



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 92 850 T5** 2005.08.04

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/000500**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **103 92 850.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2003/019483**  
(86) PCT-Anmeldetag: **19.06.2003**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.12.2003**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **04.08.2005**

(51) Int Cl.7: **B23K 37/00**  
**B23K 37/04, B23K 1/14**

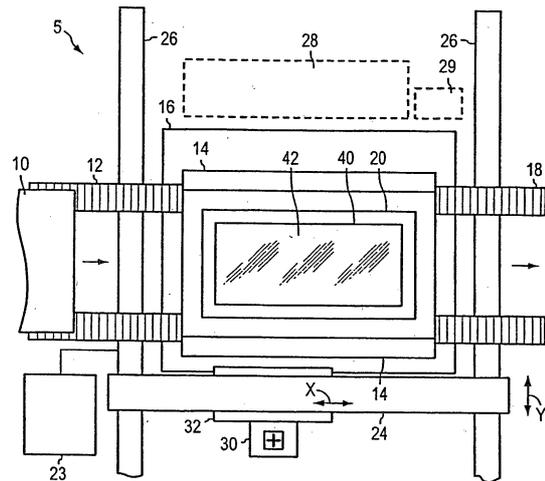
(71) Anmelder:  
**Speedline Technologies, Inc., Franklin, Mass., US**

(74) Vertreter:  
**Vossius & Partner, 81675 München**

(72) Erfinder:  
**Pham-Van-Diep, Gerald, Hopkinton, Mass., US;**  
**Morini, John E., Douglas, Mass., US**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Abstützen eines Substrats**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Durchführung von Operationen auf mindestens einer Oberfläche eines Elektroniksubstrats mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche, wobei die Vorrichtung aufweist:  
einen Rahmen;  
ein Transportsystem, das das Substrat durch die Vorrichtung bewegt;  
ein mit dem Rahmen gekoppeltes Substratstützsystem mit einem nichtstarran Abschnitt, der das Substrat während einer Operation auf dem Substrat berührt und abstützt, wobei der nichtstarre Abschnitt Durchbiegung des Substrats vor und während der Durchführung einer Operation auf dem Substrat ermöglicht; und  
ein mit dem Rahmen gekoppeltes Gerät, das eine Operation auf einer Oberfläche des Substrats durchführt.



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft Vorrichtungen und Verfahren zum Bearbeiten von Substraten, z. B. Leiterplattenanordnungen, und insbesondere Vorrichtungen und Verfahren zum Abstützen einer Leiterplatte beim Drucken von Lötpaste auf die Leiterplatte, Abgeben von Material auf die Leiterplatte, Plazieren von Komponenten auf der Leiterplatte oder bei einer anderen Operation.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Die Herstellung von Leiterplatten kann viele Verfahren beinhalten, von denen eines die Oberflächenmontage elektrischer Komponenten auf den Leiterplatten ist. Zur Oberflächenmontage von Komponenten auf eine erste Oberfläche einer Leiterplatte trägt ein Abroller Lötpaste oder Kleber auf die erste Oberfläche der Leiterplatte auf, wonach Komponenten an die Lötpaste oder den Kleber gedrückt werden. Nachdem die erste Seite der Leiterplatte mit Komponenten bestückt wurde, wird die Platte umgedreht, und das Verfahren wird zur Oberflächenmontage von Komponenten auf der zweiten Seite der Platte wiederholt. Normalerweise ist der Lötpastenabroller eine Schablonenmaschine, und normalerweise drückt ein Revolverkopfgerät die Komponenten in die Lötpaste oder den Kleber.

**[0003]** Wird eine Leiterplatte diesen Herstellungsverfahren unterzogen, ist es oft erwünscht, die Unterseite der Platte gleichmäßig abzustützen, so daß die Oberseite im wesentlichen in derselben Ebene bleibt, während eine Kraft auf die obere Seite der Leiterplatte ausgeübt wird. Beschrieben sind bekannte Einrichtungen zum Abstützen einer Leiterplatte während Herstellungsoperationen in den US-A-5157438 (Beale); US-A-5794329 (Rossmesl); US-A-4936560 (Barozzi); US-A-5152707 (Dougherty); und US-A-6264187 (Hertz).

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0004]** Im allgemeinen stellt die Erfindung in einem Aspekt eine Vorrichtung zum Durchführen von Operationen auf einer Oberfläche eines Elektroniksubstrats bereit. Die Vorrichtung verfügt über einen Rahmen, ein Transportsystem, das das Substrat durch die Vorrichtung bewegt, ein mit dem Rahmen gekoppeltes Substratstützsystem mit einem nichtstarran Abschnitt, der das Substrat während einer Operation auf dem Substrat berührt und abstützt, wobei der nichtstarre Abschnitt Durchbiegung des Substrats vor und während der Durchführung einer Operation auf dem Substrat ermöglicht, und ein mit dem Rahmen gekoppeltes Gerät, das eine Operation auf einer Oberfläche des Substrats durchführt.

**[0005]** Zu Realisierungen der Erfindung können ein oder mehrere der folgenden Merkmale gehören: Das Stützsystem der Vorrichtung kann aus einer abgesenkten Position in eine angehobene Position so beweglich sein, daß in der angehobenen Position der nichtstarre Abschnitt eine Seite des Elektroniksubstrats berührt. Der nichtstarre Abschnitt kann Druckluft sein, die aus Zylindern freigesetzt wird, die das Substrat in einer Position über den Zylindern abstützen. Alternativ kann der nichtstarre Abschnitt Schaumstoff sein, oder der nichtstarre Abschnitt kann ein Schwamm sein.

**[0006]** Zu weiteren Realisierungen der Erfindung können ein oder mehrere der folgenden Merkmale gehören: Das Gerät kann eine Schablone und das Substrat kann eine Leiterplatte sein. Der nichtstarre Abschnitt kann die Unterseite der Leiterplatte berühren und sich der Topographie der Leiterplatte angleichen.

**[0007]** Im allgemeinen stellt die Erfindung in einem weiteren Aspekt ein Verfahren zur Durchführung einer Operation auf einem Elektroniksubstrat bereit. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Laden des Substrats in eine Bearbeitungsmaschine, Bewegen eines Stützsystems in eine Position unter dem Elektroniksubstrat, Berühren einer Seite des Substrats mit einem Teil des Stützsystems, wobei das Berührungsteil gegenüber dem Substrat nachgibt, Durchführen einer Herstellungsoperation auf dem Substrat, und Entfernen des Substrats aus der Bearbeitungsmaschine.

**[0008]** Zu weiteren Realisierungen der Erfindung kann der Schritt des Druckens von Lötpaste auf das Elektroniksubstrat gehören, wobei eine Schablone und eine Rakel verwendet werden, um das Drucken zu erreichen. Das Stützsystem kann in eine Ausgangsposition zurückgeführt werden, nachdem das Substrat aus der Bearbeitungsmaschine entfernt ist. Das Substrat kann in einer im wesentlichen nichtplanaren Orientierung für die Dauer der Berührung durch das Stützsystem gehalten werden, und dem Substrat kann ermöglicht werden, sich als Reaktion auf eine Kraft zu durchbiegen, die auf das Substrat während einer Herstellungsoperation ausgeübt wird. Ferner kann Druckluft aus Zylindern in Richtung des Substrats freigesetzt werden, um das Substrat abzustützen. Außerdem kann das Elektroniksubstrat auf Schaumstoff plaziert werden, während die Herstellungsoperation durchgeführt wird.

**[0009]** Allgemein stellt die Erfindung in einem weiteren Aspekt eine Vorrichtung zum Abstützen eines Elektroniksubstrats während einer Herstellungsoperation bereit. Die Vorrichtung verfügt über einen Rahmen und eine mit dem Rahmen gekoppelte Stützeinrichtung zum nichtstarran Abstützen von Elektroniksubstraten, wobei die Einrichtung zum nichtstarran

Abstützen Durchbiegung des Elektroniksubstrats vor und während der Herstellungsoperation ermöglicht.

**[0010]** Zu Realisierungen der Erfindung können ein oder mehrere der folgenden Merkmale gehören: Die Vorrichtung kann eine Einrichtung zum Bewegen der Stützeinrichtung aus einer Position in Berührung mit dem Elektroniksubstrat in eine vom Elektroniksubstrat entfernte Position aufweisen. Die Vorrichtung kann eine Schablone und eine Rakel zum Aufbringen von Lötpaste auf das Substrat aufweisen.

**[0011]** Anhand der folgenden Zeichnungen, der näheren Beschreibung und der Ansprüche wird die Erfindung besser verständlich.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0012]** Zum besseren Verständnis der Erfindung wird auf die Zeichnungen Bezug genommen, die hierin durch Verweis aufgenommen sind. Es zeigen:

**[0013]** [Fig. 1](#) eine Draufsicht auf eine Druckvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0014]** [Fig. 2A](#) eine schematische Darstellung eines nichtstarrten Stützmechanismus in einer Vorbereitungsstufe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0015]** [Fig. 2B](#) eine schematische Darstellung eines nichtstarrten Stützmechanismus in einer beladenen Stufe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0016]** [Fig. 3A](#) eine schematische Darstellung von Stützgel in einer Vorbereitungsstufe in einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0017]** [Fig. 3B](#) eine schematische Darstellung von Stützgel in einer angeglichenen Stufe in einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0018]** [Fig. 3C](#) eine schematische Darstellung von Stützgel in einer Stufe nach Beladen in einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0019]** [Fig. 4A](#) eine schematische Darstellung von rheomagnetischer Flüssigkeit in einer Phase vor Erregung in einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0020]** [Fig. 4B](#) eine schematische Darstellung von rheomagnetischer Flüssigkeit in einer beladenen Phase in einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0021]** [Fig. 4C](#) eine schematische Darstellung von rheomagnetischer Flüssigkeit in einer erregten Phase in einer Ausführungsform der Erfindung; und

**[0022]** [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf das rheomagnetische Flüssigkeits-

stützsystem in einer Ausführungsform der Erfindung.

#### NÄHERE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0023]** Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von Siebdruckern oder Schablonendruckern beschrieben, die Lötpaste auf Leiterplatten drucken. Dem Fachmann wird klar sein, daß Ausführungsformen der Erfindung mit anderen Elektroniksubstraten als Leiterplatten, z. B. elektronischen Komponenten, und mit anderen Maschinen als Siebdruckern, z. B. Bestückungsautomaten oder Abgabemaschinen, verwendet werden können.

**[0024]** Gemäß [Fig. 1](#) sind Innenkomponenten eines Druckers **5** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die Lötpaste auf Leiterplatten aufträgt. Der Drucker ist eine Verbesserung gegenüber Siebdruckern gemäß der Beschreibung in der US-A-5794329, die hiermit durch Verweis aufgenommen ist.

**[0025]** Gemäß [Fig. 1](#) verfügt der Drucker **5** über einen Traktorzufuhrmechanismus **12**, Kantentraktormechanismen **14**, einen starren Stütztisch **16**, einen Plattenstützmechanismus **20**, ein bewegliches Portal **24**, eine Steuerung **23**, einen Rakel-/Kleberapplikator **28** und eine Kamera **30**, die auf einem Wagen **32** mitgeführt wird. Der Stützmechanismus **20** ist auf dem Stütztisch **16** angeordnet und daran befestigt. Die auf dem Wagen **32** mitgeführte Kamera **30** ist entlang dem Portal **24** auf einer linearen X-Bewegungsachse beweglich. Das Portal ist auf Schienen **26** auf einer linearen Y-Bewegungsachse beweglich. Der Rakel-/Kleberapplikator **28** ist am Drucker **5** in einer Position über der Höhe der Leiterplatte **10** befestigt.

**[0026]** Gewöhnlich haben in den Drucker **5** geführte Leiterplatten **10** ein Muster von Kontaktinseln oder anderen, gewöhnlich leitenden Oberflächenbereichen, auf die Lötpaste aufgetragen wird. Auf Anweisung der Steuerung des Druckers führt der Traktorzufuhrmechanismus **12** Leiterplatten **10** zu einer Stelle, an der die Kamera **30** ein Bild der Leiterplatte **10** aufzeichnet. Das Bild wird zur Steuerung gesendet, die den Kantentraktormechanismen **14** signalisiert, die Leiterplatte **10** zu einer zweiten Stelle über dem starren Stütztisch **16** unter einer Lötsschablone zu verschieben. Nach Ankunft an einer Position über dem Stütztisch **16** befindet sich die Leiterplatte **10** an Ort und Stelle für eine Herstellungsoperation. Um Operationen auf der Leiterplatte **10** erfolgreich durchzuführen, wird die Leiterplatte **10** durch den Stützmechanismus **20** abgestützt. Der Stützmechanismus **20** wird auf Anweisung der Steuerung von unterhalb der Leiterplatte **10** angehoben. Sind die Lötsschablone und die Leiterplatte **10** korrekt ausgerichtet, wird die Schablone zur Platte **10** zum Auftragen der Lötpaste abgesenkt, oder die Leiterplatte kann durch den

Stützmechanismus zur Schablone angehoben werden. Der Rakel-/Kleberapplikator **28**, der über der Leiterplatte **10** positioniert ist, ist in [Fig. 1](#) in Durchsicht gezeigt. Der Kleberapplikator **28** kann die Menge von Lötpaste oder Kleber variieren, die auf die Schablone abgegeben und durch die Rakel aufgetragen wird. Die Rakel **28** streicht über die Schablone, wodurch sie Lötpaste durch die Schablone auf die Leiterplatte **10** drückt. Nachdem Lötpaste auf die Leiterplatte **10** abgeschieden wurde, bewegt sich der Stützmechanismus **20** gesteuert durch die Steuerung nach unten weg von der Position der Leiterplatte. Danach steuert die Steuerung die Bewegung der Leiterplatte **10** zur nächsten Stelle unter Verwendung des Traktormechanismus **18**, an der elektrische Komponenten **11** auf der Leiterplatte platziert werden.

**[0027]** Wie diskutiert, tritt die Leiterplatte **10** auf dem Traktorzufuhrmechanismus **12** ein und stoppt, wenn sie sich in einer Position über dem Tisch **16** befindet, in der das Aufbringen von Lötpaste erfolgt. Im gesamten Druckverfahren der Lötpaste auf die Leiterplatte **10** wird eine Kraft auf eine Oberseite der Platte **10** durch die Rakel ausgeübt. Damit die Lötpaste gleichmäßig aufgetragen wird, wird die Leiterplatte **10** mit Hilfe des Stützmechanismus **20** abgestützt, um der Kraft entgegenzuwirken, die auf die Oberseite der Leiterplatte **10** ausgeübt wird. Der Stützmechanismus ist am Drucker über der Oberfläche des Tisches **16** befestigt. Der Stützmechanismus **20** weist einen nichtstarrten Stützkörper auf, der die Platte **10** berührt. Beispielsweise kann der Stützmechanismus ein verformbares Material **42** in einem Stützbett **40** aufweisen, wobei das verformbare Material der Abschnitt des Stützmechanismus ist, der in enger Nähe zur Leiterplatte **10** liegt. Alternativ kann der Stützmechanismus **20** ein verformbares oder nichtstarrtes Material sein, das nicht in einem Stützbett enthalten zu sein braucht, z. B. ein Schaumstoff oder ein Schwamm. Beim Stützmechanismus **20** kann es sich um mehrere Luftzylinder handeln, die Druckluft in Richtung der Leiterplatten freisetzen, wodurch die Luft die Oberfläche der Leiterplatte **10** berührt und sie beim Bedrucken in ihrer Position hält.

**[0028]** Der gesamte Stützmechanismus **20** ist am Druckerrahmen so befestigt, daß er zur Oberfläche der Leiterplatte **10** angehoben werden kann, wodurch die nichtstarre Abstützung die Unterseitentopographie der Platte **10** beim Drucken berühren kann. Alternativ kann der Stützmechanismus **20** so gestaltet sein, daß er in seiner Position bleibt, während die Leiterplatte zum Stützmechanismus **20** bewegt wird. Wird der Stützmechanismus **20** in Position unter der Platte bewegt, stützt das Stützsystem die Unterseite der Leiterplatte **10** infolge der Fähigkeit des nichtstarrten Teils gleichmäßig ab, sich der Topographie der Leiterplatte **10** anzugleichen oder gegenüber der Leiterplatte **10** nachzugeben, wenn eine zusätzliche Kraft auf die Leiterplatte **10** ausgeübt wird.

**[0029]** Gemäß [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) ist der Stützmechanismus **20** näher dargestellt. Der Stützmechanismus weist eine Unterlage **44**, ein Gehäuse **40** und eine nichtstarre Komponente **42** auf. Insbesondere zeigt [Fig. 2A](#) den Stützmechanismus **20** in einer angehobenen Position in Berührung mit der Leiterplatte **10**, die mit Hilfe von Plattenklemmen **50** an Ort und Stelle gehalten wird. [Fig. 2B](#) zeigt die Rakel **28** bei ihrer Bewegung über die Schablone und die Leiterplatte in Pfeilrichtung **52**. Infolge der nichtstarrten oder elastischen Beschaffenheit des oberen Körpers des Stützmechanismus ist der Leiterplatte **10** ein Grad an Durchbiegung so ermöglicht, daß sie sich etwas krümmen oder biegen kann. Die Leiterplatte **10**, die durch die Plattenklemmen **50** in ihrer Position gehalten wird, kann sich über dem nichtstarrten oberen Körper des Stützmechanismus wölben, während sie in Position für ein Verfahren gehalten wird, das auf ihrer Oberfläche durchzuführen ist. In [Fig. 2B](#) stellt die Rakel **28** eine Berührung mit der Oberfläche einer über der Platte **10** positionierten Schablone **54** her, wodurch Druck auf die Platte ausgeübt wird. Die Rakel bewegt sich in Pfeilrichtung **52**. Die durch die Rakel **28** ausgeübte Kraft bewirkt, Lötpaste ausreichend und gleichmäßig auf die Leiterplatte **10** zu verteilen, indem sie veranlaßt, daß die Position der Platte im wesentlichen eben wird oder sich in Gegenrichtung verbiegt, was [Fig. 2B](#) zeigt. Die Leiterplatte **10** und die Schablone **54** geben gegenüber der Kraft von der Rakel **28** nach, statt in einer festen planaren und starren Orientierung gehalten zu werden.

**[0030]** Gemäß [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) ist eine spezielle Ausführungsform des Stützmechanismus **20** näher dargestellt. In einer Ausführungsform ist die nichtstarre Stütze **42** ein Gel mit geringer Härte, das im Gehäuse **40** enthalten ist, das als Stützbett zum Aufnehmen des Gels fungiert. Das Gel **42** mit geringer Härte ist ein Polyurethangel, hergestellt und vertrieben von Northstar Polymer, LLC, Minneapolis, Minnesota unter der Teile-Nr. MPP-V37A. In [Fig. 3A](#) bewegt sich der Stützmechanismus darstellungsgemäß in Pfeilrichtung **41** zu einer Leiterplatte **10**, um die Platte **10** im Drucker **5** abzustützen. Die Unterseite der Leiterplatte ist mit elektrischen Komponenten **11** bestückt.

**[0031]** [Fig. 3B](#) zeigt den Stützmechanismus **20** mit einem Gel mit geringer Härte in Berührung mit der Platte **10**, nachdem ein Druckvorgang erfolgte. In [Fig. 3B](#) steht eine Schablone **45** noch in Berührung mit der Platte **10**. Unter Komprimierung, die durch die Berührung des Gels **42** mit der Platte **10** verursacht wird, gleicht sich das Gel **42** der Unterseitentopographie der Leiterplatte **10** gemäß [Fig. 3B](#) an, um für gleichmäßig verteilte Abstützung der Leiterplatte **10** zu sorgen. Das Gel **42** hat eine solche Konsistenz, daß es auch unter Komprimierung im Gehäuse **40** enthalten bleibt. Gesteuert durch die Steuerung werden das Gel **42** und Stützbett **40** von der Oberfläche

der Platte **10** in Pfeilrichtung **43** zum Bearbeitungsabschluß der Leiterplatte **10** zurückgezogen, und der gesamte Stützmechanismus **20** kehrt in eine Ausgangsposition gemäß [Fig. 3C](#) zurück, in der er bleibt, bis die nächste Leiterplatte **10** zur Bearbeitung ausgerichtet ist. Gemäß [Fig. 3C](#) kehrt das Gel **42** mit geringer Härte in einen entspannten Zustand zurück, wenn sich der Stützmechanismus **20** in der Ausgangsposition befindet. Danach ist das Gel **42** mit geringer Härte bereit, sich einer Plattentopographie im nächsten Druckzyklus anzugleichen.

**[0032]** Alternativ kann in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die nunmehr anhand von [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) und [Fig. 5](#) beschrieben wird, ein Stützmechanismus **120** verwendet werden, um eine Leiterplatte beim Bedrucken anstelle des zuvor beschriebenen Stützmechanismus **20** abzustützen. Der Stützmechanismus **120** weist eine Unterlage **44**, elektromagnetische Hohlräume **64**, Magnetwicklungen **65** und ein verformbares Material **142** auf. Das verformbare Material **142** ist eine rheomagnetische Flüssigkeit, die in dünnwandigen Röhren **62** enthalten ist, die aus Latex hergestellt sein können und die in den elektromagnetischen Hohlräumen **64** teilweise angeordnet sind. In einer Ausführungsform ist die rheomagnetische Flüssigkeit eine Mischung aus kleinen magnetischen Teilchen, z. B. Eisen, und einer viskosen Flüssigkeit, z. B. Öl oder Wasser, hergestellt und zu beziehen von Lord Corporation, Cary, North Carolina unter solchen Teile-Nr. wie MRF-132AD, MRF-132LD, MRF-241GS, MRF-240B5 und MRF-336AG. In einer Ausführungsform sind die elektromagnetischen Hohlräume aus einem magnetischen Material hergestellt, z. B. Eisen. Übliche Magnetwicklungen **65** bedecken die Basis der elektromagnetischen Hohlräume **64**. Die elektromagnetischen Hohlräume **64** sind über Verbindungsdrähte **66** an einer Quelle angeschlossen, die elektrischen Strom gesteuert durch die Steuerung zuführt. Gemäß [Fig. 5](#) können die elektromagnetischen Hohlräume **64** über die Länge der Unterlage **44** des Stützmechanismus **120** ausgerichtet sein.

**[0033]** Der Stützmechanismus **120** arbeitet wie folgt: Eine Leiterplatte **10**, deren Unterseite mit elektrischen Komponenten **11** bestückt ist, wird über dem Tisch **16** zum Auftragen von Lötpaste positioniert. Gesteuert durch die Steuerung wird der Stützmechanismus **120** in Pfeilrichtung **141** bewegt, bis das rheomagnetische Material die Unterseite der Leiterplatte **10** berührt. Während sich der Stützmechanismus **120** der Unterseite der Leiterplatte **10** nähert, ist die rheomagnetische Flüssigkeit **142** in einem freien oder entspannten Zustand. Im entspannten Zustand gleicht sich die rheomagnetische Flüssigkeit **142** leicht der Topographie der Platte **10** bei Berührung der Platte **10** an. Während die rheomagnetische Flüssigkeit **142** mit der Platte **10** in Berührung steht, werden die elektromagnetischen Hohlräume **64** mit einem elektri-

schen Strom über die Verbindungsdrähte **66** erregt, die auch mit einer Gleichstromquelle verbunden sind. Das Magnetfeld ist proportional zur Richtung und Stärke des elektrischen Stroms in der Magnetwicklung **65**. Ausreichend Strom muß zugeführt werden, um ein Magnetfeld zu erzeugen, das stark genug ist, die Teilchen in der rheomagnetischen Flüssigkeit **142** auszurichten. Energie von den elektromagnetischen Hohlräumen **64** überführt die Röhren **62** mit rheomagnetischer Flüssigkeit **142** aus einem flüssigen Zustand in einen starren Zustand. Im starren Zustand sorgt die rheomagnetische Flüssigkeit **142** für ausreichende Plattenabstützung im Verlauf von Herstellungsoperationen.

**[0034]** Die Konfiguration der rheomagnetischen Flüssigkeit **142** bei Erregung ist so, daß sie die Oberfläche der Platte **10** unabhängig davon starr abstützt, ob die Platte **10** mit elektrischen Komponenten bestückt ist oder nicht. Die rheomagnetische Flüssigkeit **142** bleibt erregt oder in einem starren Zustand, solange die elektromagnetischen Hohlräume **64** mit einem elektrischen Strom erregt bleiben, was [Fig. 4C](#) zeigt. Die rheomagnetische Flüssigkeit bleibt in einer Form erregt, die sich einer ersten Leiterplatte **10** angleicht, so daß viele Leiterplatten **10** mit der gleichen Topographie wie die erste Leiterplatte **10** massenhaft hergestellt werden können, ohne die rheomagnetische Flüssigkeit **142** zu entregen und wieder zu erregen. Nach Bearbeitungsabschluß einer Platte **10** weist die Steuerung den Stützmechanismus **120** an, die abgesenkte Position in Pfeilrichtung **143** einzunehmen.

**[0035]** Soll eine zweite Art von Platte bearbeitet werden, werden die elektromagnetischen Hohlräume **64** entregt, wodurch die rheomagnetische Flüssigkeit **142** in einen flüssigen Zustand zurückkehrt. Das System setzt sich für einen weiteren Druckzyklus zurück, wenn der Stützmechanismus **120** in eine Ausgangsposition zurückgekehrt ist. Die rheomagnetische Flüssigkeit **142** wird rekonfiguriert, um einen weiteren Satz von Leiterplattenanordnungen mit einer unterschiedlichen Konfiguration elektrischer Komponenten **11** abzustützen, indem die rheomagnetische Flüssigkeit an die Unterseite einer neuen Leiterplatte **10** gedrückt wird und die elektromagnetischen Hohlräume **64** erneut mit elektrischem Strom erregt werden.

**[0036]** In den zuvor beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung füllt das Gel mit geringer Härte in seinem Gebrauch als nichtstarre Abstützung den Gehäusebehälter vollständig. Wie dem Fachmann klar ist, können andere Konfigurationen Streifen aus Gel mit geringer Härte aufweisen, die im Stützgehäuse enthalten sind, oder andere geeignete und strategische Konfigurationen des Gels, die die Unterseite der Leiterplatte zur Genüge abstützen.

**[0037]** In zuvor beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung ist die als verformbares Material verwendete rheomagnetische Flüssigkeit in einer Anordnung aus elektromagnetischen Hohlräumen enthalten, die alle das Stützsystem aufweisen. Wie dem Fachmann klar ist, können andere Konfigurationen einen einzelnen elektromagnetischen Hohlraum aufweisen, der rheomagnetische Flüssigkeit so enthält, daß der einzelne Behälter rheomagnetischer Flüssigkeit ausreichend erregt wird, um sich der Oberfläche der Platten anzugleichen. Ferner kann die Anordnung aus elektromagnetischen Hohlräumen über die Breite der Unterlage des Stützmechanismus ausgerichtet sein. In noch weiteren Ausführungsformen der Erfindung ist ein Verbindungsdraht an jedem der elektromagnetischen Hohlräume angeschlossen, um elektrischen Strom zuzuführen, der die elektromagnetischen Hohlräume erregt, was anschließend die rheomagnetische Flüssigkeit erregt, um sie starr zu machen. Wie dem Fachmann klar ist, können andere Konfigurationen einen einzelnen Satz von Verbindungsdrähten aufweisen, der elektrischen Strom zu allen elektromagnetischen Hohlräumen in der Anordnung führt.

**[0038]** In noch weiteren Ausführungsformen der Erfindung ist der Stützmechanismus am Druckerrahmen so angeschlossen, daß er sich in Aufwärtsrichtung zur Unterseite der Leiterplatte bei der Herstellung auf Anweisung der Steuerung bewegt. Wie dem Fachmann klar ist, können andere Konfigurationen einen Stützmechanismus in einer festen Position aufweisen, wodurch die Platten zum verformbaren Material des Stützmechanismus bei der Herstellung abgesenkt werden.

**[0039]** Nach der Beschreibung mindestens einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung werden dem Fachmann verschiedene Änderungen, Abwandlungen und Verbesserungen leicht deutlich sein. Solche Änderungen, Abwandlungen und Verbesserungen sollen zum Schutzzumfang und Grundgedanken der Erfindung gehören. Somit ist die vorstehende Beschreibung nur exemplarisch und soll keine Einschränkung darstellen. Der Schutzzumfang der Erfindung ist nur durch die nachfolgenden Ansprüche und ihre Äquivalente beschränkt.

#### Zusammenfassung

**[0040]** Eine Vorrichtung zum Durchführen von Operationen auf mindestens einer Oberfläche eines Elektroniksubstrats (10) mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche verfügt über einen Rahmen, ein Transportsystem, das das Substrat (10) durch die Vorrichtung bewegt, ein mit dem Rahmen gekoppeltes Substratstützsystem mit einem nichtstarreren Abschnitt, der das Substrat (10) während einer Operation auf dem Substrat (10) berührt und abstützt, wobei der nichtstarre Abschnitt Durchbiegung

des Substrats (10) vor und während der Durchführung einer Operation auf dem Substrat (10) ermöglicht, und ein mit dem Rahmen gekoppeltes Gerät, das eine Operation auf einer Oberfläche des Substrats (10) durchführt.

(Fig. 1)

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung von Operationen auf mindestens einer Oberfläche eines Elektroniksubstrats mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche, wobei die Vorrichtung aufweist: einen Rahmen; ein Transportsystem, das das Substrat durch die Vorrichtung bewegt; ein mit dem Rahmen gekoppeltes Substratstützsystem mit einem nichtstarreren Abschnitt, der das Substrat während einer Operation auf dem Substrat berührt und abstützt, wobei der nichtstarre Abschnitt Durchbiegung des Substrats vor und während der Durchführung einer Operation auf dem Substrat ermöglicht; und ein mit dem Rahmen gekoppeltes Gerät, das eine Operation auf einer Oberfläche des Substrats durchführt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Stützsystem aus einer abgesenkten Position in eine angehobene Position beweglich ist, wobei in der angehobenen Position der nichtstarre Abschnitt eine Seite des Elektroniksubstrats berührt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der nichtstarre Abschnitt Schaumstoff ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der nichtstarre Abschnitt ein Schwamm ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der nichtstarre Abschnitt ein Gel mit geringer Härte ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der nichtstarre Abschnitt eine rheomagnetische Flüssigkeit ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der nichtstarre Abschnitt mindestens einen elektromagnetischen Hohlraum aufweist und wobei die rheomagnetische Flüssigkeit mindestens teilweise im elektromagnetischen Hohlraum angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, ferner mit einer dünnwandigen Röhre, in der die rheomagnetische Flüssigkeit untergebracht ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der mindestens eine elektromagnetische Hohlraum mehrere elektromagnetische Hohlräume ist und wobei eine Röhre mit rheomagnetischer Flüssigkeit in jedem der

mehreren elektromagnetischen Hohlräume angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Gerät eine Schablone und das Substrat eine Leiterplatte ist.

11. Verfahren zur Durchführung einer Operation auf einem Elektroniksubstrat, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:  
Laden des Substrats in eine Bearbeitungsmaschine;  
Bewegen eines Stützsystems in eine Position unter dem Elektroniksubstrat;  
Berühren einer Seite des Substrats mit einem nichtstarrten Teil des Stützsystems, wobei das nichtstarre Teil bei Berührung durch das Substrat nachgibt;  
Durchführen einer Herstellungsoperation auf dem Substrat; und  
Entfernen des Substrats aus der Bearbeitungsmaschine.

12. Verfahren nach Anspruch 11, ferner mit dem Schritt des Druckens von Lötpaste auf das Elektroniksubstrat, wobei eine Schablone und eine Rakel verwendet werden, um das Drucken zu erreichen.

13. Verfahren nach Anspruch 12, ferner mit dem Schritt des Zurückführens des Stützsystems in eine Ausgangsposition, nachdem das Substrat aus der Bearbeitungsmaschine entfernt ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, ferner mit dem Schritt des Haltens des Substrats in einer im wesentlichen nichtplanaren Orientierung für die Dauer der Berührung durch das Stützsystem.

15. Verfahren nach Anspruch 14, ferner mit dem Schritt des Ermöglichens, daß sich das Substrat als Reaktion auf eine Kraft durchbiegt, die auf das Substrat während der Durchführung einer Operation auf dem Substrat ausgeübt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, ferner mit dem Schritt des Ruhenlassens des Elektroniksubstrats auf Schaumstoff bei Durchführung der Herstellungsoperation.

17. Verfahren nach Anspruch 15, ferner mit dem Schritt des Ruhenlassens des Elektroniksubstrats auf einem Gel mit geringer Härte bei Durchführung der Herstellungsoperation.

18. Verfahren nach Anspruch 15, ferner mit dem Schritt des Ruhenlassens des Elektroniksubstrats auf einer rheomagnetischen Flüssigkeit, die mindestens teilweise in einem elektromagnetischen Hohlraum angeordnet ist, bei Durchführung der Herstellungsoperation.

19. Verfahren nach Anspruch 18, ferner mit dem

Schritt des Erregens des elektromagnetischen Hohlraums, um die rheomagnetische Flüssigkeit zu verfestigen, die mindestens teilweise im elektromagnetischen Hohlraum angeordnet ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, ferner mit dem Schritt des Entregens des elektromagnetischen Hohlraums.

21. Vorrichtung zum Abstützen eines Elektroniksubstrats während einer Herstellungsoperation, wobei die Vorrichtung aufweist:  
einen Rahmen;  
eine mit dem Rahmen gekoppelte Stützeinrichtung zum nichtstarrten Abstützen von Elektroniksubstraten, wobei die Einrichtung zum nichtstarrten Abstützen Durchbiegung des Elektroniksubstrats vor und während der Herstellungsoperation ermöglicht.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, ferner mit einer Einrichtung zum Bewegen der Stützeinrichtung aus einer Position in Berührung mit dem Elektroniksubstrat in eine vom Elektroniksubstrat entfernte Position.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, ferner mit einer Schablone, um Lötpaste auf das Substrat zu drucken.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, ferner mit einer Rakel zum Aufbringen von Lötpaste auf das Substrat.

25. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Einrichtung zum nichtstarrten Abstützen Schaumstoff ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Einrichtung zum nichtstarrten Abstützen ein Schwamm ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Einrichtung zum nichtstarrten Abstützen ein Gel mit geringer Härte ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Einrichtung zum nichtstarrten Abstützen eine rheomagnetische Flüssigkeit ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, ferner mit einer Einrichtung zum Verfestigen der rheomagnetischen Flüssigkeit.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

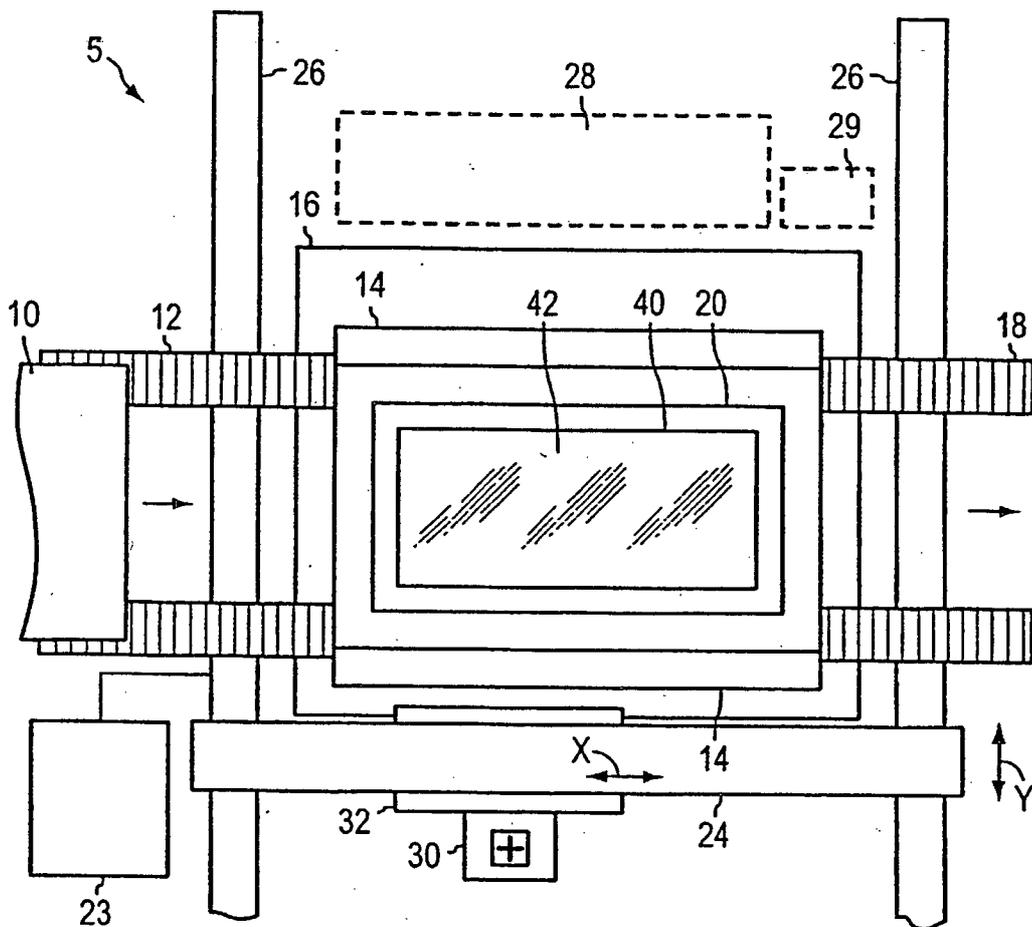


FIG. 1

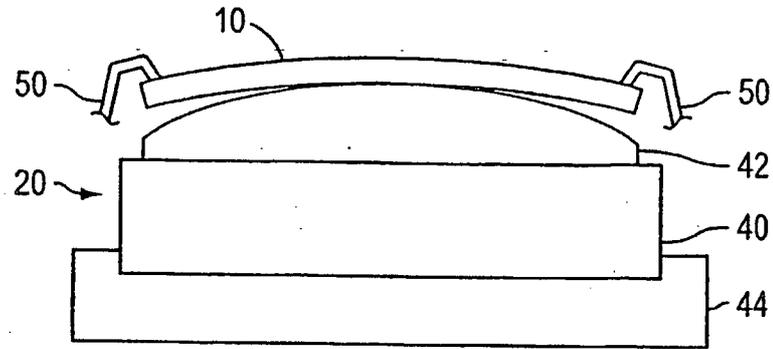


FIG. 2A

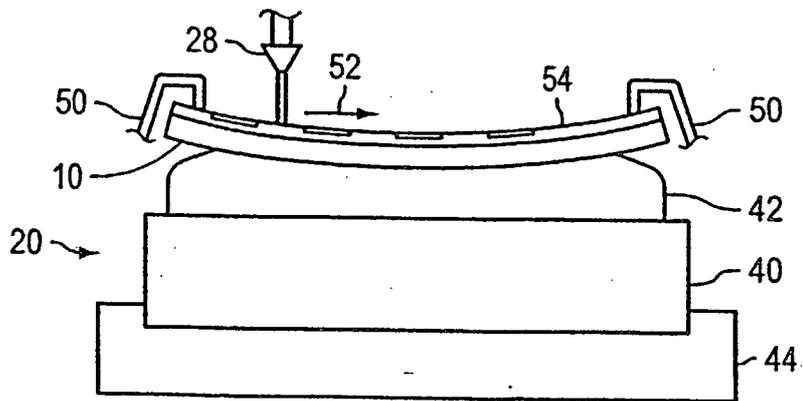


FIG. 2B

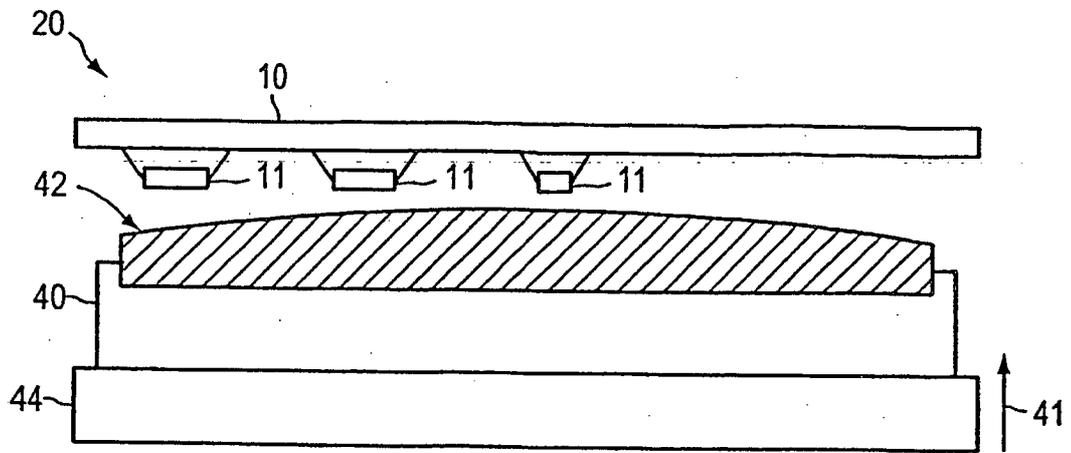


FIG. 3A

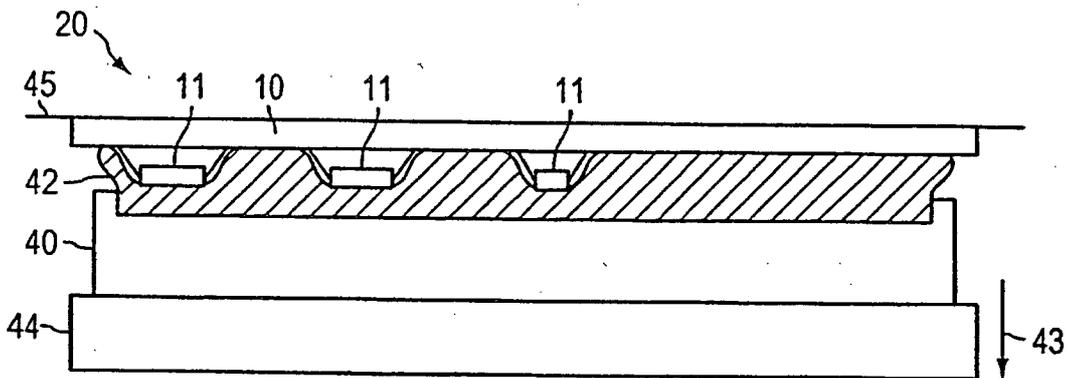


FIG. 3B

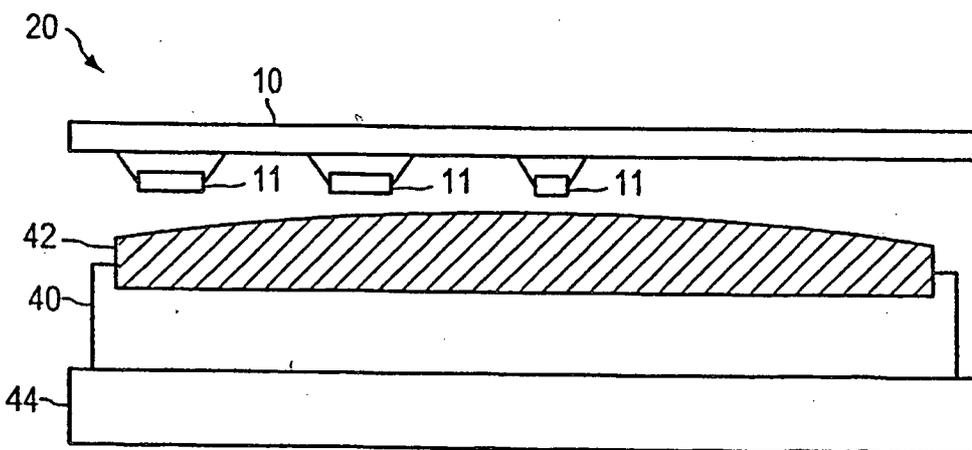
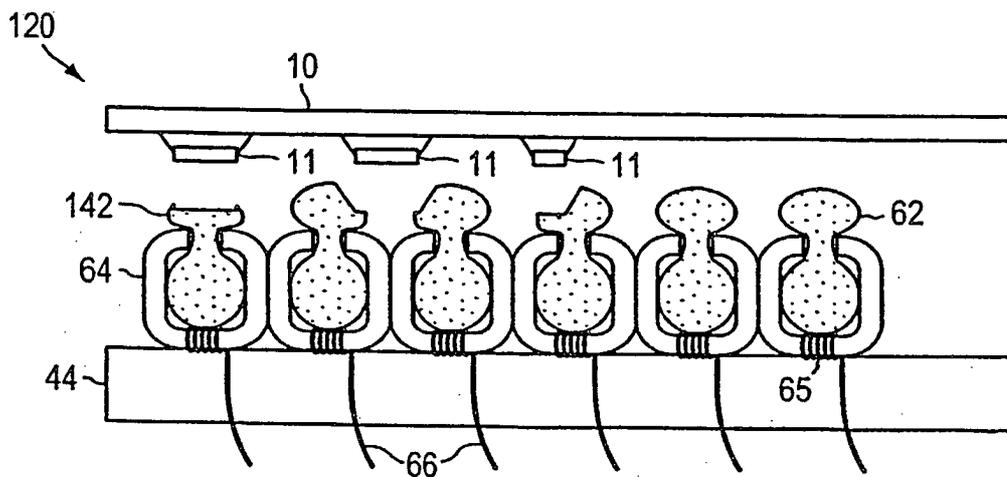
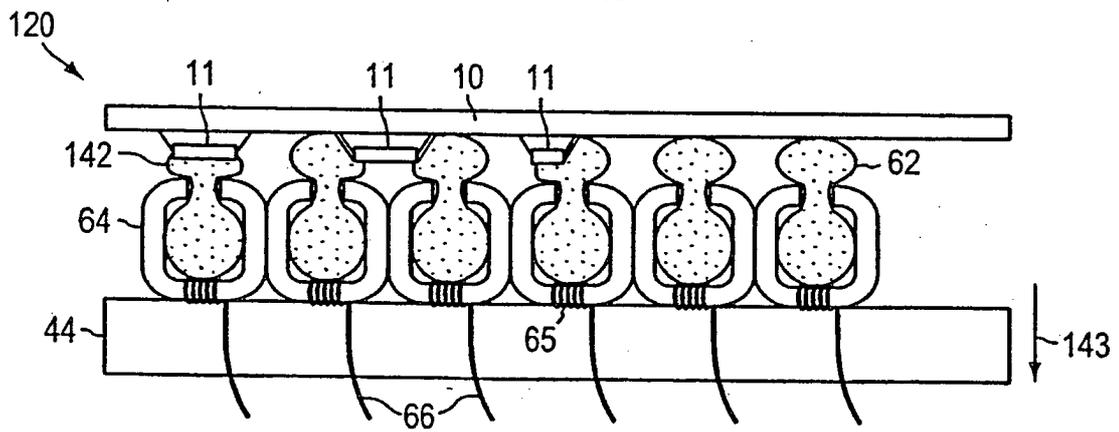
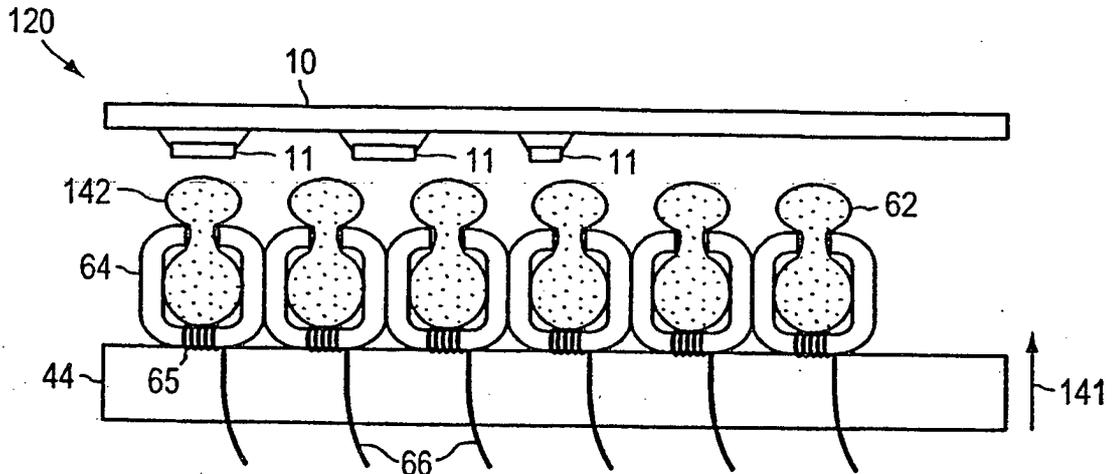


FIG. 3C



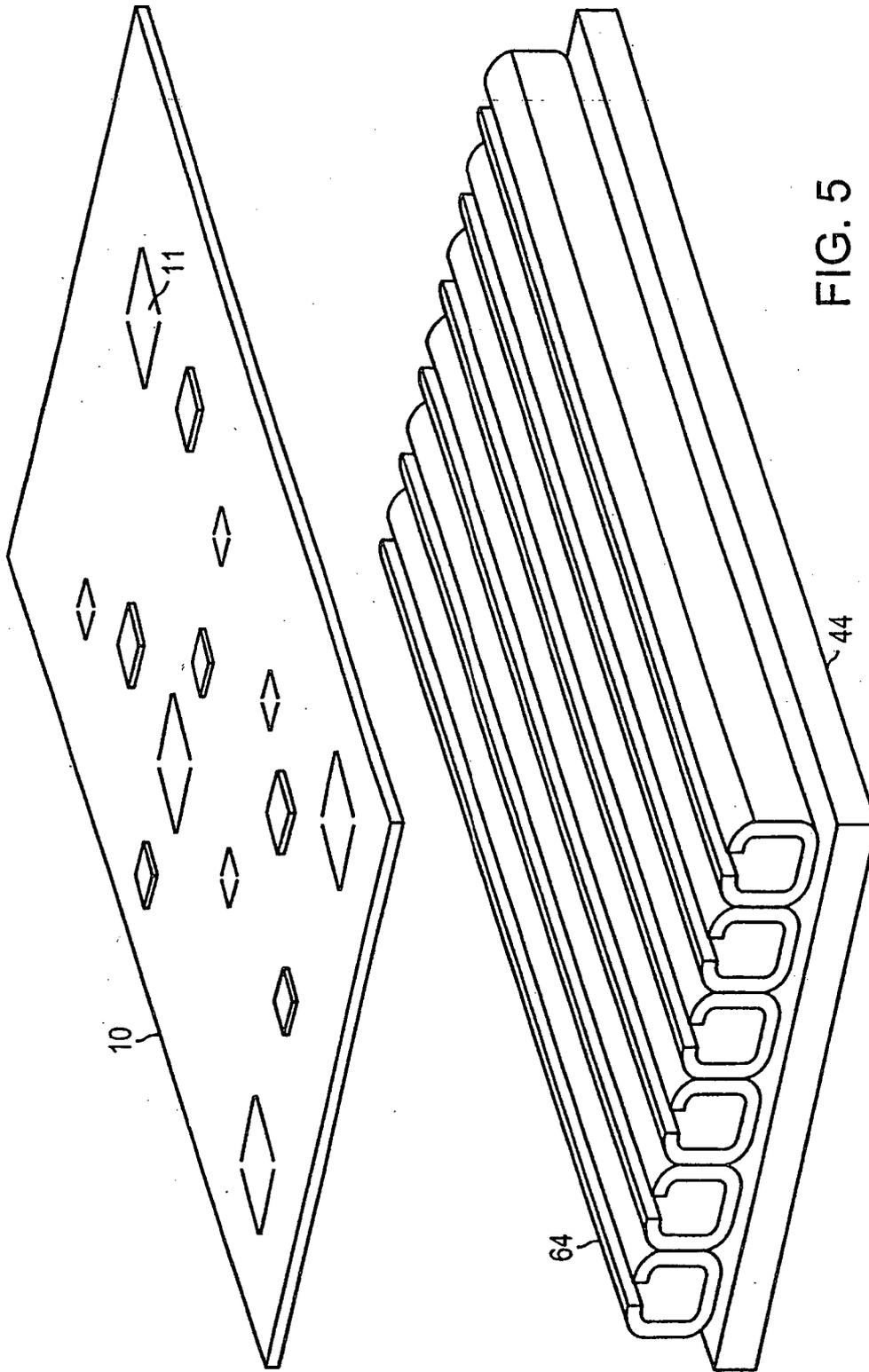


FIG. 5