CH 644 898 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: C 23 F 1/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT** A5

(11) **644 898**

(21) Gesuchsnummer: 2879/80

(22) Anmeldungsdatum: 15.04.1980

(30) Priorität(en): 07.05.1979 US 036828

(24) Patent erteilt: 31.08.1984

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.08.1984

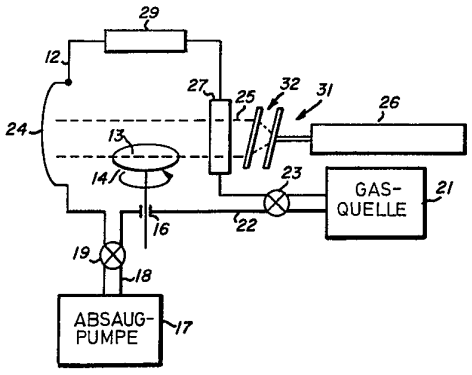
(73) Inhaber:
The Perkin-Elmer Corporation, Norwalk/CT (US)

(72) Erfinder:
Dean R. Denison, Los Gatos/CA (US)
Larry D. Hartsough, Berkeley/CA (US)

(74) Vertreter:
A. Rossel, Dipl.-Ing. ETH, Zürich

(54) Verfahren und Vorrichtung zum chemischen Behandeln von Werkstücken.

(57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur chemischen Behandlung von Werkstücken (13), wobei das zu bearbeitende Werkstück einer kontrollierten Gasatmosphäre ausgesetzt wird, die einen gasförmigen Bestandteil enthält, der durch Laserstrahlung (25) zu dissoziieren ist, um ein gasförmiges Reaktionsprodukt zu erzeugen, um das Werkstück chemisch zu bearbeiten. Die Wellenlänge der Laserstrahlung ist so gewählt, dass nur die gewünschten Bindungen aufgebrochen werden, um nur das gewünschte Reaktionsprodukt zu erzeugen, ohne unerwünschte Nebenprodukte zu bilden, die die gewünschte chemische Reaktion nachteilig stören könnten. Beispiele für die gewünschte, durch das Laserlicht herbeigeführte Dissoziation zur Erzeugung gewünschter Reaktionsprodukte sind beispielsweise die Dissoziation zur Erzeugung von reaktivem Sauerstoff für eine chemische Reaktion mit dem Fotolack, um diesen zu entfernen oder den Fotolack zu veraschen, die vom Laserlicht herbeigeführte Dissoziation von Halogenverbindungen, um reaktives Halogen oder Halogenverbindungen zur Metallätzung zu erzeugen, und die vom Laserlicht herbeigeführte Dissoziation von Fluorverbindungen, um reaktives Fluor oder Fluorverbindungen zu erzeugen, um selektiv siliziumhaltige, metallische oder keramische Materialien zu ätzen. Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung eignen sich insbesondere für die Bearbeitung von Halbleiterplättchen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum chemischen Behandeln von Werkstücken dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkstück einer gasförmigen Atmosphäre ausgesetzt wird, die einen gasförmigen Bestandteil enthält, der zu dissoziieren ist, um ein gasförmiges reaktives Produkt zu erzeugen, dass ein Laserstrahl mit hoher Energiedichte in die Gasatmosphäre in grosser Nähe an der Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes jedoch in einem begrenzten Abstand davon gelenkt wird, um den gasförmigen Bestandteil zu dissoziieren und das gasförmige reaktive Produkt zu erzeugen, und dass das gasförmige reaktive Produkt mit der Oberfläche des Werkstückes reagieren gelassen wird, um das Werkstück zu bearbeiten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das reaktive Produkt ein Halogen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das reaktive Produkt aus einer Gruppe gewählt ist, die aus F, CF_3, CF_2, CF, NF_2, NF, Cl, O, BCl_2, BCl und FCO besteht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zu dissoziierende gasförmige Bestandteil aus einer Gruppe gewählt ist, die aus O_2, CCl_4, BCl_3, CDF_3, CF_4, SiH_4 $CFCl_3$, F_2CO, $(FCO)_2$, SF_5NF_2, N_2F_4, CF_3Br, CF_3NO, $(CF_3)_2CO$, CF_2HCl, CF_2HBr, CF_2Cl_2, CF_2Br_2, CF_2CFCl, CF_2CFH, $CF_2CF_2CH_2$, NH_3, CHF_3, Fluorhalogeniden und Halogencarbonen besteht.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück ein Halbleiterplättchen ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das reaktive Produkt mit der Oberfläche des Werkstückes reagieren gelassen wird, um das Werkstück zu ätzen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Werkstückes mit einer Fotolackschicht beschichtet ist und dass das reaktive Produkt mit dem Fotolack reagieren gelassen wird, um diesen zu entfernen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Lenken des Laserstrahles in die Gasatmosphäre der Laserstrahl in eine Richtung im wesentlichen parallel zur Oberfläche des Werkstückes in einem relativ geringen Abstand davon gelenkt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, das beim Lenken des Laserstrahls in die gasförmige Atmosphäre die Querschnittsabmessung des Laserstrahls ausgedehnt wird, um einen relativ breiten flachen Strahl zu erzeugen, und dass der breite Strahl in die Gasatmosphäre in einer Richtung im wesentlichen parallel zu der Oberfläche des Werkstückes in einem geringen Abstand davon gelenkt wird.

10. Vorrichtung zum chemischen Behandeln von Werkstücken, gekennzeichnet durch eine Arbeitsstation (11), an der ein Werkstück (13) einer kontrollierten Gasatmosphäre ausgesetzt wird, die einen gasförmigen Bestandteil enthält, der zu dissoziieren ist, um ein gasförmiges reaktives Produkt zur Reaktion mit einer Oberfläche des Werkstückes (13) zum chemischen Bearbeiten des Werkstückes (13) zu erzeugen, und durch eine Einrichtung (26) zum Lenken eines Laserstrahles hoher Energiedichte in die kontrollierte Gasatmosphäre in grosser Nähe, jedoch in einem begrenzten Abstand von der Oberfläche, um den gasförmigen Bestandteil zu dissoziieren und das gasförmige reaktive Produkt zu erzeugen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsstation (11) eine evakuierbare Hülle (12) aufweist, die die kontrollierte Gasatmosphäre und das zu bearbeitende Werkstück (13) enthält.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülle (12) ein Fenster (27) aufweist, das für die Laserstrahlung transparent ist und gasdicht an der Hülle (12) abgedichtet ist, so dass der Laserstrahl durch das Fenster (27) hindurch in die kontrollierte Gasatmosphäre gehen kann.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die den Laserstrahl in die Gasatmosphäre lenkende Einrichtung eine Einrichtung aufweist, die den Laserstrahl in einer Richtung im wesentlichen parallel zur Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes und in einem relativ geringen Abstand von dieser lenkt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die den Laserstrahl lenkende Einrichtung eine Einrichtung (32) zum Ausdehnen des Laserstrahls aufweist, die die Querschnittsabmessung des Laserstrahls so ausdehnt, dass sich ein relativ breiter flacher Strahl ergibt, und die den breiten flachen Laserstrahl in eine Richtung im wesentlichen parallel zur Oberfläche des Werkstückes lenkt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der begrenzte Abstand kleiner als wenige mittlere freie Wellenlängen der Gasmoleküle in der Arbeitsstation (11) ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl eine Laserstrahlungsdichte von 0,1 bis 25 Joule/cm^2 hat.

Die Erfindung betrifft die chemische Gasphasenbearbeitung von Werkstücken und insbesondere eine derartige Bearbeitung, die eine durch Laserlicht herbeigeführte Dissoziation von gasförmigen Bestandteilen verwendet, um Reaktionsprodukte für die chemische Behandlung der Werkstücke zu erzeugen.

Bisher werden Werkstücke wie beispielsweise Halbleiterplättchen dadurch bearbeitet, dass eine Dissoziation von gasförmigen Bestandteilen einer kontrollierten Gasatmosphäre bewirkt wird, um ein gasförmiges Reaktionsprodukt für eine chemische Reaktion mit der Oberfläche des Werkstückes zu erzeugen, um dieses zu bearbeiten. Eine bekannte Klasse von derartigen Bearbeitungsanlagen weist eine Plasmaätz- und eine Plasmaniederschlagseinrichtung auf. Bei diesen Plasmabearbeitungsanlagen wird die Dissoziation im typischen Fall entweder über eine elektrische Entladung oder über eine Ultraviolettlichtbestrahlung des zu dissoziierenden Gasbestandteils erreicht. Die Schwierigkeit bei den bekannten Anlagen besteht darin, dass die Dissoziation nicht selektiv ist und viele unerwünschte Nebenreaktionsprodukte erzeugt werden, die die gewünschte chemische Reaktion an der Oberfläche des behandelten Werkstückes nachteilig stören können. Darüberhinaus wird eine unerwünscht hohe Energiestrahlung und werden Teilchen mit unerwünscht hoher Energie im Plasma erzeugt, was Versetzungen in der Gitterstruktur der Halbleiter hervorrufen kann, was zu einer nicht notwendig hohen Defektstellenkonzentration in den bearbeiteten Halbleiterbauelementen führt, wodurch die Produktivität abnimmt oder das elektrische Betriebsverhalten dieser Bauteile beeinträchtigt wird.

Es ist auch bekannt, Halbleiterplättchen dadurch zu bearbeiten, dass gewählte Teile des Plättchens mit einem Laserstrahl bestrahlt werden, um von der bestrahlten Oberfläche des Plättchens bestimmte Materialien zu verdampfen, um beispielsweise Widerstände abzustimmen usw. Dieses Verfahren der Laserbearbeitung von Plättchen bringt keine durch das Laserlicht herbeigeführte chemische Gasphasenreaktion mit der Oberfläche des Plättchens oder mit der Oberfläche eines Werkstückes während der Behandlung mit sich.

Es ist weiterhin bekannt, Werkstücke dadurch zu bearbeiten, dass ihre Oberfläche mit einem Laserstrahl bestrahlt wird, um diese lokalisiert zu erhitzen, was dann zu einer ther-

mischen Dissoziation von gasförmigen Bestandteilen, beispielsweise Wolframhexafluorid und ähnlichen Bestandteilen führt, so dass ein Metallbestandteil der Gaskomponente thermisch dissoziiert wird und auf der durch das Laserlicht erhitzten Oberfläche des behandelten Plättchens niedergeschlagen wird. Diese Dissoziation ist pyrolytisch und keine direkte Folge einer Wechselwirkung des Laserstrahls mit dem dissoziierten Molekül.

Ziel der Erfindung sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur chemischen Gasphasenbearbeitung von Werkstücken und insbesondere ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung, die eine selektive vom Laserlicht herbeigeführte Dissoziation einer Gaskomponente liefern, um ein gewünschtes gasförmiges Reaktionsprodukt für die chemische Bearbeitung des Werkstückes zu erzeugen.

Erfindungsgemäss wird das zu bearbeitende Werkstück einer kontrollierten Gasatmosphäre ausgesetzt, die einen gasförmigen Bestandteil enthält, der durch einen Laserstrahl mit hoher Energiedichte gewählter Wellenlänge dissoziiert wird, der in die Gasatmosphäre an eine Stelle dicht an der zu behandelnden Oberfläche, jedoch in einem begrenzten Abstand davon, gelenkt wird, um selektiv den gasförmigen Bestandteil zu dissoziieren und ein gasförmiges Reaktionsprodukt für eine Reaktion mit der Oberfläche des Werkstückes zu erzeugen, um diese chemisch zu bearbeiten.

Erfindungsgemäss ist das Reaktionsprodukt weiterhin aus einer Gruppe gewählt, die aus F, CF_3, CF_2, CF, NF_2, NF, BCl_2, Cl und O besteht.

Erfindungsgemäss ist weiterhin der gasförmige Bestandteil, der zu dissoziieren ist, aus einer Gruppe gewählt, die aus O_2, CCl_4, BCl_3, CF_3I, CDF_3, CF_4, SiH_4, NH_3, CHF_3, $CFCl_3$, N_2F_4, Fluorverbindungen und Halogencarbonen besteht.

Insbesondere ist das zu behandelnde Werkstück erfindungsgemäss ein Halbleiterplättchen.

Erfindungsgemäss kann weiterhin die Querschnittsabmessung des Laserstrahles ausgedehnt werden und kann der ausgedehnte Laserstrahl durch die Gasatmosphäre in eine Richtung im wesentlichen parallel zur Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes und in einem relativ geringen Abstand davon gelenkt werden.

Ein besonders bevorzugter Gedanke der Erfindung besteht in einem Verfahren und in einer Vorrichtung zur chemischen Behandlung von Werkstücken, wobei das zu bearbeitende Werkstück einer kontrollierten Gasatmosphäre ausgesetzt wird, die einen gasförmigen Bestandteil enthält, der durch Laserstrahlung zu dissoziieren ist, um ein gasförmiges Reaktionsprodukt für eine Reaktion mit der Oberfläche des Werkstückes zu erzeugen, um das Werkstück chemisch zu bearbeiten. Die Wellenlänge der Laserstrahlung ist so gewählt, dass nur die gewünschten Bindungen aufgebrochen werden, um nur das gewünschte Reaktionsprodukt zu erzeugen, ohne unerwünschte Nebenprodukte zu bilden, die die gewünschte chemische Reaktion nachteilig stören könnten. Beispiele für die gewünschte, durch das Laserlicht herbeigeführte Dissoziation zur Erzeugung gewünschter Reaktionsprodukte sind beispielsweise die Dissoziation zur Erzeugung von reaktivem Sauerstoff für eine chemische Reaktion mit dem Fotolack, um diesen zu entfernen oder den Fotolack zu veraschen, die vom Laserlicht herbeigeführte Dissoziation von Halogenverbindungen, um reaktives Halogen oder Halogenverbindungen zur Metallätzung zu erzeugen, und die vom Laserlicht herbeigeführte Dissoziation von Fluorverbindungen, um reaktives Fluor oder Fluorverbindungen zu erzeugen, um selektiv siliziumhaltige, metallische oder keramische Materialien zu ätzen. Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung eignen sich insbesondere für die Bearbeitung von Halbleiterplättchen.

In den Fig. 1 und 2 der Zeichnung ist schematisch je eine Längsschnittansicht je eines Ausführungsbeispieles der Erfindung dargestellt, wobei in Fig. 1 der Laserstrahl senkrecht in Fig. 2 parallel zu der Oberfläche einer ein Werkstück aufnehmenden Drehplatte einer Werstückbearbeitungsstation verläuft.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen chemischen Gasphasenbearbeitungsstation 11 für ein Werkstück dargestellt. Die Bearbeitungsstation 11 weist eine evakuierbare Hülle 12 auf, die das zu bearbeitende Werkstück 13 aufnimmt. Im typischen Fall ist das Werkstück 13 ein Halbleiterplättchen mit einem Durchmesser von 2,54 cm bis 15,24 cm und einer Stärke von 0,127 bis 0,89 mm, das auf einer Drehplatte 14 gehalten ist, die in der evakuierbaren Hülle 12 über eine Zwischenachse 15 und einen evakuierten mechanischen Bewegungsdurchgang 16 gedreht wird.

Die Gasatmosphäre in der evakuierbaren Kammer 12 wird über eine Absaugpumpe 17 gesteuert, die in Gasberbindung mit der Hülle 12 über ein Zwischenabsaugrohr 18 und ein Ventil 19 steht. Eine Gasquelle 21 ist gleichfalls in Gasverbindung an die evakuierbaren Hülle 12 über ein Zuleitungsrohr 12 und ein Ventil 23 angeschlossen. Die Gasatmosphäre in der Hülle 12 wird dadurch gesteuert, dass das darin befindliche Gas abgesaugt wird und vorgewählte gasförmige Bestandteile von der Gasquelle 21 in gesteuerten Mengen zugeführt werden. Die Gasströmung von der Gasquelle 21 durch die Hülle 12 zur Absaugpumpe 17 kann durch eine Steuerung der Ventile 19 und 23 aufrechterhalten werden. Ein Vakuumverschluss 24 ist in der Hülle 12 vorgesehen, um die Werkstücke 13 in die Kammer 12 einzuführen.

Ein Laserstrahl 25 wird von einer Laserquelle 26 durch ein optisch transparentes und gasdichtes Fenster 27 in die Gasatmosphäre in der Kammer 12 gelenkt, um einen gasförmigen Bestandteil in der Kammer zu dissoziieren und dadurch ein gewünschtes gasförmiges Reaktionsprodukt für eine Reaktion mit der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes zu liefern. Eine Beobachtungsöffnung 29 aus Glas optischer Qualität ist in der Hülle 12 vorgesehen, um das Werkstück während seiner Bearbeitung zu beobachten.

Bei einem typischen Ausführungsbeispiel ist der Laser 26 ein gepulster abstimmbarer CO_2-Hochleistungslaser, beispielsweise ein TEA-Laser, der auf eine gewünschte Wellenlänge abstimmbar ist, um selektiv eine gewählte Gaskomponente zu dissoziieren. Das typische Fenstermaterial für das Laserstrahleintrittsfenster 27 schliesst Zinkselenid mit einem Antireflektionsüberzug ein. Die Ventile 19 und 23 und die Absaugpumpe 17 werden so gesteuert, dass der Druck in der Kammer 12 auf dem gewünschten Wert im Bereich von 10^{-3} Torr bis 1 Atmosphäre gehalten wird.

Der Laserstrahl 25 wird durch das Fenster 27 in einer Richtung im allgemeinen parallel zur Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes 13 gelenkt. Eine zylindrische Linse 32 ist so angeordnet, dass die Querschnittsfläche des Strahls 25 im wesentlichen nur in einer Richtung ausgedehnt wird, um einen Strahlquerschnitt zu erzeugen, der relativ breit und flach ist. Der Strahlquerschnitt liegt dann so, dass die Breitenabmessung im allgemeinen parallel zur Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes liegt und dass der Abstand des Laserstrahls vom Werkstück relativ gering, d.h. kleiner als einige mittlere freie Weglängen der Gasmolküle in der Kammer 12 ist. Das hat den Vorteil, dass das gasförmige Reaktionsprodukt in grosser Nähe der zu behandelnden Oberfläche erzeugt wird, so dass die Chancen für eine Rekombination vor einer chemischen Reaktion mit der zu behandelnden Oberfläche vermindert sind. Diese Vorrichtung hat auch den Vorteil, dass die zu behandelnde Oberfläche nicht mit dem Laserstrahl bestrahlt wird. Das ist ein wesentlicher Vorteil, da es dadurch möglich ist, einen Laserstrahl hoher Energiedichte zu verwenden, der sonst das

Werkstück beschädigen oder zerstören würde. Die Verwendung eines Laserstrahls mit hoher Energiedichte erhöht die Produktionsrate auf einen wirtschaftlich annehmbaren Wert.

Im folgenden werden verschiedene Beispiele für die chemischen Bearbeitungsschritte gegeben, die in der oben beschriebenen Arbeitsstation 11 ausgeführt werden:

Beispiel I

Ein selektives Ätzen der Siliziumoxidschicht, die ein Siliziumsubstratplättchen als Werkstück 13 überlagert, wird dadurch erhalten, dass Trifluormethyljodid CF_3I in die Kammer 12 von der Gasquelle 21 bei einem Druck von wenigen Torr eingeführt und mit einem Laserstrahl der CO_2-Linie R 14 (9,6 µm) von einem TEA-Laser 26 mit einer Laserfluenz oder Strahlungsdichte von 1,2 Joule/cm² und einer Impulsbreite von 10 ns bis 1 µs bestrahlt wird, um das CF_3I-Molekül in I + CF_3 (neutrales Radikal) zu dissoziieren. Das CF_3 wandert zur Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes und reagiert dort chemisch mit dem Siliziumdioxyd, so dass sich SiF_4 und Sauerstoff ergibt. Das Dissoziationsreaktionsprodukt dient somit dazu, selektiv das Siliziumdioxyd zu ätzen und zu entfernen. Die Produkte SiF_4 und Sauerstoff werden über die Absaugpumpe 17 aus dem System entfernt.

Beispiel II

Bei diesem Beispiel ist das Verfahren im wesentlichen das gleiche wie beim Beispiel I mit der Ausnahme, dass der zu dissoziierende gasförmige Bestandteil CDF_3 bei einem Partialdruck von wenigen Torr in einem Argonpuffergas bei einem Partialdruck von 50 Torr ist. Das CDF_3 wird unter Verwendung eines Laserstrahls 25 der CO_2-Linien R 26 und R 28 (10,6 µm) bei 25 Joule/cm² dissoziiert, um CF_2 und DF zu erzeugen. Das CF_2 bildet das Reaktionsprodukt, das chemisch mit dem Siliziumdioxyd an der Oberfläche des Plättchens reagiert, um ein selektives chemisches Ätzen der Oberfläche zu erzielen. Die Nebenprodukte, die sich aus dem Ätzen ergeben, werden durch die Absaugpumpe 17 entfernt.

Beispiel III

Dieses Beispiel ist im wesentlichen gleich dem Beispiel I mit der Ausnahme, dass der zu dissoziierende gasförmige Bestandteil in der Kammer 12 $CFCl_3$ ist, das durch den Laserstrahl 25 dissoziiert wird, um das Reaktionsprodukt CF zu erzeugen, das mit dem Siliziumdioxyd an der Oberfläche des Plättchens reagiert, um dieses selektiv zu ätzen. Die Nebenprodukte des Ätzprozesses werden durch die Absaugpumpe 17 entfernt.

Beispiel IV

Bei diesem Beispiel zum selektiven Ätzen eines Metalls über Silizium oder eines Metalls über Siliziumdioxyd wird gasförmiges BCl_3 auf einem Druck von wenigen Torr in die Kammer 12 eingeleitet und wird die Gasatmosphäre mit einem Laserstrahl der CO_2-Linie P 20 (10,6 µm) bestrahlt, um das BCl_3 in BCl_2 und Cl zu dissoziieren. Die komponente Cl und möglicherweise die Komponente BCl_2 bilden die Reaktionsprodukte, die mit dem Metall auf der Oberfläche des plättchenförmigen Werkstückes reagieren, um das Metall selektiv zu ätzen. Die in dieser Weise zu ätzenden Metalle schliessen Aluminium, Wolfram, Titan, Chrom und deren Legierungen ein.

Beispiel V

Dieses Verfahren ist im wesentlichen das gleiche wie beim Beispiel II mit der Ausnahme, dass der zu dissoziierende gasförmige Bestandteil N_2F_4 mit einem Partialdruck von 2 bis 20 Torr in einem Argonpuffergas mit einem Partialdruck von 0 bis 85 Torr ist. Die Impulsenergien liegen im Bereich von 0,3 bis 1,0 Joule/cm². Das Reaktionsprodukt ist NF_2. Eine noch höhere NF_2-Ausbeute wird dadurch erhalten, dass SF_5NF_2 mit einer Laserstrahlwellenlänge von 950 cm^{-1} (10,5 µm) und Laserstrahlungsdichten im Bereich von 0,1 bis 1,0 Joule/cm² dissoziiert wird.

Beispiel VI

Dieses Verfahren dient dazu, selektiv eine Fotolackschicht auf einem Werkstück abzuziehen, wozu ein gasförmiger Bestandteil O_2 eingeleitet wird, der durch den Laserstrahl 25 dissoziiert wird, um atomaren Sauerstoff zu erzeugen, der mit dem Fotolack reagiert, um diesen zu oxidieren und zu entfernen.

Statt des CF_3I beim Beispiel I können die folgenden anderen gasförmigen Bestandteile verwendet werden: CF_3Br bei den CO_2-Linien R 26 oder R 28 mit 9,6 µm und 2 Joule/cm², CF_3NO, C_2F_2 bei der CO_2-Linie R 36 mit 9,6 µm und 6 Joule/cm² oder Hexafluoraceton $(CF_3)_2CO$ bei der CO_2-Linie R 12 mit 10,6 µm und 0,1 bis 1,0 Joule/cm².

Beim Beispiel II können die folgenden weiteren Gasbestandteile dissoziiert werden: CF_2HCl, CF_2HBr, CF_2Cl_2, CF_2Br_2, CF_2CFCl, CF_2CFH und $CF_2CF_2CH_2$.

Im Gegensatz zu den bekannten Plasmabearbeitungsverfahren und Vorrichtungen haben das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung den Vorteil, dass es möglich ist, stark entspannte Unterdruckerfordernisse in der Kammer zu verwenden, die das Reaktionsprodukt enthält. Ein zweiter Vorteil besteht darin, dass eine Beschädigung des Werkstückes durch die Strahlung beträchtlich vermindert ist. Das heisst, dass weniger Ladungen implantiert werden, was zu geringeren Versetzungen im Gitter des Substrats führt. Diese Versetzungen und Fehler im Gitter wurden bisher durch den Ionenbeschuss, den Elektronenbeschuss, die UV- und Röntgenstrahlung hervorgerufen. Das ist insbesondere dann wichtig, wenn auf Einrichtungen mit höherer Dichte und flacheren Diffusionsschichten übergegangen wird, die einer Beschädigung durch die Strahlen stärker ausgesetzt sind. Durch eine Abnahme der Strahlungsbeschädigung erübrigt sich die Notwendigkeit, die beschädigte Oberfläche zu vergüten oder zu glühen.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass eine genauer bestimmte Dissoziationsreaktion mit Hilfe der Laserstrahlung als bei bekannten Plasmaentladungen erhalten werden kann, so dass unerwünschte Dissoziationsprodukte vermieden werden, wodurch eine Unterätzung der Maske vermieden wird und wirksamer von dem Gas und den höheren Bearbeitungsgeschwindigkeiten und der höheren Selektivität beim Ätzen eines über einem anderen Material befindlichen Materials Gebrauch gemacht wird.

Das Reaktionsprodukt FCO wird durch eine Laserstrahldissoziierung im Infrarotbereich entweder von F_2CO oder $(FCO)_2$ erhalten.

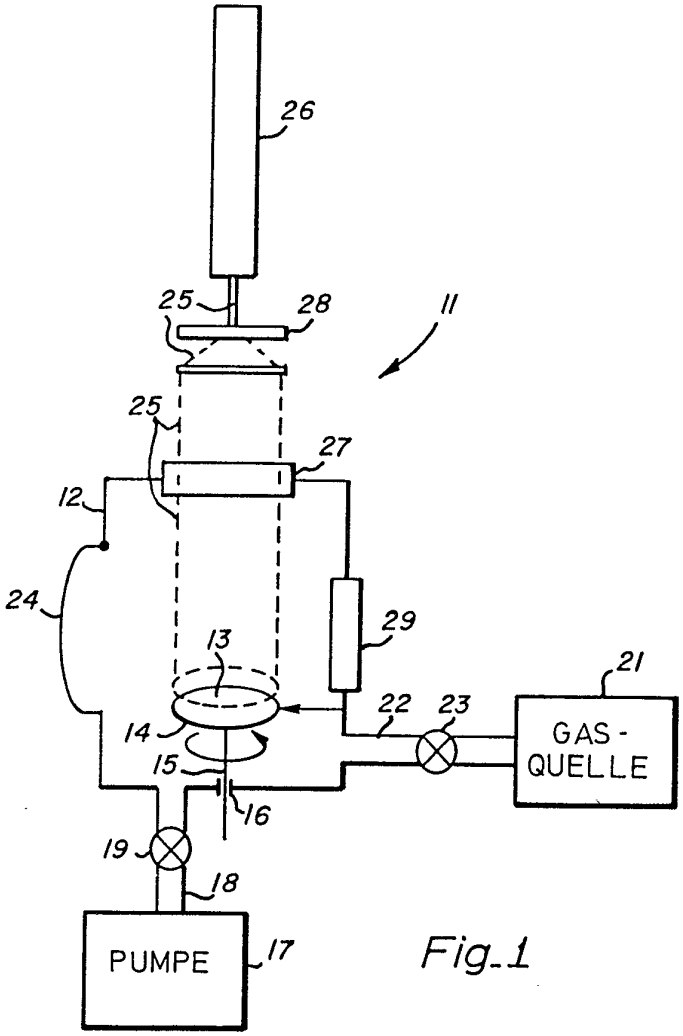

26
25
28
11
25
27
12
24
29
13
21
22
23
GAS-
QUELLE
14
15
16
19
18
PUMPE
17

Fig_1

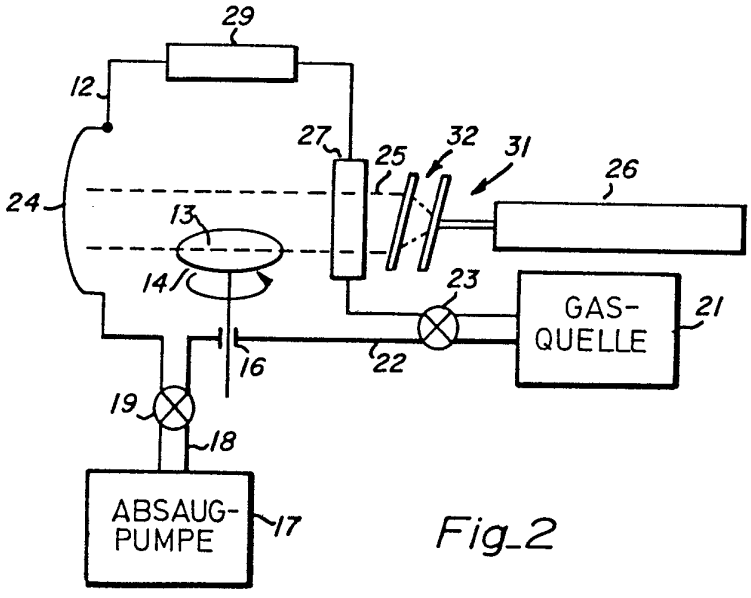

29
12
27
25
32
31
26
24
13
14
23
GAS-
QUELLE
21
16
22
19
18
ABSAUG-
PUMPE
17

Fig_2