



(12) **Österreichische Patentanmeldung**

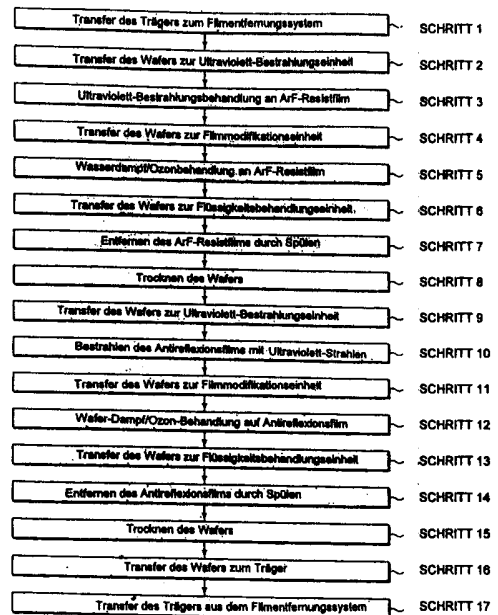
(21) Anmeldenummer: **A 9414/2004** (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **H01L 21/027 (2006.01),**  
 (22) Anmeldetag: **07.12.2004** **G03F 7/42 (2006.01)**  
 (43) Veröffentlicht am: **15.11.2006**

(30) **Priorität:**  
 18.12.2003 JP 2003-420785 beansprucht.

(73) **Patentanmelder:**  
 TOKYO ELECTRON LIMITED  
 1078481 TOKYO (JP)

(54) **SUBSTRAT-BEHANDLUNGSVERFAHREN, SUBSTRAT-BEHANDLUNGSVORRICHTUNG  
 UND COMPUTER-LESBARES AUFZEICHNUNGSMEDIUM**

(57) Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms von einem mit dem ArF-Resistfilm versehenen Wafer. Bei der Durchführung einer UV-Bestrahlungsbehandlung am ArF-Resistfilm und anschließenden Zufuhr von Ozongas und Wasserdampf zum ArF-Resistfilm wird der Resistfilm in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt. Danach wird der ArF-Resistfilm durch Zufuhr von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand gebrachten ArF-Resistfilm vom Substrat entfernt.



AT 501 775 A2 2006-11-15

## ZUSAMMENFASSUNG

Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms von einem mit dem ArF-Resistfilm versehenen Wafer. Bei der Durchführung einer UV-Bestrahlungsbehandlung am ArF-Resistfilm und anschließenden Zufuhr von Ozongas und Wasserdampf zum ArF-Resistfilm wird der Resistfilm in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt. Danach wird der ArF-Resistfilm durch Zufuhr von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand gebrachten ArF-Resistfilm vom Substrat entfernt.

## Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines auf einem Substrat vorgesehenen, schwer entfernbaren Films wie eines ArF-Resists, eines Anti-reflexionsfilms oder eines mit hoher Dosis ionenimplantierten Films vom Substrat, eine Substrat-Behandlungsvorrichtung zur Durchführung des Substrat-Behandlungsverfahrens und ein Computer-lesbares Aufzeichnungsmedium.

## Hintergrund der Erfindung

Im Herstellungsprozess für eine Halbleitervorrichtung wird an einer Verkürzung der Wellenform eines in einem photolithographischen Schritt zu verwendenden Lichts zur hohen Integration einer Halbleitervorrichtung gearbeitet, und derzeit wird gerade eine Technologie in die Praxis umgesetzt, bei der ein ArF-Excimerlaser als Lichtquelle verwendet wird. Ein photolithographischer Schritt, bei dem ein ArF-Excimerlaser verwendet wird, wird wie ein herkömmlicher photolithographischer Schritt ausgeführt, bei dem g-Strahlen, i-Strahlen od. dgl. verwendet werden, indem ein Resistfilm (nachstehend "ArF-Resistfilm" genannt) gebildet wird, der gezielt mit dem Licht des ArF-Excimerlasers belichtet wird, wobei der ArF-Resistfilm mit einem Retikel belichtet wird, auf dem ein vorherbestimmtes Schaltungsmuster gebildet ist, und der Film anschließend entwickelt wird.

Bei Verwendung des auf diese Weise strukturierten ArF-Resistfilms als Maske werden verschiedene Verfahren zur Ausbildung von Grabenverbindungselementen durchgeführt, wie ein Ätzverfahren, ein Verfahren zum Vergraben eines metallischen Materials durch einen CVD-Prozess und ein Ionenimplantationsverfahren. Nach Durchführung solcher Verfahren ist der ArF-Resistfilm, der unnötig geworden ist, zu entfernen. Als herkömmliches Verfahren zum Entfernen des unnötig gewordenen ArF-Resistfilms offenbart zum Beispiel die ungeprüfte veröffentlichte Japanische Patentanmeldung KOKAI Nr. 2002-184741 ein Verfahren zum Überführen eines Resistfilms in einen wasserlöslichen Zustand unter einer Atmosphäre von Wasserdampf und Ozongas und Entfernen des wasserlöslich gemachten Resistfilms

durch einen Spülprozess.

Die Abtrenngeschwindigkeit bei der Behandlung des ArF-Resistfilms mit Ozongas und Wasserdampf ist jedoch extrem gering. Daher ist es schwierig, dieses Verfahren in einem Herstellungsprozess einzusetzen, bei dem ein ArF-Resistfilm verwendet wird. Im Allgemeinen wird ein Antireflexionsfilm (BARC) zur Verhinderung der Reflexion eines ArF-Excimerlasers als Basis des ArF-Resistfilms gebildet, doch ist es auch schwierig, den Antireflexionsfilm durch diese Behandlung mit Ozongas und Wasserdampf zu entfernen. Weiters ist es, was nicht auf einen ArF-Resistfilm beschränkt ist, weil ein einem hoch dosierten Ionenimplantationsprozess unterzogener Resistfilm durch implantierte Ionen gehärtet ist, auch schwierig, den Resistfilm nur durch das Verfahren mit Ozongas und Wasserdampf zu entfernen.

#### Offenbarung der Erfindung

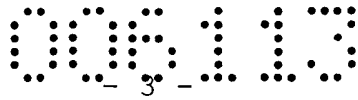
Die vorliegende Erfindung wurde in Hinblick auf die obigen Umstände geschaffen, und ein Ziel der Erfindung liegt in der Bereitstellung eines Substrat-Behandlungsverfahrens zur Erleichterung des Entfernens eines schwer entfernbaren Resistfilms, Antireflexionsfilms od. dgl., der in einem photolithographischen Schritt gebildet und nach einem Ätzverfahren, einem Ionenimplantationsverfahren, einem Verfahren zur Bildung eines leitenden Films od. dgl. unnötig wird. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung einer Substrat-Behandlungsvorrichtung zur Durchführung eines solchen Substrat-Behandlungsverfahrens und eines Computer-lesbaren Aufzeichnungsmediums zur Steuerung der Substrat-Behandlungsvorrichtung.

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms von einem mit dem ArF-Resistfilm versehenen Substrat vorgesehen, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des ArF-Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten ArF-Resistfilms in einen wasserlöslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des ArF-Resistfilms vom Substrat durch Zuführen von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand über-



geführten ArF-Resistfilm.

Gemäß dem Substrat-Behandlungsverfahren wird, wenn das Substrat weiters einen mit einem ArF-Strahl kompatiblen Antireflexionsfilm aufweist, der Antireflexionsfilm vorzugsweise gemeinsam mit dem ArF-Resistfilm mit einem Ultraviolettstrahl bestrahlt, durch das Ozongas und den Wasserdampf wasserlöslich gemacht und zusammen mit dem ArF-Resistfilm mittels Reinwasser vom Substrat entfernt.

Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Antireflexionsfilms von einem mit dem Antireflexionsfilm versehenen Substrat vorgesehen, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Antireflexionsfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Antireflexionsfilms in einen wasserlöslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Antireflexionsfilms vom Substrat durch Zuführen von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand übergeführten Antireflexionsfilms.

Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung ist ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Resistfilms von einem Substrat vorgesehen, welcher Resistfilm einem hoch dosierten Ionenimplantationsprozess unterzogen wurde, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Resistfilms in einen wasserlöslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Resistfilms vom Substrat durch Zuführen von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand übergeführten Resistfilm.

Das Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem dritten Aspekt wird vorzugsweise bei einer Dosis im Ionenimplantationsprozess von  $1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$  oder mehr eingesetzt.

Gemäß den Substrat-Behandlungsverfahren des ersten bis dritten Aspekts wird bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas

zur Kammer die Zufuhrmenge von Ozongas gegenüber Wasserdampf vorzugsweise reduziert, während Wasserdampf zur Kammer mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit zugeführt wird, so dass im Schritt des Überführens eines ArF-Resistfilms, eines Anti-reflexionsfilms oder eines mit hoher Dosis ionenimplantierten Films in einen wasserlöslichen Zustand keine Taukondensation auf dem Substrat bewirkt wird. Dadurch kann die Modifikation eines Films wie eines ArF-Resistfilms beschleunigt und die Abtrennung mit Reinwasser erleichtert werden. Bevorzugt wird ein Verfahren mit periodischem Aussetzen der Zufuhr von Ozongas zur Kammer als Zufuhrmodus für das Ozongas bei einem solchen Behandlungsverfahren verwendet. Ein bevorzugt verwendetes Verfahren zum Verhindern von Taukondensation in der Kammer besteht darin, dass zuallererst ein Druck erfasst wird, bei dem eine Taukondensation in der Kammer stattfindet, wenn die der Kammer zuzuführende Menge an Wasserdampf unter Halten des Inneren der Kammer auf einer vorherbestimmten Temperatur konstant eingestellt wird, und dass bei der eigentlichen Substratbehandlung die Zufuhrmenge an Ozongas unter Messen des Drucks in der Kammer derart gesteuert wird, dass der gemessene Druck den zuvor gemessenen Druck, bei dem die Taukondensation stattfindet, nicht übersteigt.

Bei diesen Substrat-Behandlungsverfahren wird die Kammer bevorzugt derart evakuiert, so dass der Innenraum der Kammer auf einem konstanten Überdruck gehalten wird, wenn der Wasserdampf und das Ozongas zur Kammer zugeführt werden. Dadurch kann die Modifikation eines Films wie eines ArF-Resistfilms beschleunigt werden.

Materialien für einen ArF-Resistfilm od. dgl. werden übrigens neuerdings signifikant verändert (weiterentwickelt), so dass die Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem ersten bis dritten Aspekt zu einem neuen Problem geführt haben, nämlich dass ein ArF-Resistfilm od. dgl. nicht abgetrennt werden kann bzw. die Abtrenngeschwindigkeit langsamer und damit die Produktivität verringert wird. Zur Verbesserung der Abtrenngeschwindigkeit eines aus einem solchen Material hergestellten Films sieht die Erfindung daher die folgenden Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem vierten bis sechsten Aspekt vor.

Gemäß dem vierten Aspekt der Erfindung ist ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms von einem mit dem ArF-Resistfilm versehenen Substrat vorgesehen, umfassend

die folgenden Schritte:

Bestrahlen des ArF-Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten ArF-Resistfilms in einen mit einer vorherbestimmten chemischen Lösung löslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des ArF-Resistfilms vom Substrat durch Zuführen der chemischen Lösung zum veränderten ArF-Resistfilm.

Gemäß dem fünften Aspekt der Erfindung ist ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Antireflexionsfilms von einem mit dem Antireflexionsfilm versehenen Substrat vorgesehen, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Antireflexionsfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Antireflexionsfilms in einen mit einer vorherbestimmten chemischen Lösung löslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Antireflexionsfilms vom Substrat durch Zuführen der chemischen Lösung zum veränderten Antireflexionsfilm.

Gemäß dem sechsten Aspekt der Erfindung ist ein Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Resistfilms von einem Substrat vorgesehen, wobei der Resistfilm einem hoch dosierten Ionenimplantationsprozess unterzogen wurde, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Resistfilms in einen mit einer vorherbestimmten chemischen Lösung löslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Resistfilms vom Substrat durch Zuführen der chemischen Lösung zum veränderten Resistfilm.

Bei den Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem vierten bis sechsten Aspekt wird der veränderte Film unter Verwendung einer alkalischen chemischen Flüssigkeit anstelle von Reinwasser abgetrennt, nachdem das Substrat mit dem Wasserdampf und Ozongas im Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem ersten bis dritten Aspekt behandelt worden ist. Als alkalische chemische Flüssig-

keit wird vorzugsweise eine APM-Lösung, eine wässrige Ammoniumhydroxid-Lösung, eine wässrige Tetramethylammoniumhydroxid-Lösung (TMAH) od. dgl. verwendet.

In den Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem ersten bis sechsten Aspekt wird vorzugsweise eine UV-Lampe oder ein Excimerlaser mit einer Wellenlänge von 172 nm bis 193 nm für die UV-Bestrahlung verwendet.

Die Erfindung stellt eine Substrat-Behandlungsvorrichtung zur Durchführung der Substrat-Behandlungsverfahren gemäß dem ersten bis sechsten Aspekt der Erfindung zur Verfügung. Somit ist gemäß dem siebten Aspekt eine Substrat-Behandlungsvorrichtung vorgesehen, enthaltend:

einen UV-Bestrahlungsteil, der einen Ultraviolettstrahl auf ein Substrat mit einem Film wie einem ArF-Resistfilm, einem Antireflexionsfilm oder einem mit hoher Dosis ionenimplantierten Resistfilm richtet;

eine Kammer mit einer Heizeinrichtung zur Aufnahme des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Films;

eine Wasserdampf-Zufuhreinrichtung zur Zuführung von Wasserdampf zur Kammer;

eine Ozongas-Zufuhreinrichtung zur Zuführung von Ozongas zur Kammer; und

einen Steuerteil zur Steuerung der Kammer, der Wasserdampf-Zufuhreinrichtung und der Ozongas-Zufuhreinrichtung derart, dass der das Substrat aufnehmende Innenraum der Kammer auf einer vorherbestimmten Temperatur gehalten wird und der Wasserdampf und das Ozongas mit einer vorherbestimmten Strömungsgeschwindigkeit in die Kammer geleitet werden.

Vorzugsweise ist der Steuerteil in der Substrat-Behandlungsvorrichtung so aufgebaut, dass er eine Steuerung zur Reduktion der Zufuhrmenge von Ozongas in die Kammer veranlasst, während Wasserdampf mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit in die Kammer geleitet wird, so dass keine Taukondensation auf dem Substrat in der Kammer bewirkt wird; beispielsweise setzt der Steuerteil die Zufuhr von Ozongas zur Kammer periodisch aus. Bevorzugt ist die Substrat-Behandlungsvorrichtung so aufgebaut, dass sie weiters einen Flüssigkeitsbehandlungsteil aufweist, der eine Flüssigkeitsbehandlung unter Verwendung von Reinwasser, einer APM-Lösung, einer wässrigen Ammoniumhydroxid-Lösung oder einer wässrigen Tetramethylammoniumhydroxid-Lösung (TMAH) auf

dem Substrat durchführt. Die Behandlung des Substrats mit Wasserdampf und Ozongas und die anschließende Flüssigkeitsbehandlung können dementsprechend sanft durchgeführt werden.

Die Erfindung sieht ein Computer-lesbares Aufzeichnungsmedium mit einem aufgezeichneten Programm vor, das einem Computer die Steuerung der Substrat-Behandlungsvorrichtung gestattet. Somit ist gemäß dem achten Aspekt der Erfindung ein Computer-lesbares Aufzeichnungsmedium vorgesehen, das ein Programm aufgezeichnet hat, um einem Computer, der eine ein in einer Kammer mit einer Heizeinrichtung angeordnetes Substrat mit Wasserdampf und Ozongas behandelnde Substrat-Behandlungsvorrichtung steuert, die Ausführung der folgenden Schritte zu gestatten:

(a) Anordnen eines Substrats mit einem ArF-Resistfilm, einem Antireflexionsfilm oder einem mit hoher Dosis ionenimplantierten Resistfilm, welcher einer Ultraviolettbestrahlung unterzogen worden ist, in der Kammer, (b) Halten des Innenraums der Kammer auf einer vorherbestimmten Temperatur, und (c) Überführen des Films in einer mit einer vorherbestimmten Behandlungsflüssigkeit löslichen Zustand durch Verringern der Zufuhrmenge von Ozongas in die Kammer, während Wasserdampf mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit in die Kammer geleitet wird, so dass keine Taup kondensation auf dem Substrat in der Kammer bewirkt wird.

Erfindungsgemäß ist es möglich, schwer entfernbare Filme, wie einen ArF-Resistfilm, einen Antireflexionsfilm oder einen einer Ionenimplantation mit hoher Dosis unterzogenen Film, ohne Schädigung eines anderen Teils als des zu entfernenden Zielteils zu entfernen. Es ist möglich, die Entfernungsgeschwindigkeit des schwer entfernbaren Films dadurch zu verbessern, dass durch Verringern der Menge des Ozongases gegenüber jener von Wasserdampf Bedingungen mit viel Wasserdampf in der Kammer geschaffen werden, wenn das Substrat mit dem Wasserdampf und dem Ozongas behandelt wird. Die Verwendung einer alkalischen chemischen Lösung bei einer Flüssigkeitsbehandlung nach der Behandlung des Substrats mit dem Wasserdampf und dem Ozongas kann die Entfernung des schwer entfernbaren Films erleichtern, wodurch der Durchsatz durch die Vorrichtung weiter verkürzt wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine schematische Draufsicht auf ein Film-entfernungssystem.

Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht einer

Ultraviolett-Bestrahlungseinheit (UV).

Fig. 3 ist eine schematische Querschnittsansicht einer Filmmodifikationseinheit (VOS).

Fig. 4 ist ein Schema, das den schematischen Aufbau eines Steuersystems im Filmentfernungssystem zeigt.

Fig. 5 ist ein Ablaufdiagramm, das einen Entfernungsprozess eines ArF-Resistfilms und eines Antireflexionsfilms zeigt.

Fig. 6A ist eine Querschnittsansicht, die beispielhaft einen Entfernungsprozess für den ArF-Resistfilm zeigt.

Fig. 6B ist eine Querschnittsansicht, die beispielhaft den Entfernungsprozess für den ArF-Resistfilm zeigt.

Fig. 6C ist eine Querschnittsansicht, die beispielhaft den Entfernungsprozess für den ArF-Resistfilm zeigt.

Fig. 6D ist eine Querschnittsansicht, die beispielhaft den Entfernungsprozess für den ArF-Resistfilm zeigt.

Fig. 6E ist eine Querschnittsansicht, die beispielhaft den Entfernungsprozess für den ArF-Resistfilm zeigt.

Fig. 7 ist ein Diagramm, das die Abtrenngeschwindigkeiten einer Ausführungsform und eines Vergleichsbeispiel im Vergleich zeigt.

Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm, das ein weiteres Entfernungsverfahren für einen ArF-Resistfilm und einen Antireflexionsfilm zeigt.

#### Beste Art der Durchführung der Erfindung

Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung detailliert beschrieben. Fig. 1 ist eine Draufsicht, die den schematischen Aufbau eines Filmentfernungssystems 100 zum Entfernen eines ArF-Resistfilms, eines Antireflexionsfilm (BARC) für eine ArF-Welle, eines einer Ionenimplantation mit hoher Dosis unterzogenen Films od. dgl. (nachstehend als "ArF-Resistfilm od. dgl." bezeichnet), welcher im Herstellungsverfahren für eine Halbleitervorrichtung nicht mehr erwünscht ist, zeigt.

Das Filmentfernungssystem 100 weist eine Trägerstation 4, in der ein Träger C von einem anderen Behandlungssystem od. dgl. kommende Wafer W aufnimmt und die den Träger C mit den behandelten Wafern W im Filmentfernungssystem 100 zu einem Behandlungssystem od. dgl. bringt, wo die nächste Behandlung stattfindet; eine Behandlungsstation 2 mit einer Mehrzahl von Behandlungseinheiten zur Durchführung eines Modifikations-



prozesses an einem auf einem Wafer W vorgesehenen ArF-Resistfilm od. dgl., eines anschließenden Entfernungsprozesses und dgl.; eine Übertragungsstation 3 zum Transferieren der Wafer W zwischen der Behandlungsstation 2 und der Trägerstation 4; und eine chemische Station 5 zur Herstellung, Aufbereitung und Lagerung einer chemischen Lösung, von Reinwasser, eines Gases od. dgl. zur Verwendung in der Behandlungsstation 2 auf.

Die Trägerstation 4 weist eine Plattform 6 auf, wo Träger C an drei Stellen entlang der Y-Richtung im Schema angeordnet werden können. Die Wafer W werden im Träger C in annähernd horizontalem Zustand in einem konstanten Abstand in vertikaler Richtung (Z-Richtung) gehalten. Ein Steuerteil (Computer) zur Steuerung der Behandlungen der Wafer W im Filmentfernungssystem 100 ist im Raum unterhalb der Plattform 6 eingebaut. An der Übertragungsstation 3 befindet sich eine Wafer-Übertragungseinrichtung 7, die die Wafer W zwischen dem auf der Plattform 6 angeordneten Träger C der Trägerstation 4 und nachstehend erläuterten und an der Behandlungsstation 2 vorgesehenen Wafer-Halterungseinheiten (TRS) 18a, 18b transferiert.

Die Wafer-Halterungseinheiten (TRS) 18a, 18b, die in zwei Stufen vertikal gestapelt sind (18b befindet sich unterhalb von 18a), sind an der Behandlungsstation 2 auf der Seite der Übertragungsstation 3 angeordnet. Eine Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14, die den Wafer W in der Behandlungsstation 2 transportiert, ist etwa in der Mitte der Behandlungsstation 2 vorgesehen. Eine UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 zur Durchführung einer UV-Bestrahlungsbehandlung an einem auf der Oberfläche des Wafers W gebildeten ArF-Resistfilm od. dgl. ist an der Behandlungsstation 2 auf der Seite der chemischen Station 5 angeordnet.

Eine vertikale Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau der UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 zeigt, ist in Fig. 2 dargestellt. Die UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 weist eine Plattform 22 zur Anbringung eines Wafers W, eine Heizeinrichtung 23 zum Aufheizen der Plattform 22 und eine UV-Lichtquelle 25 auf, die die Oberfläche des auf der Plattform 22 angeordneten Wafers W mit UV-Strahlen in einem Gehäuse 21 bestrahlt, dessen eine Seite offen ist.

Bevorzugt wird eine UV-Lampe oder ein Excimerlaser mit einer Lichtwellenlänge von 172 nm bis 193 nm als UV-Lichtquelle 25

verwendet, und noch mehr bevorzugt wird ein ArF-Excimerlaser verwendet. Dies deshalb, weil die Lichtwellenlänge der UV-Lichtquelle 25 fast gleich oder gleich der Belichtungswellenlänge ist und die molekulare Struktur eines ArF-Resistfilms od. dgl. leichter verändern kann. Durch Aufheizen der Heizeinrichtung 23 und Erwärmen des Wafers W über die Plattform 22 kann die Temperatur des Wafers W in der Ebene vereinheitlicht werden, und die molekulare Struktur des ArF-Resistfilms od. dgl. kann durch die UV-Bestrahlung gleichmäßig verändert werden.

Die Plattform 22 ist nach rechts und links horizontal verschiebbar, und die UV-Lichtquelle 25 kann UV-Strahlen zur Plattform 22 linear oder in einer Entfernungform aussenden, wobei eine zur Papierfläche vertikale Richtung die Längsrichtung ist, so dass bei Verschieben der Plattform 22 nach rechts und links, während UV-Licht von der UV-Lichtquelle 25 zur Plattform 22 gesendet wird, die UV-Strahlen auf die Oberfläche des auf der Plattform 22 liegenden Wafers W gestrahlt werden. Ein Stickstoffgas ( $N_2$ -Gas) kann in das Gehäuse 21 geleitet werden, damit die Sauerstoffkonzentration im Gehäuse 21 reduziert werden kann.

Acht Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h zur Behandlung des dem UV-Bestrahlungsprozess unterzogenen Wafers W mit Ozongas ( $O_3$ -Gas) und Wasserdampf sind in zwei Kolonnen in vier Reihen auf der Rückseite der Behandlungsstation 2 angeordnet (15b bis 15d sind übereinander unterhalb von 15a und 15f bis 15h sind übereinander unterhalb von 15e angeordnet).

Fig. 3 zeigt in einer vertikalen Querschnittsansicht den schematischen Aufbau der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a. Die Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a weist eine den Wafer W aufnehmende Kammer 30 auf, die einen feststehenden unteren Behälter 41a und einen die Oberseite des unteren Behälters 41a abdeckenden Deckel 41b enthält, wobei der Deckel 41b mit Hilfe eines an einem Rahmen 42 der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a befestigten Zylinders 43 auf und ab bewegt werden kann.

Ein O-Ring 51 ist an der Oberseite eines hochstehenden Bereichs am Umfangsrand des unteren Behälters 41a angeordnet. Bei einer Abwärtsbewegung des Deckels 41b mit Hilfe des Zylinders 43 kommt der Umfangsrand der Unterseite des Deckels 41b in Anlage auf der Oberseite des aufrechten Bereichs am Umfangsrand des unteren Behälters 41a, und der O-Ring 51 wird zusammengedrückt, wodurch ein dichter Behandlungsraum in der Kammer 30 gebildet

wird.

Eine Plattform 33, auf der ein Wafer W angeordnet ist, ist am unteren Behälter 41a vorgesehen, und eine Mehrzahl von Näherungsstiften 44 zur Abstützung des Wafers W sind an mehreren Stellen auf der Oberfläche der Plattform 33 vorgesehen. Eine Heizeinrichtung 45a ist in der Plattform 33 eingebaut, und eine Heizeinrichtung 45b ist im Deckel 41b eingebaut, wodurch die Plattform 33 bzw. der Deckel 41b auf vorherbestimmten Temperaturen gehalten werden können. So kann der Innenraum der Kammer 30 auf einer vorherbestimmten Temperatur gehalten werden, und die Temperatur des Wafers W kann konstant gehalten werden.

Klauenelemente 46 zur Halterung des Wafers W sind an der Unterseite des Deckels 41b an beispielsweise drei Stellen vorgesehen (in Fig. 3 sind nur zwei Stellen gezeigt). Die Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14 bringt den Wafer W zu den Klauenelementen 46. Bei einer Abwärtsbewegung des Deckels 41b, während die Klauenelemente 46 den Wafer W halten, wird der Wafer W während der Abwärtsbewegung zu den auf der Plattform 33 befindlichen Näherungsstiften 44 transferiert.

Ein Gaseinlass 34a zur Einleitung eines  $O_3$ -Gases und von Wasserdampf in das Innere und ein Gasauslass 34b zur Ableitung des  $O_3$ -Gases und Wasserdampfs nach außen sind am unteren Behälter 41a derart angeordnet, dass das  $O_3$ -Gas und der Wasserdampf annähernd horizontal in die Veränderungseinrichtung 30 strömen. In Fig. 3 sind die Höhenlagen des Gaseinlasses 34a und des Gasauslasses 34b niedriger gezeigt als die Höhe des auf den Näherungsstiften liegenden Wafers W, doch können der Gaseinlass 34a und der Gasauslass 34b höher als diese Positionen vorgesehen sein.

Eine Behandlungsgas-Aufgabevorrichtung 16, die mit dem Gaseinlass 34a der Kammer 30 verbunden ist und der Kammer 30  $O_3$ -Gas und Wasserdampf zuführt, enthält eine  $O_3$ -Gas-Zufuhreinrichtung 27 zur Zuführung des durch Ozonisierung eines Sauerstoffgases ( $O_2$ -Gases) erzeugten  $O_3$ -Gases zur Kammer 30, und eine Wasserdampf-Zufuhreinrichtung 28 zur Verdampfung von Reinwasser, um Wasserdampf zu erzeugen und den Dampf zur Kammer 30 zu leiten. Das  $O_3$ -Gas wird beispielsweise durch Öffnen bzw. Schließen eines an einer Zufuhrleitung vorgesehenen Auf-Zu-Ventils 27a von der  $O_3$ -Gas-Zufuhreinrichtung 27 zur Kammer 30 zugeführt. Desgleichen wird Wasserdampf von der Wasserdampf-Zufuhreinrichtung 28 der

Kammer 30 zugeführt, indem ein an einer Zufuhrleitung vorgesehenes Auf-Zu-Ventil 28a geöffnet bzw. geschlossen wird. Daher wird beim Öffnen des Auf-Zu-Ventils 28a und beim Schließen des Auf-Zu-Ventils 27a nur Wasserdampf zu den an den Film-modifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15 h vorgesehenen Kammern 30 geleitet.

Eine an den Gasauslass 34b angeschlossene Evakuierungsvorrichtung 32 zur Evakuierung des Inneren der Kammer 30 enthält eine Einrichtung zur Durchführung einer Zwangsevakuierung, wie eine Vakuumpumpe oder einen Saugapparat, und ein Regelventil zur Einstellung der Durchflussmenge des zu evakuierenden Gases aus der Kammer 30. Wird das Innere der Kammer 30 durch kontinuierliches Zuführen des Gases in die Kammer 30 unter Überdruck gehalten, sollte nur die Einstellung des Regelventils ohne Betätigung der Vakuumpumpe od. dgl. durchgeführt werden.

Ein Drucksensor 48 zur Messung eines Evakuierungsdrucks (gleich dem Druck in der Kammer 30) ist an dem an der Kammer 30 vorgesehenen Gasauslass 34b angeordnet. Die Stelle der Anordnung des Drucksensors 48 ist nicht hierauf beschränkt, und es kann jede Stelle gewählt werden, wo der Innendruck der Kammer 30 gemessen werden kann.

Wie nachstehend noch erläutert wird, wird die Behandlung des Wafers W mit dem Behandlungsgas vorzugsweise durchgeführt, während das Innere der Kammer 30 auf einem konstanten Überdruck gehalten wird. Daher erfolgt zur Verhinderung eines Entweichens des Behandlungsgases auf der Kammer 30 durch den Raum zwischen dem unteren Behälter 41a und dem Deckel 41b die Abdichtung des unteren Behälters 41a und Deckels 41b nicht nur abhängig von der Druckkraft des Zylinders 43, sondern auch durch Festspannen von an den Stirnflächen des unteren Behälters 41a und Deckels 41b vorgesehenen Vorsprüngen 47a, 47b mit Hilfe einer Verriegelungseinrichtung 35.

Ein Paar Vorsprünge 47a, 47b ragen in vertikaler Richtung überlappend vor, und beispielsweise vier Paare von Vorsprüngen 47a, 47b sind am Außenumfang der Kammer 30 in gleichen Abständen vorgesehen, wobei Spaltenbereiche 49 (siehe rechter Teil der Fig. 3) zwischen den einzelnen Paaren gebildet sind. Durch die Verriegelungseinrichtung 35 werden der untere Behälter 41a und der Deckel 41b in engen Kontakt miteinander gebracht, indem die Vorsprünge 47a, 47b zwischen Rollen 59a, 59b gehalten werden,

jedoch kann der Deckel 41b frei auf und ab bewegt werden, wenn die Rollen 59a, 59b zu den Stellen der Spaltenbereiche 49 bewegt werden.

Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a und 12d, die eine Flüssigkeitsbehandlung an den den Behandlungen in den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h unterzogenen Wafern W durchführen, sind vor der Behandlungsstation 2 in zwei Kolonnen und zwei Reihen angeordnet (wobei sich 12b unterhalb 12a und 12d unterhalb von 12c befindet). Auch wenn kein detaillierter Aufbau der Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a und 12d veranschaulicht ist, enthält jede Einheit eine drehbare Schleuderspanneinrichtung zum Festhalten des Wafers W, eine die Schleuderspanneinrichtung umgebende Schale, eine Düse für eine chemische Flüssigkeit zur Zuführung einer alkalischen chemischen Flüssigkeit zur Oberfläche des von der Schleuderspanneinrichtung gehaltenen Wafers W, eine Reinwasser-Düse zur Zuführung von Reinwasser und eine Gas-Sprühdüse zum Sprühen eines trockenen Gases auf den Wafer W im Zuge der Schleudertrocknung nach einem Spülprozess mit Reinwasser.

Die chemische Station 5 enthält die bereits beschriebene Behandlungsgas-Aufgabevorrichtung 16, eine N<sub>2</sub>-Gas-Zufuhrvorrichtung 29 zur Zuführung eines N<sub>2</sub>-Gases zur Reinigung des Innenraums der in den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h vorgesehenen Kammern 30 und eines den Gas-Sprühdüsen der Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a bis 12d zuzuführenden N<sub>2</sub>-Gases zu den einzelnen Einheiten sowie eine Behandlungsflüssigkeit-Aufgabevorrichtung 17 zur Zuführung von Reinwasser und einer alkalischen chemischen Flüssigkeit zu den Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a bis 12d. Werden ein O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf aus der Behandlungsgas-Aufgabevorrichtung 16 zur Kammer 30 zugeführt, kann eine vorherbestimmte Menge N<sub>2</sub>-Gas gleichzeitig zur Kammer 30 in einer Menge zugeführt werden, die keine negativen Auswirkungen auf die Modifikation eines ArF-Resistfilms od. dgl. durch das O<sub>3</sub>-Gas und den Wasserdampf hat.

Fig. 4 zeigt den schematischen Aufbau des Steuersystems des Filmentfernungssystems 100. Ein Steuerteil (d.h. ein Computer) 110 zur Steuerung der Behandlung des Wafers W durch das Filmentfernungssystem 100 enthält eine Prozesssteuerung (CPU) 111, einen Datenein-/ausgabe-Teil 112 mit beispielsweise einer Tastatur für einen Prozessleiter zur Durchführung einer Befehls-

eingabeoperation od. dgl. zwecks Festlegung von Behandlungsbedingungen od. dgl. für den Wafer W, eine Anzeige od. dgl. zur Sichtbarmachung und Anzeige der Rechenergebnisse durch die Prozesssteuerung (CPU) 111, des Status des Fortschritts od. dgl. des Spülprozesses und einen Speicherteil 113 mit gespeicherten Programmen und Anweisungen zur Steuerung des Filmentfernungs-systems 100 sowie Daten od. dgl. über durchgeführte Prozesse.

Genauer gesagt speichert der Speicherteil 113 Prozessprogramme 115, die die Prozesssteuerung (CPU) 111 veranlassen, die Steuerung beispielsweise des Transports des Wafers W im Filmentfernungssystem 100, verschiedener die einzelnen Behandlungseinheiten bildender elektrischer Ausrüstungen und Einrichtungen für den mechanischen Antrieb derselben, der Zufuhr und des Zufuhrstopps von O<sub>3</sub>-Gas, Wasserdampf, Reinwasser und dgl. auszuführen sowie eine Reihe von Behandlungen von der UV-Bestrahlungsbehandlung über die Filmmodifikationsbehandlung mit O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf bis zur Flüssigkeitsbehandlung zum Entfernen eines Films mit Reinwasser oder einer alkalischen chemischen Lösung vom Wafer W, die nachstehend noch detailliert beschrieben werden, durchzuführen, und Anweisungen 116, in denen aufgezeichnete Zeitzuordnungen, eine Transferroute, die Auswahl von Reinwasser und einer alkalischen chemischen Lösung, die Zufuhrgeschwindigkeit und -dauer, die Zufuhrmenge von N<sub>2</sub>-Gas und dgl. in der Behandlungsserie gespeichert sind. Die Programme 115 und Anweisungen 116 werden beispielsweise in einem fixen Speichermedium wie einer Festplatte (HD) oder einem Speicher (RAM od. dgl.), und verschiedenen tragbaren Aufzeichnungemedien wie einer CD-ROM (oder CD-R od. dgl.), einer DVD-ROM (oder einer DVD-R od. dgl.) und einer MO-Platte (magnetooptischen Platte) gespeichert und sind durch die Prozesssteuerung (CPU) 111 lesbar.

Der Speicherteil 113 kann Daten über eine Behandlung speichern, die vom Filmentfernungssystem 100 durchgeführt wird, z.B. Ausführungsdaten 117 wie die Losnummer des Wafers W, die verwendete Prozessanweisung, den Behandlungszeitpunkt, das eventuelle Eintreten einer Betriebsstörung verschiedener Antriebs-Einrichtungen im Prozess. Solche Ausführungsdaten 117 können auf verschiedene tragbare Speichermedien wie CD-R und MO-Platten kopiert und übertragen werden.

Die Prozesssteuerung (CPU) 111 liest das Prozessprogramm 115

sowie die Anweisung 116 und sendet beispielsweise ein Steuersignal zum Transfer des Wafers W an die Wafer-Übertragungseinrichtung 7 und die Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14, ein Steuersignal zum Ein-/Ausschalten der UV-Lichtquelle 25 an die UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19, ein Steuersignal zum Öffnen und Schließen der an den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h vorgesehenen Kammern 30 an den Zylinder 43, ein Steuersignal zum Zuführen und Stoppen der Zufuhr von O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf zur Kammer 30 an die O<sub>3</sub>-Gas-Zufuhreinrichtung 27 bzw. die Wasserdampf-Zufuhreinrichtung 28 und ein Steuersignal zur Einstellung der Zufuhrgeschwindigkeiten von Reinwasser und chemischer Flüssigkeit zu den Wafern W in den Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a bis 12d an die Behandlungsflüssigkeit-Zufuhreinrichtung 17.

Für die Prozesse in den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15 bis 15h ist die Prozesssteuerung (CPU) 111 vorzugsweise so aufgebaut, dass die Prozesse überwacht werden und basierend auf dem vom Drucksensor 48 gemessenen Wert bei Auftreten einer allfälligen Störung ein Alarm ausgelöst wird. Bevorzugt sind verschiedene das Filmentfernungssystem 100 bildende Einrichtungen und dgl. auch so aufgebaut, dass eine bidirektionelle Kommunikation zur Zuführung von Daten, die die Abwicklung der Operationen der verschiedenen das Filmentfernungssystem 100 bildenden Einrichtungen repräsentieren, mit der Prozesssteuerung (CPU) 111 stattfindet. Fig. 3 veranschaulicht nur die wichtigsten von der Prozesssteuerung (CPU) 111 angesteuerten Einrichtungen od. dgl., aber nicht alle Einrichtungen.

Als nächstes werden Verfahren zum Entfernen eines auf einem Wafer W gebildeten ArF-Resistfilms od. dgl. unter Verwendung des oben beschriebenen Filmentfernungssystems 100 anhand der Verfahrensbeispiele 1 bis 5 beschrieben. Zuerst werden im ersten Verfahren separat ein ArF-Resistfilm mit einem vorherbestimmten Schaltungsmuster auf der Oberfläche einer zu ätzenden Schicht sowie ein Antireflexionsfilm 65 entfernt. Fig. 5 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm für das erste Verfahren. Die Fig. 6A bis 6E sind Querschnittsansichten, die beispielhaft das Entferungsverfahren für einen ArF-Resistfilm 66 zeigen.

Fig. 6A zeigt einen Wafer (das Substrat ist nicht dargestellt) mit einem Isolierfilm 60, auf dem eine untere Verdrehung (z.B. ein Kupferdraht) 62 über eine metallische

Barrierschicht 61 vorgesehen ist, mit einem Stoppfilm 63 (z.B. einem SiN-Film oder einem SiC-Film), einem Isolierfilm 64 (z.B. ein SiO<sub>2</sub>-Film), einem mit ArF kompatiblen Antireflexionsfilm 65 und dem Resistfilm 66. Ein Schaltungsmuster wie jenes des ArF-Resistfilms 66 wird beispielsweise durch Trockenätzen auf dem Isolierfilm 64 gebildet.

Ein die Wafer haltender Träger C wird auf der an der Trägerstation 4 der Behandlungsstation 2 des Filmentfernungssystems 100 vorgesehenen Plattform 6 durch einen Bediener oder eine automatische Übertragungseinrichtung montiert (Schritt 1). Ein bestimmter Wafer wird mit Hilfe der Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14 vom Träger C abgenommen, zur Wafer-Halterungseinheit (TRS) 18b transferiert, von wo der Wafer zur UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 transferiert und von der Wafer-Hauptübertragungseinrichtung auf der Plattform 22 angeordnet wird (Schritt 2).

In der UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 werden unter Absenkung der Sauerstoffkonzentration innerhalb des Gehäuses 21 auf einen vorherbestimmten Wert oder darunter mit Hilfe eines in das Gehäuse 21 geleiteten N<sub>2</sub>-Gases von der UV-Lichtquelle 25 UV-Strahlen zur Plattform 22 gesendet, und die Plattform 22 wird dabei horizontal mit einer vorherbestimmten Geschwindigkeit überstrichen, wodurch die UV-Strahlen die gesamte Oberfläche des auf der Plattform 22 liegenden Wafers bestrahlen (Schritt 3).

Dieser UV-Bestrahlungsprozess verändert den auf dem Wafer gebildeten ArF-Resistfilm derart, dass er durch die Einwirkung von O<sub>3</sub>-Gas und von Wasserdampf, die später stattfindet, eine wasserlösliche Eigenschaft verliehen bekommt. Fig. 6B zeigt beispielhaft den Zustand nach dem Prozess in Schritt 3. Zur Erhöhung der Bestrahlungsmenge des Wafers mit UV-Strahlen wird die Intensität der von der UV-Lichtquelle 25 zu entsendenden UV-Strahlen verstärkt oder die Überstreichgeschwindigkeit der Plattform 22 verringert oder die Anzahl der Überstreichungen des Wafers erhöht.

Der der UV-Bestrahlung unterzogene Wafer wird mit Hilfe der Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14 von der UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 zu der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a (oder einer von 15b bis 15h) gebracht. In der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a erzeugen die in der Kammer 30 vorgesehenen Heizeinrichtungen 45a, 45b normalerweise Wärme, und nach einer Ver-

gleichmäßigung der Temperaturverteilung des in der Kammer 30 gehaltenen Wafers W wird nur  $O_3$ -Gas von der  $O_3$ -Gaszufuhreinrichtung 27 in die Kammer 30 geleitet, um zuerst das Innere der Kammer 30 zu reinigen, wobei der Innendruck der Kammer 30 auf einen vorherbestimmten Überdruck (d.h. einen höheren Druck als der Außendruck der Kammer 30 (normalerweise Atmosphärendruck)) gebracht wird.

Wird die Temperatur des Deckels 41b um eine bestimmte Temperatur höher als die Temperatur der Plattform 33 eingestellt, so steigt die Dichte des Wasserdampfs in der Kammer 30 auf der Seite der Plattform 33 mehr als auf der Seite des Deckels 41b, wenn später Wasserdampf in die Kammer 30 geleitet wird, wodurch es möglich wird, den Wasserdampf wirkungsvoll auf den Wafer W aufzubringen.

Anschließend wird unter Beibehaltung der  $O_3$ -Gas-Zufuhr Wasserdampf von der Wasserdampf-Zufuhreinrichtung 28 der Kammer 30 zugeführt (Schritt 5), wobei die Zufuhrmengen an  $O_3$ -Gas und Wasserdampf zur Kammer 30 und die Abfuhrmengen derselben aus der Kammer 30 derart eingestellt werden, dass keine Taukondensation in der Kammer 30 stattfindet und sich in der Kammer 30 ein vorherbestimmter Überdruck einstellt. Das  $O_3$ -Gas und der Wasserdampf können den auf dem Wafer gebildeten ArF-Resistfilm 66 und einen am Wafer anhaftenden Polymerrückstand (z.B. einen nach dem Ätzprozess erzeugten Polymerrückstand) in einen wasserlöslichen Zustand überführen. Kommt es zu einer Taukondensation auf der Oberfläche des Wafers W, so beginnt sich der Resistlack samt Wafer in jenem Bereich aufzulösen, wo sich Flüssigkeitströpfchen bilden, so dass der Modifikationszustand ungleichmäßig wird und sich ein Resistrückstand bildet.

Fig. 6C zeigt exemplarisch den Zustand, in dem der Prozess in Schritt 5 beendet und der ArF-Resistfilm verändert ist. Es sei bemerkt, dass „der ArF-Resistfilm wird in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt“ bedeutet, dass sich die Eigenschaft des ArF-Resistfilms dahingehend verändert, dass dieser mit Reinwasser leicht gelöst wird, wobei der ArF-Resistfilm auf dem Wafer bestehen bleibt. Auch wenn  $O_3$ -Gas und Wasserdampf den ArF-Resistfilm 66 und den Polymerrückstand verändern, fügen sie dem Isolierfilm 64 keinen Schaden zu.

Sobald die Behandlung des Wafers W mit dem  $O_3$ -Gas und Wasserdampf beendet ist, wird die Zufuhr von  $O_3$ -Gas und Wasser-

dampf zur Kammer 30 gestoppt und  $N_2$ -Gas von der  $N_2$ -Gas-Zufuhreinrichtung 29 in die Kammer 30 geleitet, um das Innere der Kammer 30 zu reinigen. Wird zu diesem Zeitpunkt eine große Menge  $N_2$ -Gas rasch in die Kammer 30 geleitet, kann eine drastische Druckänderung in der Kammer 30 eine Taukondensation auf dem Wafer W bewirken, so dass die Zufuhrgeschwindigkeit des Stickstoffgases vorzugsweise zuerst relativ gering eingestellt und nach Zufuhr einer konstanten Menge  $N_2$ -Gas in die Kammer 30 die Zu- und Abfuhrgeschwindigkeit des Stickstoffgases erhöht wird. Dadurch kann die Reinigungszeit mit dem  $N_2$ -Gas verringert werden. Bei der Reinigung mit  $N_2$ -Gas wird das  $O_3$ -Gas zur Gänze aus der Evakuiervorrichtung 32 entfernt, so dass das  $O_3$ -Gas nicht von der Evakuiervorrichtung 32 im Gegenstrom fließt und beim späteren Öffnen der Kammer 30 aus der Kammer 30 ausströmt.

Nach Beendigung der Reinigung der Kammer 30 mit  $N_2$ -Gas wird die Kammer 30 geöffnet, nachdem festgestellt worden ist, dass der Innendruck der Kammer 30 und der Außendruck gleich sind. Nach der Behandlung in Schritt 5 ist der ArF-Resistfilm in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt, ist aber nicht vom Wafer W entfernt. Daher wird zum Abspülen des veränderten ArF-Resistfilms und Entfernen des Films vom Wafer W der Wafer W mit Hilfe der Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14 von der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a zu der Flüssigkeitsbehandlungseinheit (LCU) 12a (oder irgendeiner von 12b bis 12d) gebracht (Schritt 6).

In der Flüssigkeitsbehandlungseinheit (LCU) 12a wird der ArF-Resistfilm durch Drehen des Wafers unter Zufuhr einer konstanten Menge von Reinwasser zur Oberfläche des in annähernd horizontalem Zustand gehaltenen Wafers vom Wafer entfernt (Schritt 7). Fig. 6D zeigt beispielhaft den Zustand nach dem Prozess in Schritt 7. Beim Prozess in Schritt 7 wird auch der Polymerrückstand vom Wafer entfernt. Nach Beendigung des Spülprozesses in Schritt 7 wird der Wafer W zur Schleudertrocknung des Wafers W mit hoher Geschwindigkeit gedreht (Schritt 8). Vorzugsweise erfolgt der Prozess in Schritt 8 unter Besprühen der Oberfläche des Wafers W mit  $N_2$ -Gas.

Nach Beendigung des Prozesses in Schritt 8 verbleibt der Antireflexionsfilm 65 auf dem Isolierfilm 64. Zur Entfernung des Antireflexionsfilms 65 wird daher der zuvor am ArF-Resistfilm durchgeführte Prozess wiederholt. Der dem Prozess in Schritt 8

unterzogene Wafer W wird also zur UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 gebracht (Schritt 9), wo UV-Strahlen auf den Antireflexionsfilm 65 gestrahlt werden (Schritt 10), dann wird der Wafer W aus der UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 zur Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a transferiert (Schritt 11), und der Antireflexionsfilm 65 wird mit O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt (Schritt 12). Anschließend wird der Wafer W aus der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a zur Flüssigkeitsbehandlungseinheit (LCU) 12a gebracht (Schritt 13), der Wafer W wird zur Entfernung des veränderten Antireflexionsfilms 65 gespült (Schritt 14), und der Wafer W wird trockengeschleudert (Schritt 15). So kann der Antireflexionsfilm 65 vom Isolierfilm 64 abgetrennt werden. Fig. 6E zeigt beispielhaft den Zustand nach dem Prozess in Schritt 15.

Der Wafer W, von dem der ArF-Resistfilm 66 und der Antireflexionsfilm 65 auf diese Weise entfernt worden sind, wird mit Hilfe der Wafer-Hauptübertragungseinrichtung 14 von der Flüssigkeitsbehandlungseinheit (LCU) 12a zur Wafer-Halterungseinheit (TRS) 18a gebracht, und von dort wird er mittels der Wafer-Übertragungseinrichtung 7 zurück zum Träger C befördert (Schritt 16). Wenn alle aus dem Träger C gebrachten und der Behandlung im Filmentfernungssystem 100 unterzogenen Wafer W zurück zum Träger C transferiert worden sind, wird der Träger C zu der den nächsten Prozess an den Wafern W ausführenden Einrichtung od. dgl. gebracht (Schritt 17).

Es ist erkennbar, dass dann, wenn der Antireflexionsfilm zur Oberfläche des Wafers W freiliegt, das erste Verfahren nur zum Entfernen des Antireflexionsfilms verwendet werden kann. In diesem Fall ist der Antireflexionsfilm nicht auf einen mit ArF kompatiblen Antireflexionsfilm beschränkt, sondern kann mit KrF-Strahlen oder g-Strahlen kompatibel sein. Auch wenn ein solcher mit KrF-Strahlen oder g-Strahlen kompatibler Antireflexionsfilm üblicherweise mittels CMP oder mittels Trockenveraschung entfernt wird, kann der Antireflexionsfilm mit dem ersten Verfahren innerhalb kurzer Zeit entfernt werden. Da der Wafer W nicht zu einer Einrichtung zur Durchführung von CMP oder Trockenveraschung transferiert werden muss, können Gesamtbehandlungszeit, Behandlungskosten und Gerätekosten verringert werden.

Als nächstes werden Beispiele gemäß dem ersten Verfahren und

ein Vergleichsbeispiel erläutert. Es wurde eine Mehrzahl von Wafern mit einem darauf gebildeten ArF-Resistfilm hergestellt. In den Beispielen wurden die UV-Bestrahlungsbehandlung durch die UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19, die Behandlung mit dem O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf in den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h sowie der Spülprozess und Trockenschleuderprozess in den Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a bis 12d an diesen Wafern durchgeführt, und es wurden die Geschwindigkeiten der Entfernung der Resistfilme od. dgl. überprüft.

Die Behandlungen in der UV-Bestrahlungseinheit (UV) 19 wurden unter Bedingungen durchgeführt, unter denen die Wafer unter Verwendung eines Excimerlasers mit einer Emissionswellenlänge von 172 nm als UV-Lichtquelle 25 überstrichen wurden, wobei die Entladungsfrequenz auf 2000 kHz bzw. 150 kHz und die Temperatur der Wafer auf 25°C bzw. 100°C eingestellt wurden. Was die Behandlungsbedingungen in den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h anlangt, so betrug die Ozongas-Konzentration 200 g/Nm<sup>3</sup>, der O<sub>3</sub>-Gas-Durchsatz 4 l/min, die Kammertemperatur 115°C, der Kammerdruck 75 kPa, der Wasserdampf-Durchsatz 8 ml/min, die Wasserdampf-Temperatur 120°C, der Wasserdampf-Druck 95 kPa und die Zufuhrdauer von O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf 60 Sekunden. Das N<sub>2</sub>-Gas wurde der Kammer 30 mit 4 ml/min gleichzeitig mit dem O<sub>3</sub>-Gas zugeführt.

Zum Vergleich wurden Wafer mit einem darauf gebildeten ArF-Resistfilm unter denselben Bedingungen wie in den Beispielen, aber ohne Durchführung der UV-Bestrahlungsbehandlung von den Filmmodifikationseinheiten (VOS) 15a bis 15h bearbeitet, und die Spülung und Schleudertrocknung erfolgten durch die Flüssigkeitsbehandlungseinheiten (LCU) 12a bis 12d, dann wurden die Entfernungsgeschwindigkeiten der Resistfilme od. dgl. überprüft.

Fig. 7 zeigt ein Diagramm, in dem die Entfernungsgeschwindigkeit der Ausführungsform mit jener des Vergleichsbeispiels verglichen wird. Die Messung der Entfernungsgeschwindigkeit erfolgt zweimal pro Beispiel bzw. Vergleichsbeispiel. Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist die Entfernungsgeschwindigkeit im Vergleichsbeispiel ohne Durchführung eines UV-Bestrahlungsprozesses extrem niedrig, so dass das Behandlungsverfahren des Vergleichsbeispiels in der Praxis nicht in einem Herstellungsprozess für Halbleitervorrichtungen verwendet werden kann. Hingegen tendiert die Entfernungsgeschwindigkeit

gemäß den Beispielen, während die Temperatur der Wafer die Entfernungsgeschwindigkeit kaum beeinflusst, dazu, bei einer hohen Entladungsfrequenz anzusteigen, und die erzielte Entfernungsgeschwindigkeit ist etwa 35 bis 50 Mal höher als jene des Vergleichsbeispiels. Es scheint daher, dass die UV-Bestrahlungsbehandlung die Eigenschaft des ArF-Resistfilms derart verändert hat, dass der ArF-Resistfilm durch die Behandlung mit dem O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf wahrscheinlich wasserlöslich geworden ist. Das Prinzip der Veränderung des ArF-Resistfilms im UV-Bestrahlungsprozess ist jedoch unklar. Das Behandlungsverfahren der Ausführungsform kann im Wesentlichen in einem Herstellungsprozess für Halbleitervorrichtungen verwendet werden.

Während der Antireflexionsfilm 65 und der ArF-Resistfilm 66 im ersten Verfahren getrennt entfernt werden, erfolgt die Entfernung des Antireflexionsfilms 65 und des ArF-Resistfilms 66 beim zweiten Verfahren gleichzeitig. Im zweiten Verfahren werden die Behandlungen in der Reihenfolge der in Fig. 5 dargestellten Schritte 1 bis 8, 16 und 17 durchgeführt, doch findet die Behandlung in Schritt 3 unter Verstärkung der UV-Bestrahlungsmenge (Intensität) im UV-Bestrahlungsprozess statt. Das zweite Verfahren kann dann verwendet werden, wenn andere Bereiche als der Antireflexionsfilm 65 und der ArF-Resistfilm 66 keinen Schaden durch die UV-Bestrahlung erleiden.

Als nächstes wird nun das dritte Verfahren beschrieben. Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm für einen schematischen Entfernungsprozess für den ArF-Resistfilm und den Antireflexionsfilm gemäß dem dritten Verfahren. Auch wenn im dritten Verfahren genauso wie im ersten Verfahren der ArF-Resistfilm mit einem vorherbestimmten Schaltungsmuster auf der Oberfläche einer zu ätzenden Schicht separat vom Antireflexionsfilm entfernt wird, unterscheidet sich dieses hinsichtlich des Verfahrens der Behandlung des Wafers W mit O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf in der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a, und dieser Punkt wird nunmehr im Detail beschrieben.

Der Wafer W, für den der UV-Bestrahlungsprozess am ArF-Resistfilm gemäß den Schritten 21 bis 24, die den Schritten 1 bis 4 der Fig. 5 entsprechen, beendet ist, wird zur Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a gebracht. Danach wird, wenn die Temperaturverteilung des in der Kammer 30 gehaltenen Wafers W annähernd konstant geworden ist, O<sub>3</sub>-Gas mit einem konstanten

Durchsatz in die Kammer 30 geleitet, um das Innere der Kammer 30 unter Druck zu setzen (Schritt 25). Anschließend wird Wasserdampf mit einem konstanten Durchsatz in die Kammer 30 geleitet, während das O<sub>3</sub>-Gas mit einem konstanten Durchsatz zugeführt wird (Schritt 26).

In Schritt 26 wird die Abfuhrmenge aus der Kammer 30 so eingestellt, dass der Druck in der Kammer 30 konstant gehalten wird, um keine Taukondensation in der Kammer 30 zu bewirken. Dies deshalb, weil es bei einer Taukondensation auf der Oberfläche des Wafers W zu einer Auflösung des Resistlacks in jenem Bereich kommen würde, wo sich Wassertröpfchen bilden, so dass der Modifikationszustand ungleichmäßig und ein Resistrückstand gebildet würde.

Genauer gesagt wird die Verhinderung der Taukondensation wie folgt durchgeführt. Es wird nämlich zuvor der Druck erfasst, bei dem es zu einer Taukondensation in der Kammer 30 kommt, wenn die der Kammer 30 zuzuführende Wasserdampfmenge konstant eingestellt ist und die Temperatur in der Kammer 30 auf einer vorherbestimmten Temperatur gehalten wird, und der Wert des Behandlungsdrucks wird kleiner eingestellt als der Druckwert, und diese werden als Informationen zur Anweisung 116 hinzugefügt. Dann steuert die Prozesssteuerung (CPU) 111 unter Berücksichtigung des mit dem Drucksensor 48 gemessenen Drucks die Ablassgeschwindigkeit aus der Kammer 30 derart, dass der Druck in der Kammer 30 den Druck, bei dem es zu einer Taukondensation kommt, nicht übersteigt, und auf dem eingestellten Druckwert gehalten wird.

Anschließend wird periodisch ein Zustand mit vielen Wassermolekülen in der Kammer 30 geschaffen, indem die Zufuhr von O<sub>3</sub>-Gas unter Aufrechterhaltung der Zufuhr von Wasserdampf in die Kammer 30 periodisch unterbrochen wird (Schritt 27). Beispielsweise wird ein Prozess unter Stoppen der Zufuhr von O<sub>3</sub>-Gas nach Verstreichen von 15 Sekunden ab Beginn der Zufuhr von Wasserdampf und Aufrechterhalten des Zustands über 5 Sekunden, dann Wiederaufnehmen der Zufuhr von Ozongas und Aufrechterhalten des Zustands über 15 Sekunden und dann Stoppen der Zufuhr von Ozongas und Aufrechterhalten des Zustands über 5 Sekunden mehrmals wiederholt. In Schritt 27 wird, auch wenn sich die Gesamtmenge des der Kammer 30 zuzuführenden Gases periodisch ändert, der Druck in der Kammer 30 unter Heranziehung des vom Drucksensor 48

gemessenen Werts wie oben ausgeführt durch Steuerung der Ausströmgeschwindigkeit aus der Kammer 30 konstant gehalten.

In den Prozessen der Schritte 26 und 27 greifen die Moleküle des  $O_3$ -Gases und Wasserdampfs die den ArF-Resistfilm bildenden Kohlenstoffatome (die Kohlenstoffatome des Resistmaterials) an und bringen den ArF-Resistfilm in einen wasserlöslichen Zustand.

Bevorzugt endet der Prozess in Schritt 27 so, dass eine kleine Menge Wasserdampf in der Kammer 30 verbleibt, um das Auftreten einer Taukondensation zu verhindern. Daher wird bei einer Zufuhr von  $O_3$ -Gas und Wasserdampf in die Kammer 30 die Zufuhr sowohl des  $O_3$ -Gases als auch von Wasserdampf in die Kammer 30 gestoppt und  $N_2$ -Gas in die Kammer 30 zur Reinigung des Inneren der Kammer 30 mit  $N_2$ -Gas geleitet (Schritt 28). Nach Beendigung des Prozesses in Schritt 28 wird der Wafer W von der Filmmodifikationseinheit (VOS) 15a zur Flüssigkeitsbehandlungseinheit (LCU) 12a (oder einer von 12b bis 12d) gebracht, um einen Spülprozess zur Entfernung des in einen wasserlöslichen Zustand übergeführten ArF-Resistfilms vom Wafer W durchzuführen (Schritt 29).

Danach werden der Spülprozess in Schritt 30 und der Trocknungsprozess in Schritt 31 ausgeführt, die den Prozessen in Schritt 7 und 8 des oben beschriebenen, ersten Verfahrens entsprechen. Anschließend werden dieselben Prozesse wie in den Schritten 22 bis 31 am Antireflexionsfilm wiederholt (Schritt 32), so dass der Wafer W, von dem der Antireflexionsfilm entfernt worden ist, zum Träger C zurückgebracht wird (Schritt 33), dann wird der Träger C zu der Einrichtung od. dgl. befördert, in welcher die nächste Behandlung am Wafer W durchgeführt wird (Schritt 34).

In einem Fall, in dem Resistfilme auf zwei Wafern W unter Verwendung ein- und desselben Resistmaterials gebildet wurden, wurde der eine mit dem ersten Verfahren behandelt, während der andere mit dem dritten Verfahren behandelt wurde, und es wurden die Behandlungszeiten mit Ozongas und Wasserdampf überprüft, bei denen der Resistfilm im Spülprozess zur Gänze entfernt werden konnte, wobei sich zeigte, dass eine Behandlungsdauer von 80% oder weniger der Behandlungsdauer im ersten Verfahren für das dritte Verfahren ausreichend war. Es wird angenommen, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass durch die Bildung einer Atmosphäre mit vielen Wassermolekülen eine Menge leicht veränderba-

rer Bereiche auf dem Resistfilm entsteht. Zu einer Taukondensation kommt es wahrscheinlich dann, wenn das Innere der Kammer 30 ständig in einem Zustand mit viel Wasserdampf gehalten wird; durch das Verfahren, bei dem die Zufuhr von  $O_3$ -Gas periodisch gestoppt wird, wird die Entstehung einer Taukondensation hintangehalten oder das zur Veränderung notwendige  $O_3$ -Gas der Kammer 30 derart zugeführt, dass es zu keinem Mangel an  $O_3$ -Gas kommt. Daher wird das  $O_3$ -Gas nicht verschwenderisch verbraucht und, was noch wichtiger ist, die Effizienz der Veränderung des Resistfilms verbessert.

In Schritt 27 des dritten Verfahrens kann ein Schema mit periodischem Reduzieren des  $O_3$ -Gas-Durchsatzes und nicht periodischem vollständigem Stoppen der  $O_3$ -Gas-Zufuhr in der oben beschriebenen Weise verwendet werden. Der Zyklus des Stoppens der Zufuhr von  $O_3$ -Gas bzw. des Verringerns des Durchsatzes desselben muss nicht unbedingt konstant sein, sondern es kann der erste Zufuhrstopp-Zeitpunkt anders als der nächste Zufuhrstopp-Zeitpunkt gewählt sein.

Wie das zweite Verfahren, bei dem in Abwandlung zum oben beschriebenen ersten Verfahren der ArF-Resistfilm und der Antireflexionsfilm gleichzeitig abgetrennt werden, entfernt auch das vierte Verfahren den ArF-Resistfilm und den Antireflexionsfilm gleichzeitig, indem die Stärke (Intensität) der UV-Bestrahlung erhöht wird.

Während das oben beschriebene erste bis vierte Verfahren dann eingesetzt wird, wenn der zu entfernende Film durch die UV-Bestrahlung und anschließende Behandlung mit  $O_3$ -Gas und Wasserdampf in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt wird, gibt es ArF-Resistfilme und Antireflexionsfilme, die nicht leicht von einem Wafer W getrennt werden können, oder für deren Trennung eine längere Behandlungszeit erforderlich und daher unpraktisch ist. Ein derartiger Film wird daher mit dem fünften Verfahren leicht von einem Wafer W entfernt.

Das fünfte Verfahren ist ein Behandlungsverfahren, bei dem der in allen, nämlich dem ersten bis vierten, Verfahren ausgeführte Spülprozess dahingehend abgewandelt wird, dass eine alkalische chemische Flüssigkeit verwendet wird, wobei die anderen Prozesse gleich bleiben. Beim fünften Verfahren wird ein Spülprozess unter Zufuhr einer alkalischen chemischen Flüssigkeit zu einem Wafer W ausgeführt, um den in der Flüssigkeits-

behandlungseinheit (LCU) 12a zu entfernenden Resistfilm und Antireflexionsfilm abzutrennen, dann wird die alkalische chemische Flüssigkeit mit Reinwasser abgespült und der Wafer W schleudergetrocknet.

Als alkalische chemische Flüssigkeit zur Verwendung im fünften Verfahren kann vorzugsweise eine APM-Lösung (Ammoniak-Wasserstoffperoxid-Wasser-Lösung), eine wässrige Ammoniumhydroxidlösung (wässriges Ammoniak) und eine wässrige Tetramethylammoniumhydroxidlösung (TMAH) eingesetzt werden. Es wird angenommen, dass sich eine Alkaligruppe ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  od. dgl.), die in diesen wässrigen alkalischen Lösungen, aber im Wesentlichen nicht in Reinwasser enthalten ist, mit den Molekülen des durch Ozongas und Wasserdampf veränderten Resistfilms leicht verbindet und den Film auflöst. Die alkalische chemische Flüssigkeit ist nicht auf eine wässrige Lösung beschränkt, kann aber organischer Art sein.

Bei Anwendung des fünften Verfahrens ist es, wenn ein Metall wie Wolfram der Behandlungsoberfläche ausgesetzt wird, notwendig, eine alkalische chemische Flüssigkeit zu wählen, die das Metall nicht beschädigt. Als eine derartige wässrige Lösung eignen sich eine wässrige Ammoniumhydroxidlösung und eine TMAH-Lösung. Eine APM-Lösung enthält nämlich Wasserstoffperoxid, das das Metall beschädigen könnte.

Auch im fünften Verfahren werden die Bedingungen wie die Wasserdampf-Zufuhrmenge im Prozess mit dem  $\text{O}_3$ -Gas und Wasserdampf derart eingestellt, dass es zu keiner Taukondensation auf dem Wafer W kommt. Gemäß dem fünften Verfahren kann nämlich, sollte es bei der Behandlung mit dem  $\text{O}_3$ -Gas und Wasserdampf zu einer Taukondensation kommen, jener Bereich eines zu entfernenden Films, der sich unmittelbar unter den Wassertröpfchen befindet, nicht verändert werden, und so entsteht ein Resistrückstand nach der späteren Behandlung mit der alkalischen chemischen Flüssigkeit.

Auch wenn oben die Verfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms und eines Antireflexionsfilms beschrieben worden sind, kann mit dem ersten bis fünften Verfahren auch ein durch Ionenimplantation gehärteter Resistfilm, insbesondere ein mit einer Ionendosis von  $10^{15}/\text{cm}^2$  oder mehr ionenimplantierter Resistfilm, mit einer hohen Abtrenngeschwindigkeit entfernt werden. Dabei ist der Resistfilm nicht auf einen ArF-Resistfilm beschränkt,

sondern kann ein mit g-Strahlen oder KrF-Strahlen kompatibler Resistfilm sein. Ein mit hoher Dosis ionenimplantierter Resistfilm wird herkömmlich durch Trockenveraschung entfernt, wobei das Schaltungsmuster beschädigt werden kann. Mit dem ersten bis fünften Verfahren kann jedoch ein in hohen Dosen ionenimplantierter Resistfilm entfernt werden, ohne dass es zu einer Schädigung des Schaltungsmusters kommt. Ob Reinwasser oder eine alkalische chemische Flüssigkeit nach der Behandlung mit dem O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf verwendet wird, hängt einzig und allein von der Ionendosis und der Löslichkeit des Resistfilms durch die jeweilige Flüssigkeit ab.

Auch wenn eine Ausführungsform der Erfindung erläutert worden ist, ist die Erfindung nicht auf diese Art beschränkt. So kann beispielsweise, auch wenn das dargestellte Filmentfernungssystem 100 so konstruiert ist, dass es eine Einheit aufweist, in der ein Wafer W nach dem anderen in der Behandlungsstation 2 behandelt wird (eine so genannte Einzelwafer-Einheit), eine Einheit zur gleichzeitigen Behandlung von mehreren (z.B. 25) Wafern W (eine so genannte Batch-Einheit) beispielsweise für die Behandlung mit dem O<sub>3</sub>-Gas und Wasserdampf und den Spülprozess vorgesehen sein. Auch wenn in der voran stehenden Beschreibung ein Halbleiter-Wafer als Substrat veranschaulicht ist, ist das Substrat nicht auf diesen Typ beschränkt, sondern kann ein Glassubstrat für eine Flachbildanzeige (Flat Panel Display, FPD) sein. Das O<sub>3</sub>-Gas und der Wasserdampf können einen weiteren Bestandteil, z.B. Wasserstoffperoxid od. dgl., enthalten.

Die oben beschriebenen Ausführungsformen sollen bloß den technischen Inhalt der Erfindung verdeutlichen, und die Erfindung sollte nicht ausschließlich nur anhand solcher spezieller Beispiele interpretiert werden, sondern kann auf verschiedene Weise innerhalb des Geistes der Erfindung und dem Umfang der Ansprüche modifiziert werden.

#### Industrielle Anwendbarkeit

Die Erfindung eignet sich für ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung oder einer Flachbildanzeige und eine Vorrichtung dafür.

## Patentansprüche:

1. Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms von einem mit dem ArF-Resistfilm versehenen Substrat, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des ArF-Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten ArF-Resistfilms in einen wasserlöslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des ArF-Resistfilms vom Substrat durch Zuführen von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand übergeführten ArF-Resistfilm.

2. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 1, wobei das Substrat weiters einen mit einem ArF-Strahl kompatiblen Antireflexionsfilm aufweist, und wobei der Antireflexionsfilm gemeinsam mit dem ArF-Resistfilm mit einem Ultraviolettstrahl bestrahlt, durch das Ozongas und den Wasserdampf wasserlöslich gemacht und zusammen mit dem ArF-Resistfilm mittels Reinwasser vom Substrat entfernt wird.

3. Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Antireflexionsfilms von einem mit dem Antireflexionsfilm versehenen Substrat, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Antireflexionsfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Antireflexionsfilms in einen wasserlöslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Antireflexionsfilms vom Substrat durch Zuführen von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand übergeführten Antireflexionsfilms.

4. Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Resistfilms von einem Substrat, wobei der Resistfilm einem hoch dosierten Ionenimplantationsverfahren unterzogen wurde, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten

Resistfilms in einen wasserlöslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Resistfilms vom Substrat durch Zuführen von Reinwasser zu dem in einen wasserlöslichen Zustand übergeführten Resistfilm.

5. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 4, wobei die Dosis im Ionenimplantationsprozess  $1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$  oder mehr beträgt.

6. Substrat-Behandlungsverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, wobei bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Zufuhrmenge von Ozongas gegenüber Wasserdampf reduziert wird, während Wasserdampf zur Kammer mit konstanter Durchflussmenge zugeführt wird, so dass keine Taukondensation auf dem in der Kammer angeordneten Substrat bewirkt wird.

7. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 6, wobei die Zufuhr von Ozongas zur Kammer periodisch ausgesetzt wird.

8. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei anfangs ein Druck erfasst wird, bei dem eine Taukondensation in der Kammer stattfindet, wenn die der Kammer zuzuführende Menge an Wasserdampf unter Halten des Innenraums der Kammer auf einer vorherbestimmten Temperatur konstant eingestellt wird, und bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas die Zufuhrmenge von Ozongas unter Messen des Drucks in der Kammer derart gesteuert wird, dass der gemessene Druck den Druck, bei dem die Taukondensation stattfindet, nicht übersteigt.

9. Substrat-Behandlungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Kammer evakuiert wird, so dass der Innenraum der Kammer bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer auf einem konstanten Überdruck gehalten wird.

10. Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines ArF-Resistfilms von einem mit dem ArF-Resistfilm versehenen Substrat, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des ArF-Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten ArF-Resistfilms in einen mit einer vorherbestimmten chemischen Lösung löslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des ArF-Resistfilms vom Substrat durch Zuführen der chemischen Lösung zum veränderten ArF-Resistfilm.

11. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 10, wobei das Substrat weiters einen mit einem ArF-Strahl kompatiblen Antireflexionsfilm aufweist und der Antireflexionsfilm gemeinsam mit dem ArF-Resistfilm mit einem Ultraviolettstrahl bestrahlt, durch das Ozongas und den Wasserdampf verändert und zusammen mit dem ArF-Resistfilm mittels der chemischen Lösung vom Substrat entfernt wird.

12. Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Antireflexionsfilms von einem mit dem Antireflexionsfilm versehenen Substrat, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Antireflexionsfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Antireflexionsfilms in mit einer vorherbestimmten chemischen Lösung löslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Antireflexionsfilms vom Substrat durch Zuführen der chemischen Lösung zum veränderten Antireflexionsfilm.

13. Substrat-Behandlungsverfahren zum Entfernen eines Resistfilms von einem Substrat, wobei der Resistfilm einem hoch dosierten Ionenimplantationsverfahren unterzogen wurde, umfassend die folgenden Schritte:

Bestrahlen des Resistfilms mit einem Ultraviolettstrahl mit vorbestimmter Wellenlänge;

Überführen des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Resistfilms in mit einer vorherbestimmten chemischen Lösung löslichen Zustand durch Anordnen des Substrats in einer Kammer und Zuführen von Ozongas und Wasserdampf zur Kammer; und

Entfernen des Resistfilms vom Substrat durch Zuführen der chemischen Lösung zum veränderten Resistfilm.

14. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 13, wobei die Dosis im Ionenimplantationsprozess  $1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$  oder mehr beträgt.

15. Substrat-Behandlungsverfahren nach den Ansprüchen 10 bis 14, wobei bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Zufuhrmenge von Ozongas gegenüber Wasserdampf reduziert wird, während Wasserdampf zur Kammer mit konstanter Durchflussmenge zugeführt wird, so dass keine Taukondensation auf dem in der Kammer angeordneten Substrat bewirkt wird.

16. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 15, wobei

die Zufuhr von Ozongas zur Kammer periodisch ausgesetzt wird.

17. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei anfangs ein Druck erfasst wird, bei dem eine Tau-kondensation in der Kammer stattfindet, wenn die der Kammer zu-zuführende Menge an Wasserdampf unter Halten des Inneren der Kammer auf einer vorherbestimmten Temperatur konstant ein-gestellt wird, und bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Zufuhrmenge von Ozongas unter Messen des Drucks in der Kammer derart gesteuert wird, dass der gemessene Druck den Druck, bei dem die Taukondensation stattfindet, nicht über-steigt.

18. Substrat-Behandlungsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei die Kammer evakuiert wird, so dass der Innen-raum der Kammer bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer auf einem konstanten Überdruck gehalten wird.

19. Substrat-Behandlungsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 18, wobei die chemische Flüssigkeit eine alkalische che-mische Flüssigkeit ist.

20. Substrat-Behandlungsverfahren nach Anspruch 19, wobei die alkalische chemische Flüssigkeit eine APM-Lösung, eine wässrige Ammoniumhydroxidlösung oder eine wässrige Tetra-methylammoniumhydroxidlösung (TMAH) ist.

21. Substrat-Behandlungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, wobei eine UV-Lampe oder ein Excimerlaser mit einer Wellenlänge von 172 nm bis 193 nm für die UV-Bestrahlung verwendet wird.

22. Substrat-Behandlungsvorrichtung mit:

einem UV-Bestrahlungsteil, der einen Ultraviolettstrahl auf ein Substrat mit einem Film wie einem ArF-Resistfilm, einem An-tireflexionsfilm oder einem mit hoher Dosis ionenimplantierten Resistfilm strahlt;

einer Kammer mit einer Heizeinrichtung zur Aufnahme des mit dem Ultraviolettstrahl bestrahlten Films;

einer Wasserdampf-Zufuhreinrichtung zur Zuführung von Wasserdampf zur Kammer;

einer Ozongas-Zufuhreinrichtung zur Zuführung von Ozongas zur Kammer; und

einem Steuerteil zur Steuerung der Kammer, der Wasserdampf-Zufuhreinrichtung und der Ozongas-Zufuhreinrichtung derart, dass der das Substrat aufnehmende Innenraum der Kammer auf einer vor-

herbestimmten Temperatur gehalten wird und der Wasserdampf und das Ozongas mit einer vorherbestimmten Strömungsgeschwindigkeit in die Kammer geleitet werden.

23. Substrat-Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 22, wobei der Steuerteil bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Zufuhrmenge von Ozongas in die Kammer reduziert, während Wasserdampf mit konstanter Durchflussmenge in die Kammer geleitet wird, so dass keine Taukondensation auf dem Substrat bewirkt wird.

24. Substrat-Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 23, wobei der Steuerteil bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Zufuhr von Ozongas zur Kammer periodisch aussetzt.

25. Substrat-Behandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, weiters mit einem Drucksensor zur Messung des Innendrucks der Kammer, und wobei der Steuerteil bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Zufuhrmenge von Ozongas derart einstellt, dass ein vom Drucksensor gemessener Wert einen zuvor gemessenen Druck nicht übersteigt, bei dem eine Taukondensation in der Kammer stattfindet, wenn die Menge des der Kammer zugeführten Wasserdampfs konstant eingestellt wird, wobei das Innere der Kammer auf einer vorherbestimmten Temperatur gehalten wird.

26. Substrat-Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 25, wobei der Steuerteil bei der Zufuhr von Wasserdampf und Ozongas zur Kammer die Kammer evakuiert, so dass das Innere der Kammer auf einem konstanten Überdruck gehalten ist.

27. Substrat-Behandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 26, weiters mit einem Flüssigkeitsbehandlungsteil, der eine Flüssigkeitsbehandlung unter Verwendung von Reinwasser, einer APM-Lösung, einer wässrigen Ammoniumhydroxid-Lösung oder einer wässrigen Tetramethylammoniumhydroxid-Lösung (TMAH) an dem in der Kammer gehaltenen und mit Wasserdampf und Ozongas behandelten Substrat durchführt.

28. Substrat-Behandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 27, worin der UV-Bestrahlungsteil eine UV-Lampe oder einen Excimerlaser mit einer Wellenlänge von 172 nm bis 193 nm als UV-Lichtquelle aufweist.

29. Computer-lesbares Aufzeichnungsmedium mit einem aufgezeichneten Programm, das einen Computer, der eine ein in einer Kammer mit einer Heizeinrichtung angeordnetes Substrat mit

Wasserdampf und Ozongas behandelnde Substrat-Behandlungs-  
vorrichtung steuert, veranlasst, folgende Schritte auszuführen:  
(a) Anordnen eines Substrats mit einem ArF-Resistfilm, einem An-  
tireflexionsfilm oder einem mit hoher Dosis ionenimplantierten  
Film, welches einer Ultraviolettbestrahlung unterzogen worden  
ist, in der Kammer, (b) Halten des Innenraums der Kammer auf  
einer vorherbestimmten Temperatur, und (c) Überführen des Films  
in einen mit einer vorherbestimmten Behandlungsflüssigkeit lös-  
lichen Zustand durch Verringern der Zufuhrmenge von Ozongas in  
die Kammer, während Wasserdampf mit konstanter Durchflussmenge  
in die Kammer geleitet wird, so dass keine Taukondensation auf  
dem Substrat in der Kammer bewirkt wird.

30. Computer-lesbares Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 29,  
wobei das Programm den Computer veranlasst, die Substrat-Behand-  
lungsvorrichtung derart zu steuern, dass die Zufuhr von Ozongas  
zur Kammer periodisch ausgesetzt wird.

0313

13

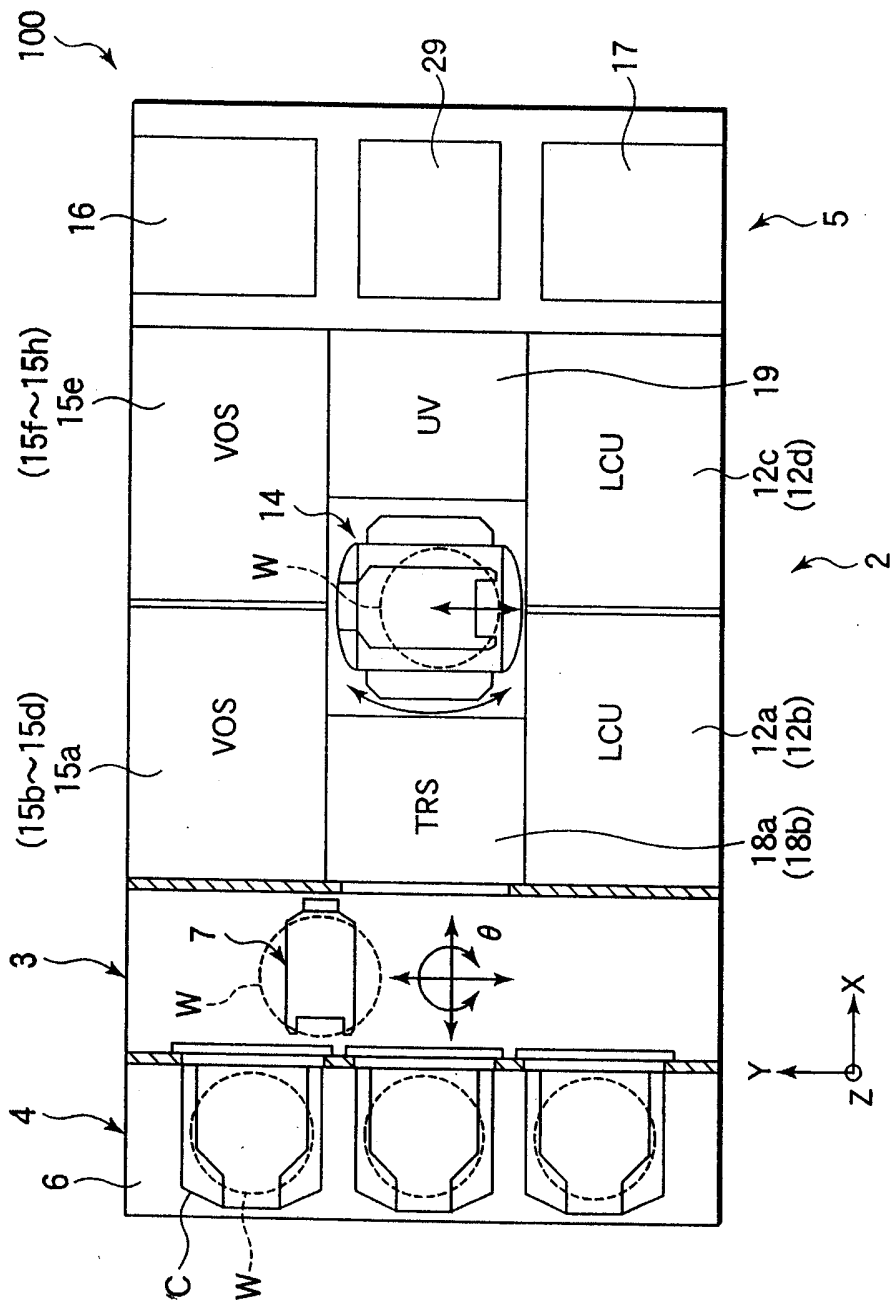


FIG. 1

008113

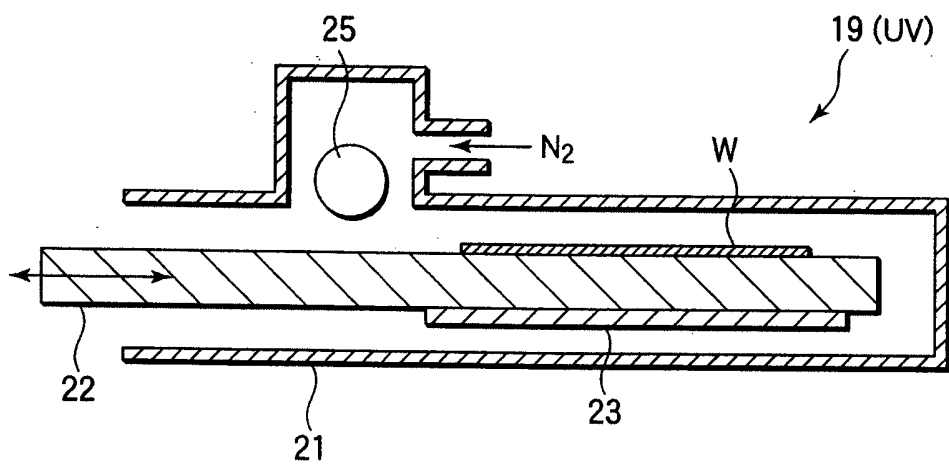


FIG. 2

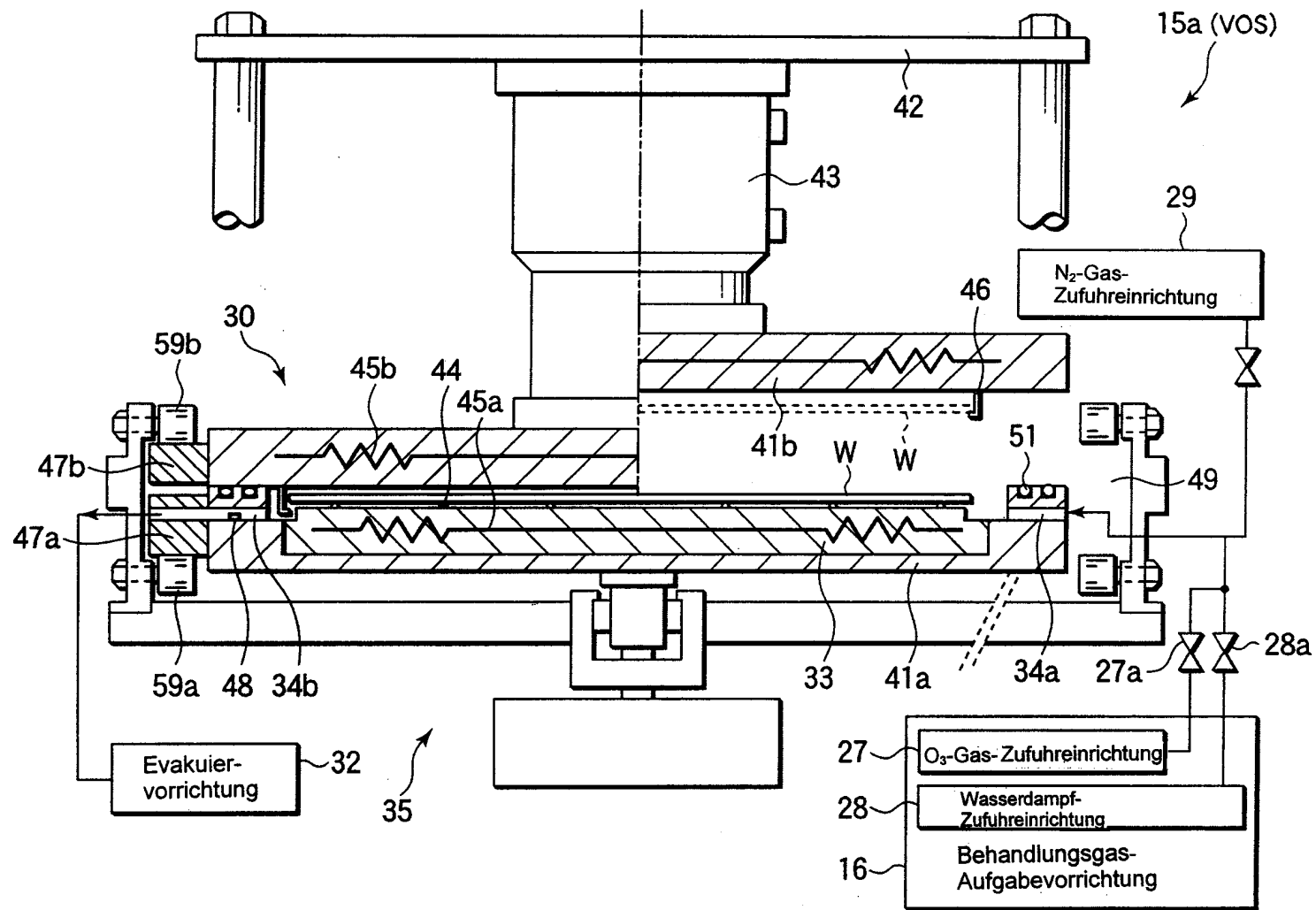
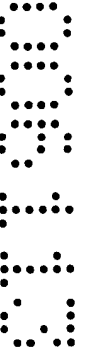


FIG. 3



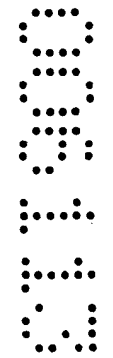
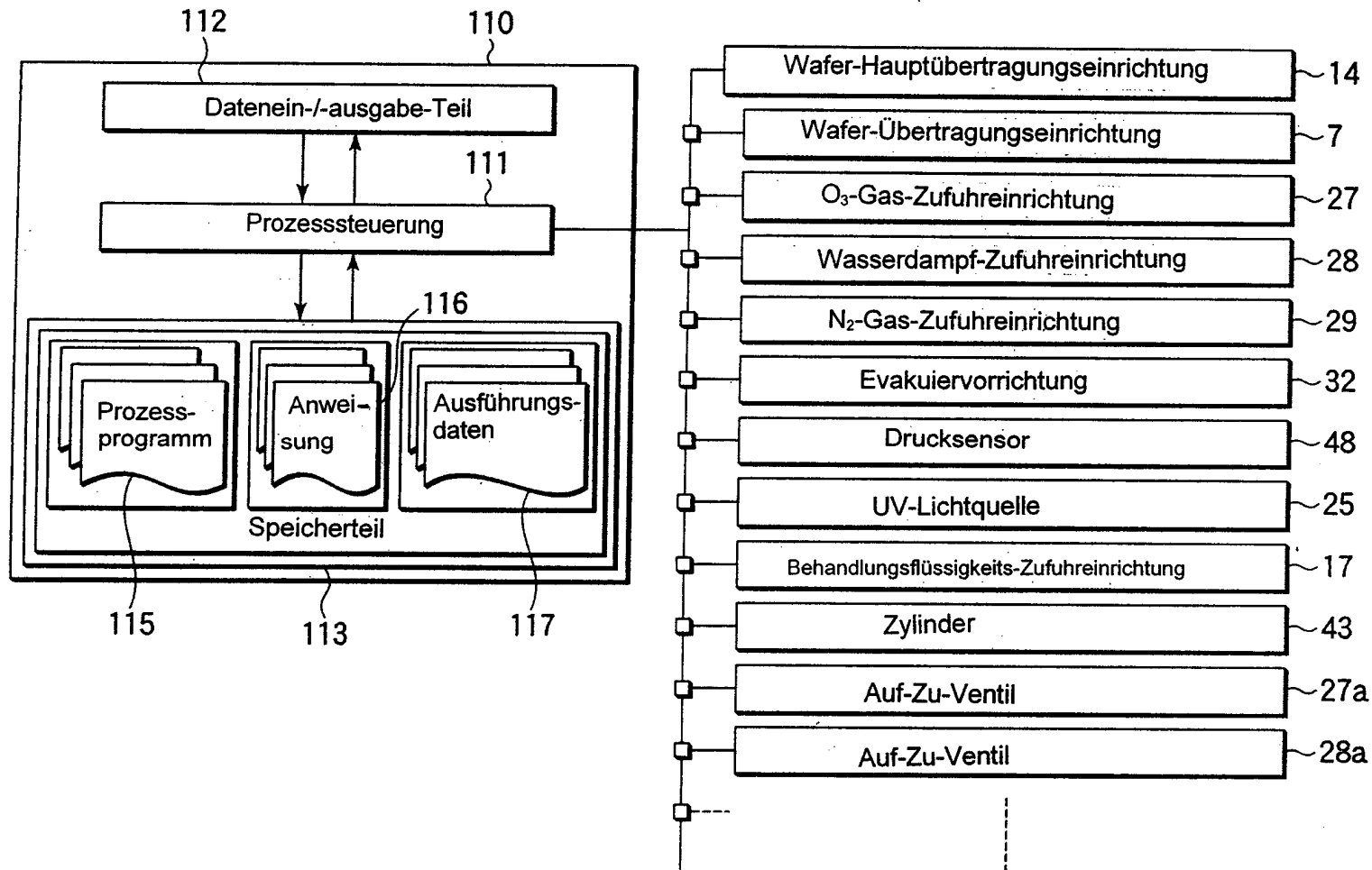


FIG. 4

006113

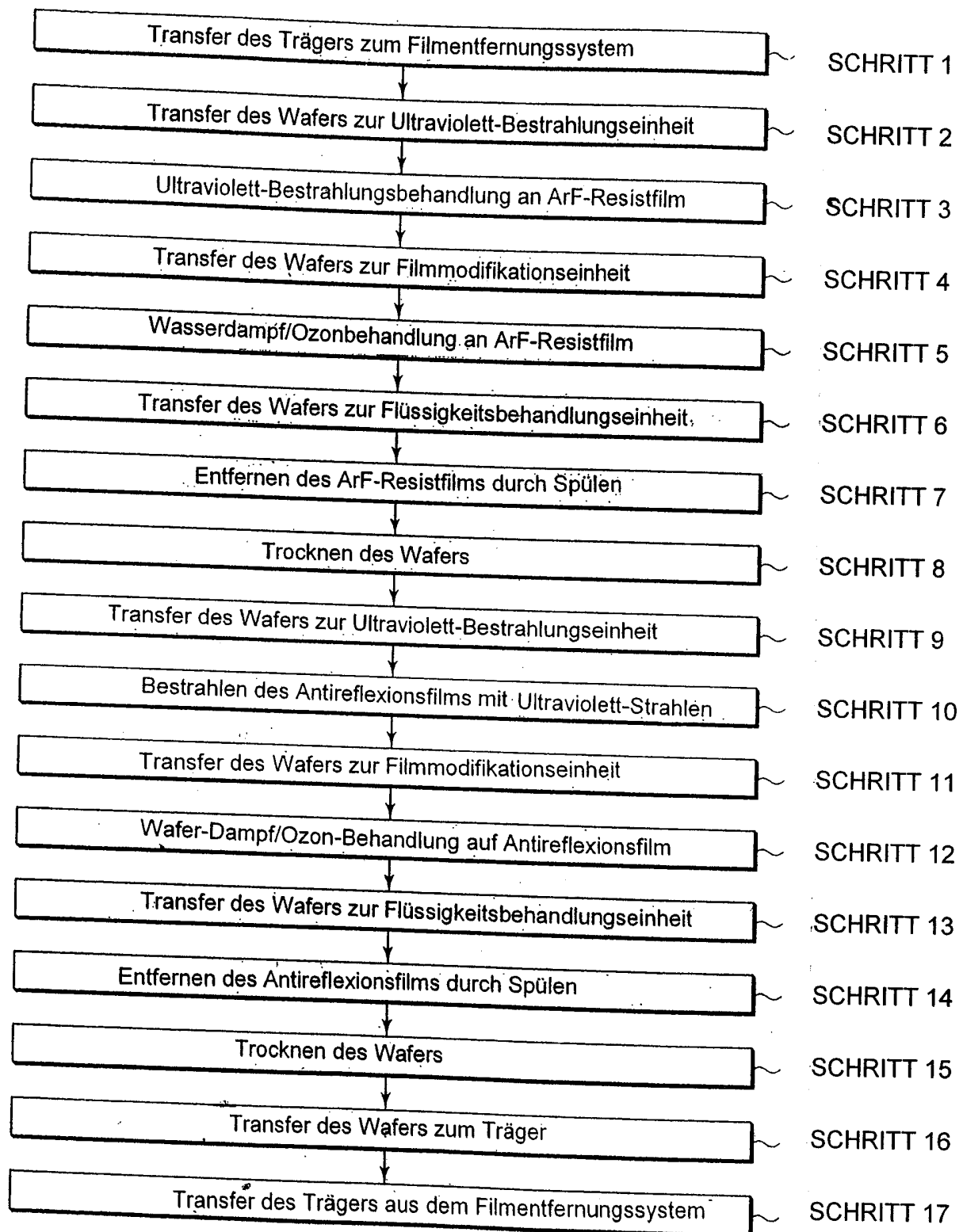


FIG. 5

006113

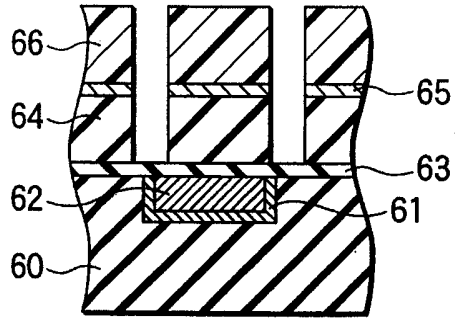


FIG. 6A

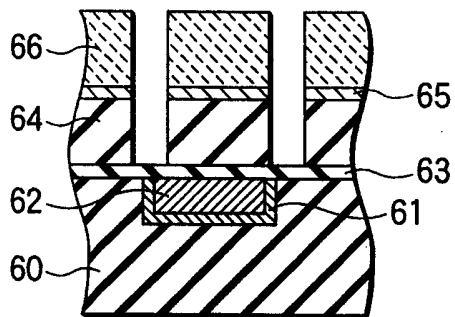


FIG. 6B

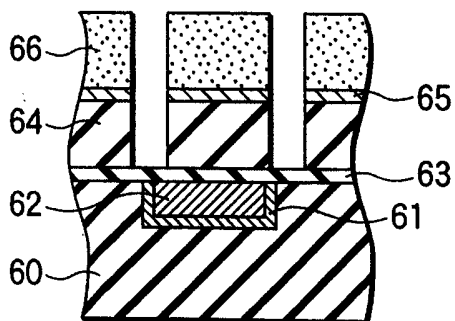


FIG. 6C

006113

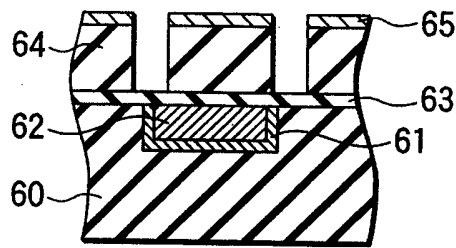


FIG. 6D

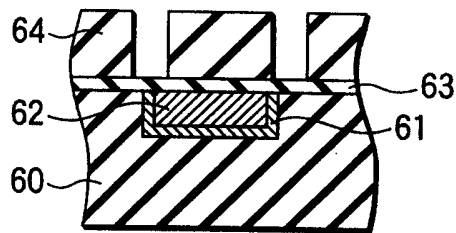


FIG. 6E

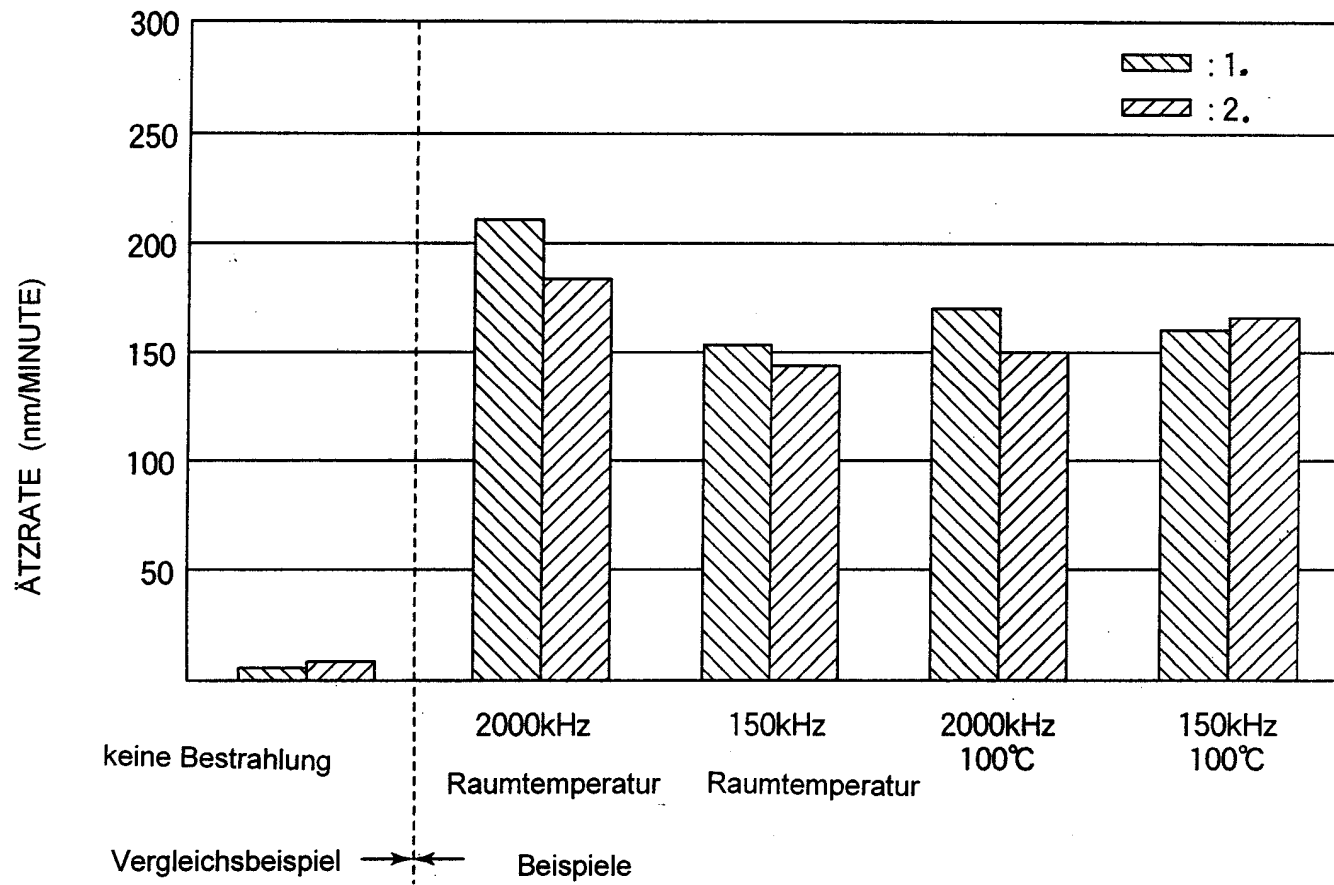


FIG. 7

5555

00513

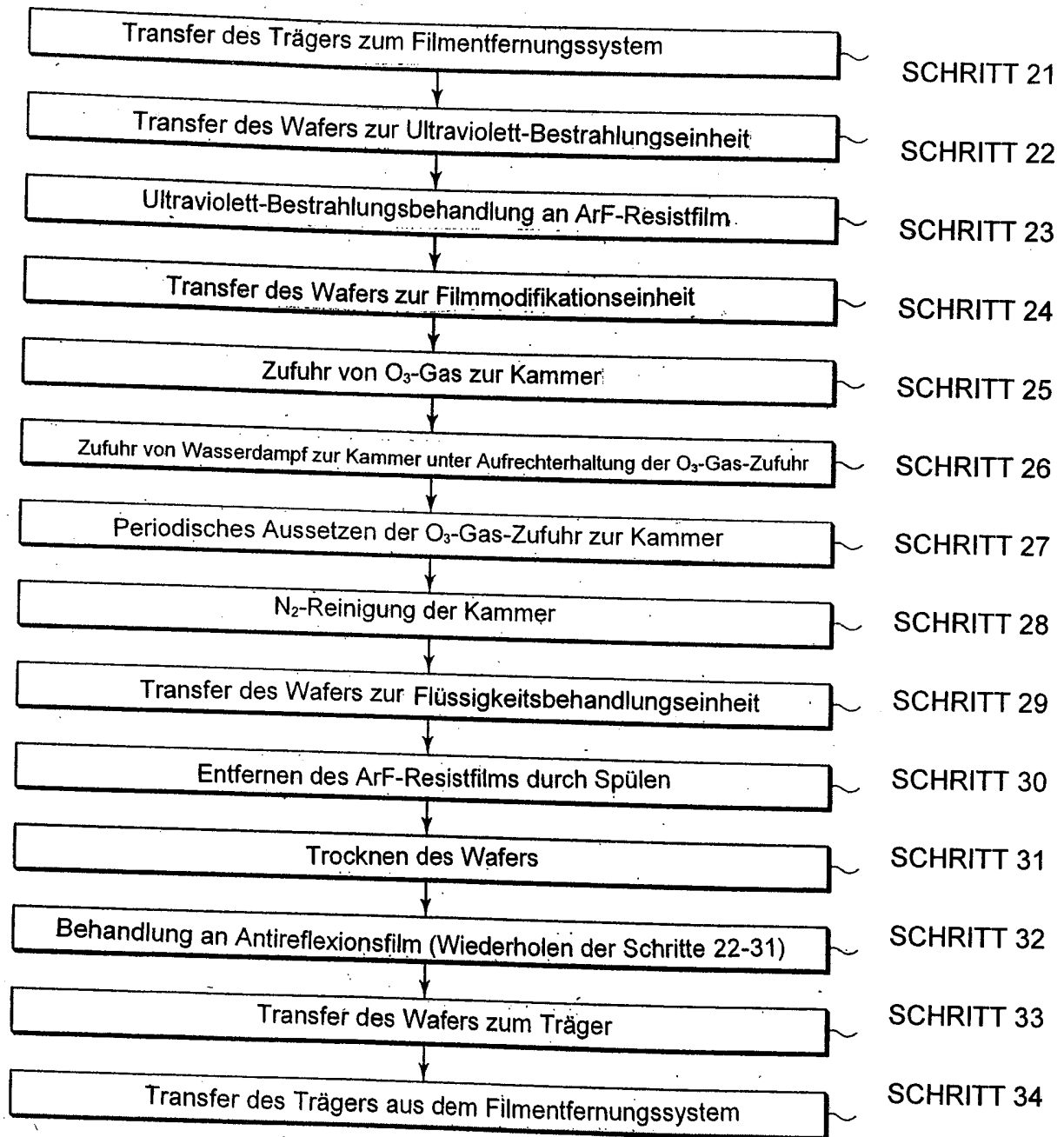


FIG. 8