



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02937/95

22 Anmeldungsdatum: 17.10.1995

24 Patent erteilt: 13.07.2001

45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.07.2001

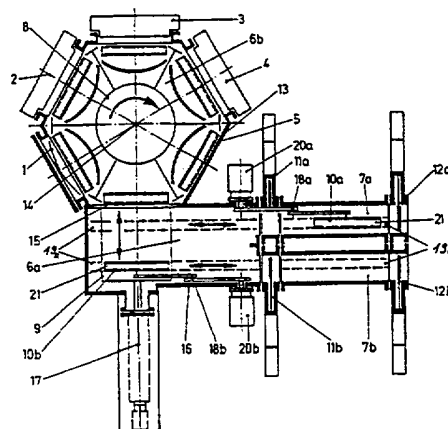
73 Inhaber:
Unaxis Balzers Aktiengesellschaft,
9496 Balzers (LI)

72 Erfinder:
Dr. Aitor Galdos, Schalunstrasse 15,
9490 Vaduz (LI)
Rudolf Wagner, Im Zack, Fontnas,
9476 Weite (CH)
Markus Bruderer, Städtchenstrasse 83,
7320 Sargans (CH)

54 Vakuumanlage zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken.

57 Vakuumpressanlage mit kleiner Grundfläche zur Oberflächenbearbeitung von grossflächigen Werkstücken (21) mit erhöhter Taktzeit bei einfachem Handling, bestehend aus einer Vakuumkammer (6b), welche einen um eine Zentralachse (14) rotierbaren Substratträger (8) umschliesst und an dessen Peripherie mindestens eine Prozessstation (1 bis 5) angeordnet ist, einer Substrat-Transferkammer (6a), welche mit der Vakuumkammer über eine Transferöffnung (15) in Verbindung steht und eine radial zur Zentralachse (14) erste Substrat-handling und -transportvorrichtung (9, 17) aufweist, einer Ladekammer (7a, 7b) mit einer atmosphärenseitigen Ladekammer-türe (12a, 12b) und einem vakuumseitigen Ladekammer-ventil (11a, 11b) zur Entschleusung beziehungsweise Ausschleusung von Werkstücken (21), wobei die Ladekammer (7a, 7b) eine zweite Substrat-handling und -transportvorrichtung (10a, 18a, 19a, 20a) aufweist. Die Transferkammer (6a) ist an der peripheren Aussenseite der Vakuumkammer (6b) tangential angeordnet und steht mit dieser über eine Transferöffnung (15) in Verbindung, sodass mit der ersten Transportvorrichtung (9, 17) Werkstücke (21) zur Beladung des Rotationssubstratträgers (8) durch diese Transferöffnung (15) hindurchgereicht werden können. Die Ladekammer (7a, 7b) ist in tangentialer Richtung zur Vakuumkammer (6b) mit der Transferkammer (6a) verbunden

und die Transferkammer (6a) weist in rechtwinkliger Richtung zur ersten Transportvorrichtung (9, 17) eine dritte Transportvorrichtung (10b, 18b, 19b, 20b) auf, wobei die zweite und dritte Transportvorrichtung in derselben tangentialen Ausrichtung liegen.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumanlage zum Behandeln von Werkstücken nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Es sind Vakuumbearbeitungsanlagen bekannt zur Beschichtung von Werkstücken, welche einen vertikal angeordneten zylinderförmigen oder vieleckigen Vakuumrezipienten aufweisen, an dessen Aussenflächen Prozesstationen, wie beispielsweise Zerstäubungsquellen, Ätzeinrichtungen oder auch Heizvorrichtungen angeordnet sind und um dessen Zentralachse eine zylinderförmige Werkstückhalterung drehbar angeordnet ist, sodass die Werkstücke schrittweise oder kontinuierlich an den verschiedenen Prozesstationen vorbeigeführt werden können. Solche Anlagen werden oft im so genannten «Batch-Betrieb» verwendet, was bedeutet, dass mehrere Werkstücke gleichzeitig auf die Substrathalterung geladen werden und gleichzeitig in die Anlage eingeschleust werden, worauf diese dann dort bearbeitet werden.

Es sind aber auch Anlagen in zylindrischer Anordnung bekannt geworden, wie beispielsweise in der US-P 4 675 096 beschrieben, bei welcher die Werkstücke einzeln über eine Schleusenkammer ein- und ausgeschleust werden und nacheinander im Takt bearbeitet werden. Die dort beschriebene Anlage eignet sich vor allem für kleinflächige Werkstücke. Grossflächige Werkstücke, die oft sehr dünn sind und deshalb in der Regel sehr empfindlich in der Handhabung sind, können mit einer solchen Anlagenkonfiguration nur bedingt bearbeitet werden. Bei hohen Taktraten, die wegen der erforderlichen hohen Wirtschaftlichkeit notwendig sind, ist es bei grossflächigen Substraten besonders schwierig, eine Konfiguration zu finden, die ein bruch sicheres Handling erlaubt.

Für grossflächig zu beschichtende Werkstücke sind deshalb Anlagen bekannt geworden, die üblicherweise als so genannte lineare Durchlauf- oder Taktanlagen betrieben werden. Bei dieser Art Anlage sind die Prozesstationen in einer Reihe hintereinander angeordnet und die Werkstücke werden üblicherweise an der einen Stirnseite eingeschleust und an der anderen Seite der Anlage entnommen. Eine solche Anlage wird beispielsweise in US-P 4 663 009 beschrieben. Zur Erhöhung der Taktrate wird dort eingangsseitig der linearen Anordnung eine zweifache Ladeschleuse vorgesehen.

Die «Batch-Anlagen» haben den Nachteil, dass kein kontinuierlicher Betrieb möglich ist. Die linearen Anlagen haben wegen ihrem Konzept einen sehr grossen Platzbedarf. Ausserdem sind diese Anlagen in einem Produktionsbetrieb nicht einfach integrierbar, da die Lade- und Entladestellen weit voneinander entfernt sind. Solche Anlagen benötigen in der Regel auch einen so genannten Substratträger, der durch die ganze Anlage hindurchläuft. Dies bedeutet, dass auf Grund der langen Wege und des mechanisch aufwändigen Systems die Gefahr einer erhöhten Partikelbildung besteht. Ausserdem werden zusätzlich lange und platzaufwändige Rückführsysteme für die grossflächigen Werkstücksträger benötigt. Ein weiterer Nachteil besteht darin,

dass der Lade- und Entladetakt unmittelbar mit dem Anlagentakt gekoppelt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zu Grunde, die Nachteile des Stand der Technik zu vermeiden. Insbesondere soll eine Vakuumbearbeitungsanlage geschaffen werden, welche es erlaubt, vorzugsweise grossflächige Substrate mit erhöhter Taktzeit bei einfachem Handling und bei kleinem Grundflächenaufwand so zu realisieren, dass eine hohe Wirtschaftlichkeit der Anlage erreicht wird.

Zur Lösung der Aufgabe weist die Vakuumprozessanlage die Merkmale nach Anspruch 1 auf. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

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

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Horizontalschnitt durch die Vakuumanlage;

Fig. 2 schematisch eine Schnittdarstellung der Transferkammer a mit Transferöffnung zur Transferkammer b.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemässe Anlage. Die Anlage ist besonders geeignet für grossflächige plattenförmige Werkstücke. Sie eignet sich vor allem für Werkstücke, die besonders empfindlich in der Handhabung sind, wie beispielsweise dünne Glasscheiben für die Herstellung von grossflächigen Anzeigen beziehungsweise Bildschirmen. Die zu behandelnden Werkstücke sind vorzugsweise grösser als 20 cm im Durchmesser und insbesondere grösser als 40 cm. Die Anlage ist speziell geeignet zur Beschichtung von Indiumzinn-Oxyd (ITO).

Die Anlage besteht aus einer um eine vertikal stehende Rotationsachse 14 angeordneten zylinderförmigen oder polygonförmigen Vakuumkammer, welche als zweite Transferkammer 6b ausgebildet ist und auf ihrer Mantelfläche, um die Rotationsachse angeordnet, mehrere Prozesstationen 1-5 aufweist. Für die vorewähnte Anwendung werden die Prozesstationen vorzugsweise mit Magnetronspulterquellen 2-4 versehen, wobei aber auch in bekannter Weise andere Stationen 1, 5 vorgesehen werden können, wie beispielsweise eine Plasmaätzstation oder eine Heizstation. Die Stationen können wahlweise so ausgeführt werden, dass die Quellen beispielsweise auf den Kammermantel liegenden Flanschöffnungen angebracht werden können oder aber auch im Bereich der Kammerwand eingebaut werden können. Weiterhin ist in der Kammer, um die Rotationsachse 14 eine Substratträgertrommel 8 angeordnet, welche um die Rotationsachse vorzugsweise in Schritten rotiert werden kann. Die Substratträgertrommel 8 ist so ausgebildet, dass sie die flachen Werkstücke im Wesentlichen vertikal an der Trommelperipherie aufnehmen kann, sodass diese Flächen unmittelbar vor den entsprechenden Bearbeitungsstationen, in gewünschtem Abstand, positioniert werden können. Für die vorewähnte Anwendung ist die Transferkammer 6b vorzugsweise als sechseckiges Polygon ausgeführt.

An einer Seitenfläche der zweiten Transferkam-

mer 6b ist eine Transferöffnung 15 angebracht, welche den ganzen Querschnitt freigibt, um ein Werkstück flächig hindurchreichen und auf die Substratträgertrommel 8 ablegen zu können. An dieser Seitenfläche des Polygons ist an die Transferöffnung 15 eine erste Transferkammer 6a angebracht. Radial zur Rotationsachse 14 und in senkrechter Richtung zur Transferöffnung 15 ist an der Aussen-
 5 seite der ersten Transferkammer 6a ein Stössel mit Antrieb 17 angebracht, wobei der Stössel in die Transferkammer 6a in genannter radialer Richtung bewegt werden kann und dieser mit einem Greifer 9 versehen ist, welcher das flächige Werkstück im Wesentlichen vertikal aufnehmen kann und in diese
 10 radiale Richtung von einem Substratträgerwagen 10a oder 10b weg in die zweite Transferkammer 6b auf die Substratträgertrommel 8 transportieren kann.

In tangentialer Richtung zur zweiten Transferkammer sind zwei Ladekammern 7a und 7b angeordnet, welche je über ein Ladekammerventil 11a und 11b mit der ersten Transferkammer 6a in Verbindung stehen. In tangentialer Richtung zur zweiten Transferkammer 6b sind nebeneinander zwei lineare Transportspuren 19 vorgesehen, die beide je einen Substratträgerwagen 10a und 10b aufnehmen können, wobei je eine Spur von der ersten Transferkammer 6a in je einer Ladekammer 7a und 7b münden. Diese beiden Spuren 19 sind schienenförmig so ausgebildet, dass auf diesen ein Substratträgerwagen 10a oder 10b linear von der Ladekammer 7a oder 7b in die Transferkammer 6a bewegt werden kann oder umgekehrt von der Transferkammer 6a in die Ladekammern 7a, 7b. Diese beiden parallel verlaufenden Schienenbahnen 19 sind zwischen den Ladekammern 7a, 7b und der ersten Transferkammer 6a kurz unterbrochen, sodass die Ladekammerventile 11a, 11b schliessen können. Die Substratträgerwagen 10a, 10b können diese Unterbrechung beim Transportvorgang von der Ladekammer in die erste Transferkammer überbrücken. Durch die Unterbrechung entstehen je zwei parallele Schienenpaare 19a und 19b. Das eine Paar 19a befindet sich in den Ladekammern 7a, 7b, wobei das zweite Paar sich in der Transferkammer 6a befindet.

Die beiden Ladekammern 7a und 7b weisen atmosphärenseitig je eine Ladekammertür 12a und 12b auf, um die Anlage mit Werkstücken 21 be- oder entladen zu können. Die Handhabung der Werkstücke 21 wird durch die vorliegende Anordnung stark vereinfacht, da die Ladekammern 7a und 7b unmittelbar parallel in tangentialer Richtung zur zweiten Transferkammer 6b unmittelbar nebeneinander angeordnet sind. Vor den Ladekammertüren 12a, 12b ist es somit möglich, auf kleine Distanzen mit zusätzlichen Handhabungsrobotern die Abläufe auf einfache Art und Weise zu automatisieren. Ausserdem ermöglicht das Konzept einen sehr flächensparenden kompakten Aufbau, welcher erlaubt, einerseits kurze Transportwege mit wenig Übergabepositionen zu realisieren und mit einfachen Handlingsvorrichtungen, womit auch neben einer erhöhten Taktrate die unerwünschte Partikelbildung minimiert wird.

Bei der vorliegenden Anordnung kann nun das Werkstück 21 auf den Substratträgerwagen 10a aufgelegt werden, dann werden die Ventile geschlossen, abgepumpt und nach Evakuieren das innere Ladekammerventil 11a geöffnet und mit der Transportvorrichtung 18a, 20a in die Transferkammer 6a hineintransportiert, wobei auf der anderen Spur gleichzeitig in umgekehrter Reihenfolge ein Werkstück über die Ladekammer 7b hinaus transportiert wird. Vorteilhafterweise wird diejenige Ladekammer, die gerade geöffnet ist und entladen worden ist, unmittelbar nach dem Entladen wieder mit einem zu bearbeitenden Werkstück 21 beladen. Somit können insgesamt sehr kurze Taktzeiten erreicht werden, die im Wesentlichen durch die Prozesszeiten der einzelnen Prozessstationen bestimmt werden.

Die Substratträgerwagen 10a beziehungsweise 10b werden vorzugsweise über ein knieartiges Transportgelenk 18a, 18b linear hin und her bewegt, indem ein motorischer Antrieb 20a, 20b, welcher seitlich und etwa auf halber Länge des gesamten Transportweges an der äusseren Kammerwand der Transferkammer 6a angeordnet ist. Der Doppelhebelarm 18 kann somit bei offenem Ladekammerventil 11a, 11b durch dieses hindurchgreifen und den Wagen 10 entlang der Schiene 19 verschieben.

In Fig. 2 ist ein Querschnitt durch die erste Transferkammer 6a und die zweite Transferkammer 6b dargestellt. Die Werkstücke 21 werden hierbei vorzugsweise vertikal auf dem Substratträgerwagen 10a beziehungsweise 10b angeordnet. Die Halterung auf dem Substratträgerwagen 10a, 10b ist vorzugsweise so ausgebildet, dass die Werkstücke 21 nur aufgelegt werden und durch ihr Eigengewicht halten. Vorzugsweise werden diese Werkstücke 21 deshalb in leichter Schräglage angeordnet. Besonders günstig ist hierbei, wenn der Neigungswinkel zwischen den plattenförmigen Werkstücken 21 gegenüber der Senkrechten kleiner als 10° ist, vorzugsweise aber im Bereich von $40-80^\circ$. Die Werkstücke 21 bleiben in der gesamten Anlage im Wesentlichen in der vorgegebenen Schräglage. Durch diese Anordnung wird die ganze Handhabung der hochempfindlichen Werkstückplatten sehr stark vereinfacht. Beispielsweise kann mit einem einfachen Greifer 9 über eine horizontale Stösselbewegung des Stösselantriebes 17 das Werkstück 21 nacheinander zwischen der Substratträgertrommel 8, beziehungsweise den Substratträgerwagen 10a oder 10b, transportiert werden durch einfaches Abheben und horizontales Verschieben. Eine aufwändige Substrathalterung für die empfindlichen Substrate ist bei diesem Konzept somit nicht notwendig.

Zur besseren Erläuterung der Funktionsweise des Systems wird nun beispielsweise ein typischer Prozessablauf beschrieben:

Das Werkstück 21 wird durch ein externes Handlingsystem, zum Beispiel ein Robotersystem, aus einer Kassette entnommen und in die gewünschte geneigte Lage von ca. 84° gegenüber der Horizontalen geschwenkt. In dieser Lage wird das Werkstück 21 auf einen der momentan freien Substratträgerwagen 10a oder 10b in der entsprechenden Ladekammer 7a oder 7b abgelegt. Daraufhin wird

die entsprechende Ladekammertüre, hier beispielsweise 12a, geschlossen. Die Ladekammer 7a wird danach evakuiert und das Ladekammerventil 11a geöffnet. Das auf dem Substratträgerwagen 10a befindliche Werkstück 21 wird nun in die erste Transferkammer 6a transportiert bis vor die Transferöffnung 15. Der Greifer 9 übernimmt das Werkstück 21, wobei der Substratträgerwagen 10a zurückfährt. Durch radiale Bewegung des Greifers 9 in Richtung Rotationsachse 14 wird das Werkstück 21 durch die Transferöffnung 15 hindurchtransportiert und auf die Substratträgertrommel 8 abgelegt, und dies immer in der ursprünglich eingestellten Schräglage. Die Substratträgertrommel indexiert nun um eine Kammerteilung und bringt das Werkstück 21 in die erste Prozessposition zur Bearbeitung. Die Prozessposition kann wahlweise als vakuumgetrennte Prozesskammer mit Ventilen ausgebildet werden oder aber vorzugsweise ohne vollständige Vakuumtrennung, aber auf bekannte Art, mit Blenden und Abschottungen versehen sein. Nach diesem Schritt liegt nun ein fertig bearbeitetes Substrat in der zweiten Transferkammer 6b vor der Transferöffnung 15 und ist bereit, um entnommen zu werden. Der Greifer 9 entnimmt das Werkstück 21 von der Substratstrommel 8, wobei der Substratträgerwagen 10a in die Transferkammer 6a fährt. Der Greifer 9 legt nun das Werkstück 21 wieder auf den Substratträgerwagen 10a ab. Der Substratträgerwagen 10a transportiert das Substrat 21 in die Ladekammer 7a. Das Ladekammerventil 11a wird geschlossen und die Ladekammer 7a wird geflutet. Die Ladekammertüre 12a wird geöffnet, um das Werkstück 21 durch das externe Handlingsystem entnehmen zu können. Danach ist die Ladestation bereit, um wieder ein neues Werkstück 21 einlegen zu können. Der Vorgang beginnt wieder von neuem.

Um die Taktzeit zu erhöhen und optimal auf das Konzept abzustimmen, werden zwei unabhängige Ladekammern 7a und 7b erfindungsgemäss vorgesehen. Diese werden parallel betrieben, das heisst währenddem die eine Ladekammer durch das externe Handling, das Fluten oder das Abpumpen besetzt ist, steht die andere Ladekammer bereit, um den internen Werkstücktausch vornehmen zu können. Der ganze Ablauf wird zeitoptimiert durch eine elektronische Prozesssteuerung geführt. Mit der erfindungsgemässen Anlage steht somit eine kostengünstige Produktionsanlage zur Verfügung, welche in der Lage ist, hohe produktive Leistung zu erbringen bei Erfüllung der aufwändigen Prozessanforderungen für Flachbildschirme, und es ermöglicht, die dafür notwendigen, heiklen Substratplatten sicher und bruchfrei zu bearbeiten.

Patentansprüche

Vakuumprozessanlage zur Oberflächenbearbeitung von Werkstücken (21) mit
 – einer Vakuumkammer (6b), welche einen um eine Zentralachse (14) rotierbaren Substratträger (8) umschliesst und an dessen Peripherie mindestens eine Prozessstation (15) angeordnet ist,
 – einer Substrat-Transferkammer (6a), welche mit der Vakuumkammer über eine Transferöffnung (15)

in Verbindung steht und eine radial zur Zentralachse (14) erste Substrat-handling und -transportvorrichtung (9,17) aufweist,

– mindestens einer Ladekammer (7a, 7b) mit einer atmosphärenseitigen Ladekammertüre (12a, 12b) und einem vakuumseitigen Ladekammerventil (11a, 11b) zur Einschleusung bzw. Ausschleusung von Werkstücken (21), wobei die Ladekammer (7a, 7b) eine zweite Substrat-handling und -transportvorrichtung (10a, 10b, 18a, 18b, 19b, 20a, 20b) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Transferkammer (6a) an der peripheren Aussenseite der Vakuumkammer (6b) tangential angeordnet ist und mit dieser über eine Transferöffnung (15) in Verbindung steht, sodass mit der ersten Transportvorrichtung (9, 17) Werkstücke (21) zur Beladung des Rotations-substratträgers (8) durch diese Transferöffnung (15) hindurch reichbar sind, und dass die Ladekammer (7a, 7b) in tangentialer Richtung zur Vakuumkammer (6b) mit der Transferkammer (6a) verbunden ist und die Transferkammer (6a) in rechtwinkliger Richtung zur ersten Transportvorrichtung (9, 17) eine dritte Transportvorrichtung (10a, 10b, 18a, 18b, 19a, 20a, 20b) aufweist, wobei die zweite und dritte Transportvorrichtung in derselben tangentialen Ausrichtung liegen.

2. Vakuumprozessanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Ladekammern (7a) und (7b) nebeneinander an der Transferkammer (6a) angeordnet sind, wobei Steuerungsmittel vorgesehen sind zum wahlweisen Betrieb jeder Schleusenkommer als Ein- oder Ausschleuskommer.

3. Vakuumprozessanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die atmosphärenseitigen Ladekammertüren (12a, 12b) der Ladekammer (7a, 7b) unmittelbar nebeneinander angeordnet sind.

4. Vakuumprozessanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Ladekammer (7a, 7b) eine in einer tangentialen Linie zur Vakuumkammer (6b) liegende zweite und dritte Transportvorrichtung vorgesehen ist und diese vorzugsweise je eine Schiene (19a, 19b) aufweisen zur Aufnahme eines fahrbaren Substratträgers (10a,10b) und diese Schienen zwischen dem vakuumseitigen Ladekammerventil (11a, 11b) unterbrochen sind.

5. Vakuumprozessanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Transferkammer (6a) radial zur Anlagenzentralachse (14) und senkrecht zur tangentialen Ausrichtung der Transfer- und Schleusenkommeranordnung mit Transporteinrichtung einen in radialer Richtung verschiebblichen ersten Substrathandler (9, 17) aufweist, wobei dieser eine Substratgreifvorrichtung (9) trägt, um das Werkstück (21) zwischen der Substratträgertrommel (8) und dem Substratträger (10a, 10b) in radialer Richtung transportieren zu können.

6. Vakuumprozessanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der fahrbare Substratträger (10a, 10b) als Wagen ausgebildet ist und der Wagen zwischen der Transferkammer (6a) und der Schleusenkommer (7a, 7b) bewegt werden kann, vorzugsweise mit einem an

der Transferkammer (6a) angeordneten und getriebenen Doppelhebelarm (18), der bei offenem Ladekammerventil (11a, 11b) durch dieses in die Ladekammer (7a,7b) hindurchgreift.

7. Vakuumprozessanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage ausgelegt ist für plattenförmige und grossflächige Werkstücke (21), vorzugsweise mit einem Durchmesser grösser als 20 cm, insbesondere grösser als 40 cm.

8. Vakuumprozessanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage ausgelegt ist für im Wesentlichen vertikal angeordnete Werkstücke (21), vorzugsweise auf dem Träger (8, 10) aufliegend mit einer Neigung gegenüber der Senkrechten von kleiner 10°, vorzugsweise im Bereich von 4°–8°.

9. Verwendung der Vakuumprozessanlage nach den Ansprüchen 1 bis 8 zur Oberflächenbearbeitung von Glasplatten für die Herstellung von Flachbildschirmen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

