

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50059/2018  
(22) Anmeldetag: 24.01.2018  
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2018

(51) Int. Cl.: **B25J 15/06** (2006.01)

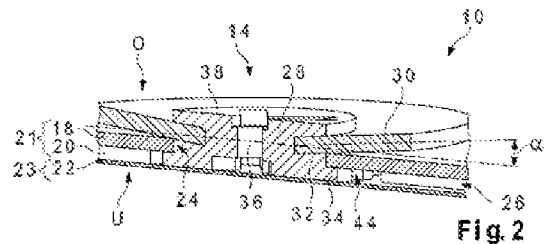
(30) Priorität:  
27.01.2017 NL 2018243 beansprucht.

(71) Patentanmelder:  
SUSS MicroTec Lithography GmbH  
85748 Garching bei München (DE)

(74) Vertreter:  
Sonn & Partner Patentanwälte  
1010 Wien (AT)

(54) **Saugvorrichtung für einen Endeffektor, Endeffektor zum Halten von Substraten sowie Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors**

(57) Eine Saugvorrichtung (14) für einen Endeffektor (10) zum Halten von Substraten hat einen Grundkörper (28), der einen Durchgangskanal (36) und eine Kontaktfläche (38) aufweist, und eine Dichtlippe (30). Die Kontaktfläche weist einen Rand (39) und wenigstens eine Vertiefung (40) auf, wobei der Durchgangskanal (36) in die wenigstens eine Vertiefung (40) mündet und wobei die wenigstens eine Vertiefung (40) vor dem Rand (39) der Kontaktfläche (38) endet. Der Grundkörper (28) hat einen Basisabschnitt (32) und einen Befestigungsabschnitt (34), der an den Basisabschnitt (32) angrenzt. Im Befestigungsabschnitt (34) ist wenigstens ein Verbindungskanal (44) vorgesehen, der mit dem Durchgangskanal (36) fluidisch verbunden ist und der sich vom Rand des Befestigungsabschnittes (34) aus erstreckt. Ferner sind ein Endeffektor (10) und ein Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors (10) gezeigt.



Zusammenfassung

Eine Saugvorrichtung (14) für einen Endeffektor (10) zum Halten von Substraten hat einen Grundkörper (28), der einen Durchgangskanal (36) und eine Kontaktfläche (38) aufweist, und eine Dichtlippe (30). Die Kontaktfläche weist einen Rand (39) und wenigstens eine Vertiefung (40) auf, wobei der Durchgangskanal (36) in die wenigstens eine Vertiefung (40) mündet und wobei die wenigstens eine Vertiefung (40) vor dem Rand (39) der Kontaktfläche (38) endet. Der Grundkörper (28) hat einen Basisabschnitt (32) und einen Befestigungsabschnitt (34), der an den Basisabschnitt (32) angrenzt. Im Befestigungsabschnitt (34) ist wenigstens ein Verbindungskanal (44) vorgesehen, der mit dem Durchgangskanal (36) fluidisch verbunden ist und der sich vom Rand des Befestigungsabschnittes (34) aus erstreckt.

Ferner sind ein Endeffektor (10) und ein Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors (10) gezeigt.

(Fig. 2)

Die Erfindung betrifft eine Saugvorrichtung für einen Endeffektor zum Halten von Substraten, einen Endeffektor zum Halten von Substraten mit einer Saugvorrichtung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors.

Endeffektoren sind das letzte Element einer kinematischen Kette von Transportvorrichtungen, beispielsweise von Robotern. Sie werden beispielsweise zum Greifen oder Halten von Gegenständen verwendet.

Bei der Chipherstellung kommen Endeffektoren üblicherweise zum Halten von Substraten wie Wafern zum Einsatz, um die Substrate zwischen verschiedenen Prozessstationen zu bewegen.

Saugvorrichtungen für Endeffektoren für die Mikrochipherstellung sind bekannt und weisen üblicherweise eine Ansaugnut oder einen Saugnapf, zum Beispiel eine am Endeffektor befestigte Dichtlippe auf. Durch einen Kanal im Endeffektor kann innerhalb des Saugnapfes oder der Ansaugnut ein Unterdruck erzeugt werden, der zum Aufnehmen von flachen Gegenständen, wie Substraten bzw. Wafern, verwendet werden kann.

Beim Ansaugen durch eine Nut liegt das Substrat meist direkt auf dem Endeffektor auf. Dadurch wird eine Bewegung des Substrats nach der Aufnahme verhindert. Dies ist jedoch nur bei Substraten mit besonders ebenen und glatten Oberflächen möglich. Gewölbte Substrate lassen sich auf diese Art und Weise nicht auf dem Endeffektor fixieren.

Durch den Saugnapf können auch gewölbte Substrate gehalten werden, da sie nicht direkt am Endeffektor anliegen. Dabei sind jedoch noch kleine Bewegungen des Substrats möglich, die die Präzision der Platzierung des Substrats verringern können. Außerdem ist durch das vergleichsweise große Volumen im Saugnapf ein schnelles Loslassen des Substrats nicht möglich. Beispielsweise wird das Loslassen durch Spülen der Leitung oder Umschalten auf einen Überdruck unterstützt. Ferner führt diese Art des Ansaugens häufig zu einem Ankleben der Substrate an dem Saugnapf, wodurch das Loslassen weiter erschwert wird.

Außerdem wirkt bei der Fixierung von Substraten mit herkömmlichen Ansaugnuten oder Dichtungen, eine Ansaugkraft lokal am Ort der Ansaugnut oder der Dichtung, welche zur Maximierung der Ansaugkraft häufig einen besonders geringen Durchmesser aufweisen. Dabei können besonders dünne und zerbrechliche Substrate beschädigt werden.

Es ist somit Aufgabe der Erfindung, einen Saugnapf, einen Endeffektor und ein Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors bereitzustellen, die eine präzise Positionierung des Substrats ermöglichen. Insbesondere auch von gewölbten und besonders empfindlichen Substraten.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Saugvorrichtung für einen Endeffektor zum Halten von Substraten, mit einem Grundkörper, der einen Durchgangskanal und eine Kontaktfläche aufweist,

und einer Dichtlippe, die die Kontaktfläche randseitig umgibt, wobei die Kontaktfläche einen Rand und wenigstens eine Vertiefung, insbesondere eine Saugnut aufweist, wobei der Durchgangskanal in die wenigstens eine Vertiefung mündet. Vorzugsweise umgibt die Dichtlippe auch die Kontaktfläche randseitig vollständig und kann alternativ oder zusätzlich vom Rand beabstandet sein. Der Grundkörper weist einen konischen oder zylindrischen Basisabschnitt auf, dessen Stirnseite die Kontaktfläche darstellt. Der Grundkörper hat einen Befestigungsabschnitt, der an den Basisabschnitt an der von der Kontaktfläche abgewandten Stirnseite des Basisabschnitts angrenzt. Im Befestigungsabschnitt ist wenigstens ein Verbindungskanal vorgesehen, der mit dem Durchgangskanal fluidisch verbunden ist und der sich vom Rand des Befestigungsabschnittes aus erstreckt.

Unter Substraten werden im Rahmen dieser Erfindung insbesondere auch Wafer und Substrate, wie Halbleiterwafer, Glaswafer, flexible Substrate (flexible Substrates), aus Chips und Vergussmasse künstlich hergestellte Wafer (Reconstituted Wafers; molded wafers with embedded dies) oder Substrate mit 3-dimensionalen Oberflächen, verstanden.

Obwohl von einer Saugvorrichtung gesprochen wird, kann es sich auch um eine Fixiervorrichtung handeln, die mittels Überdruck Substrate fixiert, wobei dann der Bernoulli-Effekt ausgenutzt wird.

Durch die Kontaktfläche und die auf der Kontaktfläche vorgesehenen Vertiefungen liegt das Substrat direkt an der Kontaktfläche des Grundkörpers an, verschließt die Vertiefung dicht und wird daher dort fixiert. Da der Grundkörper starr ist, ist keine Bewegung des Wafers mehr gegenüber dem Grundkörper möglich.

Dadurch, dass das Substrat im vollständig angesaugten Zustand die Vertiefungen dicht verschließt, trägt die Dichtlippe nicht mehr zur Haltekraft bei und wird dann auch nicht weiter evakuiert. Deswegen kann sich der Druck innerhalb des Volumens der Dichtlippe wieder an den Umgebungsdruck anpassen, während das Substrat gehalten wird. Dadurch wird das Loslassen des Substrats einfacher und präziser, da nicht mehr das gesamte von der Dichtlippe eingeschlossene Volumen geflutet werden muss, um das Substrat loszulassen. Ferner kann der Unterdruck innerhalb des Volumens der Dichtlippe auch im vollständig angesaugten Zustand für eine gewisse Zeit erhalten bleiben. Welcher Druck sich innerhalb des Volumens der Dichtlippe einstellt kann vom Substrat abhängen. Zudem ist der Grundkörper einfach herzustellen und zu montieren und die Saugvorrichtung kann in einem Endeffektor einfach mittels des Befestigungsabschnittes befestigt werden. Weiterhin erstreckt sich ein Kanal zur Evakuierung durch den gesamten Grundkörper.

Dabei kann der Durchgangskanal konzentrisch im Basisabschnitt angeordnet sein. Der Basisabschnitt kann insbesondere kreiszylindrisch sein.

Denkbar ist auch, dass der Grundkörper an den Endeffektor geklebt wird.

Zudem kann der Grundkörper einstückig ausgeführt sein.

Die zur Beschreibung der Erfindung verwendeten Richtungsangaben beziehen sich auf die zylindrische oder konische Form der Abschnitte des Grundkörpers.

Beispielsweise ist die Dichtlippe aus einem elastischen Material wie Gummi oder Silikon. Der Grundkörper kann starr sein und ist vorzugsweise aus einem elektrisch leitenden Material wie Edelstahl oder einem leitenden Kunststoff hergestellt. Somit werden elektrostatische Aufladungen vermieden. Die Grundkörperoberfläche kann ferner mit einer dünnen dissipativen Beschichtung mit einem Oberflächenwiderstand von beispielsweise  $10^5$  bis  $10^{11}$  Ohm beschichtet sein. Diese Beschichtung kann eine Dicke von bis zu 50  $\mu\text{m}$  aufweisen.

Es können wenigstens zwei Vertiefungen vorgesehen sein, die kreuzförmig angeordnet sind. Hierdurch kann die Fläche innerhalb des Grundkörpers gesteigert werden, die dem Vakuum ausgesetzt ist.

Beispielsweise endet die wenigstens eine Vertiefung vor dem Rand der Kontaktfläche. Die Vertiefung durchbricht also nirgends den Rand der Saugvorrichtung. Somit ist die Vertiefung nur zur Kontaktfläche hin geöffnet und nicht auch noch seitlich. Dadurch wird sichergestellt, dass das Substrat die Vertiefung beim Anliegen dicht verschließt.

Um die Herstellung des Grundkörpers zu vereinfachen, kann die wenigstens eine Vertiefung vom Durchgangskanal ausgehend flacher werden und insbesondere in die Kontaktfläche übergehen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Dichtlippe am Basisabschnitt befestigt und erstreckt sich bis zur Kontaktfläche oder über eine von der Kontaktfläche definierten Ebene hinaus. Dadurch wird erreicht, dass zum einen das Substrat mithilfe der Dichtlippe einfach aufgenommen werden kann und zum anderen gleichzeitig sichergestellt ist, dass das Substrat nach einer geringfügigen Verformung der Dichtlippe schließlich an der Kontaktfläche anliegt.

Vorzugsweise weist der Basisabschnitt an seinem Umfang eine Ringnut auf, in der die Dichtlippe befestigt ist. Die Dichtlippe kann eine Scheibe mit einem konzentrischen Loch sein. Dies ermöglicht eine einfache Konstruktion der Saugvorrichtung.

Beispielsweise kann die Funktion der Dichtlippe verbessert werden, wenn die Ringnut schräg zu einer Radialebene des Basisabschnitts verläuft. Dabei kann der Winkel zwischen der Radialebene und der Ringnut größer oder gleich  $5^\circ$  sein.

Dabei kann der Verbindungskanal wenigstens eine Nut sein, um die Herstellung des Befestigungsabschnitts bzw. des Grundkörpers zu vereinfachen.

Beispielsweise sind mehrere Verbindungskanäle vorgesehen, die sternförmig angeordnet sind, damit bei der Montage des Endeffektors nicht auf eine bestimmte Orientierung der Saugvorrichtung geachtet werden muss.

Ferner wird die Aufgabe gelöst durch einen Endeffektor zum Halten von Substraten mit einem Träger und wenigstens einer erfindungsgemäßen Saugvorrichtung, die am Grundkörper befestigt ist.

Um den Grundkörper der Saugvorrichtung sicher am Endeffektor befestigen zu können, kann der Träger eine Befestigungsöffnung aufweisen, durch die sich der Basisabschnitt des Grundkörpers erstreckt, wobei die Befestigungsöffnung einen geringeren Durchmesser als der Befestigungsabschnitt aufweist, und wobei der Befestigungsabschnitt einen größeren Durchmesser als der Basisabschnitt hat. Auf diese Weise kann der Grundkörper der Saugvorrichtung einfach am Endeffektor befestigt werden.

Ferner kann der Durchmesser der Befestigungsöffnung auch größer oder annähernd gleich groß wie der Durchmesser des Befestigungsabschnitts sein. In diesem Fall kann der Befestigungsabschnitt in die Befestigungsöffnung eingesetzt und ggf. verklebt werden.

Vorzugsweise ist die Dichtlippe auf der vom Befestigungsabschnitt abgewandten Seite der Befestigungsöffnung vorgesehen, wobei die Saugvorrichtung durch die Dichtlippe und den Befestigungsabschnitt in der Befestigungsöffnung fixiert ist.

Im Träger ist wenigstens ein Fluidkanal, insbesondere ein Vakuumkanal vorgesehen, wobei der wenigstens eine Verbindungskanal des Befestigungsabschnitts mit dem wenigstens einen Fluidkanal des Trägers fluidisch verbunden ist, wodurch ein Unterdruck im Bereich der Vertiefungen erzeugt werden kann.

In einer Ausgestaltung der Erfindung weist der Träger wenigstens zwei Lagen auf, wobei der Grundkörper, insbesondere der Befestigungsabschnitt, zwischen den beiden Lagen befestigt ist. Dadurch lässt sich eine sichere Befestigung des Grundkörpers am Träger einfach realisieren.

Ferner wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors, insbesondere eines erfindungsgemäßen Endeffektors, mit den folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen einer ersten Lage des Endeffektors, die eine Befestigungsöffnung aufweist,
- b) Einschieben des Grundkörpers der Saugvorrichtung in die Befestigungsöffnung von der ersten Seite der ersten Lage aus, und
- c) Befestigen einer zweiten Lage des Endeffektors an der ersten Lage und/oder dem Grundkörper, insbesondere von der ersten Seite aus.

Die erste Seite ist dabei zum Beispiel die Oberseite der ersten Lage und des Trägers, also die Seite, auf der das Substrat bei bestimmungsgemäßer Verwendung aufgenommen ist. Auf diese Weise ist eine einfache und trotzdem zuverlässige Befestigung der Saugvorrichtung am Träger des Endeffektors möglich.

Vorzugsweise wird die Dichtlippe von einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite der ersten Lage aus am Grundkörper befestigt, sodass auch die Dichtlippe zur Befestigung der Saugvorrichtung am Träger dient. Die zweite Seite ist dabei beispielsweise die Unterseite der ersten Lage oder des Trägers.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie aus den beigefügten Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 einen erfindungsgemäßen Endeffektor mit einer erfindungsgemäßen Saugvorrichtungen sowie eine Kassette in perspektivischer Ansicht,
- Figur 2 einen Schnitt durch den Endeffektor nach Figur 1 im Bereich einer der erfindungsgemäßen Saugvorrichtungen,
- Figur 3 eine Schnittansicht durch einen Grundkörper einer erfindungsgemäßen Saugvorrichtung,
- Figur 4 den Grundkörper nach Figur 3 in einer perspektivischen Ansicht, und
- Figur 5 den Grundkörper nach Figur 3 in einer Unteransicht.

In Figur 1 ist ein Endeffektor 10 in einer leeren Kassette 11 für Substrate dargestellt. Endeffektoren 10 sind Bauteile von Robotern am Ende einer kinematischen Kette.

Der Endeffektor 10 kann an einem Roboterarm (nicht gezeigt) zum Bewegen von Substraten z.B. Wafern, befestigt werden und ist in der gezeigten Ausführungsform ein Halter. Jedoch könnte es sich auch um einen Greifer handeln.

Der Endeffektor 10 hat einen Träger 12 und zwei am Träger 12 vorgesehene Saugvorrichtungen 14.

Beispielsweise hat der Träger 12 eine Aussparung, durch die zwei Haltearme 16 des Endeffektors 10 gebildet werden, an denen die Saugvorrichtungen 14 angeordnet sind.

In der in Figur 2 gezeigten Schnittdarstellung ist zu erkennen, dass der Endeffektor 10 aus mehreren Lagen, nämlich einer oberen Lage 18 und einer mittleren Lage 20, die zusammen eine erste Lage 21 bilden, sowie einer unteren Lage 22, die eine zweite Lage 23 darstellt, aufgebaut ist.

Die untere Lage 22 ist durchgehend geschlossen, und die obere Lage 18 ist ebenfalls nahezu geschlossen, bis auf zwei Befestigungsöffnungen 24, in denen je eine der Saugvorrichtungen 14 eingesetzt ist, und Zuleitungsbohrungen, um die Saugvorrichtung mit Vakuum oder Druckluft bzw. -gas zu speisen.

Die mittlere Lage 20 weist einen Schlitz auf, der sich durch den gesamten Träger 12 erstreckt und verzweigt, wobei die beiden Zweige im Bereich der Befestigungsöffnung 24 enden.

Dieser Schlitz wird von der oberen Lage 18 und der unteren Lage 20 in vertikaler Richtung abgedeckt, sodass ein Fluidkanal 26 im Träger 12 gebildet wird, der im Bereich der Befestigungsöffnung 24 endet und der in der gezeigten Ausführungsform ein Vakuumkanal ist.

In der Befestigungsöffnung 24 ist am Träger 12 die Saugvorrichtung 14 eingesetzt.

Die Saugvorrichtung 14 weist einen Grundkörper 28 und eine Dichtlippe 30 auf, die am Grundkörper 28 befestigt ist.

In den Figuren 3 bis 5 ist der Grundkörper 28 der Saugvorrichtung 14 im Detail, jedoch ohne die Dichtlippe 30 dargestellt.

Der Grundkörper 28 weist einen Basisabschnitt 32 und einen Befestigungsabschnitt 34 auf, wobei der Basisabschnitt 32 an den Befestigungsabschnitt 34 grenzt.

Der Grundkörper 28 ist aus einem starren Material. Beispielsweise eignen sich hierfür Edelstahl oder leitender Kunststoff. Das Material kann elektrisch leitend sein. Die Leitfähigkeit kann dazu dienen, elektrostatische Ladung am Substrat abzubauen bzw. elektrische Aufladung zu vermeiden. Ferner kann die Oberfläche des Grundkörpers 28 mit einer dünnen dissipativen Beschichtung mit einem Oberflächenwiderstand von beispielsweise  $10^5$  bis  $10^{11}$  Ohm beschichtet sein.

Der Basisabschnitt 32 und der Befestigungsabschnitt 34 sind einstückig ausgeführt.

Sowohl der Basisabschnitt 32 als auch der Befestigungsabschnitt 34 sind zylindrisch, insbesondere kreiszylindrisch und konzentrisch zueinander ausgerichtet, wobei der Befestigungsabschnitt 34 einen größeren Durchmesser als der Basisabschnitt 32 hat.

Denkbar ist auch, dass der Basisabschnitt 32 und/oder der Befestigungsabschnitt 34 konisch ausgeführt sind.

Durch den Grundkörper 28, also auch durch den Basisabschnitt 32 und den Befestigungsabschnitt 34, erstreckt sich konzentrisch ein Durchgangskanal 36 in axialer Richtung.

Der Basisabschnitt 32 weist an seiner vom Befestigungsabschnitt 34 abgewandten Stirnseite eine Kontaktfläche 38 auf.

Die Kontaktfläche 38 wird am Umfang des Basisabschnittes 32 durch einen Rand 39 begrenzt, und der Durchgangskanal 36 mündet beispielsweise im Mittelpunkt der Kontaktfläche 38.

In der Kontaktfläche 38 sind zwei Vertiefungen 40 vorgesehen, die beispielsweise ein Kreuz bilden und sich im Mittelpunkt der Kontaktfläche 38 schneiden. Der Durchgangskanal 36 mündet somit in die Vertiefungen 40.

Die Vertiefungen 40 erstrecken sich jeweils in radialer Richtung über den Großteil der Kontaktfläche 38. Jedoch enden die Vertiefungen 40 mit jedem ihrer Enden jeweils vor dem Rand 39 der Kontaktfläche 38.

Die Vertiefungen 40 durchbrechen somit nicht den Rand 39, sodass sie nicht in radialer Richtung zur Außenseite des Grundkörpers offen sind.

Die Tiefe der Vertiefungen 40 ändert sich in radialer Richtung. Die größte Tiefe haben die Vertiefungen 40 an der Mündung des Durchgangskanals 36. Von dort ausgehend verringert sich die Tiefe mit zunehmendem Abstand vom Durchgangskanal 36, bis die Vertiefungen 40 schließlich in die Kontaktfläche 38 übergehen.

Außerdem ist im Basisabschnitt 32 zwischen dem Befestigungsabschnitt 34 und der Kontaktfläche 38 am Umfang eine umlaufende Ringnut 42 vorgesehen, in der die Dichtlippe 30 befestigt werden kann.

Die Ringnut 42 schließt im gezeigten Ausführungsbeispiel mit einer Radialebene einen Winkel  $\alpha$  ein, der hier größer oder gleich  $5^\circ$  ist.

Wie in Figur 5 gut zu erkennen, sind im Befestigungsabschnitt 34 mehrere Verbindungskanäle 44 vorgesehen. In der gezeigten Ausführungsform sind es drei Verbindungskanäle 44.

Die Verbindungskanäle 44 sind als Nuten in den Befestigungsabschnitt 34 eingebracht, in die der Durchgangskanal 36 mündet. Die Verbindungskanäle 44 sind somit mit dem Durchgangskanal 36 und damit auch mit den Vertiefungen 40 fluidisch verbunden.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel verlaufen die Verbindungskanäle 44 vom Rand des Befestigungsabschnittes 34 aus über den Mittelpunkt des Befestigungsabschnittes 34 zum gegenüberliegenden Rand; sie sind sternförmig angeordnet.

Wenn die Saugvorrichtung 14 am Träger 12 befestigt ist, erstreckt sich der Basisabschnitt 32 durch die Befestigungsöffnung 24, wie in Figur 2 zu erkennen ist. Der Befestigungsabschnitt 34 liegt dann zwischen der oberen, ersten Lage 18 und der unteren, zweiten Lage 22 und kann zwischen diesen Lagen 18, 22 eingeklemmt sein. In axialer Richtung befindet sich der Befestigungsabschnitt 34 also im Bereich der mittleren Lage 20.

Hierzu hat die Befestigungsöffnung 24 einen Durchmesser, der geringfügig größer als der Durchmesser des Basisabschnittes 32, jedoch kleiner als der Durchmesser des Befestigungsabschnittes 34 ist.

In anderen Worten entsteht durch den größeren Durchmesser des Befestigungsabschnittes 34 eine Stufe am Übergang zum Basisabschnitt 32, auf der die obere Lage 18 aufliegt.

Vorzugsweise entspricht die Dicke der mittleren Lage 20 im Wesentlichen der Höhe des Befestigungsabschnitts 34.

Die fluidische Verbindung zwischen den Vertiefungen 40 und dem Fluidkanal 26 erfolgt über den Befestigungsabschnitt 34. Die Verbindungskanäle 44 stehen durch ihre randseitigen Öffnungen mit dem Fluidkanal 26 des Trägers 12 in fluidischer Verbindung. Somit wird mittels der Verbindungskanäle 44 und dem Durchgangskanal 36 eine fluidische Verbindung zwischen den Vertiefungen 40 und dem Fluidkanal 26 des Trägers 12 hergestellt.

Die Dichtlippe 30 der Saugvorrichtung 14 ist eine Scheibe mit einem konzentrischen Loch und aus einem elastischen Material hergestellt, wie Gummi.

Die Dichtlippe 30 ist in die Ringnut 42 des Basisabschnittes 32 eingesetzt und erstreckt sich auf der Oberseite O der oberen Lage 18 sowohl in radialer Richtung als auch in axialer Richtung zur Kontaktfläche 38.

Unter der Oberseite O wird im Rahmen der Erfindung die Seite der oberen Lage 18 bzw. des Endeffektors 10 verstanden, an der das Substrat bei bestimmungsgemäßen Gebrauch anliegen soll. Die Unterseite U ist die dazu entgegengesetzte Seite des Endeffektors 10.

In der gezeigten Ausführungsform steht die Dichtlippe 30 geringfügig über eine Ebene über, die von der Kontaktfläche 38 definiert wird. Dabei ist ihr vom Basisabschnitt 32 abgewandtes Ende vom Rand 39 beabstandet.

Zur besseren Abdichtung liegt die Dichtlippe 30 außerdem elastisch vorgespannt auf der obersten Lage 18 des Trägers 12 auf.

Durch die Dichtlippe 30, die von der Oberseite O an der oberen, ersten Lage 18 anliegt, und durch den Befestigungsabschnitt 34, der von der Unterseite U her an der oberen Lage 18 angreift, wird die Saugvorrichtung 14 am Träger 12 in der Befestigungsöffnung 24 fixiert.

Zum Halten oder ggf. Greifen von Substraten wird an die Vertiefungen 40 über den Fluidkanal 26, die Verbindungskanäle 44 und den Durchgangskanal 36 ein Vakuum angelegt, das von einer Unterdruckquelle (nicht gezeigt) bereitgestellt wird, beispielsweise einer Vakuumpumpe.

Wird der Endeffektor 10 mit den Saugvorrichtungen 14 nun von unten oder oben an ein Substrat (nicht gezeigt) herangeführt, legt sich die Dichtlippe auf das Substrat. Durch das angelegte Vakuum wird der von der Dichtlippe abgegrenzte Dichtraum evakuiert, bis das Substrat (auch unter der Mitwirkung ihres Eigengewichts) die Dichtlippe verformt und an der Kontaktfläche 38 anliegt.

Ab dem Moment, in dem das Substrat an der Kontaktfläche 38 vollständig anliegt, dichtet das Substrat die Vertiefungen 40 gegenüber dem Dichtraum der Dichtlippe 30 ab.

Nun werden die Vertiefungen 40 weiter von der Vakuumquelle evakuiert und das Substrat dadurch fester an die Kontaktfläche 38 gepresst. Das Substrat ist dadurch sicher und unbeweglich direkt an der Kontaktfläche 38 fixiert.

Durch die kreuzförmige Anordnung und die Breite der Vertiefungen ist sichergestellt, dass das Vakuum gleichmäßig über eine große Fläche wirkt.

Gleichzeitig besteht jedoch keine fluidische Verbindung mehr zwischen dem Dichtraum der Dichtlippe 30 und der Vakuumquelle, sodass der Unterdruck im Dichtraum durch unweigerlich von außen eindringende Umgebungsluft langsam abgebaut wird. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Fixierung des Substrats, da dieses sicher durch die Vertiefungen 40 direkt an der Kontaktfläche 38 gehalten wird.

Soll das Substrat nun abgesetzt oder gelöst werden, wird die Vakuumquelle deaktiviert und die Vertiefungen 40 werden gegen den Umgebungsdruck gelüftet.

Durch das geringe Volumen der Vertiefungen 40 im Vergleich zum Volumen des gesamten Dichtraums der Dichtlippe 30 muss wesentlich weniger Luft in die Vertiefungen 40 strömen, um den Druck auszugleichen und damit das Substrat loszulassen. Hierdurch wird das Substrat schneller und gleichmäßiger losgelassen.

Nachfolgend wird die Herstellung des Endeffektors 10 beschrieben.

Zunächst wird die erste Lage 21 zumindest teilweise bereitgestellt.

An der oberen Lage 18 kann entweder bereits die mittlere Lage 20 befestigt sein, sodass die erste Lage 21 vollständig ist, oder die mittlere Lage 20 wird zu einem späteren Zeitpunkt an der oberen Lage 18 befestigt.

Im nächsten Schritt wird von der Unterseite U aus der Basisabschnitt 32 des Grundkörpers 28 ohne eingesetzte Dichtlippe 30 durch die Befestigungsöffnung 24 der ersten Lage 21 geführt.

Anschließend oder zu einem späteren Zeitpunkt wird dann die Dichtlippe 30 von der Oberseite O in die Ringnut 42 eingesetzt, die dann aus der Befestigungsöffnung 24 zur Oberseite O hin hinausragt.

Gegebenenfalls wird nun die mittlere Lage 20 an der oberen Lage 18 befestigt, um die erste Lage 21 zu vervollständigen.

Anschließend wird von der Unterseite U her die untere Lage 22, also die zweite Lage 23, an der ersten Lage 21, genauer gesagt an der mittleren Lage 20, befestigt. Gleichzeitig erfolgt dadurch auch eine Befestigung des Grundkörpers 28 am Träger 12.

Die verschiedenen Lagen 18, 20, 22 sind vorzugsweise miteinander verklebt. Es ist auch möglich, den Befestigungsabschnitt 34 zu verkleben.

## Patentansprüche

1. Saugvorrichtung für einen Endeffektor (10) zum Halten von Substraten, mit einem Grundkörper (28), der einen Durchgangskanal (36) und eine Kontaktfläche (38) aufweist, und einer Dichtlippe (30), die die Kontaktfläche (38) randseitig umgibt, wobei die Kontaktfläche (38) einen Rand (39) und wenigstens eine Vertiefung (40), insbesondere eine Saugnut aufweist, wobei der Durchgangskanal (36) in die wenigstens eine Vertiefung (40) mündet,

wobei der Grundkörper (28) einen konischen oder zylindrischen Basisabschnitt (32) aufweist, dessen Stirnseite die Kontaktfläche (38) darstellt,

wobei der Grundkörper (28) einen Befestigungsabschnitt (34) aufweist, der an den Basisabschnitt (32) an der von der Kontaktfläche (38) abgewandten Stirnseite des Basisabschnitts (32) angrenzt,

dadurch gekennzeichnet, dass im Befestigungsabschnitt (34) wenigstens ein Verbindungskanal (44) vorgesehen ist, der mit dem Durchgangskanal (36) fluidisch verbunden ist und der sich vom Rand des Befestigungsabschnittes (34) aus erstreckt.

2. Saugvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Vertiefung (40) vor dem Rand (39) der Kontaktfläche (38) endet.

3. Saugvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Vertiefung (40) vom Durchgangskanal (36) ausgehend flacher wird und insbesondere in die Kontaktfläche (38) übergeht.

4. Saugvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtlippe (30) am Basisabschnitt (32) befestigt ist und sich bis zur Kontaktfläche (38) oder über eine von der Kontaktfläche (38) definierten Ebene hinaus erstreckt.

5. Saugvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Basisabschnitt (32) an seinem Umfang eine Ringnut (42) aufweist, in der die Dichtlippe (30) befestigt ist.

6. Saugvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Ringnut (42) schräg zu einer Radialebene des Basisabschnitts (32) erstreckt.

7. Endeffektor zum Halten von Substraten mit einem Träger (12) und wenigstens einer Saugvorrichtung (14) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die am Träger (12) befestigt ist.

8. Endeffektor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (12) eine Befestigungsöffnung (24) aufweist, durch die sich der Basisabschnitt (32) des Grundkörpers (28)

erstreckt, wobei die Befestigungsöffnung (24) einen geringeren Durchmesser als der Befestigungsabschnitt (34) aufweist, und wobei der Befestigungsabschnitt (34) einen größeren Durchmesser als der Basisabschnitt (32) hat.

9. Endeffektor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtlippe (30) auf der vom Befestigungsabschnitt (34) abgewandten Seite der Befestigungsöffnung (24) vorgesehen ist, wobei die Saugvorrichtung (14) durch die Dichtlippe (30) und den Befestigungsabschnitt (34) in der Befestigungsöffnung (24) fixiert ist.

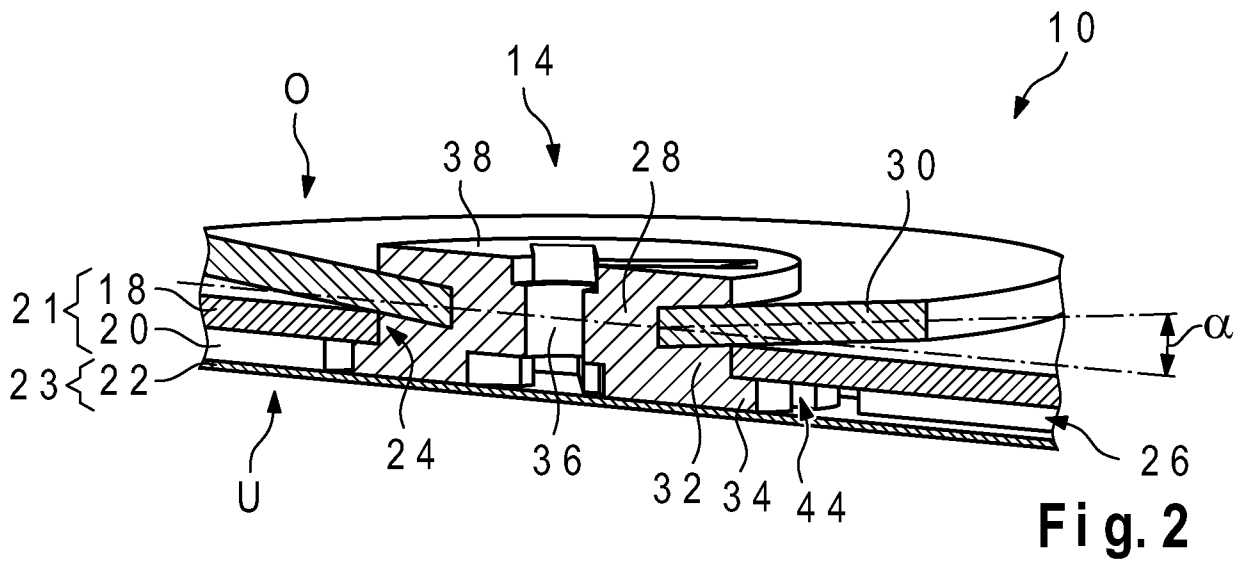
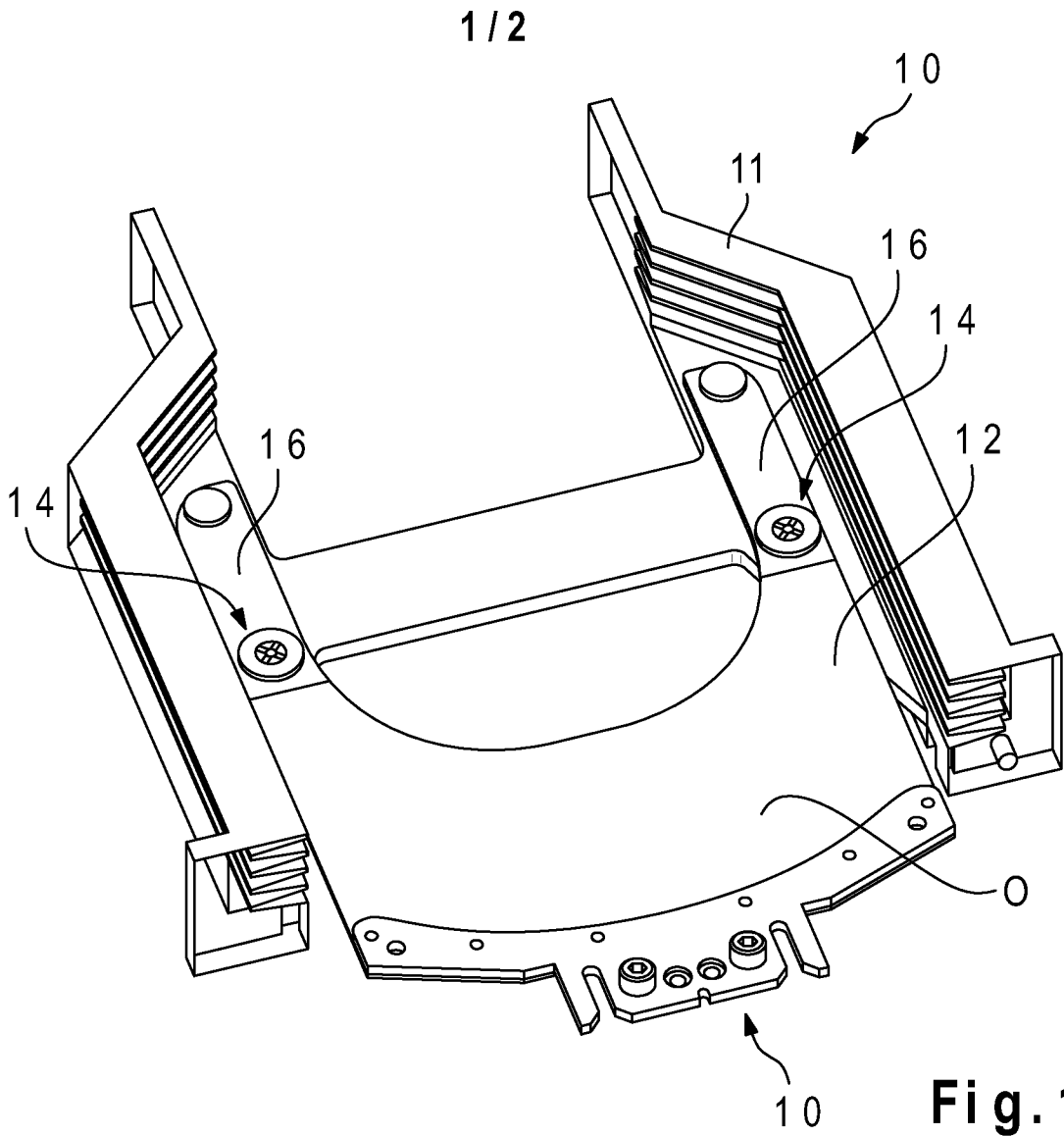
10. Endeffektor nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass im Träger (12) wenigstens ein Fluidkanal, insbesondere ein Vakuumkanal (26) vorgesehen ist, wobei der wenigstens eine Verbindungskanal (44) des Befestigungsabschnitts (34) mit dem wenigstens einen Fluidkanal (26) des Trägers (12) fluidisch verbunden ist.

11. Endeffektor nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (12) wenigstens zwei Lagen (18, 20, 22) aufweist, wobei der Grundkörper (28), insbesondere der Befestigungsabschnitt (34), zwischen den beiden Lagen (18, 22) befestigt ist.

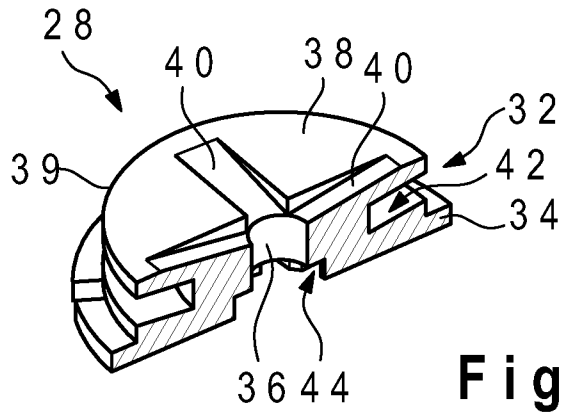
12. Verfahren zur Herstellung eines Endeffektors (10), insbesondere nach Anspruch 11, mit den folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen einer ersten Lage (21) des Endeffektors (10), die eine Befestigungsöffnung (24) aufweist,
- b) Einschieben des Grundkörpers (28) der Saugvorrichtung (14) in die Befestigungsöffnung (24) von einer ersten Seite der ersten Lage (21) aus, und
- c) Befestigen einer zweiten Lage (23) des Endeffektors (10) an der ersten Lage (21) und/oder dem Grundkörper (28), insbesondere von der ersten Seite aus.

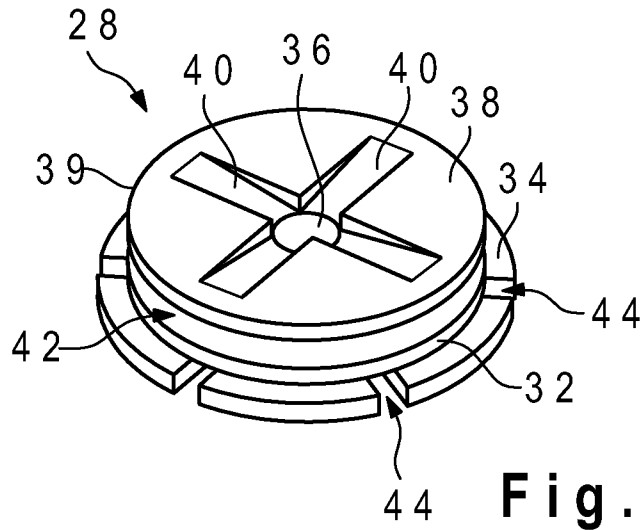
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtlippe (30) von einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite der ersten Lage (21) aus am Grundkörper (28) befestigt wird.



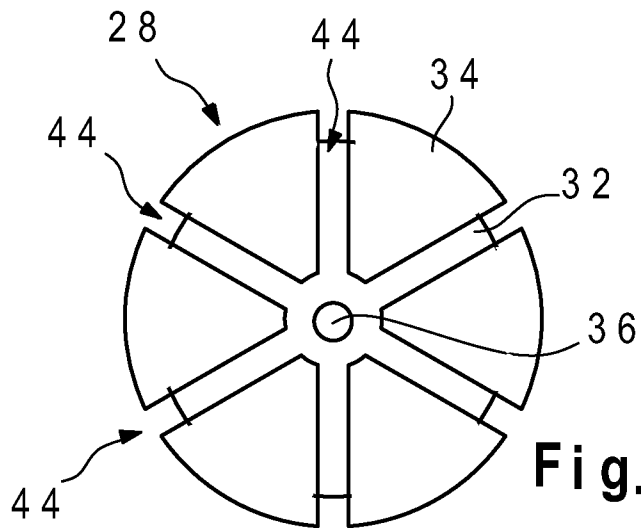
2 / 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**