



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 603 B**

# PATENTSCHRIFT

(12)

(21) Anmeldenummer: A 391/2003  
(22) Anmeldetag: 12.03.2003  
(42) Beginn der Patentedauer: 15.09.2004  
(45) Ausgabetag: 25.04.2005

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H05K 3/34**

(56) Entgegenhaltungen:  
JP 61-059894A JP 9-326394A  
JP 11-087876A JP 2002-368395A

(73) Patentinhaber:  
DATACON SEMICONDUCTOR EQUIPMENT  
GMBH  
A-6240 RADFELD, TIROL (AT).

## (54) EINRICHTUNG ZUM VERBINDEN VON ELEKTRONISCHEN SCHALTUNGEN

**AT 412 603 B**

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Verbinden von elektronischen Schaltungen (5), beispielsweise Chips, und/oder deren Kontaktbahnen mit einem Träger (4) wie beispielsweise einem Wafer, einer Leiterplatte, Keramiksubstrat od. dgl. Die Einrichtung umfasst eine Heizkammer (1) mit einer, eine Heizfläche (3) aufweisenden, Heizvorrichtung (2). Mindestens eine elektronische Schaltung (5) bzw. mindestens ein Träger (4) ist auf der Heizfläche (3) der Heizvorrichtung (2) angeordnet. Zum Verbinden sind die elektronischen Schaltungen (5) übereinander und/oder die Schaltungen (5) auf dem Träger (4) oder der Träger (4) auf den Schaltungen (5) positioniert. Auf der der Heizfläche (3) und den zu verbindenden elektronischen Schaltungen (5) bzw. Schaltungen (5) und Träger (4) gegenüberliegenden Seite ist eine Membran (6) bzw. Druckplatte (12) vorgesehen. Die Membran bzw. die Druckplatte (12) liegt während des Verbindungsprozesses, beispielsweise eines Legierungsprozesses, an den elektronischen Schaltungen (5) an. Die Membran (6) bzw. die Druckplatte (12) ist an der den elektronischen Schaltungen (5) abgewandten Seite mit Druck beaufschlagbar.

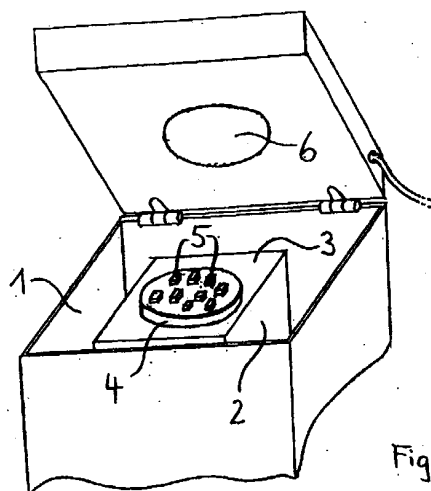


Fig 1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Verbinden von elektronischen Schaltungen, beispielsweise Chips, und/oder deren Kontaktbahnen mit einem Träger wie beispielsweise einem Wafer, einer Leiterplatte, Keramiksubstrat od. dgl., die eine Heizkammer mit einer, eine Heizfläche aufweisenden, Heizvorrichtung umfasst.

Wenn Halbleiterchips beispielsweise übereinander angeordnet und direkt über ihre Anschlusskontaktflächen verbunden werden sollen, werden zunächst in einem Wafer Halbleiterbauelemente hergestellt und mit Anschlusskontakten versehen. Mit einem Bestückungsautomaten werden weitere, bereits vereinzelt und fertig prozessierte Halbleiterchips mit den Anschlusskontakten derart auf dem Wafer angeordnet, dass die einander zugeordneten Anschlusskontakte aufeinander zu liegen kommen. In dieser Position werden die Halbleiterchips mit einer Saugnadel gehalten und unter Wärmezufuhr und Druck dauerhaft elektrisch leitend mit den Anschlusskontakten der Halbleiterbauelemente in dem Wafer verbunden.

Dabei tritt das Problem auf, dass nicht alle aufgebrachten Chips gleichzeitig mit den entsprechenden Waferstrukturen verbunden werden können, sondern die Chips einzeln und hintereinander auf den Wafer aufgelegt und verbunden werden müssen. Aufgrund dieses sequentiellen Verfahrens und den langen Heiz- bzw. Druckzeiten, die für die Herstellung einer zuverlässigen und dauerhaften Verbindung nötig sind, ergeben sich lange Prozesszeiten. Eine rationelle Fertigung ist aus diesen Gründen nicht möglich.

Es sind auch verschiedene Einrichtungen auf diesem Gebiet bekannt.

So ist beispielsweise aus der JP 2002-368 395 A ein Verfahren und eine Einrichtung zum Fixieren von elektronischen Schaltungen über Hitze-Kompression bekannt, wobei jedoch jedem Chip eine Heizvorrichtung in einer senkrecht beweglichen Platte zugeordnet ist.

Weiters ist aus der JP 61 -059 894 A eine Einrichtung bekannt, die ebenfalls mit höheren Temperaturen arbeitet. Ferner ist aus der JP 9-326 394 A um planen Ausrichten eines Wafers bekannt. Auch in der JP 11-087 876 A ist das Montieren von elektrischen Komponenten beschrieben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Einrichtung zum Verbinden bzw. zur Montage von elektronischen Schaltungen zu schaffen, mit der einerseits die obigen Nachteile vermieden werden und mit der andererseits eine rationelle Fertigung gewährleistet werden kann.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst.

Die erfindungsgemäße Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine elektronische Schaltung bzw. mindestens ein Träger auf der Heizfläche der Heizvorrichtung angeordnet ist und zum Verbinden die elektronischen Schaltungen übereinander und/oder die Schaltungen auf dem Träger oder der Träger auf den Schaltungen positioniert sind bzw. ist, dass auf der der Heizfläche und den zu verbindenden elektronischen Schaltungen bzw. Schaltungen und Träger gegenüberliegenden Seite eine Membran bzw. Druckplatte vorgesehen ist, wobei die Membran bzw. die Druckplatte während des Verbindungsprozesses, beispielsweise eines Legierungsprozesses, an den elektronischen Schaltungen anliegt und die Membran bzw. die Druckplatte an der den elektronischen Schaltungen abgewandten Seite mit Druck beaufschlagbar ist. Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, mehrere Chips beispielsweise mit einem Bestückungsautomat auf einem Wafer anzuordnen und in einem Verfahrensschritt, der den Erwärmungsprozess und die Druckaufbringung umfasst, mit diesem zu verbinden. Der gravierende Vorteil ist vor allem darin zu sehen, dass die Fertigungszeit enorm verkürzt wird. Ein rationelles Herstellen ist mit der erfindungsgemäßen Einrichtung gewährleistet.

Bei einer derartigen Einrichtung handelt es sich erfindungsgemäß um eine Ofenpresse, die eine Heizkammer mit einer Heizvorrichtung umfasst und bei der eine Membran oder eine Druckplatte vorgesehen ist, mit der ein mit Chips bestückter Wafer auf eine Heizfläche der Heizvorrichtung gepresst werden kann. Ein Wafer mit darauf angeordneten, für eine Montage vorgesehenen Halbleiterchips wird auf eine Heizfläche der Ofenpresse gebracht. Die für das Anpressen der Chips vorgesehene Membran oder die Druckplatte wird in einem solchen Abstand von der Heizfläche angeordnet, dass durch Erzeugen eines Druckes auf der von der Heizfläche abgewandten Seite der Membran bzw. der Druckplatte die Membran bzw. die Druckplatte so auf den Wafer bzw. die darauf angeordneten Chips gepresst wird, dass die Chips in ihrer Position auf dem Wafer gehalten werden, bis eine dauerhafte Verbindung zwischen den Chips und dem Wafer hergestellt ist.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Heizfläche der Heizvorrichtung in einer hermetisch abgeschlossenen, vorzugsweise evakuierbaren, Heizkammer vorgesehen. Dadurch wer-

den die Einflüsse, die aus der Umwelt resultieren, wie Feuchtigkeit, Sauerstoff oder dergleichen für den Fertigungsprozess ausgeschaltet. Eine qualitativ hoch stehende Produktion ist die Folge.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist in der Heizkammer eine ameisensäurehaltige und/oder Formier- und/oder Inertgas-Atmosphäre, beispielsweise eine Stickstoff-Atmosphäre, während des Verbindungsprozesses vorgesehen. Dadurch wird vorteilhafterweise erreicht, dass der Fertigungsprozess in einer Atmosphäre, frei von Sauerstoff und Wasserdampf, durchgeführt wird, wodurch ein Oxidieren der Kontaktflächen bei hohen Temperaturen vermieden wird. Dies trägt nicht nur zur Erhöhung der Qualität der herzustellenden Produkte bei, sondern ermöglicht prinzipiell die Herstellung einer dauerhaften Verbindung zwischen Chip und Träger. Durch die ameisensäurehaltige Atmosphäre, die vor bzw. während des Verbindungsprozesses vorgesehen ist, wird vorteilhafterweise erreicht, dass bereits bestehende Oxidschichten reduziert und ein weiteres Oxidieren der Kontaktflächen bei hohen Temperaturen vermieden wird.

Nach einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist in der Heizkammer während des Verbindungsprozesses ein die Membran beaufschlagbarer, vorzugsweise stufenlos einstellbarer, Druck, vorzugsweise von 0 bis 5 bar, vorgesehen, der abhängig vom Druck in der Heizkammer regelbar ist. Dadurch kann der Verbindungsprozess entsprechend den erforderlichen Parametern durchgeführt werden. Die gestellten Qualitätskriterien an das Produkt können damit erfüllt werden.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung weist die Heizkammer eine, vorzugsweise stufenlose, Regelung für die Temperatur auf. Für den Fertigungsablauf ist das Durchfahren von schnellen Heizzyklen, die insbesondere zwischen 20°C und 300°C liegen, von großer Bedeutung. Mit einer optimalen Regelung der Temperatur wird die Fertigungszeit minimiert und die Qualität der Verbindung optimiert.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung besteht die Heizfläche aus einem starrem, vorzugsweise extrem biegesteifen, Material, beispielsweise Siliziumkarbid. Ein derartiges Material weist einen ähnlichen Wärme-Ausdehnungskoeffizienten wie Silizium auf. Dadurch sind beim Durchfahren der oben zitierten Heizzyklen nur geringe Wärmedehnungsdifferenzen gegeben, wodurch eine genaue Positionierung der Chips während des gesamten Ablaufes des Fertigungsprozesses gewährleistet ist. Es können also die Halbleiterbauelemente erwärmt werden, ohne dass die Gefahr einer seitlichen Verschiebung zum Substrat gegeben ist.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist die Heizfläche direkt oder indirekt von der Heizvorrichtung beheizbar. Entsprechend dem gewünschten Heizzyklus kann eine direkte oder auch indirekte Erwärmung der Heizfläche Vorteile nach ziehen. Wie bereits erwähnt, sind bei diesem Fertigungsprozess ein schneller Abbau der Hitze und eine schnelle Erwärmung, also die Zeit eines Heizzyklus von großer Bedeutung, da dadurch die Fertigungszeit vorgegeben wird. Eine direkte Beheizung der Heizfläche ist bei einer Keramikheizung, eine indirekte durch einen Wärmestrahler, gegeben.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung besteht die Membran aus einem flexiblen Kunststoff, insbesondere aus einem Polymer-Kunststoff oder einem Fluorkautschuk, und ist vorzugsweise in einem Rahmen vorgespannt angeordnet. Durch die Vorspannung wird ein Erschlaffen der Membran auf Grund der Wärmeeinwirkung stark minimiert. Ein seitliches Verschieben der Chips resultierend aus dem Erschlaffen der Membran, während des Fertigungsprozesses, wird weitgehendst vermieden. Durch eine hohe Vorspannung tritt auch keine extreme Verformung der Membran bei einer Anpressung an die Chips auf. Die Bestückungsgenauigkeit wird daher weitgehendst erhalten.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist die Membran auf der den verbindenden Teilen zugewandten Seite eine durchgehende oder der Anordnung der elektronischen Schaltungen entsprechende partielle und elastische Kissenschicht auf. Eine derartige Kissenschicht gleicht die Höhendifferenzen der einzelnen Chips aus. Diese Höhendifferenzen zwischen den Chips können bis zu 15 µm betragen. Durch die Kissenschicht wird eine gleichmäßige Druckverteilung innerhalb des Prozessfensters von 3 bis 5 bar über die gesamte Anpressfläche sichergestellt.

Die Kissenschicht übt keine lateralen Kräfte auf die elektronischen Schaltungen bzw. Träger aus. Dies kann einerseits durch eine besonders reibfreie Oberfläche oder durch die innere Elastizität der Kissenschicht gewährleistet werden. Dies wäre für eine Selbstzentrierung der aufgebrachten Chips von Vorteil. Bei einem Lötprozess aber auch einem Legierungsprozess erfolgt nämlich in der Regel eine solche selbsttätige Zentrierung dadurch, dass infolge der Adhäsionskräfte des

flüssigen Lotmaterials die miteinander zu verbindenden Anschlusskontaktflächen fast genau übereinander gezogen werden.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung weist das Material der Kissenschicht eine Elastizitätskennzahl auf, die der unteren Prozessdruckgrenze, vorzugsweise etwa 0,3 MPa/mm, entspricht und vorzugsweise aus Fluorkautschuk oder einem Perfluorelastomer besteht. Die Elastizitätskennzahl ist definiert durch die Kompressionskennlinie, Druck-Weg-Diagramm, des gewählten Kissenmaterials und entspricht der Anfangssteigung dieser Kennlinie. Wie bereits erwähnt, sollen keine Abdrücke in der Kissenschicht auftreten. Zu starke Einschnürungen könnten Nachverformungen in der Kissenschicht hervorrufen, die bei weiteren Fertigungsverfahren sich störend auf die Qualität auswirken würden.

Die Kissenschicht kann aus einem Fluorkautschuk oder einem Perfluorelastomer mit hoher Temperaturbeständigkeit, geringer Quellung und hoher Beständigkeit gegen aggressive Medien bestehen. Derartige Materialien erfüllen auch die obigen Bedingungen und sind unter der Handelsbezeichnung „Viton“ bzw. „Viton extrem“ bzw. „Kalrez“ am Markt erhältlich und haben sich vorteilhaft bewährt.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung reicht die Membran nur knapp über die äußere Anordnung der elektronischen Schaltungen. Dadurch wird gewährleistet, dass am Umfangsrand der zum Legieren bzw. Löten vorgesehenen Chips kein Herunterdrücken der Membran erfolgt. Ein am Rand stattfindendes Herunterdrücken der Membran könnte zum Verschieben der äußeren Chips führen. Ein starker Qualitätsverlust könnte daraus resultieren.

Gemäß einer besonderen Weiterbildung der Erfindung ist zwischen der Membran und der Kissenschicht eine Zwischenplatte, die vorzugsweise aus dem gleichen Material wie die elektronischen Schaltungen bzw. der Träger besteht, vorgesehen. Eine derartige Membran hat den Vorteil, dass die Kraftaufbringung zum Verbindungsprozess über die Membran erfolgt und durch die Zwischenplatte eine laterale Starrheit vorgegeben ist, die die Erhaltung der Bestückungsgenauigkeit während des Verbindungsprozesses garantiert.

Nach einer besonderen Ausführung ist die Anpressfläche der Membran auf die Zwischenplatte kleiner als die Fläche der Zwischenplatte bzw. kleiner als die Auflagefläche der Zwischenplatte auf die elektrischen Schaltungen. Dadurch wird ein Verbiegen der Zwischenplatte, das aus Hebelkräften am Randbereich der Zwischenplatte resultiert könnte, vermieden. Damit werden einerseits eine gleichmäßige Druckverteilung sowie die Erhaltung der Platziergenauigkeit erreicht. Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung ist die Membran als Laminat- oder Verbundmembran ausgebildet. Dadurch können Vorteile einzelner Ausgestaltungen in einer Membran vereinigt werden.

Gemäß einem weiteren besonderen Merkmal der Erfindung besteht die Membran aus Metall, wie beispielsweise Stahl, Nickel-Stahl oder einer Nickellegierung, und ist vorzugsweise in einem Rahmen angeordnet. Auch mit einer derartigen Membran erfolgt die Kraftaufbringung für den Verbindungsprozess durch diese. Weiters wird durch ihre laterale Starrheit die Bestückungsgenauigkeit erhalten. Ein weiterer Vorteil dieser Membran aus Metall ist, dass der Ausdehnungskoeffizient dem der Heizfläche bzw. dem des Silizium-Wafers sowie dem der elektronischen Bauteile entspricht, wodurch praktisch keine temperaturabhängige relative Lageveränderung zwischen Chips und Träger resultiert.

Nach einer sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung liegt der Kräfteschwerpunkt der Membran im Flächenschwerpunkt der sich berührenden Flächen der zu verbindenden Schaltungen. Damit wird eine Hebelwirkung auf die zu verbindenden Teile vermieden und eine gleichmäßige Druck- bzw. Kraftaufbringung auf alle dem Fertigungsverfahren zugeführten Bauteile ist gewährleistet.

Gemäß einem besonderen Merkmal der Erfindung ist die Druckplatte aus einer Zwischenplatte, die vorzugsweise einen ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie die elektronischen Schaltungen bzw. der Träger aufweist, und einer Kissenschicht gebildet. Statt der Membran kann auch eine Druckplatte Verwendung finden. Insbesondere bei einer großflächigen Verbindungsebene der elektronischen Schaltungen kann diese Ausführung Vorteile nach sich ziehen.

Nach einer besonderen Ausführung der Erfindung besteht die Zwischenplatte aus Nickelstahlblech, Stahl oder einer Legierung mit einem entsprechenden Ausdehnungskoeffizienten und einer entsprechenden Steifigkeit und weist auf der den elektrischen Schaltungen zugewandten Seite eine vulkanisierte Kissenschicht auf. Durch diese Ausführung wird gewährleistet, dass die

Zwischenplatte der gleichen thermischen Ausdehnung unterliegt wie der Wafer, und so die relative Platziergenauigkeit erhalten bleibt. Durch die Kissenschicht können die Chipdickenschwankungen kompensiert und eine gleichmäßige Druckverteilung erreicht werden.

5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die Zwischenplatte als Heizplatte ausgebildet ist und weist gegebenenfalls auf der den elektrischen Schaltungen zugewandten Seite eine vulkanisierte Kissenschicht auf. Natürlich kann diese Heizplatte regelbar sein. Die Kissenschicht kann auch über Vakuumkräfte angesaugt sein und/oder am Rahmen eingespannt werden.

10 Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen der Druckplatte und der Zwischenplatte eine thermische Trennung, beispielsweise eine thermische Isolierung, angeordnet. Die thermische Trennung ist für ein rasch wechselndes Temperaturprofil von Vorteil, da nur geringe thermische Massen aufgeheizt bzw. abgekühlt werden müssen.

15 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist in der Druckplatte eine zusätzliche Heizung und/oder Kühlung vorgesehen. Wie bereits erwähnt, ist es für einen rationellen Verbindungsprozess notwendig, ein bestimmtes Temperaturprofil rasch zu durchfahren. Mit dieser Ausgestaltung ist dies noch leichter möglich.

Nach einem weiteren besonderen Merkmal der Erfindung ist die Druckplatte über mindestens einem Druckstempel bewegbar. Mit einem Druckstempel ist eine sehr hohe Kraftaufbringung kein nennenswertes Problem.

20 Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung sind drei, vorzugsweise in einem gleichseitigen Dreieck angeordnete, Druckstempel vorgesehen. Auch mit dieser Methode kann der Schwerpunkt der Kraftaufbringung elegant und exakt vorausbestimmt und mit dem Flächenschwerpunkt der Chipverteilung am Wafer zur Überlagerung gebracht werden.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die Druckstempel unabhängig voneinander bewegbar. Dadurch kann die Druckplatte in jede gewünschte Lage eingestellt werden.

25 Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Druckaufbringung auf die Druckplatte mit einem pneumatischen Ausdehnungskörper, beispielsweise einer Membran oder einem Blasbalg. Durch diese vorteilhafte Ausführung ist eine Regelung der Anpresskraft von sehr geringen Kräften, von einigen Newton, bis sehr hohe Kräfte, von etwa 10000N, möglich.

30 Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist der Kraftschwerpunkt der Druckplatte über mindestens einen Ausgleichsdruckzylinder einstellbar. Wie bereits erwähnt, ist eine zentrische Einstellung des Kraftschwerpunktes von besonderer Wichtigkeit. Mit dieser Weiterbildung ist dies gewährleistet.

35 Gemäß einer besonderen Weiterbildung der Erfindung sind drei, vorzugsweise in einem gleichseitigen Dreieck angeordnete, Ausgleichsdruckzylinder vorgesehen. Auch diese Weiterbildung dient der exakten Einstellung des Kraftschwerpunktes. Nach einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung weist die Druckplatte in der Heizkammer in z-Richtung eine laterale Führung, beispielsweise in Form mindestens einer Blattfeder, auf. Dadurch wird eine radiale Verschiebung der Druckplatte vermieden.

40 Gemäß einem ganz besonderen Merkmal der Erfindung weisen die Membran, die Druckplatte, die Kissenschicht, die Zwischenplatte, die Heizfläche und die elektronischen Schaltungen bzw. der Träger annähernd einen gleichen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten auf. Es werden für diese Baugruppen Materialien gewählt, deren Ausdehnungskoeffizienten dem Ausdehnungskoeffizienten der elektronischen Bauteile entsprechen oder diesem zumindest sehr nahe kommen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Bestückungsgenauigkeit bezogen auf die Positionierung der zu verbindenden Bauteile auch während des Heizzyklus nicht verändert wird.

45 Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand zwischen dem Rahmen der Membran und der Heizfläche, der Randabstand, vorzugsweise stufenlos, einstellbar. Entsprechend dieser Ausführung kann ebenfalls eine gleichmäßige Druck- bzw. Kraftverteilung an den Auflageflächen der Membran erreicht werden. Das heißt, auf alle dem Fertigungsprozess zugeführten Bauteile wird der gleiche Druck von der Membran beim Verbindungsprozess ausgeübt. Darauf ist auch zurückzuführen, dass die hochgesteckten Qualitätskriterien erfüllt werden können.

Die Erfindung wird an Hand von Ausführungsbeispielen, die in den Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert.

55 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Einrichtung,  
Fig. 2 eine Anordnung eines Wafers mit Chips bei Verwendung der Einrichtung im Quer-

- schnitt,  
 Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 2 im Querschnitt,  
 Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 2 im Querschnitt,  
 Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 2 im Querschnitt,  
 5 Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer alternativen Anordnung des Wafers im Querschnitt,  
 Fig. 7 eine Heizkammer mit einer über Druckstempel bewegbaren Druckplatte und  
 Fig. 8 eine Heizkammer mit einer Druckplatte, die mit einem pneumatischen Ausdehnungskörper beaufschlagt wird.

10 Einführend sei festgehalten, dass gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich, usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte  
 15 Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In der Fig. 1 ist eine Einrichtung dargestellt, die eine Heizkammer 1 aufweist, in der eine Heizvorrichtung 2 mit einer Heizfläche 3 angebracht ist. Auf dieser Heizfläche 3 ist ein Träger 4, beispielsweise ein Wafer, vorgesehen, der mit darauf angeordneten elektronischen Schaltungen 5, beispielsweise Chips, bestückt ist. Im Deckel dieser Einrichtung befindet sich eine Druckeinheit mit  
 20 einer Membran 6, die beim Schließen des Deckels direkt über dem Träger 4 angeordnet wird. Durch Anschluss der Druckeinheit an eine Druckleitung kann durch einströmendes Gas ein Überdruck erzeugt werden, der die Membran 6 auf die auf dem Träger 4 angeordneten elektronischen Schaltungen 5 presst. Eine derartige Einrichtung kann für eine automatische Produktion in großer Stückzahl eingerichtet werden. Das in der Fig. 1 schematisch dargestellte Ausführungsbeispiel  
 25 dient nur zur Verdeutlichung der wesentlichen Komponenten der Einrichtung.

Eine geeignete Membran 6 kann beispielsweise eine Membran 6 aus einem Polymer sein. Die Membran 6 ist allerdings so beschaffen, dass die Schaltungen 5 auf dem Träger 4 bei einer thermischen Ausdehnung der gesamten Anordnung nicht aus ihrer Position, insbesondere nicht in einer radialen Richtung zu den Rändern des Wafers hin, verschoben werden. Unabhängig von  
 30 einer thermischen Ausdehnung soll das Material der Membran so weitgehend starr in einer lateralen Richtung sein, dass die Genauigkeit bei der Bestückung des Trägers 4 mit den elektronischen Schaltungen 5 nach Möglichkeit erhalten bleibt. Andererseits sollte die Membran 6 möglichst keine lateralen Kräfte auf die elektronischen Schaltungen 5 bzw. den Träger 4 ausüben. Dies wäre für eine Selbstzentrierung der aufgebrachten Chips von Vorteil. Bei einem Lötprozess erfolgt nämlich  
 35 in der Regel eine solche selbsttätige Zentrierung dadurch, dass infolge der Adhäsionskräfte des Lotmaterials die miteinander zu verbindenden Anschlusskontaktflächen fast genau übereinander gezogen werden. Es ist daher von Vorteil, wenn die Membran 6 eine geringfügige seitliche Bewegung der auf dem Wafer angeordneten Chips zulässt.

Außerdem soll die Membran 6 durch Fertigungstoleranzen bedingte geringfügige Höhenunterschiede infolge unterschiedlicher Dicken der einzelnen elektronischen Schaltungen 5 ausgleichen. Das Material der Membran 6 darf zu diesem Zweck in der z-Richtung nicht vollständig starr sein. Mit einer gewissen vertikalen Deformierbarkeit der Membran 6 wird auch eine laterale Abdichtung der Anordnung der Chips auf dem Wafer bewirkt. Falls dagegen für den betreffenden Lötprozess  
 45 eine Evakuierung der Heizkammer 1 vorgesehen ist, darf die Membran 6 in der vertikalen Richtung nicht zu stark deformiert werden können, da der Bereich zwischen der Membran 6 und dem Träger 4 nur evakuiert werden kann, wenn die Membran 6 den Rand des Trägers 4 nicht vollständig bzw. auch lokal nur einzelne Chips nicht abdichtet. Trotz einer geringfügigen Verformbarkeit des Materials der Membran 6 sollen aber keine Abdrücke der Konturen der Halbleiterchips auf der Membranoberfläche zurückbleiben, die sich bei der nachfolgenden erneuten Verwendung der Einrichtung  
 50 nachteilig auswirken könnten.

In Fig. 2 ist die Anordnung des Trägers 4 auf der Heizfläche 3 im Querschnitt dargestellt. Auf dem Träger 4 befinden sich die elektronischen Schaltungen 5, die darauf befestigt werden sollen. Die aufeinander zu verbindenden Kontakte sind nicht im Einzelnen dargestellt. Die Membran 6 wird von der dem Träger 4 abgewandten Seite her durch Erzeugung eines Überdrucks in der betreffenden  
 55 Kammer auf die Anordnung der elektronischen Schaltungen 5 gepresst. Das ist durch den in

der Fig. 2 nach unten weisenden Pfeil angedeutet.

Ferner ist die Membran 6 in einem Rahmen 11 vorgespannt und knapp über den elektronischen Schaltungen 5 angeordnet. Damit ist vorgesorgt, dass die Membran 6 unter Druck zumindest über der Fläche des Wafers möglichst in einer Ebene bleibt, so dass alle Chips gleichmäßig fest angepresst werden. Der Abstand zwischen dem Spannrahmen der Membran 6 und der Heizfläche 3 ist variabel und kann abhängig vom nötigen Prozessdruck eingestellt werden.

Es kann auch genügen, dass die Membran 6 zunächst in einem mittleren Bereich des Trägers 4 aufliegt und sich bei Erhöhung des Überdrucks nach und nach ein gleichmäßiger Anpressdruck der Membran 6 über die gesamte Fläche des Wafers einstellt. In diesem Fall eines gleichmäßig flexiblen Materials der Membran 6 ist jedoch damit zu rechnen, dass nach dem Aufliegen der Membran 6 auf den am Rand des Halbleiterwafers angeordneten Halbleiterchips sich eine gewisse radiale Kraft auf die Halbleiterchips bemerkbar macht. Es kann daher zu einer radialen Verschiebung infolge einer radialen Verformung der Membran kommen.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind für die elektronischen Schaltungen 5 an der Membran 6 befestigte, elastische Andruckstempel 7 vorgesehen, die in ihren Ausmaßen der Größe der elektronischen Schaltungen 5 entsprechen. Die Dicke der Andruckstempel 7 sollte das 1,5-fache der Chipdicke betragen. Mit den Andruckstempeln 7 wird außerdem eine Anpassung der Membran 6 an unterschiedliche Halbleiterchipdicken erleichtert.

Ferner ist die Membran 6 in einem Rahmen 11 vorgespannt angeordnet.

Das weitere Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 3 umfasst ebenfalls eine Membran 6 aus einem Polymer oder Fluorkautschuk. Gegen eine radiale Dehnung der Membran 6 ist auf deren, dem Träger 4 zugewandter, Oberseite eine relativ zu dem Membranmaterial starre Zwischenplatte 8 als Druckplatte angebracht. Diese Zwischenplatte 8 besitzt vorzugsweise eine an das Halbleitermaterial des Trägers 4 angepasste thermische Ausdehnung, so dass es beim Erwärmen der Einrichtung nicht zu einer radialen Verschiebung der elektronischen Schaltungen 5 auf dem Träger 4 kommt. Gleichzeitig bleibt die Membran 6 in der vertikalen Richtung starr.

Zur Anpassung der Andruckkraft an die unterschiedlichen Dicken der einzelnen Chips kann eine elastische Kissenschicht 9 aus einem weicheeren Material auf der dem Wafer zugewandten Oberseite der Zwischenplatte 8 vorgesehen werden. Wenn die Kissenschicht 9 aus einem ausreichend elastischen Material ausgebildet wird, wird verhindert, dass die Halbleiterchips in der Kissenschicht 9 Abdrücke hinterlassen. Idealerweise wird für die Kissenschicht 9 ein Material gewählt, dessen Elastizitätskennzahl der unteren, für den Verbindungsprozess nötigen, Druckgrenze entspricht. Vorzugsweise soll der thermische Ausdehnungskoeffizient der Zwischenplatte 8 bei Verwendung eines Wafers aus Silizium von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Silizium nicht sehr verschieden sein.

Die vorhin erwähnten Andruckstempel 7 sind eine partiell aufgebrachte Kissenschicht 9. Sie haben aber den Vorteil, dass geeigneter Wahl ihrer Ausmaße die Chips auf Dauer keine bleibenden Abdrücke hinterlassen können.

In der Fig. 4 ist ein Querschnitt der Anordnung gemäß der Fig. 2 für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Anordnung dargestellt. Hier ist die Membran 6 aus Nickel oder einem Nickel-Stahl. Die Membran 6 ist vorgespannt und an den Rändern in einem Rahmen 11 angeordnet, wobei dieser Rahmen 11 wieder in der Höhe relativ zur Heizfläche 3, aber auch parallel zur Heizfläche 3 bewegt und positioniert werden kann. Eine Verstellmöglichkeit der Metallmembran parallel zur Heizfläche 3 ist nötig, da sich in dieser Ausführungsvariante das Kräftesymmetriezentrum der Membran 6 mit dem Flächenschwerpunkt der sich berührenden Flächen der zu verbindenden Schaltungen am Trägersubstrat überdecken muss. Ansonsten ist keine gleichmäßige Druckverteilung für den Verbindungsprozess gewährleistet. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist vergleichsweise zum Polymer eine relativ starre Membran 6 vorgesehen; trotzdem kann eine gewisse Flexibilität der Membran 6 beibehalten sein, so dass bei einer ausreichend dichten Anordnung der Membran über dem Träger 4 und eventuell trotz einer starren seitlichen Befestigung der Membran 6 ein Überdruck auf der dem Wafer gegenüberliegenden Seite der Membran 6 erzeugt werden kann, der die Membran 6 für einen hohen Anpressdruck der Chips auf dem Wafer ausreichend stark verformt. Insbesondere bei der Verwendung eines Nickel-Stahls geeigneter Zusammensetzung kann der thermische Ausdehnungskoeffizient der Membran 6 so gewählt werden, dass er dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Silizium entspricht bzw. sehr nahe kommt. Bei dickeren Stahlmembranen, dies ent-

spricht einer Dicke von etwa 300 µm bis 400 µm, ist die Membran 6 ebenfalls mit einer Kissenschicht 9 zu versehen. Die elastische Kissenschicht 9 wird zum Beispiel auf die Stahlmembran aufvulkanisiert.

Das in Fig. 5 dargestellte Ausführungsbeispiel, bei dem die Membran 6 ein Laminat mehrerer Schichten ist (Verbund- bzw. Sandwich-Membran), ermöglicht es, die Membran 6 auf die unterschiedlichen Anforderungen hin zu optimieren. Die Membran 6 umfasst in diesem Beispiel mindestens eine Trägerfolie 8. Diese Trägerfolie 8 soll außerdem ausreichend flexibel sein, um ein Anpressen der Membran 6 auf die Halbleiterchips zu ermöglichen.

Auf der Trägerfolie 8 befindet sich eine starre Zwischenschicht 10, zum Beispiel eine Kohlefaserschicht, mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Silizium nahe kommt. Mit dieser Zwischenschicht 10 wird erreicht, dass die Membran 6 sich bei einer thermischen Ausdehnung nicht wesentlich stärker oder schwächer ausdehnt als der Träger 4. Durch das Laminat wird außerdem eine ausreichende laterale Steifigkeit der Membran 6 bewirkt. Durch die Anpassung des Materials und der Dicke dieser Schichten kann außerdem erreicht werden, dass ein gewisser seitlicher Bewegungsspielraum für die bereits oben beschriebene Selbstzentrierung der Chips auf dem Wafer 4 erreicht wird.

Eine weitere Schicht ist als kompressible Kissenschicht 9 auf der dem Wafer zugewandten Oberseite der Membran 6 vorgesehen. Damit wird ein Höhenausgleich bei unterschiedlich dicken Halbleiterchips bewirkt, und die Chips können seitlich ausreichend gut fixiert werden. Dabei wird jedoch wieder dafür gesorgt, dass die Halbleiterchips in dieser kompressiblen Kissenschicht 9 keine Abdrücke hinterlassen. Je nach Erfordernis kann mit einer derartigen Membran 6 eine seitliche Abdichtung der Anordnung der Halbleiterchips bewirkt werden, wobei jedoch auch eine vollständige Evakuierung des Zwischenraumes ermöglicht werden kann.

In der Fig. 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt mit einer alternativen Anordnung des Trägers 4 zwischen der Heizfläche 3 und der Membran 6. Der Wafer liegt hier auf der Oberseite der Membran 6, die den Wafer von unten gegen die Heizfläche 3 drückt, so dass die elektronischen Schaltungen 5 auf den Träger 4 gepresst werden.

Für einen Höhenausgleich der Halbleiterchips kann bei diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise die Heizfläche 3 mit einer dünnen kompressiblen Schicht versehen werden. Auch ist es möglich, die Heizfläche 3 aus Nickel oder einem Nickel-Stahl herzustellen und gegebenenfalls mit Andruckstempeln 7 zu versehen.

Mit der oben aufgezeigten Einrichtung kann ein sehr rationelles Fertigungsverfahren durchgeführt werden. Wenn Halbleiterchips übereinander angeordnet und an Anschlusskontaktflächen miteinander verlötet werden sollen, werden zunächst in einem Wafer Halbleiterbauelemente hergestellt und mit Anschlusskontakten versehen. Mit einem Bestückungsautomaten werden weitere, bereits vereinzelt und fertig prozessierte Halbleiterchips so auf den Wafer gesetzt, dass die einander zugeordneten Anschlusskontakte aufeinander zu liegen kommen. Die Herstellung einer dauerhaften Verbindung zwischen den Anschlusskontakten der Chips erfolgt durch Wärmezufuhr, vorwiegend 250°C bis 350°C, bzw. durch Aufbringung eines Druckes, vorzugsweise 3 bis 5 bar auf den Wafer-Chip-Stapel. Um die Produktivität des Bestückungsautomaten erhöhen zu können, wird die dauerhafte Verbindung zwischen den aufgelegten Chips und dem Wafer erst in einem zweiten Verfahrensschritt hergestellt, was in einem - oben beschriebenen - dafür vorgesehenen Ofen mit einer Druckeinrichtung, insbesondere diesem speziell adaptierten Vakuumofen geschieht. Vorteilhaft an diesem Verfahren ist, dass die Verbindung aller aufgelegten Chips mit den Waferchips gleichzeitig hergestellt werden kann.

Das Problem, dass bei dem erforderlichen Ausüben eines Anpressdrucks, der bis zu einem für das Fixieren der Halbleiterchips auf dem Wafer ausreichend starken Anpressdruck erhöht wird, eine gleichmäßige Druckverteilung über die gesamten Wafer-Chip-Stapel erzielt werden muss, wird in optimaler Art und Weise mit der oben beschriebenen Einrichtung gelöst.

Weiters können die Dicken, der auf den Wafer aufgelegten Chips, in einem Toleranzbereich von 615 µm schwanken. Auch diese Beeinträchtigung wird mit der aufgezeigten Einrichtung ausgeräumt und eine gleichmäßige Druckverteilung erreicht, sodass die Anschlusskontakte, vor allem bei Legierungsprozessen, mit einer ausreichenden Zuverlässigkeit miteinander verbunden werden.

Speziell bei Legierungsprozessen sind Heizzyklen mit raschen Heiz- und Abkühlphasen nötig. Um diese Heizzyklen garantieren zu können, muss die Waferauflage der Heizvorrichtung 2 eine



geringe thermische Masse aufweisen. Andererseits muss die Heizplatte 3 eine hohe Steifigkeit besitzen, sodass sich die Auflageplatte unter den hohen Bonddruck nicht verformt.

Während des Heizzykluses werden die aufgelegten Chips durch die Membran 6 auf den Wafer gepresst.

5 Auch die Auswahl von Materialien mit annähernd gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Heizplatte 3, des Wafer- bzw. Chipmaterials und der Druckeinheit tragen zur Qualitätserhöhung des Fertigungsprozesses bei. Silizium hat beispielsweise einen Ausdehnungskoeffizienten von etwa  $3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ . Mit einer Nickel-Stahl-Legierung kann ein Ausdehnungskoeffizient in diesen Bereich erreicht werden. Durch die annähernd gleichen Koeffizienten differiert natürlich  
10 auch die thermische Ausdehnung zwischen Druckeinheit und Chips bzw. Wafer und Heizfläche 3 nur äußerst gering, wodurch sich die Lage der Chips auf dem Wafer vor der Herstellung der Verbindung praktisch nicht verändern. Die Kantenlängen bzw. Durchmesser der Anschlusskontaktflächen liegen in der Größenordnung von etwa  $10 \text{ }\mu\text{m}$ . Durch die oben beschriebene Einrichtung wird der thermische Versatz der Chips derart minimiert, dass eine qualitativ einwandfreie Herstellung  
15 gewährleistet ist.

Gemäß der Fig. 7 ist in einer, vorzugsweise evakuierbaren und ameisensäurefesten Heizkammer 1 die Heizvorrichtung 2 mit der Heizfläche 3 vorgesehen. Auf der Heizfläche 3 wird der Träger 4 mit den elektrischen Schaltungen 5 angeordnet. Über den elektrischen Schaltungen 5 ist eine Druckplatte 12 vorgesehen, die an der den Schaltungen 5 zugewandten Seite eine Zwischenplatte 8 mit einer Kissenschicht 9 aufweist.  
20

Zur Bewegung der Druckplatte 12 sind drei Druckstempel 13 vorgesehen, die in einem gleichseitigen Dreieck angeordnet sind. Mit diesen Druckstempel 13 sind Pressenkräfte von wenigen Newton bis zu  $10\,000 \text{ N}$  beherrschbar. Die Druckplatte 12 weist auch noch eine zusätzliche Heizung und/oder Kühlung 14 auf, wodurch ein rasches Durchfahren des Temperaturprofils für die  
25 Verbindung von Träger 4 und Schaltungen 5 beschleunigt wird bzw. eine aktive Anpassung der unterschiedlichen thermischen Materialausdehnungen erreicht werden kann.

Bei dieser Ausführung der Heizkammer 1 ist entweder der obere Teil der Heizkammer 1 absenkbar oder der untere Teil der Heizkammer 1 anhebbar, wobei der Hub mindestens so groß ist, dass eine vollautomatische Beschickung möglich ist. Darüber hinaus sind der Ober- und der Unter-  
30 teil der Heizkammer 1 mechanisch zentrierbar. Die Zentrierung erfolgt über eine geeignete Ausbildung der Dichtkanten 15.

Entsprechend der Fig. 8 weist die Heizkammer 1 in ihrem Inneren die Heizvorrichtung 2 auf, deren Heizfläche 3 aus Keramikheizelementen gebildet ist, wobei auf der Heizfläche 3 die elektrischen Schaltungen 5 positioniert sind. Zwischen den Keramikheizelementen für die Heizfläche 3  
35 und der Halterung der Heizvorrichtung 2 ist eine thermische Trennung 16, in Form einer thermischen Isolierung, vorgesehen. Die Heizvorrichtung 2 ist auf Auflageelementen 17 angeordnet.

Zum Betrieb des Blasbalgs ist eine Zuführung 22 vorgesehen.

Die Druckplatte 12 weist an der den elektronischen Schaltungen 5 zugewandten Seite eine, mit einer Kissenschicht 9 vulkanisierte Zwischenplatte 8 aus Nickelstahl, Stahl oder einer Legierung  
40 auf, deren thermische Ausdehnungskoeffizient jenen von Silizium entspricht. Die Zwischenplatte 8 kann auch als Heizplatte ausgebildet sein und die thermische Ausdehnungsanpassung über eine Temperaturregelung erfolgen. Natürlich könnten auch hier Keramikheizelemente Verwendung finden. Bei der Heizplatte wird die Kissenschicht 9 über Vakuumkräfte an der Heizplatte gehalten und/oder sie wird am Rand der Druckplatte 12 eingespannt.

45 In Fig. 8 werden beide Ausführungsvarianten gezeigt. In der rechten Abbildungshälfte sieht man das vulkanisierte Stahlblech, welches von unten an die Druckplatte 12 geklemmt wird. In der linken Abbildungshälfte ist die Heizplatte als Zwischenplatte 8 dargestellt, wobei die Kissenschicht 9 seitlich in die Druckplatte 12 eingeklemmt und gespannt wird.

Die Druckplatte 12 wird über einen pneumatischen Ausdehnungskörper 18, in diesem Fall von einem Blasbalg, bewegt. Statt dem Blasbalg könnte auch eine Membran 6 Verwendung finden. Die Funktionsweise würde dann der Funktionsweise in den vorangegangenen Ausführungsbeispielen entsprechen. Um nun den Kraftschwerpunkt exakt festlegen zu können, wird die Druckplatte 12  
50 über mindestens einen Ausgleichsdruckzylinder 19 eingestellt. Vorzugsweise werden drei, in einem gleichseitigen Dreieck angeordnete, Ausgleichsdruckzylinder 19 vorgesehen. Ferner wird die  
55 Druckplatte 12 zur lateralen Fixierung in einer lateralen Führung 20, beispielsweise mit einer Blatt-

feder, geführt.

Zur Fixierung der Druckplatte 12 in ihrer Ruhelage kann ein Abstandshalter 21 vorgesehen werden.

5 Abschließend sei darauf hingewiesen, dass in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen einzelne Teile unproportional vergrößert bzw. schematisch dargestellt sind, um das Verständnis der erfindungsgemäßen Lösung zu verbessern.

## PATENTANSPRÜCHE:

10

1. Einrichtung zum Verbinden von elektronischen Schaltungen, beispielsweise Chips, und/oder deren Kontaktbahnen mit einem Träger wie beispielsweise einem Wafer, einer Leiterplatte, Keramiksubstrat od. dgl., die eine Heizkammer mit einer, eine Heizfläche aufweisenden, Heizvorrichtung umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine elektronische Schaltung (5) bzw. mindestens ein Träger (4) auf der Heizfläche (3) der Heizvorrichtung (2) angeordnet ist und zum Verbinden die elektronischen Schaltungen (5) übereinander und/oder die Schaltungen (5) auf dem Träger (4) oder der Träger (4) auf den Schaltungen (5) positioniert sind bzw. ist, dass auf der der Heizfläche (3) und den zu verbindenden elektronischen Schaltungen (5) bzw. Schaltungen (5) und Träger (4) gegenüberliegenden Seite eine Membran (6) bzw. Druckplatte (12) vorgesehen ist, wobei die Membran bzw. die Druckplatte (12) während des Verbindungsprozesses, beispielsweise eines Legierungsprozesses, an den elektronischen Schaltungen (5) anliegt und die Membran (6) bzw. die Druckplatte (12) an der den elektronischen Schaltungen (5) abgewandten Seite mit Druck beaufschlagbar ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizfläche (3) der Heizvorrichtung (2) in einer hermetisch abgeschlossenen, vorzugsweise evakuierbaren, Heizkammer (1) vorgesehen ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Heizkammer (1) eine ameisensäurehaltige und/oder Formier- und/oder Inertgas-Atmosphäre, beispielsweise eine Stickstoff-Atmosphäre, während des Verbindungsprozesses vorgesehen ist.
4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Heizkammer (1) während des Verbindungsprozesses ein die Membran (6) beaufschlagbarer, vorzugsweise stufenlos einstellbarer, Druck, vorzugsweise von 0 bis 5 bar, vorgesehen ist, der abhängig vom Druck in der Heizkammer (1) regelbar ist.
5. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizkammer (1) eine, vorzugsweise stufenlose, Regelung für die Temperatur aufweist.
6. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizfläche (3) aus einem starrem, vorzugsweise extrem biegesteifen Material, beispielsweise Siliziumkarbid, besteht.
7. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizfläche (3) direkt oder indirekt von der Heizvorrichtung (2) beheizbar ist.
8. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (6) aus einem flexiblen Kunststoff, insbesondere aus einem Polymer-Kunststoff und/oder Fluorkautschuk, besteht und vorzugsweise in einem Rahmen (11) vorgespannt angeordnet ist.
9. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (6) auf der den verbindenden Teilen zugewandten Seite eine durchgehende oder der Anordnung der elektronischen Schaltungen (5) entsprechende partielle und elastische Kissenschicht (9), beispielsweise Andruckstempel (7), aufweist.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material der Kissenschicht (9) eine Elastizitätskennzahl aufweist, die der unteren Druckgrenze in der Heizkammer (1), vorzugsweise etwa 0,3 MPa/mm, entspricht und vorzugsweise aus Fluorkautschuk oder einem Perfluorelastomer besteht.
11. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**

- net, dass die Membran (6) nur knapp über die äußere Anordnung der elektronischen Schaltungen (5) reicht.
12. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Membran (6) und der Kissenschicht (9) eine Zwischenplatte (8), die vorzugsweise aus dem gleichen Material wie die elektronischen Schaltungen (5) bzw. der Träger (4) besteht, vorgesehen ist.
13. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (6) als Laminat- oder Verbundmembran ausgebildet ist.
14. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (6) aus Metall, wie beispielsweise Stahl, Nickel-Stahl oder einer Nickellegierung, besteht und vorzugsweise in einem Rahmen (11) angeordnet ist.
15. Einrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kräfteschwerpunkt der Membran (6) im Flächenschwerpunkt der sich berührenden Flächen der zu verbindenden Schaltungen (5) liegt.
16. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckplatte (12) aus einer Zwischenplatte (8), die vorzugsweise einen ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie die elektronischen Schaltungen (5) bzw. der Träger (4) aufweist und einer Kissenschicht (9) gebildet ist.
17. Einrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenplatte (8) aus Nickelstahlblech, Stahl oder einer Legierung mit einem entsprechenden Ausdehnungskoeffizienten und einer entsprechenden Steifigkeit besteht und auf der den elektrischen Schaltungen (5) zugewandten Seite eine vulkanisierte oder über Vakuumkräfte gehaltene bzw. am Rand der Druckplatte (12) eingespannte Kissenschicht (9) aufweist.
18. Einrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenplatte (8) als Heizplatte ausgebildet ist und gegebenenfalls auf der den elektrischen Schaltungen (5) zugewandten Seite eine Kissenschicht (9) aufweist.
19. Einrichtung nach Anspruch 16 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Druckplatte (12) und der Zwischenplatte (8) bzw. der Membran (18, 19) eine thermische Trennung (16), beispielsweise eine thermische Isolierung, angeordnet ist.
20. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Druckplatte (12) eine zusätzliche Heizung und/oder Kühlung (14) vorgesehen ist.
21. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 bzw. 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckplatte (12) über mindestens einem Druckstempel (13) bewegbar ist.
22. Einrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass drei, vorzugsweise in einem gleichseitigen Dreieck angeordnete, Druckstempel (13) vorgesehen sind.
23. Einrichtung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckstempel (13) unabhängig voneinander bewegbar sind.
24. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 bzw. 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckaufbringung auf die Druckplatte (12) mit einem pneumatischen Ausdehnungskörper (18), beispielsweise einer Membran oder einem Blasbalg, erfolgt.
25. Einrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftschwerpunkt der Druckplatte (12) über mindestens einen Ausgleichsdruckzylinder (19) einstellbar ist.
26. Einrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass drei, vorzugsweise in einem gleichseitigen Dreieck angeordnete, Ausgleichsdruckzylinder (19) vorgesehen sind.
27. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 bzw. 16 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckplatte (12) in der Heizkammer (1) in z-Richtung eine laterale Führung (20), beispielsweise in Form mindestens einer Blattfeder, aufweist.
28. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (6), die Druckplatte (12), gegebenenfalls die Kissenschicht (9), die Zwischenplatte (8), die Heizfläche (3) und die elektronischen Schaltungen (5) bzw. Träger (4) annähernd einen gleichen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.
29. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**

**net**, dass der Abstand zwischen dem Rahmen (11) der Membran (6) und Heizfläche (3), der Randabstand, vorzugsweise stufenlos, einstellbar ist.

5

**HIEZU 4 BLATT ZEICHNUNGEN**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

