratträger 2, 8 des sich in
der Prozesskammer 4 befindenden Satzes der Substratträger 2, 8 von einem La-
gerplatz 22 eines Suszeptors 5 entnommen wird und im Anschluss daran ein
5 Substratträger 2, 8 eines anderen Satzes der Substratträger 2, 8 aus der Lager-
kammer 6, 7 auf den Lagerplatz 22 gebracht wird.

[0085] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der aus der Pro-
zesskammer 4 entnommene Substratträger 2, 8 zunächst auf einem Zwischenla-
gerplatz zwischengelagert wird.
10

[0086] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Lagerkam-
mer 6, 7 Lagerplätze 22 aufweist, deren Anzahl größer ist, als die Anzahl n und
der aus der Prozesskammer 4 entnommene Substratträger 2, 8 direkt zu einem
freien Lagerplatz der Lagerkammer 6, 7 gebracht wird.

[0087] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zwei Lagerkam-
meranordnungen 19, 20 verwendet werden, die jeweils zumindest eine Lager-
kammer 6, 7 aufweisen, wobei in den Lagerkammern 6 einer ersten Lagerkam-
meranordnung 19 ausschließlich unprozessierte Substratträger 2 mit oder ohne
unprozessierte Substrate 1 gelagert werden und in den Lagerkammern 7 einer
15 zweiten Lagerkammeranordnung 20 ausschließlich prozessierte Substratträ-
ger 8 mit oder ohne prozessierte Substrate 9 gelagert werden.
20

[0088] Eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens mit einer zumin-
dest einer eine Prozesskammer 4 aufweisenden Prozesskammeranordnung 21,
mit drei Sätzen von jeweils einer Anzahl n von Substratträgern 2, 8, wobei jeder
25 der Substratträger 2, 8 eingerichtet ist, zumindest ein Substrat 1, 9 zu tragen,

wobei die zumindest eine Prozesskammer 4 insgesamt eine Anzahl von Lagerplätzen 22 aufweist, die der Anzahl n entspricht, mit zumindest einer ein oder mehrere Lagerkammern 6, 7 aufweisenden Lagerkammeranordnung 19, 20 mit Lagerplätzen 22 für den ersten und den zweiten Satz der Substratträger 2, 8 und
5 mit einem Greifelement 10, mit dem nacheinander die Substratträger 2, 8 eines der Sätze aus der Prozesskammer 4 entnehmbar und jeweils nach der Entnahme eines der Substratträger 2, 8 ein Substratträger 2, 8 eines anderen Satzes in die Prozesskammer 4 bringbar ist.

[0089] Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate 1, 9 in zu-
10 mindest einer Prozesskammer 4 einer Prozesskammeranordnung 21, wobei eine Anzahl n von unprozessierten Substratträgern 2 nacheinander mit unprozessierten Substraten 1 beladen werden, in die zumindest eine Prozesskammer 4 gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer 4 bei einer ersten erhöhten Temperatur behandelt werden, wobei die unprozessierten Substrate 1
15 zu prozessierten Substraten 9 prozessiert werden und die unprozessierten Substratträger 2 zu prozessierten Substratträgern 8, werden, bei einer zweiten erhöhten Temperatur aus der zumindest einen Prozesskammer 4 entnommen werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden, von den prozessierten Substraten 9 getrennt werden, ohne Substrate 9 in die zumindest eine
20 Prozesskammer 4 zurückgebracht werden und in der zumindest einen Prozesskammer 4 gereinigt werden, wobei eine erste Lagerkammeranordnung 19 mit ein oder mehreren ersten Lagerkammern 6 und eine zweite Lagerkammeranordnung 20 mit zweiten Lagerkammern 7 zur Lagerung der Substrate 1, 9 und Substratträger 2, 8 verwendet werden.

25 [0090] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass in den ein oder mehreren ersten Lagerkammern 6 der ersten Lagerkammeranordnung vor der thermischen Behandlung unprozessierte Substrate 1 lagern, die von unprozessierten Substraten 1

sierten Substratträgern 2 getragen werden und nach dem Reinigen unprozessierte Substratträger 2 lagern, die keine Substrate 1, 14 tragen, und in den ein oder mehreren zweiten Lagerkammern 7 der zweiten Lagerkammeranordnung nach der thermischen Behandlung prozessierte Substrate 14 von prozessierten Substratträgern 8 getragen werden, von der zweiten erhöhten Temperatur auf die verminderte Temperatur abgekühlt werden und vor dem Reinigen prozessierte Substratträger 8 lagern, die keine Substrate 14 tragen.

[0091] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem Reinigen die die unprozessierten Substrate 1 tragenden unprozessierten Substratträger 2 im Wechsel gegen die gereinigten Substratträger 2 aus den ein oder mehreren ersten Lagerkammern 6 entnommen und in die mindestens eine Prozesskammer 4 gebracht werden.

[0092] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem thermischen Behandeln die prozessierten Substratträger 8, die keine Substrate 14 tragen, im Wechsel gegen die prozessierten Substratträger 8 aus den ein oder mehreren zweiten Lagerkammern 7 entnommen und in die mindestens eine Prozesskammer 4 gebracht werden.

[0093] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass während des Behandelns anderer Substratträger 2, die unprozessierte Substrate 1 tragen, oder während des Reinigens anderer prozessierter Substratträger 8, die keine Substrate tragen, von den auf die verminderte Temperatur abgekühlten, prozessierten Substratträgern 8 die prozessierten Substrate 9 entfernt werden.

[0094] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass während des Behandelns anderer unprozessierter Substratträger 2, die unprozessierte Sub-

strate 1 tragen, oder während des Reinigens anderer prozessierter Substratträger 8 die unprozessierten Substratträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 beladen werden.

[0095] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der aus der mindestens einen Prozesskammer 4 entnommene Substratträger 2 zunächst auf einem Zwischenlagerplatz zwischengelagert wird.

[0096] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die ein oder mehreren Lagerkammern 6, 7 der Lagerkammeranordnungen 19, 20 Lagerplätze 23, 24 aufweisen, deren Anzahl größer ist als die Anzahl n , und der aus der mindestens einen Prozesskammer 4 entnommene Substratträger 2, 8 direkt zu einem freien Lagerplatz 23', 24' einer der Lagerkammern 6, 7 der Lagerkammeranordnung 19, 20 gebracht wird.

[0097] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass in der ein oder mehreren Lagerkammern 6 der ersten Lagerkammeranordnung 19 ausschließlich unprozessierte Substratträger 2 mit und ohne unprozessierte Substrate 1 gelagert werden und in der ein oder mehreren Lagerkammern 7 der zweiten Lagerkammeranordnung 20 ausschließlich prozessierte Substratträger 8 mit oder ohne prozessierte Substrate 9 gelagert werden.

[0098] Eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens mit zumindest einer eine Prozesskammer 4 aufweisenden Prozesskammeranordnung 21, mit mehreren Substratträgern 2, 8, wobei jeder der Substratträger 2, 8 eingerichtet ist, zumindest ein Substrat 1, 9 zu tragen, wobei die Prozesskammer 4 Lagerplätze 22 für eine Anzahl n Substratträger 2, 8 aufweist, mit ein oder mehreren ersten Lagerkammern 6, in der insgesamt entweder von unprozessierten Substratträgern 2 getragene unprozessierte Substrate 1 oder keine Substrate 2 tra-

gende unprozessierte Substratträger 2 angeordnet sind, und mit ein oder mehreren zweiten Lagerkammern 7, in der insgesamt entweder von prozessierten Substratträgern 8 getragene prozessierte Substrate 9 oder keine Substrate 9 tragende prozessierte Substratträger 8 angeordnet sind.

- 5 [0099] Ein Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate 1, 9 in zumindest einer Prozesskammer 4 einer Prozesskammeranordnung 21, die insgesamt eine Anzahl n Lagerplätze 22 zur Lagerung jeweils eines Substratträgers 2, 8 aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist, wobei jeder Substratträger 2, 8 eingerichtet ist, zumindest ein Substrat 1, 9 tragen zu können, wobei eine der
- 10 Anzahl n entsprechende Anzahl unprozessierter Substratträger 2 nacheinander mit unprozessierten Substraten 1 beladen werden, in zumindest eine Prozesskammer 4 gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer 4 bei einer ersten erhöhten Temperatur behandelt werden, wobei die unprozessierten Substrate 1 zu prozessierten Substraten 9 prozessiert werden und die unprozessierten
- 15 Substratträger 2 prozessierte Substratträger 8 werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden, von den prozessierten Substraten 9 getrennt werden, wobei in ein oder mehreren ersten Lagerkammern 6 einer ersten Lagerkammeranordnung 19, die eine Anzahl m1 Lagerplätze aufweist, vor der thermischen Behandlung insgesamt eine der Anzahl n entsprechende Vielzahl von
- 20 unprozessierten Substratträgern 2 lagern, die unprozessierte Substrate 1 tragen und wobei in ein oder mehreren zweiten Lagerkammern 7 einer zweiten Lagerkammeranordnung 20, die eine Anzahl m2 Lagerplätze aufweist, nach der thermischen Behandlung insgesamt eine der Anzahl n entsprechende Vielzahl von prozessierten Substratträgern 8 lagern, die prozessierte Substrate 9 tragen.
- 25 [00100] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Anzahl m1 und die Anzahl m2 größer ist als die Anzahl n und dass die aus der Prozesskammer 4 entnommenen Substratträger 2, 8 direkt in freie Lagerplätze der ersten und zweiten Lagerkammeranordnungen gebracht werden.

[00101] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem Reinigen die die unprozessierten Substrate 1 tragenden unprozessierten Substratträger 2 im Wechsel gegen die gereinigten Substratträger 2 aus den ein oder mehreren ersten Lagerkammern 6 entnommen und in die mindestens eine Prozesskammer 4 gebracht werden.

[00102] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass nach dem thermischen Behandeln die prozessierten Substratträger 8, die keine Substrate 9 tragen, im Wechsel gegen die prozessierten Substratträger 8 aus den ein oder mehreren zweiten Lagerkammern 7 entnommen und in die mindestens eine Prozesskammer 4 gebracht werden.

[00103] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass während des Behandelns anderer Substratträger 2, die unprozessierte Substrate 1 tragen, oder während des Reinigens anderer prozessierter Substratträger 8, die keine Substrate 9 tragen, von den auf die verminderte Temperatur abgekühlten, prozessierten Substratträgern 8 die prozessierten Substrate 9 entfernt werden.

[00104] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass während des Behandelns anderer unprozessierter Substratträger 2, die unprozessierte Substrate 1 tragen, oder während des Reinigens anderer prozessierter Substratträger 8 die unprozessierten Substratträger 2 mit unprozessierten Substraten 1 beladen werden.

[00105] Ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass in der ein oder mehreren Lagerkammern 6 der ersten Lagerkammeranordnung 19 ausschließlich unprozessierte Substratträger 2 mit und ohne unprozessierte Substrate 1 gelagert werden und in der ein oder mehreren Lagerkammer 7 der zweiten Lagerkammeranordnung 20 ausschließlich prozessierte Substratträger 8 mit oder ohne prozessierte Substrate 9 gelagert werden.

[00106] Eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit zumindest einer Prozesskammer 4 aufweisenden Prozesskammeranordnung 21, die insgesamt eine Anzahl n Lagerplätze 22 zur Lagerung jeweils eines Substratträgers 2, 8 aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist, mit mehreren Substratträgern 2, 8, wobei jeder der Substratträger 2, 8 eingerichtet ist, zumindest ein Substrat 1, 14 zu tragen, mit einer ersten Lagerkammeranordnung 19, die ein oder mehrere erste Lagerkammern 6 und insgesamt m_1 Lagerplätze aufweist und mit einer zweiten Lagerkammeranordnung 20 mit ein oder mehreren zweiten Lagerkammern 7, die insgesamt eine Anzahl m_2 Lagerplätze aufweist.

[00107] Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Anzahlen m_1 und m_2 jeweils größer als die Anzahl n_1 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, auch ohne die Merkmale eines in Bezug genommenen Anspruchs, mit ihren Merkmalen eigenständige erfinderische Weiterbildungen des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen. Die in jedem Anspruch angegebene Erfindung kann zusätzlich ein oder mehrere der in der vorstehenden Beschreibung, insbesondere mit Bezugsziffern versehene und/oder in der Bezugsziffernliste angegebene Merkmale aufweisen. Die Erfindung betrifft auch Gestaltungsformen, bei denen einzelne der in der vorstehenden Beschreibung genannten Merkmale nicht verwirklicht sind, insbesondere soweit sie erkennbar für den jeweiligen Verwendungszweck entbehrlich sind oder durch andere technisch gleichwirkende Mittel ersetzt werden können.

Liste der Bezugszeichen

1	unprozessiertes Substrat	19	erste Lagerkammeranordnung
2	gereinigter/unprozessierter Substratträger	20	zweite Lagerkammeranordnung
3	CVD-Reaktor	21	Prozesskammeranordnung
4	Prozesskammer	22	Substratträgerlagerplatz
5	Suszeptor	23	Substratträgerlagerplatz
6	erste Lagerkammer	23'	Substratträgerlagerplatz
6'	erste Lagerkammer	24	Substratträgerlagerplatz
6''	erste Lagerkammer	24'	Substratträgerlagerplatz
7	zweite Lagerkammer	25	Substratlagerplatz
7'	zweite Lagerkammer	26	Trägerelement
7''	zweite Lagerkammer	26'	Trägerelement
8	prozessierte Substratträger	27	Be- und Entladeschleuse
9	prozessiertes Substrat	28	Zwischenlagerplatz
10	Greifelement	29	Lagergehäuse
11	Greifer	29'	Lagergehäuse
12	Be- und Entladeöffnung	29''	Lagergehäuse
13	Separationseinrichtung	29'''	Lagergehäuse
13'	Separationseinrichtung		
14	Ausrichtelement		
15	Transferkammer		
15'	Transferkammer		
16	Verbindungsöffnung		
17	Steuerung		
18	Speicher		

Ansprüche

1. Verfahren zum gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate (1, 9) in zu-
mindest einer Prozesskammer (4) einer Prozesskammeranordnung (21),
wobei in der Prozesskammer (4) ein Suszeptor (5) angeordnet ist, der eine
Anzahl (n), die größer 1 ist, Lagerplätze (22) zur Lagerung jeweils eines
5 Substratträgers (2, 8) aufweist, wobei jeder Substratträger (2, 8) ringförmig
ist und ein Substrat (1) trägt, wobei an die Prozesskammer (4) eine Trans-
ferkammer (15) mit einem Greifer (11) angrenzt und zumindest eine La-
gerkammer (6, 7) Substratlagerplätze (23, 24) aufweist, die jeweils mit ei-
nem Substratträger (2, 3) beladbar sind, und mit einem Zwischenlager-
10 platz (28) der mit einem Substratträger (8) beladbar ist, dadurch gekenn-
zeichnet, dass nach dem Beschichten die jeweils ein prozessiertes Sub-
strat (9) tragenden Substratträger (8) in aufeinanderfolgenden Schritten
nacheinander jeweils gegen einen ein unprozessiertes Substrat (1) tragen-
den Substratträger (2) ausgetauscht werden, wobei bei jedem Schritt ein
15 einzelner, ein prozessiertes Substrat (9) tragender Substratträger (8) an
dem ihm zugeordneten Lagerplatz (22) vom Greifer (11) gegriffen wird
und gegebenenfalls nach einer Zwischenspeicherung auf dem Zwischenla-
gerplatz (28) in die Lagerkammer (6, 7) gebracht wird und dort auf einem
der Substratlagerplätze (24) abgelegt wird, und von einem der Substratla-
20 gerplätze (23, 24) der Lagerkammer (6, 7) ein ein unprozessiertes Sub-
strat (1) tragender Substratträger (2) vom Greifer (11) gegriffen wird und
gegebenenfalls nach einer Zwischenspeicherung auf dem Zwischenlager-
platz (28) auf den zuvor freigewordenen Lagerplatz (22) abgelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim ersten
25 Schritt entweder ein ein prozessiertes Substrat (9) tragender Substratträ-
ger (8) auf dem Zwischenlagerplatz (28) abgelegt wird oder ein ein unpro-

zessiertes Substrat (1) tragender Substratträger (2) auf dem Zwischenlagerplatz (28) abgelegt wird, wobei der Zwischenlagerplatz (28) vor jedem weiteren Schritt oder nach dem letzten Schritt freigemacht wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die prozessierten Substrate (9) tragenden Substratträger (8) in dieselbe Lagerkammer (6, 7) gebracht werden, aus der zuvor ein Substratträger (2) entnommen worden ist, der ein unprozessiertes Substrat (1) trägt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zeit, in der der Prozesskammer (4) eine Beschichtung der darin liegenden unprozessierten Substraten (1) durchgeführt wird, die prozessierten Substraten (9) tragenden Substratträger (8) aus der Lagerkammer (6, 7) entnommen werden, die prozessierten Substraten (9) von den Substratträgern (8) getrennt werden, unprozessierte Substrate (1) auf die Substratträger (8) gelegt werden und die dann jeweils ein unprozessiertes Substrat (1) tragenden Substratträger zurück in die Lagerkammer (6, 7) gebracht werden.
5. Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate (1, 9) in zumindest einer Prozesskammer (4) einer Prozesskammeranordnung (21), wobei mehrere Sätze, die jeweils eine Anzahl n von Substratträgern (2, 8) aufweisen, die jeweils eingerichtet sind, zumindest ein Substrat (1, 9) tragen zu können, verwendet werden, wobei die mehreren Sätze der Substratträger (2) zyklisch verwendet werden und dabei nacheinander unprozessierte Substratträger (2) mit zu prozessierenden Substraten (1) beladen werden, in die zumindest eine Prozesskammer (4) der Prozesskammeranordnung (21) gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer (4) bei einer ersten erhöhten Temperatur behandelt werden, wobei die unprozessierten

- Substrate (1) zu prozessierten Substraten (9) prozessiert werden und die un-
prozessierten Substratträger (2) zu prozessierten Substratträgern (8) wer-
den, bei einer zweiten erhöhten Temperatur der Prozesskammer (4) ent-
nommen werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden und
5 von den prozessierten Substraten (9) getrennt werden, wobei zumindest
drei Sätze der Substratträger (2, 8) gleichzeitig verwendet werden, wobei
während ein erster Satz der mehreren Sätze der Substratträger (2) in der zu-
mindest einen Prozesskammer (4) der Prozesskammeranordnung (21) be-
handelt wird ein zweiter Satz der mehreren Sätze, der unprozessierte Sub-
10 stratträger (2, 8) beinhaltet, die unprozessierte Substrate (1) tragen, in zu-
mindest einer Lagerkammer (6, 7) einer Lagerkammeranordnung (19, 20)
angeordnet ist und ein dritter Satz der mehreren Sätze, der prozessierte
Substratträger (8) beinhaltet, die keine Substrate (1, 9) tragen, in derselben
oder einer anderen, zumindest eine Lagerkammer (6, 7) aufweisenden La-
15 gerkammeranordnung (19, 20) angeordnet ist, wobei nach der Entnahme
der die prozessierten Substrate (9) tragenden prozessierten Substratträ-
ger (8) aus der zumindest einen Prozesskammer (4) ein Reinigungsschritt
durchgeführt wird, bei dem die prozessierten Substratträger (8) zu unpro-
zessierten Substratträgern (2) gereinigt werden, dadurch gekennzeichnet,
20 dass der Reinigungsschritt in der zumindest einen Prozesskammer (4) der
Prozesskammeranordnung (21) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Substrat-
träger (2, 8) des ersten Satzes der mehreren Sätze nach dem Prozessieren
der sie tragenden Substrate (1, 9) und ihrer Entnahme aus der zumindest
25 einen Prozesskammer (4) in die Lagerkammer (6, 7) gebracht werden und
dort zusammen mit den prozessierten Substraten (9) auf die verminderte
Temperatur abgekühlt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die prozessierten Substrate (9) außerhalb der Lagerkammer (6) von den abgekühlten prozessierten Substratträgern (2, 8) entnommen werden und die prozessierten Substratträger (8) in die Lagerkammer (6, 7) zurückgebracht werden.
5
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Greifelementes (10) beim Beladen der zumindest einer Prozesskammer (4) der Prozesskammeranordnung (21) nacheinander jeweils ein Substratträger (2, 8) des sich in der Prozesskammer (4) befindenden Satzes der Substratträger (2, 8) von einem Lagerplatz (22) eines Suszeptors (5) entnommen wird und im Anschluss daran ein Substratträger (2, 8) eines anderen Satzes der Substratträger (2, 8) aus der Lagerkammer (6, 7) auf den Lagerplatz (22) gebracht wird.
10
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der aus der Prozesskammer (4) entnommene Substratträger (2, 8) zunächst auf einem Zwischenlagerplatz zwischengelagert wird.
15
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerkammer (6, 7) Lagerplätze (23, 24) aufweist, deren Anzahl größer ist, als die Anzahl n und der aus der Prozesskammer (4) entnommene Substratträger (2, 8) direkt zu einem freien Lagerplatz der Lagerkammer (6, 7) gebracht wird.
20
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Lagerkammeranordnungen (19, 20) verwendet werden, die jeweils zumindest eine Lagerkammer (6, 7) aufweisen, wobei in den Lagerkammern (6) einer ersten Lagerkammeranordnung (19) ausschließlich unprozessierte Substratträger (2) mit oder ohne unprozessierte
25

Substrate (1) gelagert werden und in den Lagerkammern (7) einer zweiten Lagerkammeranordnung (20) ausschließlich prozessierte Substratträger (8) mit oder ohne prozessierte Substrate (9) gelagert werden.

- 5 12. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer zumindest einer eine Prozesskammer (4) aufweisenden Prozesskammeranordnung (21), mit drei Sätzen von jeweils einer Anzahl n von Substratträgern (2, 8), wobei jeder der Substratträger (2, 8) eingerichtet ist, zumindest ein Substrat (1, 9) zu tragen, wobei die
10 zumindest eine Prozesskammer (4) insgesamt eine Anzahl von Lagerplätzen 23, 24 aufweist, die der Anzahl n entspricht, mit zumindest einer ein oder mehrere Lagerkammern (6, 7) aufweisenden Lagerkammeranordnung (19, 20), wobei die Anzahl der Lagerplätze m_1 , m_2 in der Lagerkammeranordnung (19, 20) größer ist als die Anzahl n der Lagerplätze in der Prozesskammeranordnung (21), und mit einem Greifelement (10), mit
15 dem nacheinander die Substratträger (2, 8) eines der Sätze aus der Prozesskammer (4) entnehmbar und jeweils nach der Entnahme eines der Substratträger (2, 8) ein Substratträger (2, 8) eines anderen Satzes in die Prozesskammer (4) bringbar ist.
- 20 13. Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate (1, 9) in zumindest einer Prozesskammer (4) einer Prozesskammeranordnung (21), wobei eine Anzahl n von unprozessierten Substratträgern (2) nacheinander mit unprozessierten Substraten (1) beladen werden, in die zumindest eine Prozesskammer (4) gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer (4) bei einer ersten erhöhten Temperatur behandelt werden, wobei
25 die unprozessierten Substrate (1) zu prozessierten Substraten (9) prozessiert werden und die unprozessierten Substratträger (2) prozessierte Substratträger (8), werden, bei einer zweiten erhöhten Temperatur aus der

- zumindest einen Prozesskammer (4) entnommen werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden, von den prozessierten Substraten (9) getrennt werden, ohne Substrate (1, 9) in die zumindest eine Prozesskammer (4) zurückgebracht werden und in der zumindest einen Prozesskammer (4) gereinigt werden, wobei eine erste Lagerkammeranordnung (19) mit ein oder mehreren ersten Lagerkammern (6) und eine zweite Lagerkammeranordnung (20) mit zweiten Lagerkammern (7) zur Lagerung der Substrate (1, 9) und Substratträger (2, 8) verwendet werden, dadurch gekennzeichnet, dass in den ein oder mehreren ersten Lagerkammern (6) der ersten Lagerkammeranordnung (19) vor der thermischen Behandlung unprozessierte Substrate (1) lagern, die von unprozessierten Substratträgern (2) getragen werden und nach dem Reinigen unprozessierte Substratträger (2) lagern, die keine Substrate (1, 9) tragen, und in den ein oder mehreren zweiten Lagerkammern (7) der zweiten Lagerkammeranordnung (20) nach der thermischen Behandlung prozessierte Substrate (9) von prozessierten Substratträgern (8) getragen werden von der zweiten erhöhten Temperatur auf die verminderte Temperatur abgekühlt werden und vor dem Reinigen prozessierte Substratträger (8) lagern, die keine Substrate (9) tragen.
14. Verfahren zur gleichzeitigen Behandlung mehrerer Substrate (1, 9) in zumindest einer Prozesskammer (4) einer Prozesskammeranordnung (21), die insgesamt eine Anzahl n Lagerplätze (22) zur Lagerung jeweils eines Substratträgers (2, 8) aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist, wobei jeder Substratträger (2, 8) eingerichtet ist, zumindest ein Substrat (1, 9) tragen zu können, wobei eine der Anzahl (n) entsprechende Anzahl unprozessierter Substratträger (2) nacheinander mit unprozessierten Substraten (1) beladen werden, in zumindest eine Prozesskammer (4) gebracht werden, in der zumindest einen Prozesskammer (4) bei einer ersten erhöh-

- ten Temperatur behandelt werden, wobei die unprozessierten Substrate (1) zu prozessierten Substraten (9) prozessiert werden und die unprozessierten Substratträger (2) prozessierte Substratträger (8) werden, auf eine verminderte Temperatur abgekühlt werden, von den prozessierten Substraten (9) getrennt werden, wobei in ein oder mehreren ersten Lagerkammern (6) einer ersten Lagerkammeranordnung (19), die eine Anzahl m1 Lagerplätze aufweist, vor der thermischen Behandlung insgesamt eine der Anzahl n entsprechende Vielzahl von unprozessierten Substratträgern (2) lagern, die unprozessierte Substrate (1) tragen und wobei in ein oder mehreren zweiten Lagerkammern (7) einer zweiten Lagerkammeranordnung (20), die eine Anzahl m2 Lagerplätze aufweist, nach der thermischen Behandlung insgesamt eine der Anzahl n entsprechende Vielzahl von prozessierten Substratträgern (8) lagern, die prozessierte Substrate (9) tragen, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl m1 und die Anzahl m2 größer ist, als die Anzahl n und dass die aus der Prozesskammer (4) entnommenen Substratträger (2, 8) direkt in freie Lagerplätze (23', 24') der ersten und zweiten Lagerkammeranordnungen (19, 20) gebracht werden.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Reinigen die die unprozessierten Substrate (1) tragenden unprozessierten Substratträger (2) im Wechsel gegen die gereinigten Substratträger (2) aus den ein oder mehreren ersten Lagerkammern (6) entnommen und in die mindestens eine Prozesskammer (4) gebracht werden.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem thermischen Behandeln die prozessierten Substratträger (8), die keine Substrate (9) tragen, im Wechsel gegen die pro-

zessierten Substratträger (8) aus den ein oder mehreren zweiten Lagerkammern (7) entnommen und in die mindestens eine Prozesskammer (4) gebracht werden.

- 5 17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Behandelns anderer Substratträger (2), die unprozessierte Substrate (1) tragen, oder während des Reinigens anderer prozessierter Substratträger (8), die keine Substrate (9) tragen, von den auf die verminderte Temperatur abgekühlten, prozessierten Substratträgern (8) die prozessierten Substrate (9) entfernt werden.
- 10 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Behandelns anderer unprozessierter Substratträger (2), die unprozessierte Substrate (1) tragen, oder während des Reinigens anderer prozessierter Substratträger (9) die unprozessierten Substratträger (2) mit unprozessierten Substraten (1) beladen werden.
- 15 19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der aus der mindestens einen Prozesskammer (4) entnommene Substratträger (2) zunächst auf einem Zwischenlagerplatz zwischengelagert wird.
- 20 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ein oder mehreren Lagerkammern (6, 8) der Lagerkammeranordnungen (19, 20) Lagerplätze (23, 24) aufweisen, deren Anzahl größer ist als die Anzahl n , und der aus der mindestens einen Prozesskammer (4) entnommene Substratträger (2, 8) direkt zu einem freien Lagerplatz (23', 24') einer der Lagerkammern (6, 7) der Lagerkammeranordnung (19, 20) gebracht wird.
- 25

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der ein oder mehreren Lagerkammer (6) der ersten Lagerkammeranordnung (19) ausschließlich unprozessierte Substratträger (2) mit und ohne unprozessierte Substrate (1) gelagert werden und in
5 der ein oder mehreren Lagerkammer (7) der zweiten Lagerkammeranordnung (20) ausschließlich prozessierte Substratträger (8) mit oder ohne prozessierte Substrate (9) gelagert werden.
22. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit zumindest einer eine Prozesskammer (4) aufweisenden Prozesskammeranordnung (21), mit mehreren Substratträgern (2, 8), wobei jeder der Substratträger (2, 8) eingerichtet ist, zumindest
10 ein Substrat (1, 9) zu tragen, wobei die Prozesskammer (4) Lagerplätze (22) für eine Anzahl n Substratträgern (2, 8) aufweist, mit ein oder mehreren ersten Lagerkammern (6) in der insgesamt entweder von unprozessierten Substratträgern (2) getragene unprozessierte Substrate (1) oder
15 keine Substrate (1) tragende unprozessierte Substratträger (2) angeordnet sind und mit ein oder mehreren zweiten Lagerkammern (7), in der insgesamt entweder von prozessierten Substratträgern (8) getragene prozessierte Substrate (9) oder keine Substrate (9) tragende prozessierte Substrat-
20 träger (8) angeordnet sind.
23. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit zumindest einer eine Prozesskammer (4) aufweisenden Prozesskammeranordnung (21), die insgesamt eine Anzahl n Lagerplätze (22) zur Lagerung jeweils eines Substratträgers (2, 8) aufweist,
25 wobei n eine natürliche Zahl ist, mit mehreren Substratträgern (2, 8), wobei jeder der Substratträger (2, 8) eingerichtet ist, zumindest ein Substrat (1, 14) zu tragen, mit einer ersten Lagerkammeranordnung (19), die ein oder mehrere erste Lagerkammern (6) und insgesamt m1 Lagerplätze

aufweist und mit einer zweiten Lagerkammeranordnung (20) mit ein oder mehreren zweiten Lagerkammern (7), die insgesamt eine Anzahl m_2 Lagerplätze aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahlen m_1 und m_2 jeweils größer als die Anzahl n ist.

- 5 24. Verfahren oder Vorrichtung, gekennzeichnet durch eines oder mehrere der kennzeichnenden Merkmale eines der vorhergehenden Ansprüche.