



(10) **DE 11 2011 101 135 B4** 2021.02.11

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 101 135.0**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2011/029365**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/126726**
 (86) PCT-Anmeldetag: **22.03.2011**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.10.2011**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **14.03.2013**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **11.02.2021**

(51) Int Cl.: **H01L 21/77 (2017.01)**
H01L 21/78 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
61/318,522 **29.03.2010** **US**

(73) Patentinhaber:
X-Celeprint Limited, Cork, IE

(74) Vertreter:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
 Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

(72) Erfinder:
**Menard, Etienne, Durham, N.C., US; Bower,
 Christopher, Raleigh, N.C., US; Meitl, Matthew,
 Durham, N.C., US; Garrou, Philip, Cary, N.C., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2004 / 0 227 886	A1
US	2007 / 0 254 455	A1
US	2010 / 0 072 495	A1
WO	2005/ 088 704	A1
WO	2007/ 037 106	A1

(54) Bezeichnung: **Elektrisch verbundene Felder von aktiven Bauteilen in Überführungsdrucktechnik**

(57) Hauptanspruch: Aktives Bauteilfeld, welches enthält: zumindest ein druckbares elektronisches Bauteil (20), welches eine aktive Schicht (24) enthält, welche zumindest ein aktives Element (22) auf einer ersten Fläche davon und ein leitfähiges Element auf einer zweiten Fläche davon, gegenüberliegend zur ersten Fläche, enthält, wobei das leitfähige Element auf der zweiten Fläche dazu ausgelegt ist, eine elektrische Kopplung mit dem zumindest einen aktiven Element (22) auf der ersten Fläche bereitzustellen; wobei das mindestens eine druckbare elektronische Bauteil einen gebrochenen Abschnitt eines Anbindeelements (62) angrenzend zu einem Umfang davon umfasst, und ein Ziel-Substrat (10), welches sich von der aktiven Schicht (24) unterscheidet und einen oder mehrere elektrische Kontakte (12) auf einer Fläche davon enthält, wobei das zumindest eine elektronische Bauteil (20) derart auf das Ziel-Substrat (10) gedruckt ist, dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche davon mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) auf der Fläche des Substrats in Kontakt steht.

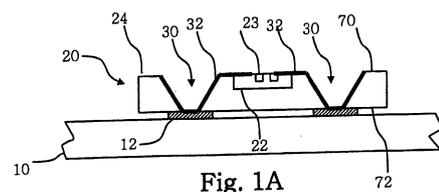


Fig. 1A

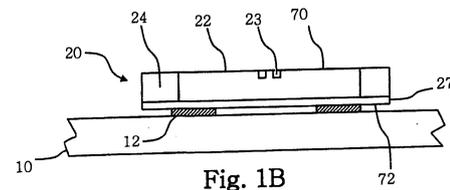


Fig. 1B

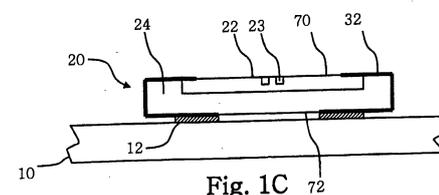


Fig. 1C

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zum Bereitstellen eines Ziel-Substrats mit elektrisch aktiven Bauteilen (engl.: active components), welche darauf verteilt sind.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Große Substrate mit elektronisch aktiven Bauteilen, welche über den Umfang des Substrats verteilt sind, können in einer Vielzahl von elektronischen Systemen verwendet werden, beispielsweise bei Bildgebungsvorrichtungen, wie beispielsweise Flüssigkristall-Flachbildschirm- oder OLED-Anzeigevorrichtungen, und/oder bei digitalen radiographischen Platten. Große Substrate mit elektrisch aktiven Bauteilen sind ebenso bei Flachfeld-Solarzellen zu finden.

[0003] Die elektronisch aktiven Bauteile auf Flachfeld-Substraten sind typischerweise durch Sputtern einer Schicht eines anorganischen Halbleitermaterials oder durch Rotationsbeschichtung eines organischen Materials über das gesamte Substrat, und ein Verarbeiten der Schicht, um elektronische Bauteile auszubilden, ausgebildet. Solche Beschichtungen haben jedoch doch typischerweise relativ schlechte elektronische Eigenschaften. Es können anorganische Halbleitermaterialien verarbeitet werden, um ihre elektronischen Eigenschaften zu verbessern, beispielsweise kann amorphes Silizium behandelt werden, um ein Niedrigtemperatur- oder Hochtemperatur-Polykristallin-Silizium auszubilden. Bei weiteren Verarbeitungsverfahren können mikrokristalline Halbleiterschichten unter Verwendung einer unterliegenden Impfschicht (engl.: seeding layer) ausgebildet werden. Diese Verfahren verbessern typischerweise die Elektronenbeweglichkeit des Halbleiters, jedoch kann die Leistung der resultierenden Schicht immer noch schlechter als oftmals gewünscht sein. Das Substrat und die Schicht des Halbleitermaterials sind typischerweise photolithographisch verarbeitet, um elektronisch aktive Bauteile zu bestimmen, wie beispielsweise Transistoren. Solche Transistoren sind als Dünnschicht-Transistoren (TFTs) bekannt, da sie in einer Dünnschicht aus einem Halbleitermaterial, typischerweise Silizium, ausgebildet sind. In diesen Vorrichtungen ist das Substrat oftmals aus Glas erstellt, beispielsweise Corning® Eagle® oder Jade™ Glas, welches dazu entworfen ist, um Anwendungen anzuzeigen. Es sind photolithographische Verfahren, welche zur Ausbildung der aktiven Bauteile verwendet werden, im Stand der Technik bekannt.

[0004] Diese herkömmlichen Techniken haben einige wesentliche Beschränkungen. Abgesehen von Verarbeitungsverfahren, welche zur Verbesserung

der Leistung von Dünnschicht-Transistoren verwendet werden, haben solche Transistoren eine Leistung, welche geringer ist als die Leistung von herkömmlichen integrierten Schaltungen, welche in einem monokristallinen Halbleitermaterial ausgebildet sind. Ein Halbleitermaterial und aktive Bauteile können lediglich auf Abschnitten des Substrats gewünscht sein, welches zu einer Materialverschwendung und zu erhöhten Material- und Verarbeitungskosten führt. Die Substratmaterialien können durch Verarbeitungsschritte, welche zur Verarbeitung des Halbleitermaterials notwendig sein können, und die photolithographischen Schritte, welche zur Musterung der aktiven Bauteile verwendet werden können, beschränkt sein. Beispielsweise haben Kunststoff-Substrate eine relativ beschränkte chemische und wärmebedingte Toleranz, und überleben typischerweise keine photolithographische Verarbeitung. Ferner ist das Herstellungs-Equipment, welches zur Verarbeitung von großen Substraten mit einer Dünnschicht-Schaltung notwendig ist, relativ teuer.

[0005] Bei einer alternativen Herstellungstechnik wird ein monokristalliner Halbleiter-Wafer als das Substrat verwendet. Obwohl dieser Ansatz Substrate mit einer ähnlichen Leistung wie bei integrierten Schaltungen bereitstellen kann, ist die Größe solcher Substrate typischerweise auf beispielsweise einen Kreis mit einem Durchmesser bis zu 12 Inch beschränkt, und sind die Wafer, verglichen mit weiteren Substratmaterialien, wie beispielsweise Glas oder Polymer, relativ teuer.

[0006] In einem weiteren Ansatz werden dünne Halbleiterschichten mit einem Substrat verbunden und dann verarbeitet. Ein solches Verfahren ist als Halbleiter-auf-Glas oder Silizium-auf-Glas (SOG) bekannt und beispielsweise in US 2008 / 0 224 254 A1, eingereicht am 18. September 2004, beschrieben. Wenn das Halbleitermaterial kristallin ist, können Dünnschicht-Schaltungen mit einer hohen Leistung erlangt werden. Jedoch kann die Verbindungstechnik teuer sein, und verbleibt das Verarbeitungs-Equipment für die Substrate zur Ausbildung der aktiven Bauteile mit dünnem Film auf großen Substraten relativ teuer.

[0007] Ebenso können relativ große integrierte Schaltungen in einer auf einer Oberfläche befestigbaren Baugruppe bereitgestellt werden, welche direkt an einem Substrat angeklebt wird. Jedoch sind diese integrierten Schaltungen relativ groß, und können zusätzliche Schichten nicht einfach über den integrierten Schaltungen ausgebildet werden.

[0008] JP H 11 - 142 878 A mit dem Titel „Formation of Display Transistor Array Panel“ beschreibt das Ätzen eines Substrats, um es von einem Dünnschicht-Transistorfeld zu entfernen, auf welchem das TFT-Feld ausgebildet wurde. Es können TFT-Schaltungen

gen, welche auf einem ersten Substrat ausgebildet sind, auf ein zweites Substrat überführt werden, indem das erste Substrat und die TFTs an der Oberfläche des zweiten Substrats angeklebt werden und das erste Substrat dann weggeätzt wird, wobei die TFTs, welche auf dem zweiten Substrat angebunden sind, zurückbleiben. Dieses Verfahren erfordert jedoch das Ätzen einer wesentlichen Materialmenge und Risiken, dass das freigesetzte TFT-Feld beschädigt wird.

[0009] Ein alternatives Verfahren zum Positionieren von Material auf einem Substrat ist in US 7 127 810 B2 beschrieben. Bei diesem Verfahren trägt ein erstes Substrat ein Dünnschicht-Objekt, welches auf ein zweites Substrat zu überführen ist. Es wird ein Klebemittel auf das zu überführende Objekt oder auf das zweite Substrat in der gewünschten Position des Objekts angelegt. Die Substrate werden ausgerichtet und in Kontakt gebracht. Ein Laserstrahl bestrahlt das Objekt, um den Überführungsdünnschicht anzurauen (engl.: to abrade), so dass der Überführungsdünnschicht am zweiten Substrat anklebt. Das erste und zweite Substrat werden getrennt, der Film in den angerauten Bereichen wird vom ersten Substrat abgeschält und auf das zweite Substrat überführt. In einer Ausführungsform wird eine Mehrzahl von Objekten selektiv überführt, indem eine Mehrzahl von Laserstrahlen zum Anrauen von ausgewählten Bereichen verwendet wird. Zu überführende Objekte können Dünnschicht-Schaltungen enthalten.

[0010] US 6 969 624 B2 beschreibt ein Verfahren zum Überführen einer Vorrichtung von einem ersten Substrat auf ein Halte-Substrat durch ein selektives Bestrahlen von einer Schnittstelle mit einem Energiestrahle. Die Schnittstelle befindet sich zwischen einer Vorrichtung zur Überführung und dem ersten Substrat und enthält ein Material, welches beim Bestrahlen eine Ablösung erzeugt, wodurch die Vorrichtung vom Substrat freigegeben wird. Beispielsweise ist eine lichtemittierende Vorrichtung (LED) aus einem Nitrid-Halbleiter auf einem Saphir-Substrat erstellt. Der Energiestrahle wird auf die Schnittstelle zwischen dem Saphir-Substrat und dem LED-Nitrid-Halbleiter gerichtet, wodurch die LED freigegeben wird und es ermöglicht wird, dass die LED an einem Halte-Substrat anklebt, welches mit einem Klebemittel beschichtet ist. Das Klebemittel wird dann ausgehärtet. Diese Verfahren erfordern jedoch die gemusterte Ablagerung von Klebemittel auf dem Objekt bzw. den Objekten oder auf dem zweiten Substrat. Darüber hinaus ist der Laserstrahl, welcher das Objekt bestrahlt, typischerweise derart geformt, dass er mit der Form des Objekts übereinstimmt, und kann die Laser-Anrauhung das zu überführende Objekt beschädigen. Ferner erfordert die Klebemittel-Aushärtung eine Zeit, welche den Durchsatz des Herstellungssystems reduzieren kann.

[0011] In einem weiteren Verfahren zur Überführung von aktiven Bauteilen von einem Substrat auf ein weiteres, beschrieben in „AMOLED Displays using Transfer-Printed Integrated Circuits“, veröffentlicht in Proceedings of the 2009 Society for Information Display International Symposium June 2-5, 2009 in San Antonio Texas, US, vol. 40, Book 2, ISSN 0009-0966X, paper 63.2, p. 947, werden kleine integrierte Schaltungen in einem Wafer ausgebildet und durch ein Ätzen unterhalb der Schaltungen vom Wafer freigegeben. Ein PDMS Stempel wird gegen den Wafer und die Schaltungen, welche an dem Stempel ankleben, gedrückt. Die Schaltungen werden dann gegen ein Substrat, welches mit einem Klebemittel beschichtet ist, gedrückt, an dem Substrat angeklebt, und das Klebemittel wird nachfolgend ausgehärtet. Dieses Verfahren erfordert jedoch den Aufbau von leitfähigen Metallführungen (engl.: metal traces) oberhalb von sowohl den integrierten Schaltungen als auch dem Substrat. Da die integrierten Schaltungen ein relativ großes Reliefprofil haben, beispielsweise 10 µm, kann das Ausbilden solcher Verbindungen schwierig sein. Ferner beansprucht die Ausbildung der leitfähigen Metallführungen, nachdem die integrierten Schaltungen am Substrat angeklebt sind, typischerweise die integrierten Schaltungen und das Substrat bei photolithographischen Verarbeitungsschritten und kann zusätzliche Materialschichten erfordern.

[0012] US 2007 / 0 254 455 A1 beschreibt eine integrierte Halbleiterschaltung, die durch Stapeln von Halbleiterelementen gebildet wird.

[0013] WO 2007 / 037 106 A1 bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer integrierten Schaltungsvorrichtung mit einer dreidimensionalen Stapelstruktur, bei der eine Vielzahl von Halbleiterschaltungsschichten auf einem Trägersubstrat gestapelt werden.

[0014] US 2004 / 0 227 886 A1 offenbart eine Aktivmatrix-Anzeigevorrichtung, bei der aktive Elemente auf einem ersten Substrat gebildet werden, Verdrahtungsleitungen auf einem zweiten Substrat gebildet werden, elektrooptische Elemente auf einem dritten Substrat gebildet werden, ein Elementchip mit mindestens einem aktiven Element von dem ersten Substrat abgezogen und auf das zweite oder dritte Substrat übertragen wird und das zweite Substrat an dem dritten Substrat befestigt wird.

UMRISS DER ERFINDUNG

[0015] Es sollte erwähnt werden, dass dieser Umriss dazu bereitgestellt ist, um eine Auswahl von Konzepten auf eine vereinfachte Form einzuführen, wobei die Konzepte in der folgenden detaillierten Beschreibung weiter beschrieben werden. Dieser Umriss ist nicht dazu beabsichtigt, um Schlüsselmerkmale oder we-

sentliche Merkmale dieser Offenbarung zu identifizieren, noch ist er dazu beabsichtigt, um den Umfang der Offenbarung zu beschränken.

[0016] Die Ausführungsformen, die in den Anwendungsbereich der Ansprüche fallen, gelten als Ausführungsformen der Erfindung. Alle anderen Ausführungsformen werden lediglich als Beispiele betrachtet, die für das Verständnis der Erfindung nützlich sind.

[0017] Gemäß einiger Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthält ein aktives Bauteilfeld (engl.: active component array) eine Mehrzahl von bedruckbaren elektronischen Bauteilen, wobei jedes der elektronischen Bauteile eine aktive Schicht, welche zumindest ein aktives Element auf einer ersten Fläche davon und ein leitfähiges Element auf einer zweiten Fläche davon, gegenüberliegend zur ersten Fläche, hat, und wobei das leitfähige Element auf der zweiten Fläche dazu ausgelegt ist, eine elektrische Kopplung zu dem zumindest einem aktiven Element auf der ersten Fläche bereitzustellen, wobei das mindestens eine druckbare elektronische Bauteil einen gebrochenen Abschnitt eines Anbindeelements angrenzend zu einem Umfang davon umfasst. Die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen ist auf einem Substrat gedruckt, welches sich von der aktiven Schicht unterscheidet, wobei das Substrat elektrische Kontakte auf einer Fläche davon enthält. Das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile steht mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte in Kontakt.

[0018] In einigen Ausführungsformen ist das Anbindeelement (engl.: tether) dazu ausgelegt, das jeweilige elektronische Bauteil lösbar an einen Ankerabschnitt (engl.: anchor portion) der aktiven Schicht auf einem Quellen-Substrat anzukleben.

[0019] In einigen Ausführungsformen enthält das Substrat ein Ziel-Substrat, und ist die erste Fläche, bei jedem der elektronischen Bauteile, dazu ausgelegt, an einen Stempel angeklebt zu werden, um das jeweilige elektronische Bauteil vom Quellen-Substrat zum Ziel-Substrat zu überführen.

[0020] In einigen Ausführungsformen enthält das Feld ferner eine Klebeschicht zwischen der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile und der Fläche des Substrats.

[0021] In einigen Ausführungsformen enthält die Klebeschicht eine leitfähige Schicht zwischen dem leitfähigen Element von jedem der elektronischen Bauteile und dem jeweiligen der elektrischen Kontakte.

[0022] In einigen Ausführungsformen enthält die Klebeschicht ein Material, welches zum Übergang

zwischen einem nicht leitfähigen Zustand und einem leitfähigen Zustand in Ansprechen auf dessen Aushärtung ausgelegt ist.

[0023] In einigen Ausführungsformen enthält die Klebeschicht eine eutektische Schicht, einen leitfähigen Film und/oder leitfähige Nano-Partikel.

[0024] In einigen Ausführungsformen enthält jedes der elektronischen Bauteile einen Durchgang, welcher sich von der ersten Fläche zur zweiten Fläche hindurch erstreckt, und erstreckt sich das leitfähige Element durch den Durchgang von dem zumindest einen aktiven Bauteil auf der ersten Fläche zur zweiten Fläche.

[0025] In einigen Ausführungsformen ragt das leitfähige Element bei jedem der elektronischen Bauteile von der zweiten Fläche vor.

[0026] In einigen Ausführungsformen erstreckt sich das leitfähige Element bei jedem der elektronischen Bauteile von dem zumindest einen aktiven Bauteil auf der ersten Fläche zur zweiten Fläche um einen Umfang von der aktiven Schicht.

[0027] In einigen Ausführungsformen ist das leitfähige Element bei jedem der elektronischen Bauteile eine Diode, welche eine erste dotierte Schicht und eine zweite dotierte Schicht, welche einen Leitfähigkeitstyp hat, welcher zu jenem von der ersten dotierten Schicht entgegengesetzt ist, enthält.

[0028] In einigen Ausführungsformen enthält das Substrat ein Ziel-Substrat, welches leitfähige Führungen darauf enthält, und sind jeweilige der leitfähigen Führungen mit jeweiligen der elektrischen Kontakte gekoppelt.

[0029] In einigen Ausführungsformen enthält das Substrat ein flexibles und/oder polymeres Substrat.

[0030] In einigen Ausführungsformen enthält die aktive Schicht eine kristalline, mikrokristalline, polykristalline oder amorphe Halbleiterschicht.

[0031] In einigen Ausführungsformen bestimmt das Substrat, welches die Mehrzahl von darauf bedruckten elektronischen Bauteilen enthält, eine oberflächenbefestigte Baugruppe für eine Chip-Level-Vorrichtung.

[0032] Gemäß weiterer Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthält ein Verfahren zum Herstellen eines aktiven Bauteilfeldes ein Bereitstellen von einer Mehrzahl von bedruckbaren elektronischen Bauteilen, wobei jedes der elektronischen Bauteile eine aktive Schicht enthält, welche zumindest ein aktives Element auf einer ersten Fläche davon und ein leitfähiges Element auf einer zweiten Fläche davon,

gegenüberliegend zur ersten Fläche, hat, und wobei das leitfähige Element auf der zweiten Fläche dazu ausgelegt ist, eine elektrische Kopplung zu dem zumindest einen aktiven Element auf der ersten Fläche bereitzustellen, wobei das mindestens eine druckbare elektronische Bauteil einen gebrochenen Abschnitt eines Anbindeelements angrenzend zu einem Umfang davon umfasst; und ein Bedrucken der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen auf ein Substrat, welches sich von der aktiven Schicht unterscheidet und elektrische Kontakte auf einer Fläche davon enthält, so dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte in Kontakt steht.

[0033] In einigen Ausführungsformen ist das Anbindeelement dazu ausgelegt, das jeweilige elektronische Bauteil entnehmbar an einen Ankerabschnitt der aktiven Schicht auf einem Quellen-Substrat anzukleben.

[0034] In einigen Ausführungsformen enthält das Substrat ein Ziel-Substrat, und enthält das Bedrucken der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen auf das Ziel-Substrat: ein Bereitstellen der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen, durch jeweilige Anbindeelemente am Quellen-Substrat lösbar angeheftet; ein Drücken eines Stempels auf das Quellen-Substrat, um die jeweiligen Anbindeelemente zu zerbrechen und die erste Fläche von jedem der elektronischen Bauteile an den Stempel anzukleben; ein Ausrichten des Stempels, welcher die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen darauf enthält, zu den elektrischen Kontakten auf der Fläche des Ziel-Substrats; ein Drücken des Stempels auf das Ziel-Substrat, derart, dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte auf der Fläche des Ziel-Substrats in Kontakt tritt; und ein Trennen des Stempels vom Ziel-Substrat, um die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen darauf zu bedrucken.

[0035] In einigen Ausführungsformen enthält das Bereitstellen der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen: ein Bereitstellen des Quellen-Substrats, welches eine Opfer-Schicht (engl.: sacrificial layer) darauf und die aktive Schicht auf der Opfer-Schicht enthält; ein Verarbeiten der aktiven Schicht, um die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen, welche jeweils das zumindest eine aktive Element enthalten, auf der ersten Fläche davon zu bestimmen, wobei sich jeweilige Einschnitte (engl.: trenches) um jedes der elektronischen Bauteile erstrecken, und wobei die jeweiligen Anbindeelemente jedes der elektronischen Bauteile mit jeweiligen Ankerabschnitten der aktiven Schicht verbinden; und ein Entfernen von Abschnitten der Opfer-Schicht zwischen der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen und dem Quellen-Substrat, so dass die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen

durch die jeweiligen Anbindeelemente entnehmbar an dem Quellen-Substrat angeklebt werden.

[0036] In einigen Ausführungsformen ist das Drücken des Stempels auf das Ziel-Substrat gefolgt durch ein Bereitstellen von einer Klebeschicht zwischen der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile und der Fläche des Ziel-Substrats.

[0037] In einigen Ausführungsformen enthält die Klebeschicht eine leitfähige Schicht, welche zwischen dem leitfähigen Element von jedem der elektronischen Bauteile und den jeweiligen der elektrischen Kontakte auf dem Ziel-Substrat bereitgestellt wird.

[0038] In einigen Ausführungsformen ist das Trennen des Stempels vom Ziel-Substrat gefolgt durch ein Aushärten der Klebeschicht, um die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen am Ziel-Substrat anzukleben, wobei eine Klebestärke der Klebeschicht größer ist als jene, welche dazu verwendet wird, um die erste Fläche von jedem der elektronischen Bauteile am Stempel anzukleben.

[0039] In einigen Ausführungsformen enthält die Klebeschicht ein Material, welches zum Übergang zwischen einem nicht leitfähigen Zustand und einem leitfähigen Zustand in Ansprechen auf dessen Aushärtung ausgelegt ist.

[0040] In einigen Ausführungsformen enthält das Aushärten ein selektives Bestrahlen von Abschnitten der Klebeschicht durch das Ziel-Substrat, den Stempel und/oder die elektronischen Bauteile, unter Verwendung von Licht, Wärme und/oder elektromagnetischer Energie.

[0041] In einigen Ausführungsformen enthält die Klebeschicht eine eutektische Schicht, einen anisotropen leitfähigen Film und/oder leitfähige Nano-Partikel.

[0042] In einigen Ausführungsformen sind die leitfähigen Nano-Partikel in einem Kolloid bereitgestellt, und wird das Kolloid unter Verwendung von einem Tintenstrahl-Zerstäuber oder einem Mikro-Zerstäuber auf der Fläche des Ziel-Substrats abgelagert, um die Klebeschicht zu bestimmen.

[0043] In einigen Ausführungsformen enthält jedes der elektrischen Kontakte eine eutektische Schicht, und wird die eutektische Schicht nach dem Drücken des Stempels auf das Ziel-Substrat wiederaufgeschmolzen, so dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile mit den jeweiligen der elektrischen Kontakte in Kontakt steht.

[0044] Gemäß weiterer Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthält ein aktives Bauteilfeld: ein Ziel-Substrat, welches einen oder mehrere Kontakte hat, welche auf einer Seite des Ziel-Substrats ausgebildet sind; und ein oder mehrere aktive Bauteile, welche über dem Ziel-Substrat verteilt sind, wobei jedes aktive Bauteil eine aktive Schicht, welche eine Oberseite und eine gegenüberliegende Unterseite hat, und ein oder mehrere aktive Elemente, welche auf oder in der Oberseite der aktiven Schicht ausgebildet sind, enthält, wobei das aktive Element bzw. die aktiven Elemente elektrisch mit dem Kontakt bzw. den Kontakten verbunden ist bzw. sind, und wobei die Unterseite am Ziel-Substrat angeklebt ist.

[0045] In einigen Ausführungsformen enthält das Feld ferner: einen Durchgang, welcher durch die aktive Schicht ausgebildet ist und über zumindest einem Kontakt positioniert ist und dazu ausgerichtet ist; und eine Metallschicht, welche auf zumindest einem Abschnitt des Durchgangs, welcher sich über zumindest einen Abschnitt der Oberseite des aktiven Bauteils erstreckt, ausgebildet ist, wobei die Metallschicht mit zumindest einem aktiven Element und zumindest einem Kontakt in elektrischer Verbindung steht.

[0046] In einigen Ausführungsformen enthält das Feld ferner eine Metallschicht, welche auf zumindest einem Abschnitt der Oberseite des aktiven Bauteils, der Seite des aktiven Bauteils und der Unterseite des aktiven Bauteils ausgebildet ist, wobei die Metallschicht mit zumindest einem aktiven Element und mit zumindest einem Kontakt in elektrischer Verbindung steht.

[0047] In einigen Ausführungsformen enthält die aktive Schicht eine erste dotierte Halbleiterschicht, welche auf der Unterseite des aktiven Bauteils ausgebildet ist, eine Halbleiterschicht, welche zwischen dem ersten dotierten Halbleiter und dem aktiven Element bzw. den aktiven Elementen ausgebildet ist, und eine zweite dotierte Halbleiterschicht, welche zwischen dem Halbleiter und dem aktiven Element bzw. den aktiven Elementen ausgebildet ist, wobei die zweite dotierte Halbleiterschicht mit einer Ladung dotiert ist, welche entgegengesetzt ist zur dotierten Ladung der ersten dotierten Halbleiterschicht.

[0048] In einigen Ausführungsformen enthält das Feld ferner eine gemusterte Schicht, welche über zumindest einem Abschnitt des aktiven Bauteils und über zumindest einem Abschnitt des Ziel-Substrats ausgebildet ist, wobei die gemusterte Schicht mit dem aktiven Element bzw. den aktiven Elementen in elektrischer Verbindung steht. In einigen Ausführungsformen bildet die gemusterte Schicht leitfähige Führungen, welche mit einem aktiven Element im elektrischen Kontakt stehen.

[0049] In einigen Ausführungsformen enthält das Feld ferner ein Klebemittel, welches über zumindest einem Abschnitt des aktiven Bauteils und zumindest einem Abschnitt des Ziel-Substrats, welches vom aktiven Bauteil getrennt ist, ausgebildet ist.

[0050] In einigen Ausführungsformen enthält das Feld ferner ein elektrisch leitfähiges Material, welches zwischen der Metallschicht und einem Kontakt positioniert ist und hiermit in elektrischer Verbindung steht.

[0051] In einigen Ausführungsformen klebt das elektrisch leitfähige Material das aktive Bauteil an das Ziel-Substrat.

[0052] In einigen Ausführungsformen ist das elektrisch leitfähige Material ein eutektisches Material.

[0053] In einigen Ausführungsformen ist das elektrisch leitfähige Material ein ungemusterter, anisotrop leitfähiger Film.

[0054] In einigen Ausführungsformen enthält das aktive Element bzw. enthalten die aktiven Elemente eine elektronische Schaltung.

[0055] In einigen Ausführungsformen ist die aktive Schicht ein kristalliner Halbleiter.

[0056] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält ein Verfahren zum Herstellen eines aktiven Bauteilfelds: ein Bereitstellen eines Ziel-Substrats, welches ein oder mehrere Kontakte hat, welche auf einer Seite des Substrats ausgebildet sind; ein Bereitstellen von einem oder mehreren aktiven Bauteilen, wobei jedes aktive Bauteil eine aktive Schicht, welche eine Oberseite und eine gegenüberliegende Unterseite hat, und ein oder mehrere aktive Elemente, welche auf oder in der Oberseite der aktiven Schicht ausgebildet sind, enthält, wobei das aktive Substrat eine elektrische Verbindung zwischen einem oder mehreren aktiven Elementen und einem Anschlussfeld (engl.: pad) auf der Rückseite der Aktiven hat; ein Verteilen des einen oder der mehreren aktiven Bauteile über dem Ziel-Substrat, wobei das Anschlussfeld über zumindest einem Kontakt positioniert ist und hierzu ausgerichtet ist; und ein Kleben der Unterseite an das Ziel-Substrat.

[0057] In einigen Ausführungsformen enthält das Verfahren ferner ein Ausbilden eines Durchgangs von der Oberseite zur Unterseite durch die aktive Schicht, ein Ausbilden des Anschlussfeldes mit einer Metallschicht über zumindest einem Abschnitt des Durchgangs im elektrischen Kontakt mit zumindest einem aktiven Element.

[0058] In einigen Ausführungsformen ist die aktive Schicht aus einem Halbleitermaterial ausgebildet, und enthält das Verfahren ferner ein Ausbilden einer ersten dotierten Halbleiterschicht auf der Unterseite des aktiven Bauteils, ein Ausbilden einer Halbleiterschicht zwischen dem ersten dotierten Halbleiter und dem aktiven Element bzw. den aktiven Elementen, und ein Ausbilden einer zweiten dotierten Halbleiterschicht zwischen dem Halbleiter und dem aktiven Element bzw. den aktiven Elementen, wobei die zweite dotierte Halbleiterschicht mit einer Ladung dotiert ist, welche entgegengesetzt ist zur dotierten Ladung der ersten dotierten Halbleiterschicht.

[0059] In einigen Ausführungsformen enthalten das Bereitstellen und Verteilen des einen oder der mehreren aktiven Bauteile über das Ziel-Substrat ferner ein Bereitstellen eines aktiven Substrats, welches eine Opfer-Schicht, welche über dem aktiven Substrat ausgebildet ist, und eine aktive Schicht, welche auf der Opfer-Schicht ausgebildet ist, hat; ein Verarbeiten des aktiven Substrats, um ein oder mehrere aktive Bauteile, welche ein aktives Element bzw. aktive Elemente haben, in oder auf der aktiven Schicht, eine elektrische Verbindung in elektrischer Verbindung mit einem oder mehreren aktiven Elementen und einem Anschlussfeld, welches auf der Unterseite der aktiven Schicht positioniert ist, und einen Einschnitt um jedes der aktiven Bauteile auszubilden, wobei sich der Einschnitt durch die aktive Schicht zur Opfer-Schicht erstreckt, wodurch getrennte aktive Bauteile ausgebildet werden; ein Entfernen der Opfer-Schicht mit Ausnahme von brechbaren Anbindeelementen, um die aktiven Bauteile von einem Rest des aktiven Substrats freizugeben; ein Drücken eines Stempels gegen die Oberseite von einem aktiven Bauteil bzw. aktiven Bauteilen, um somit die Anbindeelemente zu zerbrechen und die aktiven Bauteile an den Stempel anzukleben; und ein Drücken der aktiven Bauteile gegen das Ziel-Substrat in Ausrichtung zu den Kontakten, um die aktiven Bauteile an das Ziel-Substrat anzukleben.

[0060] In einigen Ausführungsformen enthält das Verfahren ferner ein Bereitstellen eines elektrisch leitfähigen Klebemittels über dem Ziel-Substrat oder aktiven Bauteilen, bevor die aktiven Bauteile gegen das Ziel-Substrat gedrückt werden.

[0061] In einigen Ausführungsformen wird das elektrisch leitfähige Klebemittel ausgehärtet, um das aktive Bauteil bzw. die aktiven Bauteile an das Ziel-Substrat anzukleben.

[0062] In einigen Ausführungsformen ist das elektrisch leitfähige Klebemittel ein eutektisches Material, ein anisotrop leitfähiger Film oder ein Kolloid, welches metallische Nano-Partikel enthält.

[0063] In einigen Ausführungsformen enthält das Verfahren ferner ein Ablagern des Kolloids in einem Muster mit einem Tintenstrahl-Zerstäuber oder Mikro-Zerstäuber.

[0064] In einigen Ausführungsformen enthält das Verfahren ferner ein Aushärten der metallischen Nano-Partikel mit einem Laser, um einen elektrischen Leiter auszubilden.

[0065] In einigen Ausführungsformen wird die Aushärtung durch einen Laser durch das Ziel-Substrat, durch die aktive Schicht, einen Durchgang in der aktiven Schicht oder durch einen Stempel, welcher dazu verwendet wird, um die aktiven Bauteile an das Ziel-Substrat anzulegen, vorgenommen.

[0066] In einigen Ausführungsformen wird zumindest eine Metallschicht an zumindest einen Kontakt gelötet.

[0067] In einigen Ausführungsformen enthält zumindest ein Kontakt ein eutektisches Material oder ist mit einem eutektischen Material beschichtet, und enthält das Verfahren ferner ein Wiederaufschmelzen des eutektischen Materials.

[0068] In einigen Ausführungsformen sind die aktiven Bauteile Aktiv-Matrix-Pixel-Steuerungen, lichtemittierende Dioden, Photo-Dioden, Kantenlaser oder photovoltaische Elemente.

[0069] In einigen Ausführungsformen enthalten die Kontakte ein eutektisches Material oder haben eine eutektische Materialbeschichtung.

[0070] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung stellen aktive Bauteile mit hoher Leistung über große Substrate bei reduzierten Kosten hinsichtlich Materialien und beim Herstellungs-Equipment, mit geringeren Verarbeitungsschritten und Materialschichten, bereit.

[0071] Weitere Verfahren und/oder Vorrichtungen gemäß einigen Ausführungsformen werden dem Fachmann bei der Durchsicht der folgenden Zeichnung und detaillierten Beschreibung offensichtlich. Es ist beabsichtigt, dass alle solche zusätzlichen Ausführungsformen, zusätzlich zu einer jeglichen und allen Kombinationen der zuvor genannten Ausführungsformen, innerhalb dieser Beschreibung enthalten sind, innerhalb des Umfangs der Erfindung sind und durch die begleitenden Ansprüche geschützt sind.

Figurenliste

Fig. 1A ist eine Schnittansicht, welche eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, welche einen Durchgang hat;

Fig. 1B ist eine Schnittansicht, welche eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, welche dotierte Halbleiterschichten hat;

Fig. 1C ist eine Schnittansicht, welche eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt, welche einen metallischen Leiter hat;

Fig. 2 ist eine Perspektivansicht der Vorrichtungselemente, dargestellt in der Schnittansicht von **Fig. 1A**;

Fig. 3 ist eine Schnittansicht, welche die Verwendung einer Isolierschicht auf einem Halbleiter gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 4A und **Fig. 4B** sind Schnittansichten, welche eine gemusterte Schicht enthalten, welche eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen;

Fig. 5 ist eine Draufsicht, welche den Aufbau von **Fig. 4A** und **Fig. 4B** darstellt;

Fig. 6A ist eine Schnittansicht, welche ein gemustertes, elektrisch leitfähiges Material gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält;

Fig. 6B ist eine Schnittansicht, welches ein ungemustertes, elektrisch leitfähiges Material gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält;

Fig. 6C ist eine Schnittansicht, welche gemusterte, gesinterte Nano-Partikel gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält;

Fig. 6D ist eine Schnittansicht, welche die Belichtung eines ungemusterten, elektrisch leitfähigen Materials durch eine Maske gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 6E ist eine Schnittansicht, welche die gemusterte Belichtung eines ungemusterten, elektrisch leitfähigen Materials gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 6F ist eine Schnittansicht, welche eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche ein eutektisches Material enthält, vor einem Wiederaufschmelzen darstellt;

Fig. 6G ist eine Schnittansicht, welche eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche ein eutektisches Material enthält, nach einem Wiederaufschmelzen darstellt;

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, welches eine Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 8A - Fig. 8D sind Flussdiagramme, welche Abschnitte von verschiedenen Verfahren der vorliegenden Erfindung darstellen;

Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, welches eine alternative Ausführungsform des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 10 ist ein Flussdiagramm, welches die Verwendung eines elektrisch leitfähigen Klebmittels in einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 11A - Fig. 11G sind Schnittansichten der Elemente von aktiven Bauteilen bei unterschiedlichen Aufbaustufen gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 ist eine Draufsicht, welche den Aufbau von **Fig. 11G** darstellt;

Fig. 13A - Fig. 13C sind Schnittansichten der Metallschicht in einem Durchgang bei unterschiedlichen Aufbaustufen gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14 ist eine Schnittansicht, welche dotierte Halbleiterschichten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 15 ist ein Flussdiagramm, welches ein experimentelles Verfahren gemäß einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 16 ist eine Schnittansicht, welche eine experimentelle Vorrichtung darstellt, welche gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erstellt ist;

Fig. 17 ist eine Fotografie einer experimentellen Vorrichtung, welche gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erstellt ist; und

Fig. 18 ist eine Fotografie der experimentellen Vorrichtung von **Fig. 17**, welche ein Licht emittiert.

[0072] Die Figuren sind nicht skaliert gezeichnet, da die einzelnen Elemente der Zeichnung eine zu große Größenschwankung haben, um eine skalierte Anzeige zuzulassen.

GENAUE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0073] Die vorliegende Erfindung wird nun im Folgenden vollständiger mit Bezug auf die begleitende Zeichnung beschrieben, in welcher Ausführungsformen der Erfindung gezeigt sind. Diese Erfindung soll-

te jedoch nicht als auf die hier im Folgenden dargelegten Ausführungsformen beschränkt angesehen werden. Vielmehr sind diese Ausführungsformen derart bereitgestellt, dass diese Offenbarung umfassend und vollständig sein wird und dem Fachmann den Umfang der Erfindung vollständig vermitteln wird. In der Zeichnung ist die Dicke der Schichten und Bereiche aus Gründen der Klarheit überhöht. Gleiche Bezugszeichen beziehen sich durchweg auf gleiche Elemente.

[0074] Es ist zu verstehen, dass, wenn ein Element, wie beispielsweise eine Schicht, ein Bereich oder ein Substrat, als „auf“ oder erstreckend „über“ einem weiteren Element bezeichnet ist, dieses direkt auf oder direkt über dem weiteren Element erstreckend sein kann, oder dass ebenso Zwischenelemente vorliegen können. Im Gegensatz dazu, wenn ein Element als „direkt auf“ oder sich „direkt über“ einem weiteren Element erstreckend bezeichnet ist, liegen keine Zwischenelemente vor. Es wird ebenso verständlich sein, dass, wenn ein Element als „in Kontakt mit“ oder „verbunden mit“ oder „gekoppelt mit“ einem weiteren Element bezeichnet ist, dieses direkt in Kontakt oder verbunden mit oder gekoppelt mit dem weiteren Element sein kann, oder dass Zwischenelemente vorliegen können. Im Gegensatz dazu, wenn ein Element als „im direkten Kontakt mit“ oder „direkt verbunden mit“ oder „direkt gekoppelt mit“ einem weiteren Element bezeichnet ist, liegen keine Zwischenelemente vor.

[0075] Es wird ebenso verständlich sein, dass, obwohl die Ausdrücke erstes, zweites, usw., hier verwendet werden können, um verschiedene Elemente zu beschreiben, diese Elemente nicht durch diese Ausdrücke beschränkt werden sollten. Diese Ausdrücke werden lediglich dazu verwendet, um ein Element von einem anderen zu unterscheiden. Beispielsweise kann ein erstes Element als ein zweites Element ausgedrückt werden, und kann ähnlich ein zweites Element als ein erstes Element ausgedrückt werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0076] Ferner können relative Ausdrücke, wie beispielsweise „untere“ oder „Unterseite“ und „obere“ oder „Oberseite“, hier verwendet werden, um eine Beziehung eines Elements zu einem weiteren Element, wie in den Figuren dargestellt, zu beschreiben. Es wird verständlich sein, dass relative Ausdrücke dazu beabsichtigt sind, um unterschiedliche Ausrichtungen der Vorrichtung, zusätzlich zu der in den Figuren angezeigten Ausrichtung, einzuschließen. Wenn beispielsweise die Vorrichtung in einer der Figuren umgedreht wird, werden Elemente, welche als auf der „unteren“ Seite von weiteren Elementen beschrieben sind, dann auf „oberen“ Seiten von den weiteren Elementen ausgerichtet sein. Der beispielhafte Ausdruck „untere“ kann daher sowohl eine Ausrich-

tung von „untere“ also auch „obere“, in Abhängigkeit von der bestimmten Ausrichtung von der Figur, umfassen. Ähnlich gilt, dass, wenn die Vorrichtung in einer der Figuren umgedreht wird, jene Elemente, welche als „unter“ oder „unterhalb“ von weiteren Elementen beschrieben sind, dann „oberhalb“ der weiteren Elemente ausgerichtet sein werden. Der beispielhafte Ausdruck „unter“ oder „unterhalb“ kann daher sowohl eine Ausrichtung von über als auch unter umfassen.

[0077] Die hier in der Beschreibung von der Erfindung verwendete Terminologie dient lediglich zum Zwecke der Beschreibung von bestimmten Ausführungsformen, und ist nicht als die Erfindung beschränkend beabsichtigt. Wie in der Beschreibung von der Erfindung und den anliegenden Ansprüchen verwendet, sind die Singularformen „ein“, „eine“ und „der/die/das“ dazu beabsichtigt, ebenso die Pluralformen zu enthalten, es sei denn, dass der Kontext klar das Gegenteil anzeigt. Es wird ebenso verständlich sein, dass der Ausdruck „und/oder“, wie hier verwendet, sich auf Kombinationen von einem oder mehreren der zugehörig aufgelisteten Elemente bezieht und eine jegliche und alle möglichen Kombinationen hiervon einschließt. Es wird ferner verständlich sein, dass die Ausdrücke „enthält“ und/oder „enthaltend“, wenn in diesen Anmeldeunterlagen verwendet, das Vorliegen von angegebenen Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Betrieben, Elementen und/oder Bauteilen spezifizieren, jedoch nicht das Vorliegen oder die Hinzufügung von einem oder mehreren weiteren Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Betrieben, Elementen, Bauteilen und/oder Gruppen davon ausschließen.

[0078] Es sind hier Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf Querschnittsdarstellungen beschrieben, welche schematische Darstellungen von idealisierten Ausführungsformen (und Zwischenbauten) der Erfindung sind. Somit sind Abweichungen von den Formen der Darstellungen, resultierend beispielsweise aus Herstellungstechniken und/oder Toleranzen, zu erwarten. Somit sollten Ausführungsformen der Erfindung nicht als auf die bestimmten Formen von Bereichen, wie hier dargestellt, beschränkt angesehen werden, sondern enthalten sie Abweichungen von Formen, welche beispielsweise aus der Herstellung resultieren. Mit anderen Worten, sind die in den Figuren dargestellten Bereiche in der Natur schematisch, und dienen ihre Formen nicht dazu, die aktuelle Form eines Bereiches von einer Vorrichtung darzustellen, und dienen sie nicht dazu den Umfang der Erfindung zu beschränken.

[0079] Falls nicht anders definiert, haben alle Ausdrücke, welche bei der Offenbarung von Ausführungsformen der Erfindung verwendet werden, einschließlich technischer und wissenschaftlicher Ausdrücke, die gleiche Bedeutung wie allgemein durch

den Fachmann verständlich, an welchen diese Erfindung gerichtet ist, und sind nicht notwendigerweise auf die spezifischen Definitionen beschränkt, welche zum Zeitpunkt der beschriebenen vorliegenden Erfindung bekannt sind. Demgemäß können diese Ausdrücke äquivalente Ausdrücke einschließen, welche nach einer solchen Zeit geschaffen werden. Es wird ferner verständlich sein, dass Ausdrücke, wie jene, welche in den allgemein verwendeten Wörterbüchern definiert sind, derart interpretiert werden sollten, dass sie eine Bedeutung haben, welche mit ihrer Bedeutung in den vorliegenden Anmeldeunterlagen und im Kontext des Standes der Technik konsistent ist, und nicht in einem idealisierten oder übermäßig formalen Sinne interpretiert werden wird, es sei denn, dass dies hier ausdrücklich so definiert ist. Alle Veröffentlichungen, Patentanmeldungen, Patente und weitere Referenzen, wie hier erwähnt, sind in ihrer Gänze durch Inbezugnahme einbezogen.

[0080] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1A - Fig. 1C** und auf **Fig. 7**, enthält ein aktives Bauteilfeld ein Ziel-Substrat **10**, welches ein oder mehrere Kontaktfelder oder Kontakte **12** hat, welche auf einer Seite des Ziel-Substrats **10** ausgebildet sind und in Schritt **100** bereitgestellt werden. Es werden ein oder mehrere aktive Bauteile **20** in Schritt **105** bereitgestellt und in Schritt **110** über das Ziel-Substrat **10** verteilt, wobei jedes aktive Bauteil **20** eine aktive Schicht **24**, welche eine Oberseite **70** und eine gegenüberliegende Unterseite **72** hat, und ein oder mehrere aktive Elemente **22**, welche auf oder in der Oberseite **70** der aktiven Schicht **24** ausgebildet sind, enthält. Das aktive Element bzw. die aktiven Elemente **22** sind elektrisch mit dem Kontakt bzw. den Kontakten **12** verbunden, und die Unterseite **72** wird in Schritt **115** an das Ziel-Substrat **10** geklebt.

[0081] Wie hier verwendet, ist ein aktives Bauteilfeld (hier ebenso als ein aktives Bauteil bezeichnet) ein jegliches Substrat, welches darauf positionierte aktive Bauteile hat. Die aktiven Bauteile können elektronische Schaltungen, Berechnungsschaltungen oder optische Elemente, welche Licht entweder emittieren oder absorbieren, enthalten. Die Schaltungen können entweder analog oder digital sein und können Transistoren, Kondensatoren, Widerstände oder weitere elektronische Elemente enthalten. Das aktive Bauteilfeld kann verschiedenartige Bauteile enthalten, welche entweder regelmäßig oder unregelmäßig über das Ziel verteilt sind. Substrate können Glas, Polymer, Metall oder einen Halbleiter, beispielsweise Silizium, GaAs oder weitere III-V Materialien umfassen.

[0082] Bezugnehmend auf **Fig. 1A**, sind in einer Ausführungsform des aktiven Bauteilfeldes der vorliegenden Erfindung ein oder mehrere Durchgänge **30** durch die aktive Schicht **24** ausgebildet und über zumindest einem Kontakt **12** positioniert und hierzu

ausgerichtet. Die Unterseite **72** ist am Ziel-Substrat **10** angeklebt. Die aktiven Elemente **22** können eine elektronische Schaltung, beispielsweise Transistoren **23**, enthalten. Es ist eine Metallschicht **32** auf zumindest einem Abschnitt des Durchgangs **30**, sich über zumindest einem Abschnitt der Oberseite **70** des aktiven Bauteils **20** erstreckend, ausgebildet, wobei die Metallschicht **32** mit zumindest einem aktiven Element **22** und zumindest einem Kontakt **12** im elektrischen Kontakt steht. Auf diese Art und Weise können die aktiven Elemente **22** über die Metallschicht **32** im Durchgang **30** über den Kontakt **12** in elektrischer Verbindung stehen, um mit weiteren Elementen, welche auf dem Ziel-Substrat **10** positioniert sind oder hiermit elektrisch verbunden sind, beispielsweise externe Steuerungen (nicht gezeigt), welche die verteilten aktiven Bauteile **20** steuern, zu interagieren.

[0083] Bezugnehmend auf **Fig. 2**, ist eine Perspektivansicht eines aktiven Bauteils **20** mit aktiven Elementen **22** und einem Durchgang **30**, welcher von der Oberseite der aktiven Schicht **24** zur Unterseite durch das aktive Bauteil **20** durchläuft, in Ausrichtung zu einem Kontakt **12**, welcher auf einem Ziel-Substrat **10** ausgebildet ist, angezeigt.

[0084] Bezugnehmend auf **Fig. 3**, kann eine Isolierschicht **25**, beispielsweise eine Oxidschicht oder eine dielektrische Schicht, dazu verwendet werden, um jegliche Metallschichten (beispielsweise **32**) von der unterliegenden aktiven Schicht **24** zu isolieren. Da in einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die aktive Schicht **24** ein Halbleiter (beispielsweise kristallines Silizium) ist, ist es hilfreich, den Halbleiter von stromführenden Drähten zu isolieren, um ungewünschte elektrische Ansprechverhalten in den Materialien zu reduzieren und/oder aufzuzeigen. Diese Isolierschicht **25** ist (mit Ausnahme von **Fig. 16**) in den verbleibenden Figuren nicht gezeigt, ist jedoch in jeglichen Ausführungsformen, welche metallische, stromführende Drähte verwenden, als hilfreich zu verstehen. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Schicht **25** eine Halbleiterschicht enthalten, welche mit einer Ladung dotiert ist, welche entgegengesetzt ist zur dotierten Ladung der unterliegenden aktiven Schicht **24**, um zumindest eine teilweise elektrische Isolation bereitzustellen, wenn eine negative Vorspannung zwischen den p- und n-dotierten Halbleiterschichten beibehalten ist.

[0085] Abermals Bezug nehmend auf **Fig. 1B** und auf **Fig. 14**, enthält die aktive Schicht **24** in einer weiteren Ausführungsform des aktiven Bauteilfeldes der vorliegenden Erfindung ferner eine erste dotierte Halbleiterschicht **90**, welche auf der Unterseite **72** des aktiven Bauteils **20** ausgebildet ist, eine Halbleiterschicht **92**, welche zwischen dem ersten dotierten Halbleiter **90** und der Oberseite **70** ausgebildet

ist, und eine zweite dotierte Halbleiterschicht **94**, welche zwischen dem Halbleiter **92** und der Oberseite **70** ausgebildet ist, wobei die zweite dotierte Halbleiterschicht **94** mit einer Ladung dotiert ist, welche entgegengesetzt ist zur dotierten Ladung der ersten dotierten Halbleiterschicht **90**. Die Halbleiterschichten **90**, **92**, **94** stehen in Kontakt. Beispielsweise kann die Halbleiterschicht **92** kristallines Silizium sein, kann die erste dotierte Halbleiterschicht **90** kristallines Silizium mit einer p++ Dotierung sein, und kann die zweite Halbleiterschicht **94** kristallines Silizium mit einer n++ Dotierung sein. Dieser geschichtete Aufbau kann unter Verwendung von beispielsweise bereits etablierten Implantations-, Epitaxialwachstums- oder Wafer-Bonding-Prozessen oder einer Kombination solcher Prozesse, wie im Stand der Technik bekannt, ausgebildet werden. Die drei Schichten bilden dann eine Diode **27** aus, durch welche ein Strom von einem aktiven Element **22** auf der Oberseite **70** von der aktiven Schicht **24** zur Unterseite **72**, und somit zum Kontakt **12**, durchlaufen kann. In einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, können die Halbleiterschichten **90**, **94** umgekehrt dotiert sein, um einen Stromfluss in die andere Richtung zu unterstützen. Der Stromfluss an und von den aktiven Elementen **22** und den Kontakten **12** wird durch Zwischenverbindungen **29** innerhalb der aktiven Schicht **24** unterstützt, welche als elektrische Verbindungen zwischen den aktiven Elementen **22** und zwischen den aktiven Elementen **22** und den Kontakten **12** verwendet werden können. Elemente zum Aufbauen von aktiven Elementen in einem kristallinen Halbleiter, elektrische Verbindungen (beispielsweise metallische Drahtschichten), und ein Dotieren von kristallinen Schichten sind im Stand der Technik in Bezug auf die Photolithographie einer integrierten Schaltung bekannt.

[0086] In einer in **Fig. 1C** dargestellten weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Metallschicht **32** auf zumindest einem Abschnitt der Oberseite **70** des aktiven Bauteils **20**, der Seite des aktiven Bauteils **20** und der Unterseite **72** des aktiven Bauteils **20** ausgebildet, wobei die Metallschicht **32** mit zumindest einem aktiven Element **22** und mit zumindest einem Kontakt **12** in elektrischer Verbindung steht.

[0087] Wie hier beschrieben, sind die aktiven Elemente, welche auf oder in der Oberseite von der aktiven Schicht ausgebildet sind, im Durchschnitt näher an der Oberseite als an der Unterseite. Die aktiven Elemente können sich nahe der Unterseite von der aktiven Schicht in die aktive Schicht erstrecken. Die aktive Schicht kann eine Halbleiterschicht sein, beispielsweise ein kristalliner Halbleiter, wie beispielsweise kristallines Silizium. Abschnitte der aktiven Elemente können auf der Oberseite von der aktiven Schicht ausgebildet sein, und können in Schichten innerhalb der aktiven Schicht ausgebildet sein, bei-

spielsweise unter Verwendung von photolithographischen Prozessen, welche im Stand der Technik bezogen auf eine integrierte Schaltung bekannt sind. Im Allgemeinen ist, wie hier beschrieben, die Oberseite der aktiven Schicht gleich die Prozessseite der aktiven Schicht **24** für photolithographische Prozesse. Es ist jedoch zu erwähnen, dass Schichten (beispielsweise Metallschicht oder Drähte) auf der Unterseite von der aktiven Schicht über weiteren Schichten ausgebildet sein können, wie im Folgenden beschrieben. Die aktive Schicht **24** wird dann abgelagert und über den Metallschichten oder Drähten ausgebildet.

[0088] In verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann das aktive Bauteilfeld der vorliegenden Erfindung beispielsweise zur Ausbildung von einer Aktiv-Matrix verwendet werden, bei welcher die aktiven Bauteile in einem Feld organisiert sind, welches ein entsprechendes Feld von Elementen steuert, beispielsweise Pixel in einer Anzeige oder einer digitalen radiographischen Platte. In einem weiteren Beispiel können die aktiven Bauteile Licht-Emissionsquellen, beispielsweise lichtemittierende Dioden oder LEDs, oder ein Vertikal-Hohlraum Seitenemissionslaser (engl.: vertical cavity side-emission laser) (beispielsweise ein Kanten-Laser) sein. In einem weiteren Beispiel können die aktiven Bauteile dazu dienen, einfallendes Licht in Elektrizität umzuwandeln, wobei eine photovoltaische Vorrichtung, beispielsweise mit Photo-Dioden, ausgebildet wird.

[0089] In Fällen, bei welchen es gewünscht ist, Licht wirksam einzusammeln oder zu emittieren, können die Kontakte oder jegliche Metallschichten, welche unterhalb von der aktiven Schicht ausgebildet sind, einfallendes Licht, welches durch das aktive Bauteil durchläuft, durch das aktive Bauteil zurückreflektieren. In dem Fall, bei welchem ein aktives Bauteil dazu dient, Licht in elektrischen Strom umzuwandeln, stellt diese Reflexion eine verbesserte Absorption von Licht durch das aktive Bauteil bereit. In dem Fall, bei welchem das aktive Bauteil Licht emittiert oder die Emission von Licht durch weitere Schichten steuert, stellt die Reflexion eine verbesserte Emission von Licht bereit.

[0090] Ferner Bezugnehmend auf **Fig. 4A** und **Fig. 4B**, kann eine gemusterte Schicht **42** über einer Klebeschicht **40**, beispielsweise ein Klebe-Kunstharz, welche einen Abschnitt des aktiven Bauteils **20** bedecken kann, ausgebildet werden. Die gemusterte Schicht **42** kann sich ebenso über zumindest einen Abschnitt des aktiven Bauteils **20** und über zumindest einen Abschnitt des Ziel-Substrats **10**, vom aktiven Bauteil **20** getrennt, erstrecken, und kann mit dem aktiven Element **22** in elektrischer Verbindung stehen, wodurch ein alternatives Element einer elektrischen Verbindung mit den aktiven Elementen **22** bereitgestellt ist. Die Klebeschicht **40** kann lediglich einen re-

lativ kleinen Abschnitt des Ziel-Substrats **10** bedecken, so dass die gemusterte Schicht **42** größtenteils auf dem Ziel-Substrat **10** ausgebildet ist (wie in **Fig. 4A** gezeigt), oder die Klebeschicht **40** kann sich über einen Großteil des Ziel-Substrats **10** erstrecken, so dass die gemusterte Schicht **42** größtenteils auf der Klebeschicht **40** ausgebildet ist (wie in **Fig. 4B** gezeigt). Die gemusterte Schicht **42** kann mit der Metallschicht **32** oder dem Kontakt **12** im elektrischen Kontakt stehen (nicht gezeigt). In einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bildet die gemusterte Schicht **42** leitfähige Führungen, welche mit einem aktiven Element **22** im elektrischen Kontakt stehen. Die leitfähigen Führungen können metallische Leitungen sein, welche unter Verwendung von photolithographischen Verfahren ausgebildet sind, und können elektrische Signale an und von den aktiven Elementen **22** übertragen. **Fig. 5** ist eine Draufsicht eines Ziel-Substrats **10**, welches ein Feld von aktiven Bauteilen **20** hat, welche mit leitfähigen Führungen elektrisch verbunden sind. Eine leitfähige Führung **42A** ist mit den Kontakten **12** und dann mit aktiven Elementen (nicht gezeigt) elektrisch verbunden, während eine leitfähige Führung **42B** über der Oberseite der aktiven Bauteile **20** mit aktiven Elementen (nicht gezeigt) elektrisch verbunden ist.

[0091] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Metallschicht **32** (wie beispielsweise in **Fig. 1A**, **Fig. 1B** und **Fig. 1C** dargestellt) in direkter elektrischer Verbindung mit einem Kontakt **12** stehen. Wenn geeignete Materialien (beispielsweise ein Metall, wie beispielsweise Gold) für die Metallschicht und den Kontakt verwendet werden, können die Metalle verlötet werden, wenn sie im direkten Kontakt platziert sind, insbesondere wenn sie unter Druck oder Wärme im direkten Kontakt platziert sind. Die Lötwirkung kann durch das Anlegen von Wärme oder Bestrahlung, beispielsweise unter Verwendung eines Lasers zur Bestrahlung des Kontaktes **12**, verbessert werden. Somit kann eine starke elektrische und mechanische Verbindung zwischen dem Kontakt **12** und einer Metallschicht **32** auf der Unterseite der aktiven Schicht **24** ausgebildet werden.

[0092] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine elektrische Verbindung zwischen einem aktiven Element und dem Kontakt auf dem Ziel-Substrat erhöht werden, indem die elektrische Verbindung zwischen den Metallschichten und den Kontakten verbessert wird, indem ein elektrisch leitfähiges Material zwischen jeder Metallschicht und jedem Kontakt bereitgestellt wird.

[0093] Bezugnehmend auf **Fig. 6A**, hat ein aktives Bauteil **20** eine aktive Schicht **24** mit einem Durchgang **30**, welcher durch die aktive Schicht **24** ausgebildet ist, welcher mit einer Metallschicht **32** beschichtet ist. Die Metallschicht **32** ist über dem Durchgang ausgebildet, und ein Abschnitt der Metallschicht **32**

verbindet elektrisch mit einem aktiven Element **22**. Die Metallschichten **32** und der Durchgang **30** sind zu den Kontakten **12** ausgerichtet. Ebenso Bezugnehmend auf **Fig. 10**, wird in Schritt **143** ein elektrisch leitfähiges Material **50** zwischen der Metallschicht **32** und dem Kontakt **12** positioniert. Das elektrisch leitfähige Material **50** kann beispielsweise ein Klebemittel sein, welches auf dem Ziel-Substrat **10** oder auf den aktiven Bauteilen **20** beschichtet wird. Die aktiven Bauteile **20** werden dann in Schritt **145** in Ausrichtung zu den Kontakten **12** gegen das Ziel-Substrat gedrückt. Die aktiven Bauteile **20** werden in Schritt **150** an das Ziel-Substrat **10** mit dem elektrisch leitfähigen Klebematerial **50** angeklebt, und das Material **50** wird in Schritt **160** ausgehärtet, wobei eine elektrische Verbindung zwischen der Metallschicht **32** und dem Kontakt **12** ausgebildet wird. Das elektrisch leitfähige Klebematerial **50** kann das aktive Bauteil **20** permanent am Ziel-Substrat **10** ankleben, nachdem das elektrisch leitfähige Klebematerial **50** ausgehärtet ist. Das elektrisch leitfähige Klebematerial **50** kann ein aushärtbares Material sein, welches, wenn es an dem Ziel-Substrat **10** oder den Metallschichten **32** angelegt ist, nicht elektrisch leitfähig ist, jedoch nachfolgend ausgehärtet wird, und somit elektrisch leitfähig wird. Das elektrisch leitfähige Material **50** kann ein eutektisches Material sein, wie beispielsweise ein Lötmittel.

[0094] Alternativ kann, wie in **Fig. 6B** dargestellt, das elektrisch leitfähige Material **50** ein anisotrop leitfähiger Film sein. In einer weiteren Ausführungsform (**Fig. 6C**) enthält das elektrisch leitfähige Material **50** gesinterte metallische Nano-Partikel. In einigen Ausführungsformen kann das elektrisch leitfähige Material **50** beispielsweise lediglich auf den Kontakten oder Metallschichten gemustert und positioniert werden (wie in **Fig. 6A** gezeigt). Eine solche Anordnung kann beispielsweise bei Lötmitteln oder leitfähigen Tinten nützlich sein, um elektrische Kurzschlüsse zwischen getrennten Kontakten zu verhindern. In weiteren Ausführungsformen, wie in **Fig. 6B** gezeigt, ist das elektrisch leitfähige Material **50** beispielsweise überall unter einem aktiven Bauteil ungemustert und positioniert. Durch den Ausdruck ungemustert ist gemeint, dass das elektrisch leitfähige Material **50** im Bereich zwischen dem aktiven Bauteil **20** und dem Ziel-Substrat **10** nicht gemustert ist. Eine solche Anordnung kann beispielsweise mit anisotrop leitfähigen Filmen verwendet werden, welche, wenn ausgehärtet (beispielsweise durch Druck), elektrische Kurzschlüsse zwischen getrennten Kontakten verhindern können, indem lediglich elektrischer Strom durch den Film zwischen den Kontakten **12** und der Metallschicht **32** geleitet wird.

[0095] Alternativ, wie in **Fig. 6F** dargestellt, sind die aktiven Bauteile **20** unter Verwendung einer gemusterten Klebeschicht **40** am Ziel-Substrat **10** angeklebt.

[0096] Der gemusterte elektrisch leitfähige Kontakt kann ein eutektisches Material **51** sein oder eine eutektische Materialbeschichtung (beispielsweise Kontakt **12** vom eutektischen Material **51**, nicht separat angezeigt) haben, beispielsweise ein Lötmedium, mit einer Dicke, welche kleiner oder gleich der Dicke der gemusterten Klebeschicht **40** ist. Thermische und elektrische Kontakte zwischen dem eutektischen Material **51** und den Metallschichten **32** können durch Wiederaufschmelzen des eutektischen Materials **51** geschaffen werden, wie in **Fig. 6G** dargestellt. Bezugnehmend auf **Fig. 6G** wurde das eutektische Material **51** wieder aufgeschmolzen, um eine gekrümmte Oberfläche auszubilden, welche mit den Metallschichten **32** in Kontakt tritt, um eine elektrische Verbindung mit der Metallschicht **32** zu schaffen. Ein Wiederaufschmelz-Löten ist ein Prozess, welcher im Stand der Technik bekannt ist, bei welchem eine Lötmediumpaste (eine klebrige Mischung aus pulverisiertem Lötmedium und einem Flussmittel) dazu verwendet wird, um ein oder mehrere elektrische Bauteile vorübergehend an ihren Kontaktfeldern anzubinden, wonach die gesamte Anordnung einer geregelten Wärme unterworfen wird, welche das Lötmedium aufschmilzt, wodurch die Verbindungsstelle permanent verbunden wird. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine eutektische Schicht auf der Metallschicht **32** einbezogen werden, um eine elektrische Verbindung zwischen der Metallschicht **32** und einem unterliegenden Kontakt zu schaffen.

[0097] Es kann eine Vielzahl von Elementen dazu verwendet werden, um das elektrisch leitfähige Material **50** auszuhärten. Beispielsweise kann, unter Bezugnahme auf **Fig. 6D**, eine Quelle einer elektromagnetischen Strahlung eine ungemusterte elektromagnetische Strahlung **80** (beispielsweise Licht, ultraviolette Strahlung oder Infrarotstrahlung) durch eine Maske **82** emittieren, welche die Belichtung der elektromagnetischen Strahlung auf das Ziel-Substrat **10** mustert. Bezugnehmend auf **Fig. 6E** kann, bei einem alternativen Verfahren, eine Lichtquelle **84**, welche einen beschränkten Bereich belichtet, beispielsweise ein Laser, einen gewünschten Bereich direkt belichten, wie beispielsweise der Kontakt, um den beschränkten Bereich zu erwärmen oder diesen einer Strahlung auszusetzen, welche das elektrisch leitfähige Material **50**, ohne die Notwendigkeit einer Maske, aushärtet. Zusätzlich können lichtabsorbierende Materialien in den Kontakten **12** oder dem elektrisch leitfähigen Material **50** integriert werden, um die Größe von absorbierter Wärme oder Strahlung zu erhöhen. Eine elektromagnetische Strahlung kann ebenso durch den Durchgang **30** und die Metallschicht **32** gerichtet werden, um das elektrisch leitfähige Material **50** zu erwärmen oder zu belichten.

[0098] Das elektrisch leitfähige Material kann eine Vielzahl von Materialien enthalten. Insbesondere

re können eutektische Materialien, welche mehrere unterschiedliche Metalle zusammenfassen, verwendet werden, beispielsweise Mischungen aus Zinn und Blei, Mischungen aus Indium, Gold und Kupfer, Mischungen aus Gallium und Indium oder Mischungen aus Zinn, Silber und Kupfer. Die elektrisch leitfähigen Materialien können durch Siebdruck oder weitere Musterverfahren, welche photolithographische Verfahren oder Mikro-Zerstäuber-Verfahren enthalten, gemustert werden. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können Nano-Metalle, beispielsweise Metallpartikel im Nanometerbereich aus beispielsweise Edelmetallen, Silber oder Gold, über beispielsweise einen Tintendrucker oder eine weitere Mikro-Zerstäuber-Muster-Applikation-Vorrichtung in einem Flüssigträger zerstäubt werden. Diese Materialien können durch Wärme, welche beispielsweise durch Heizen (engl.: baking) oder durch das gemusterte Anlegen von Energie, beispielsweise ein Laser, durch das Ziel-Substrat oder durch das aktive Bauteil zugeführt ist, ausgehärtet werden, um einen elektrisch leitfähigen, gesinterten, partikelförmigen Leiter auszubilden. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Oxidschicht auf einem Metallkontakt ausgebildet werden. Sobald die Metallschicht zum Metallkontakt ausgerichtet ist und hierzu angrenzt, kann das gemusterte Anlegen von Energie auf den Metallkontakt ein Metall durch die Oxidschicht treiben, um eine elektrische Verbindung zwischen der Metallschicht und dem Metallkontakt auszubilden. Wie zuvor erwähnt, können die Metallschicht und der Kontakt gelötet werden.

[0099] Die Schritte zum Ausbilden der verschiedenen Elemente der vorliegenden Erfindung können, in Abhängigkeit von den Notwendigkeiten des Herstellungsprozesses und verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, in unterschiedlichen Reihenfolgen durchgeführt werden. Bezugnehmend auf **Fig. 8A**, kann der Schritt **105** des Bereitstellens der aktiven Bauteile ferner die Schritte eines Bereitstellens eines aktiven Substrats in Schritt **106**, eines Ausbildens von aktiven Elementen **22** auf dem aktiven Substrat **28**, beispielsweise unter Verwendung von photolithographischen Prozessen, welche im Stand der Technik bekannt sind, in Schritt **107**, enthalten. In Schritt **108** wird ein Durchgang durch das aktive Substrat ausgebildet, um das aktive Bauteil zu vollenden.

[0100] In einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann, unter Bezugnahme auf **Fig. 8B**, der Durchgang vor den aktiven Elementen ausgebildet werden. Beispielsweise kann Schritt **105** des Bereitstellens der aktiven Bauteile ferner die Schritte eines Bereitstellens eines aktiven Substrats in Schritt **106**, eines Ausbildens eines Durchgangs durch das aktive Substrat in Schritt **108**, und eines Ausbildens von aktiven Elementen auf dem aktiven Substrat, beispielsweise unter Verwendung bekannt-

ter photolithographischer Prozesse, in Schritt **107**, enthalten.

[0101] In einer weiteren alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann, unter Bezugnahme auf **Fig. 8C**, der Durchgang ausgebildet werden, nachdem die aktiven Bauteile über dem Ziel-Substrat verteilt sind. Beispielsweise kann ein aktives Substrat in Schritt **106** bereitgestellt werden, werden die aktiven Elemente in Schritt **107** ausgebildet, werden die aktiven Bauteile in Schritt **110** über dem Ziel-Substrat verteilt, und wird ein Durchgang in Schritt **108** durch das aktive Substrat ausgebildet.

[0102] In einem weiteren Verfahren der vorliegenden Erfindung, wie in **Fig. 8D** dargestellt, enthält der Schritt **106** des Bereitstellens eines aktiven Substrats ferner den optionalen Schritt eines Ablagerns einer Metallschicht als ein leitfähiges Feld im optionalen Schritt **170**, gefolgt durch den Schritt eines Ausbildens einer ersten dotierten Halbleiterschicht auf der Unterseite des aktiven Bauteils in Schritt **175**. In Schritt **180** wird eine Halbleiterschicht ausgebildet, gefolgt durch ein Ausbilden einer zweiten dotierten Halbleiterschicht in Schritt **185**, wobei die zweite dotierte Halbleiterschicht mit einer Ladung dotiert ist, welche entgegengesetzt ist zur dotierten Ladung der ersten dotierten Halbleiterschicht. Der Rest der aktiven Schicht und der aktiven Elemente kann über der zweiten dotierten Halbleiterschicht ausgebildet werden und kann metallische Zwischenverbindungen, dotierte Elemente und dergleichen, um eine integrierte Schaltung auszubilden, unter Verwendung bekannter Verfahren, enthalten.

[0103] In einem weiteren Verfahren der vorliegenden Erfindung, wie in **Fig. 8E** dargestellt, wird in Schritt **170** ein Metallfeld ausgebildet, gefolgt durch die Ausbildung von der aktiven Schicht und aktiven Elementen in der aktiven Schicht. Es werden dann in Schritt **190** metallische Führungen ausgebildet, um die aktiven Elemente elektrisch mit dem Metallfeld zu verbinden. Dies kann nach der Positionierung der aktiven Bauteile über den Kontakten vorgenommen werden, so dass die Kontakte in Ausrichtung zum Metallfeld und hierzu in elektrischer Verbindung positioniert sind.

[0104] Bezug nehmend auf **Fig. 9** und auf **Fig. 11A - Fig. 11G**, kann ein Druckprozess unter Verwendung eines Stempels zum Überführen von aktiven Bauteilen von einem Wafer auf ein Ziel-Substrat in einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung angewendet werden. Bezugnehmend auf **Fig. 9** und **Fig. 11A**, wird ein aktives Substrat **28** in Schritt **106** bereitgestellt und eine Opfer-Schicht **26** auf dem aktiven Substrat in Schritt **120** ausgebildet. Es wird dann in Schritt **125** eine aktive Schicht **24** auf der Opfer-Schicht **26** ausgebildet. Das aktive Substrat **28** kann ein Halbleiter, beispielsweise kristallines Silizi-

um, sein, die Opfer-Schicht **26** kann eine Oxidschicht enthalten, und die aktive Schicht **24** kann ein Halbleiter sein, beispielsweise kristallines Silizium. Diese Materialien und Schichten können unter Verwendung bekannter photolithographischer Verfahren abgelagert und verarbeitet werden.

[0105] Nachdem die Opfer-Schicht und die aktive Schicht auf dem aktiven Substrat abgelagert sind, kann das aktive Substrat verarbeitet werden, um aktive Bauteile in oder auf der aktiven Schicht auszubilden, beispielsweise unter Verwendung von Silizium-Gießfabrikation-Prozessen. Es können zusätzliche Materialschichten als auch weitere Materialien, wie beispielsweise Metalle, Oxide, Nitride und weitere Materialien, welche im Stand der Technik in Bezug auf eine integrierte Schaltung bekannt sind, hinzugefügt werden. Jedes aktive Bauteil kann eine vollständige integrierte Schaltung aus Halbleiter sein und enthält beispielsweise Transistoren. Die aktiven Bauteile können unterschiedliche Größen haben, beispielsweise $1.000 \mu\text{m}^2$ oder $10.0000 \mu\text{m}^2$, $100.000 \mu\text{m}^2$ oder 1mm^2 oder größer, und können variable Längenverhältnisse haben, beispielsweise 2:1, 5:1 oder 10:1. Die aktiven Bauteile können eine Dicke von 5 - 20 μm , 20 - 50 μm oder 50 bis 100 μm haben. Substrate dieser Größe können typischerweise nicht unter Verwendung von herkömmlichen Techniken, wie beispielsweise Oberflächen-Befestigungstechniken, gehandhabt werden.

[0106] Bezugnehmend auf **Fig. 11B**, werden aktive Bauteile **20** in Schritt **107** auf oder in der Oberseite der aktiven Schicht unter Verwendung von beispielsweise herkömmlichen Verfahren zum Herstellen integrierter Schaltungen, und im Stand der Technik in Bezug auf Photolithographie bekannt, ausgebildet. Aktive Elemente **22** (**Fig. 11C**) können in den aktiven Bauteilen **20** ausgebildet werden. Die aktiven Elemente können elektronische Schaltungen sein. Wie in **Fig. 11D** gezeigt, wird ein Durchgang **30** durch das aktive Bauteil **20** und die aktive Schicht **24** in Schritt **108** ausgebildet. Sobald die Durchgänge **30** ausgebildet sind und mit einer Metallschicht **32** beschichtet sind, wird ein Einschnitt **60** um die aktiven Bauteile **20** in Schritt **130** ausgebildet (**Fig. 11E**), mit Ausnahme von brechbaren Anbindeelementen **62**, welche die aktiven Bauteile **20** an einen Ankerbereich **66** der aktiven Schicht **24** verbinden (in der Draufsicht von **Fig. 12** gezeigt). Die Einschnitte isolieren die aktiven Bauteile strukturell voneinander und vom Rest der aktiven Schicht. Der Einschnitt erstreckt sich durch die aktive Schicht zur Opfer-Schicht. Die Einschnitte können ausgebildet werden, bevor die aktiven Bauteile verarbeitet werden oder können als ein Teil des Ausbildungsprozesses für das aktive Bauteil ausgebildet werden.

[0107] In einer alternativen Ausbildungsform können die Durchgänge in dem gleichen Schritt wie bei

den Einschnitten ausgebildet werden, und werden die Metallschichten nachfolgend beschichtet. Die Opfer-Schicht **26** wird, mit Ausnahme der Anbindeelemente **62**, in Schritt **135** entfernt, so dass die aktiven Bauteile **20** vom aktiven Substrat **28**, mit Ausnahme der verbindenden Anbindeelemente **62** zum Ankerbereich **66** der aktiven Schicht **24**, freigegeben werden (Fig. **11G**).

[0108] In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die Durchgänge vollständig mit Metall befüllt werden, um eine zusätzliche Leitfähigkeit und eine mechanische und umgebungsbedingte Robustheit bereitzustellen. Alternativ, unter Verwendung des Aufbaus von Fig. **1B**, kann Schritt **125** zum Ausbilden der aktiven Schicht die Schritte eines Ausbildens einer Opfer-Schicht **26** auf einem aktiven Substrat **28**, und dann eines nachfolgenden Ausbildens der dotierten und undotierten Halbleiterschichten von Fig. **14**, unter Verwendung von Halbleiter-Verarbeitungsverfahren, welche im Stand der Technik bekannt sind, enthalten. Wenn eine Metallschicht an der Unterseite der aktiven Schicht gewünscht ist, kann diese zuerst über der Opfer-Schicht, unter Verwendung von beispielsweise Halbleiter-Verarbeitungsverfahren, welche im Stand der Technik bekannt sind, ausgebildet werden, und werden die nachfolgenden aktiven Schichten über der Metall- und Opfer-Schicht ausgebildet.

[0109] Die Opfer-Schicht **26** wird dann unter Verwendung von beispielsweise einem Ätzen mit Fluorwasserstoffsäure entfernt, um die aktiven Bauteile **20** vom aktiven Substrat **28** freizugeben. Die aktiven Bauteile **20** werden vollständig vom aktiven Substrat **28** abgetrennt, mit Ausnahme von Anbindeelementen **62**, welche die aktiven Bauteile **20** an einem Ankerbereich **66** der aktiven Schicht **24** verbinden, welche an dem aktiven Substrat **28** und der Opfer-Schicht **26** angebracht verbleibt. Die relative Breite des Raumes zwischen den aktiven Bauteilen in der aktiven Schicht und die relative Größe und das Seitenverhältnis der aktiven Bauteile sind zusammen mit der Ätzrate und Bedingungen zum korrekten Trennen der aktiven Bauteile vom Quellen-Substrat ohne ein Entfernen der Ankerbereiche ausgewählt. Die Anbindeelemente können gegen den Ätzschritt durch ein Beschichten der Anbindeelemente mit einem ätzfesten Material oder durch ein Ausbilden der Anbindeelemente aus unterschiedlichen ätzfesten Materialien (unter Verwendung von photolithographischen Prozessen) geschützt werden.

[0110] Die Metallschicht **32** kann, wenn innerhalb eines Durchgangs verwendet, derart ausgebildet werden, dass sie vorragt oder sich etwas unterhalb der unteren Fläche der aktiven Schicht **24** erstreckt, wie in Fig. **13A** - Fig. **13C** dargestellt. Bezugnehmend auf Fig. **13A**, hat ein aktives Bauteil **20**, welches über einer Opfer-Schicht **26** und einem aktiven Substrat

28 ausgebildet ist, einen Durchgang **30**, welcher zwischen zwei aktiven Elementen **22** positioniert ist. Der Ätzprozess für den Durchgang **30** kann die Opfer-Schicht **26** an den Seiten des Durchgangs **30** und unterhalb des Durchgangs **30** untergraben. Bezugnehmend auf Fig. **13B**, erstreckt sich die Metallschicht **32**, welche im Durchgang **30** abgelagert ist, dann herab zum verbleibenden Material der Opfer-Schicht **26** unterhalb der aktiven Schicht **24**. Die nachfolgende Entnahme der Opfer-Schicht **26** hinterlässt, wie in Fig. **12C** gezeigt, die Metallschicht, welche sich leicht unterhalb der aktiven Schicht **24** erstreckt. Durch ein Erstrecken der Metallschicht **32** unterhalb der aktiven Schicht **24** hat die Metallschicht **32** eine verbesserte elektrische Verbindung mit den Kontakten, welche auf dem Ziel-Substrat ausgebildet sind.

[0111] Abermals Bezugnehmend auf Fig. **9**, wird ein Stempel, beispielsweise aus PDMS erstellt, und welcher Vorsprünge hat, welche mit der Position, Größe und Form von jedem aktiven Bauteil übereinstimmen, bereitgestellt, und wird dann in Schritt **140** in Ausrichtung gegen die Oberseite der freigegebenen aktiven Bauteile gedrückt, um die Anbindeelemente zu zerbrechen und die aktiven Bauteile an die Stempel-Vorsprünge anzukleben. Somit enthalten einige oder alle der aktiven Bauteile zumindest ein Kontaktelement, wobei jedes Kontaktelement einen zerbrochenen Abschnitt des Anbindeelementes enthält, welches dazu verwendet wird, um das aktive Bauteil an den Ankerbereich der aktiven Schicht zu verbinden. Die aktiven Bauteile werden dann zum Ziel-Substrat ausgerichtet und an das Ziel-Substrat angeklebt, indem der Stempel, welcher die aktiven Bauteile enthält, in Schritt **145** gegen das Ziel-Substrat gedrückt wird. Ein aushärtbares elektrisch leitfähiges Klebemittel kann zwischen den Ziel-Substrat-Kontakten und den Metallschichten in den Durchgängen der aktiven Bauteile positioniert werden, um beim Ankleben der aktiven Bauteile an das Ziel-Substrat zu unterstützen. Das aushärtbare elektrisch leitfähige Klebemittel kann dann in Schritt **150** ausgehärtet werden, um die aktiven Bauteile an das Ziel-Substrat anzukleben.

[0112] Ein Verfahren zum Aushärten des elektrisch leitfähigen Klebemittels liegt im Aussetzen des Klebemittels in den gewünschten Positionen zwischen der Metallschicht und den Kontakten, hinsichtlich eines gemusterten elektromagnetischen Lichts, welches beispielsweise durch einen Laser bereitgestellt wird (wie in Fig. **6E** gezeigt). In einer Ausführungsform wird das Laserlicht durch das Ziel-Substrat gerichtet, in einer weiteren Ausführungsform wird das Licht durch den Durchgang und die aktive Schicht gerichtet. In einer weiteren Ausführungsform kann das Laserlicht durch den Stempel gerichtet werden.

[0113] In verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann der Durchgang ausge-

bildet werden, bevor das eine oder die mehreren aktiven Bauteile über dem Ziel-Substrat verteilt werden oder nachdem das eine oder die mehreren aktiven Bauteile über dem Ziel-Substrat verteilt sind.

[0114] Einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung stellen ein aktives Substrat mit hoher Leistung mit einer reduzierten Anzahl von Schichten und Verarbeitungsschritten bereit, und welches robustere elektrische Zwischenverbindungen bereitstellt. In einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind die aktiven Bauteile kleine integrierte Schaltungen, welche in einem Halbleiter-Wafer-Substrat ausgebildet sind, beispielsweise Gallium-Arsenid oder Silizium, welches einen kristallinen Aufbau haben kann. Verarbeitungstechnologien für diese Materialien wenden typischerweise hohe Wärme und reaktive chemische Mittel an. Durch die Anwendung von Überführungs-Technologien, welche das aktive Bauteil oder Substratmaterialien nicht belasten, können jedoch, verglichen mit Dünnfilm-Transistor-Herstellungsprozessen, unkritischere Umgebungsbedingungen verwendet werden. Somit hat die vorliegende Erfindung einen Vorteil dahingehend, dass flexible Substrate (beispielsweise Polymer-Substrate), welche eine geringere Toleranz hinsichtlich von extremen Verarbeitungsbedingungen (beispielsweise Wärme, chemische Mittel oder mechanische Prozesse) haben, entweder für das aktive Substrat oder das Ziel-Substrat oder für beide verwendet werden können. Ferner wurde demonstriert, dass kristalline Silizium-Substrate starke mechanische Eigenschaften haben, und bei kleinen Größen relativ flexibel und tolerant in Bezug auf eine mechanische Belastung sein können, insbesondere bei Substraten mit Dicken von 5 μm , 10 μm , 20 μm , 50 μm oder sogar 100 μm . Alternativ kann die aktive Schicht eine mikrokristalline, polykristalline oder amorphe Halbleiterschicht sein.

[0115] Sobald alle der aktiven Bauteile, welche in einem Prozess zu verwenden sind, überführt sind, kann das aktive Substrat von den verbleibenden Materialien der aktiven Schicht und der Opfer-Schicht abgelöst werden und gereinigt werden. Es kann eine zweite Opfer-Schicht über dem aktiven Substrat ausgebildet werden und eine zweite aktive Schicht über der zweiten Opfer-Schicht ausgebildet werden. Der Prozess zum Aufbauen von neuen aktiven Bauteilen kann dann wiederholt werden, wodurch das aktive Substrat wiederverwendet wird.

[0116] Bei verschiedenen Verfahren der vorliegenden Erfindung werden Laserstrahlen dazu verwendet, um die elektrisch leitfähigen Klebgebiete zwischen den Kontakten und den Metallschichten selektiv auszuhärten. In einer Ausführungsform können die Klebgebiete sequenziell belichtet werden. In einer weiteren Ausführungsform können mehrere Bereiche gleichzeitig belichtet werden, wodurch die Anzahl von

aktiven Bauteilen erhöht wird, welche gleichzeitig angeklebt werden. Ein alternatives Verfahren, welches eine Maske verwendet, kann ebenso mehrere aktive Bauteile auf einmal ankleben, wodurch die Rate erhöht wird, mit welcher Ziel-Substrate bestückt werden können. Es können Elemente, welche im Stand der Technik bekannt sind, zum Abtasten und Steuern von Lasern verwendet werden, als auch Lichtquellen, welche in Verbindung mit ausgerichteten Masken verwendet werden, insbesondere wie im Stand der Technik in Bezug auf Photolithographie bekannt.

[0117] Im Vergleich zu Dünnfilm-Herstellungsverfahren, wird unter Verwendung von dicht bestückten aktiven Substraten und einem Überführen von aktiven Bauteilen auf ein Ziel-Substrat, welches lediglich ein kleines Feld von aktiven Bauteilen, welche darauf positioniert sind, erfordert, kein Material einer aktiven Schicht auf einem Ziel-Substrat verschwendet oder erfordert. Die vorliegende Erfindung ist ebenso nützlich beim Überführen von aktiven Bauteilen, welche aus kristallinen Halbleitermaterialien erstellt sind, welche eine viel höhere Leistung als dünnfilmige aktive Bauteile haben. Ferner werden die Anforderungen hinsichtlich Flachheit, Glattheit, chemischer Stabilität und Wärmestabilität für ein Ziel-Substrat, welches in der vorliegenden Erfindung nützlich ist, größtenteils reduziert, da der Anklebe- und Überführungsprozess durch die Materialeigenschaften des Ziel-Substrats nicht wesentlich beschränkt wird. Herstellungs- und Materialkosten werden aufgrund von hohen Verwendungsraten von teuren Materialien (beispielsweise das aktive Substrat) und reduzierten Material- und Verarbeitungsanforderungen für das Ziel-Substrat reduziert.

[0118] In einer experimentellen Demonstration wurde der in **Fig. 1C** dargestellte Aufbau hergestellt und an ein Ziel-Substrat mit einem elektrisch leitfähigen Material angeklebt. Bezugnehmend auf **Fig. 15** wurde ein Ziel-Substrat in Schritt **200** durch ein Muster von geeigneten metallischen Führungen, Metallkontakten und Bezugsmarkierungen auf der Oberfläche des Ziel-Substrats vorbereitet. Optional wurden photofeste Gräben in einem optionalen Schritt **205** hergestellt, um einen flüssigen Träger (Tinte) mit metallischen Nano-Partikeln zu enthalten. Die photofesten Gräben dienen zur Ausbildung von Sperren, welche verhindern, dass sich die Flüssigträger-Tinte über das Ziel-Substrat in ungewünschte Stellen verteilt. In Schritt **210** wurde eine Nano-Partikulär-Tinte, welche Edelmetall-Nano-Partikel (in diesem Falle Au Nano-Partikel) und einen sanften, anfügsamen Materialträger enthält, durch einen Tintenstrahldrucker auf das Ziel-Substrat verteilt. Der sanfte, anfügsame Materialträger „Tinte“ war ein Polymer, welches zur rheologischen Steuerung und partikulären Stabilisation nützlich ist. Es ist insbesondere nützlich, eine Nano-Partikulär-Ansammlung zu verhindern, indem die Tinte emulgiert wird oder Beschichtungen

auf den Nano-Partikeln bereitgestellt werden. Durch den Fachmann können weitere Träger, beispielsweise Lösemittel, und Partikel-Kombinationen verwendet werden, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf dieses bestimmte Beispiel beschränkt.

[0119] Sobald das Ziel-Substrat vorbereitet war, wurden aktive Bauteile vorbereitet, indem eine aktive Schicht über einer Opfer-Schicht auf einem aktiven, kristallinen GaAs Substrat ausgebildet wurde. Die aktiven Bauteile wurden vom aktiven Substrat freigegeben, indem die Opfer-Schicht, mit Ausnahme von Anbindeelementen, weggeätzt wurde, wie zuvor beschrieben. Ein PDMS Stempel wurde dazu verwendet, um die aktiven Bauteile vom aktiven Substrat zu trennen, wobei die Anbindeelemente zerbrochen wurden und die aktiven Bauteile in Schritt **215** auf das Ziel-Substrat, in Ausrichtung zu den Kontakten und der verteilten Tinte, aufgedruckt wurden. Es wurde in Schritt **220** ein optionaler Aushärteschritt angewendet, um die Tinte zu behandeln und die elektrischen Eigenschaften der Schnittstelle zwischen dem aktiven Bauteil und dem Kontakt zu verbessern. Es kann eine Vielzahl von Aushärteverfahren verwendet werden, beispielsweise ein Heizen oder eine Freisetzung hinsichtlich elektromagnetischer Strahlung, gemustert oder ungemustert, von einer Vielzahl von Quellen, beispielsweise ein Laser. Es können, sobald vorliegend, Lösemittel von der Tinte ausgetrieben werden, und die Nano-Partikel können in Kontakt mit dem aktiven Bauteil und dem Ziel-Substrat-Kontakt gesintert oder ausgeglüht werden. Beispielsweise können Gold-Partikel dazu verwendet werden, um ein GaAs-Au Eutektikum-Material auszubilden, welches eine gute elektrische Verbindung mit dem Ziel-Substrat bereitstellen kann. Sobald das aktive Bauteil am Ziel-Substrat angeklebt und hiermit elektrisch verbunden war, wurde in Schritt **225** eine weitere Ziel-Substrat-Verarbeitung angewendet, um eine vollständige Vorrichtung zu erstellen, beispielsweise einschließlich der Herstellung von dielektrischen Zwischenverbindung-Schichten und einer Film-Zwischenverbindung-Metallisierung.

[0120] Die vervollständigte experimentelle Vorrichtung wird in **Fig. 16** dargestellt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 16**, ist das aktive Bauteil **20** eine gedruckte, optoelektronische Vorrichtung (beispielsweise eine Solarzelle, Photodiode, LED oder VCSEL), mit einer elektrischen Verbindung auf der Unterseite, wie zuvor beschrieben. Die elektrisch leitfähige Schicht **50** war eine kolloidale, tintenstrahlfähige Tinte, welche Edelmetall-Partikel enthält, welche eine elektrische Verbindung zwischen dem Metallkontakt **12** und der Unterseite **72** des aktiven Bauteils **20** ausbildet. Das Ziel-Substrat **10** ist ein Träger-Chip oder ein Einfüge-Substrat, beispielsweise ein keramisches Substrat, eine Platte einer bedruckten Schaltung oder ein Wafer. Die Metallschicht **32** ist ein ohmscher Metallkontakt zum Halbleitermaterial des

aktiven Bauteils und kann Au-Ge-Ni Metalle enthalten. Eine dielektrische Isolierschicht **25** verhindert ungewünschte elektrische Wirkungen mit dem aktiven Substrat und dient ebenso dazu, ferner das aktive Bauteil **20** am Ziel-Substrat anzukleben (gleich dem Klebemittel **40** in **Fig. 4A**). Eine gemusterte Schicht **42** bildet elektrische Zwischenverbindungen zwischen der Metallschicht **32** und der Rückseite des Ziel-Substrats **10**, und elektrische Zwischenverbindungen zwischen dem Kontakt **12** und der Rückseite des Ziel-Substrats **10**. Die gemusterte Schicht kann beispielsweise plattiertes Cu-Ni-Au enthalten, und die zwei Zwischenverbindungen können eine Anode und eine Katode für das aktive Bauteil **20** ausbilden.

[0121] Die gesamte Baugruppe, welche das Ziel-Substrat **10**, das aktive Bauteil **20** und die elektrischen Zwischenverbindungen **42** enthält, enthält eine Oberflächen-Befestigungs-Baugruppe für eine anorganische, optoelektronische Chip-Level-Vorrichtung. **Fig. 17** ist eine Fotografie der experimentellen Vorrichtung, welche ein keramisches Ziel-Substrat **10** mit einem Metallkontakt **12**, welcher unterhalb einem aktiven Bauteil **20** einer InGaP/GaAs Solarzelle/LED liegt, mit einem elektrisch leitfähigen Tinten-Material **50** aus Au Nano-Partikeln, welche durch einen Tintenstrahl zerstäubt und ausgeglüht sind, welches eine elektrische Verbindung zwischen dem Metallkontakt **12** und dem aktiven Bauteil **20** ausbildet. Die Metallschicht **32** bildet einen ohmschen Kontakt mit dem aktiven Bauteil **20** und dient als ein Sonden-Punkt, welcher zusammen mit dem Metallkontakt **12** dazu verwendet werden kann, um das aktive Bauteil **20** mit Energie zu versorgen. **Fig. 18** ist eine Fotografie der mit Energie versorgten optoelektronischen Vorrichtung, welche Licht emittiert.

Patentansprüche

1. Aktives Bauteilfeld, welches enthält:
 zumindest ein druckbares elektronisches Bauteil (20), welches eine aktive Schicht (24) enthält, welche zumindest ein aktives Element (22) auf einer ersten Fläche davon und ein leitfähiges Element auf einer zweiten Fläche davon, gegenüberliegend zur ersten Fläche, enthält, wobei das leitfähige Element auf der zweiten Fläche dazu ausgelegt ist, eine elektrische Kopplung mit dem zumindest einen aktiven Element (22) auf der ersten Fläche bereitzustellen; wobei das mindestens eine druckbare elektronische Bauteil einen gebrochenen Abschnitt eines Anbindeelements (62) angrenzend zu einem Umfang davon umfasst, und
 ein Ziel-Substrat (10), welches sich von der aktiven Schicht (24) unterscheidet und einen oder mehrere elektrische Kontakte (12) auf einer Fläche davon enthält, wobei das zumindest eine elektronische Bauteil (20) derart auf das Ziel-Substrat (10) gedruckt ist, dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche

davon mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) auf der Fläche des Substrats in Kontakt steht.

2. Feld nach Anspruch 1, wobei das Anbindeelement (62) dazu ausgelegt ist, das zumindest eine elektronische Bauteil (20), lösbar an einem Ankerabschnitt (66) der aktiven Schicht (24), auf einem Quellen-Substrat anzukleben.

3. Feld nach Anspruch 2, bei welchem das zumindest eine elektronische Bauteil eine Mehrzahl von elektronischen Bauteilen enthält, welche auf dem Ziel-Substrat (10) gedruckt sind, und wobei bei jedem der elektronischen Bauteile die erste Fläche dazu ausgelegt ist, an einen Stempel zur Überführung des jeweiligen elektronischen Bauteils vom Quellen-Substrat zum Ziel-Substrat (10) angeklebt zu werden.

4. Feld nach Anspruch 1, welches ferner enthält: eine Klebeschicht (40) zwischen der zweiten Fläche von dem zumindest einen elektronischen Bauteil und der Fläche des Ziel-Substrats.

5. Feld nach Anspruch 4, bei welchem die Klebeschicht (40) eine leitfähige Schicht (50) zwischen dem leitfähigen Element von dem zumindest einen elektronischen Bauteil und dem jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) enthält.

6. Feld nach Anspruch 5, bei welchem die Klebeschicht (40) ein Material enthält, welches zu einem Übergang zwischen einem nicht leitfähigen Zustand und einem leitfähigen Zustand in Ansprechen auf dessen Aushärtung ausgelegt ist.

7. Feld nach Anspruch 5, bei welchem die Klebeschicht (40) eine eutektische Schicht, einen leitfähigen Film und/oder leitfähige Nano-Partikel enthält.

8. Feld nach Anspruch 1, bei welchem das zumindest eine elektronische Bauteil einen Durchgang (30) enthält, welcher sich von der ersten Fläche zur zweiten Fläche hindurch erstreckt, und bei welchem sich das leitfähige Element durch den Durchgang (30) von dem zumindest einen aktiven Bauteil auf der ersten Fläche zur zweiten Fläche erstreckt.

9. Feld nach Anspruch 8, bei welchem das leitfähige Element von der zweiten Fläche vorragt.

10. Feld nach Anspruch 1, bei welchem sich das leitfähige Element von dem zumindest einen aktiven Bauteil auf der ersten Fläche zur zweiten Fläche um einen Umfang der aktiven Schicht (24) erstreckt.

11. Feld nach Anspruch 1, bei welchem das leitfähige Element eine Diode ist, welche eine erste dotierte Schicht und eine zweite dotierte Schicht, welche einen Leitfähigkeitstyp hat, welcher zu jenem von der ersten dotierten Schicht entgegengesetzt ist, enthält.

12. Feld nach Anspruch 1, bei welchem das Ziel-Substrat (10) leitfähige Führungen darauf enthält, und bei welchem jeweilige der leitfähigen Führungen an jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) gekoppelt sind.

13. Feld nach Anspruch 1, bei welchem das Ziel-Substrat (10) ein flexibles und/oder ein polymeres Substrat enthält.

14. Feld nach Anspruch 12, bei welchem die aktive Schicht (24) eine kristalline, mikrokristalline, polykristalline oder amorphe Halbleiterschicht (90) enthält.

15. Feld nach Anspruch 1, bei welchem das Ziel-Substrat, welches das zumindest eine darauf gedruckte elektronische Bauteil enthält, eine Oberflächen-Befestigungs-Baugruppe für eine Chip-Level-Vorrichtung bestimmt.

16. Verfahren zum Herstellen eines aktiven Bauteilfeldes, wobei das Verfahren enthält: Bereitstellen von zumindest einem druckbaren elektronischen Bauteil (20), welches eine aktive Schicht (24) enthält, welche zumindest ein aktives Element (22) auf einer ersten Fläche davon und ein leitfähiges Element auf einer zweiten Fläche davon, gegenüberliegend zur ersten Fläche, enthält, wobei das leitfähige Element auf der zweiten Fläche dazu ausgelegt ist, eine elektrische Kopplung mit dem zumindest einen aktiven Element (22) auf der ersten Fläche bereitzustellen; wobei das mindestens eine druckbare elektronische Bauteil einen gebrochenen Abschnitt eines Anbindeelements (62) angrenzend zu einem Umfang davon umfasst, und Drucken des zumindest einen elektronischen Bauteils auf ein Ziel-Substrat, welches sich von der aktiven Schicht (24) unterscheidet und einen oder mehrere elektrischen Kontakte (12) auf einer Fläche davon enthält, derart, dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von dem zumindest einen elektronischen Bauteil mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) in Kontakt steht.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Anbindeelement (62) zum lösbaren Ankleben des zumindest einen elektronischen Bauteils an einem Ankerabschnitt (66) von der aktiven Schicht (24) auf einem Quellen-Substrat ausgelegt ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei welchem das zumindest eine elektronische Bauteil eine Mehrzahl von elektronischen Bauteilen enthält, und wobei das Drucken enthält: Bereitstellen der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen lösbar angeklebt am Quellen-Substrat durch jeweilige Anbindeelemente (62); Drücken eines Stempels auf das Quellen-Substrat, um die jeweiligen Anbindeelemente (62) zu brechen

und die erste Fläche von jedem der elektronischen Bauteile an dem Stempel anzukleben;
Ausrichten des Stempels, welcher die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen daran enthält, zu den elektrischen Kontakten auf der Fläche des Ziel-Substrats;
Drücken des Stempels auf das Ziel-Substrat (10), derart, dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile mit einem jeweiligen der elektrischen Kontakte auf der Fläche des Ziel-Substrats in Kontakt tritt; und
Trennen des Stempels vom Ziel-Substrat (10), um die Mehrzahl von elektrischen Bauteilen darauf zu drücken.

19. Verfahren nach Anspruch 18, bei welchem das Bereitstellen der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen enthält:

Bereitstellen des Quellen-Substrats, welches eine Opfer-Schicht (26) darauf und die aktive Schicht (24) auf der Opfer-Schicht (26) enthält;

Verarbeiten der aktiven Schicht (24), um die Mehrzahl von elektronischen Bauteilen zu bestimmen, welche jeweils das zumindest eine aktive Element (22) auf der ersten Fläche davon enthalten, wobei sich jeweilige Einschnitte um jedes der elektronischen Bauteile erstrecken, und wobei die jeweiligen Anbindeelemente (62) jedes der elektronischen Bauteile mit jeweiligen Ankerabschnitten (66) von der aktiven Schicht (24) verbinden; und

Entfernen von Abschnitten der Opfer-Schicht (26) zwischen der Mehrzahl von elektronischen Bauteilen und dem Quellen-Substrat, derart, dass die Mehrzahl der elektronischen Bauteile, durch die jeweiligen Anbindeelemente (62) lösbar, am Quellen-Substrat angeklebt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18, bei welchem das Drücken des Stempels auf das Ziel-Substrat gefolgt ist durch:

Bereitstellen von einer Klebeschicht (40) zwischen der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile und der Fläche des Ziel-Substrats.

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei welchem die Klebeschicht eine leitfähige Schicht enthält, welche zwischen dem leitfähigen Element von jedem der elektronischen Bauteile und dem jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) auf dem Ziel-Substrat (10) bereitgestellt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, bei welchem das Trennen des Stempels vom Ziel-Substrat gefolgt ist durch:

Aushärten der Klebeschicht (40), um die Mehrzahl der elektronischen Bauteile am Ziel-Substrat (10) anzukleben, wobei eine Klebestärke der Klebeschicht (40) größer ist als jene, welche dazu verwendet wird, um die erste Fläche von jedem der elektronischen Bauteile an dem Stempel anzukleben.

23. Verfahren nach Anspruch 22, bei welchem die Klebeschicht ein Material enthält, welches zu einem Übergang zwischen einem nicht leitfähigen Zustand und einem leitfähigen Zustand in Ansprechen auf dessen Aushärtung ausgelegt ist.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei welchem das Aushärten ein selektives Bestrahlen von Abschnitten der Klebeschicht (40) durch das Ziel-Substrat (10), den Stempel und/oder den elektronischen Bauteilen unter Verwendung von Licht, Wärme und/oder elektromagnetischer Energie enthält.

25. Verfahren nach Anspruch 22, bei welchem die Klebeschicht (40) eine eutektische Schicht, einen anisotropen leitfähigen Film und/oder leitfähige Nano-Partikel enthält.

26. Verfahren nach Anspruch 25, bei welchem die leitfähigen Nano-Partikel in einem Kolloid bereitgestellt werden, und welches ferner enthält:

Ablagern des Kolloids auf der Fläche des Ziel-Substrats (10) unter Verwendung eines Tintenstrahl-Zerstäubers oder eines Mikro-Zerstäubers, um die Klebeschicht (40) zu bestimmen.

27. Verfahren nach Anspruch 18, bei welchem jeder der elektrischen Kontakte eine eutektische Schicht enthält, und welches ferner enthält:

Wiederaufschmelzen der eutektischen Schicht, so dass das leitfähige Element auf der zweiten Fläche von jedem der elektronischen Bauteile mit dem jeweiligen der elektrischen Kontakte (12) in Kontakt steht.

28. Verfahren nach Anspruch 16, bei welchem das zumindest eine elektronische Bauteil einen Durchgang (30) enthält, welcher sich von der ersten Fläche zur zweiten Fläche hindurch erstreckt, und wobei sich das leitfähige Element durch den Durchgang von dem zumindest einen aktiven Bauteil auf der ersten Fläche zur zweiten Fläche erstreckt.

29. Verfahren nach Anspruch 16, bei welchem sich das leitfähige Element von dem zumindest einen aktiven Bauteil auf der ersten Fläche zur zweiten Fläche um einen Umfang von der aktiven Schicht (24) erstreckt.

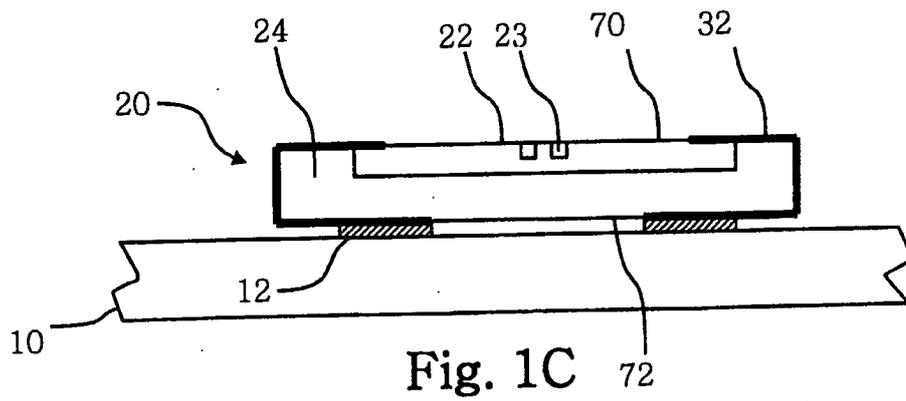
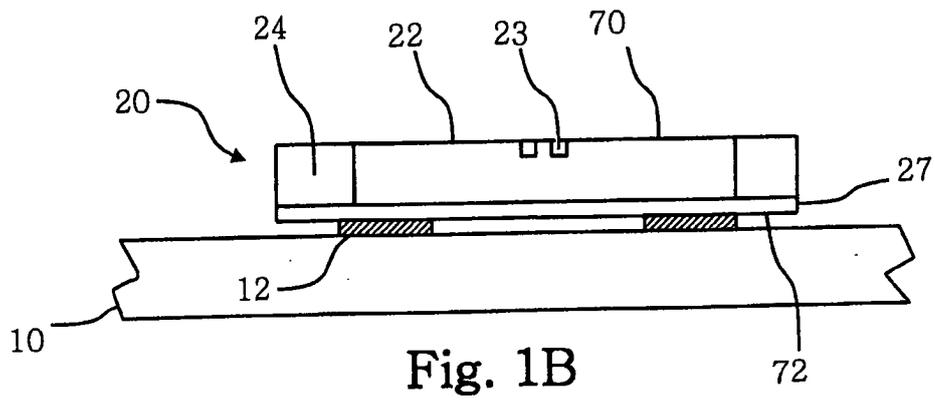
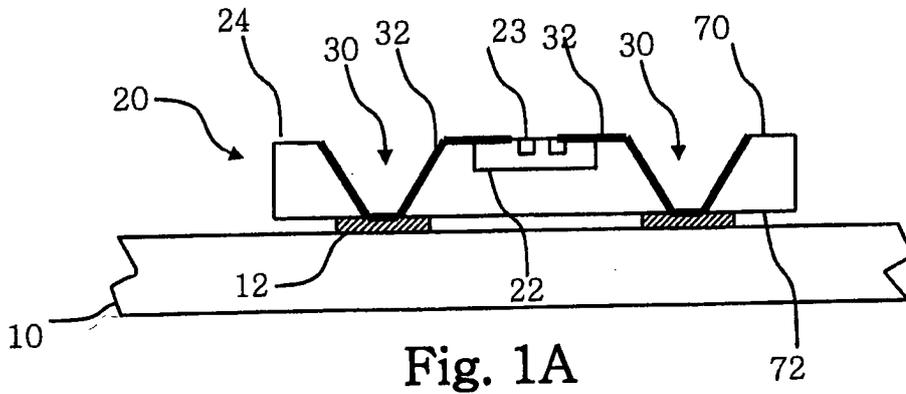
30. Verfahren nach Anspruch 16, bei welchem das leitfähige Element eine Diode ist, welche eine erste dotierte Schicht und eine zweite dotierte Schicht, welche einen Leitfähigkeitstyp hat, welcher entgegengesetzt ist zu jenem von der ersten dotierten Schicht, enthält.

31. Verfahren nach Anspruch 16, bei welchem das Ziel-Substrat (10) ein flexibles und/oder ein polymeres Substrat enthält, und wobei die aktive Schicht (24) eine kristalline, mikrokristalline, polykristalline oder amorphe Halbleiterschicht (90) enthält.

32. Verfahren nach Anspruch 16, bei welchem das zumindest eine elektronische Bauteil zumindest eine Aktiv-Matrix-Pixel-Steuerung, eine lichtemittierende Diode, eine Photodiode, einen Kanten-Laser oder ein photovoltaisches Element enthält.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



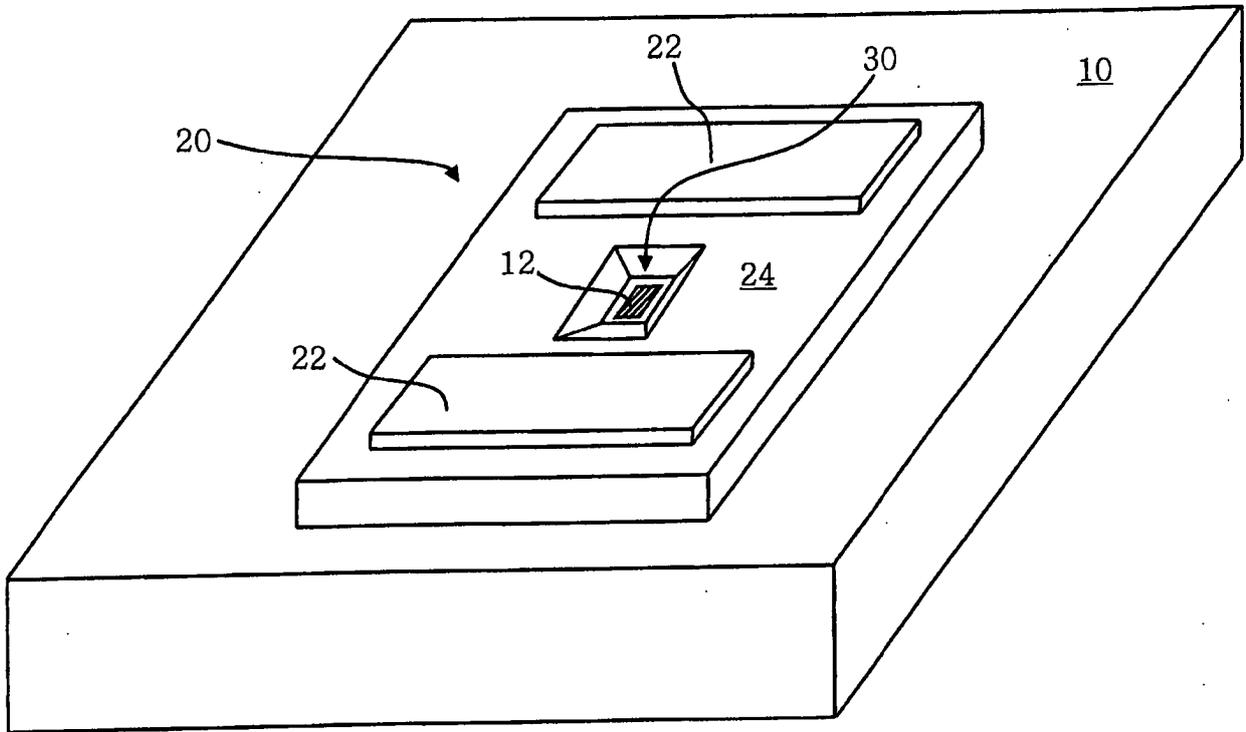


Fig. 2

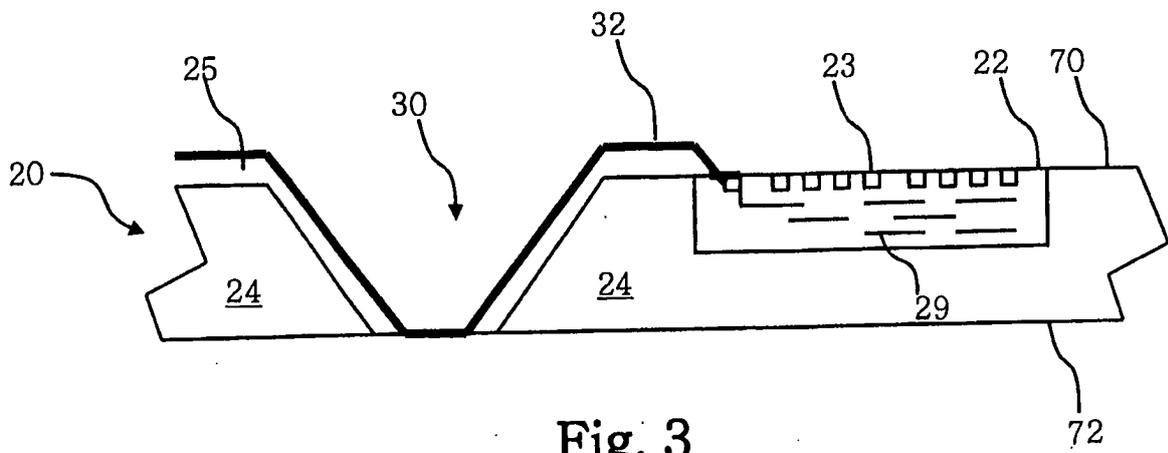


Fig. 3

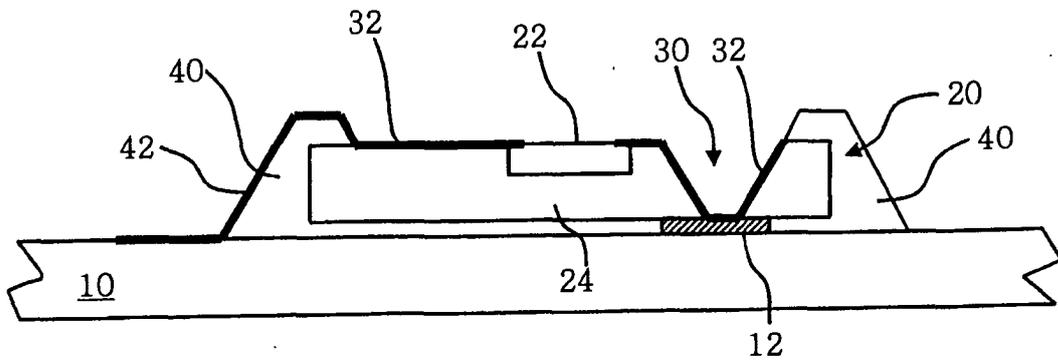


Fig. 4A

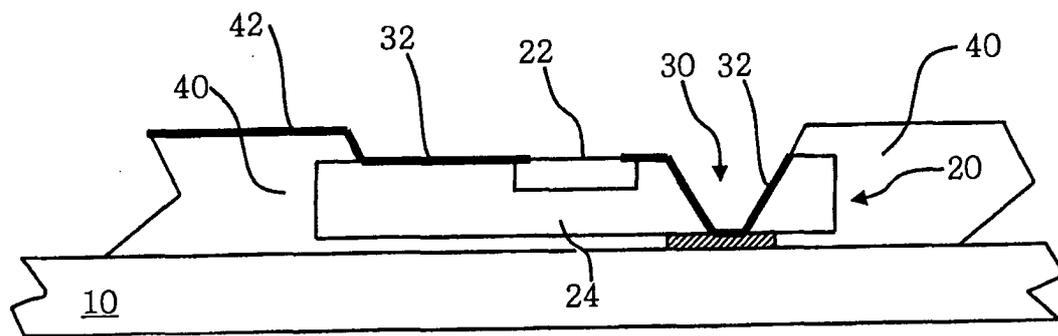


Fig. 4B

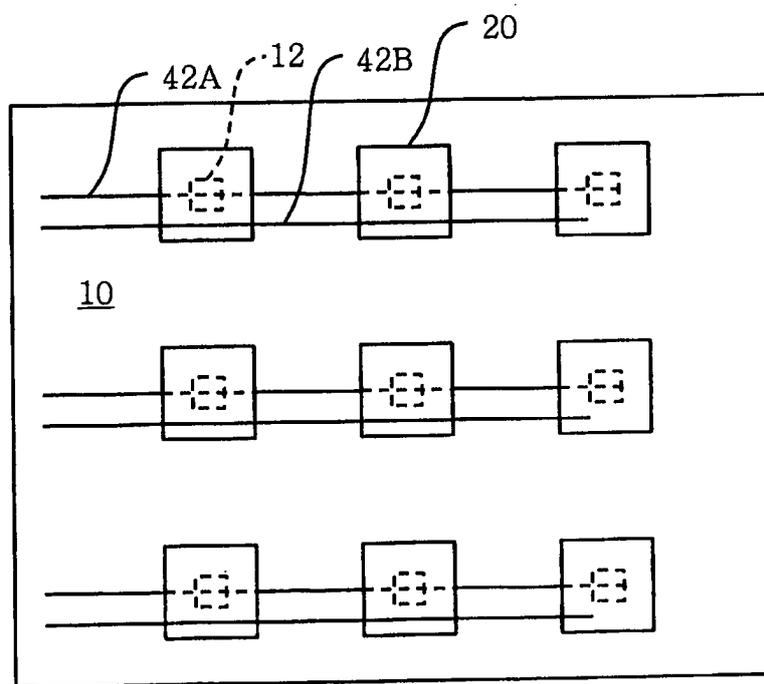


Fig. 5

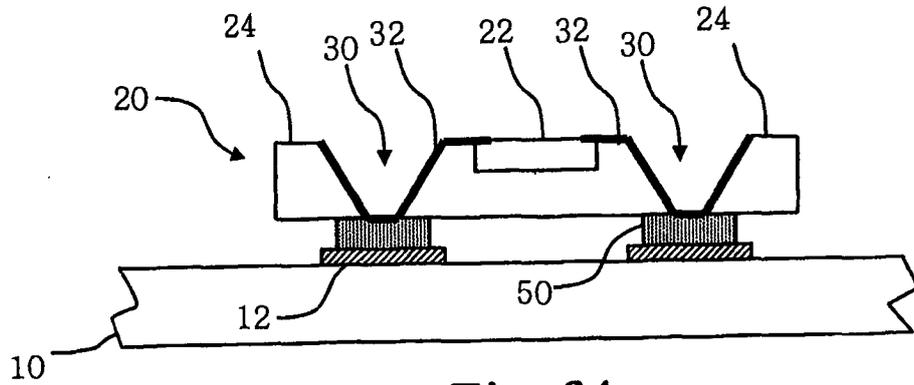


Fig. 6A

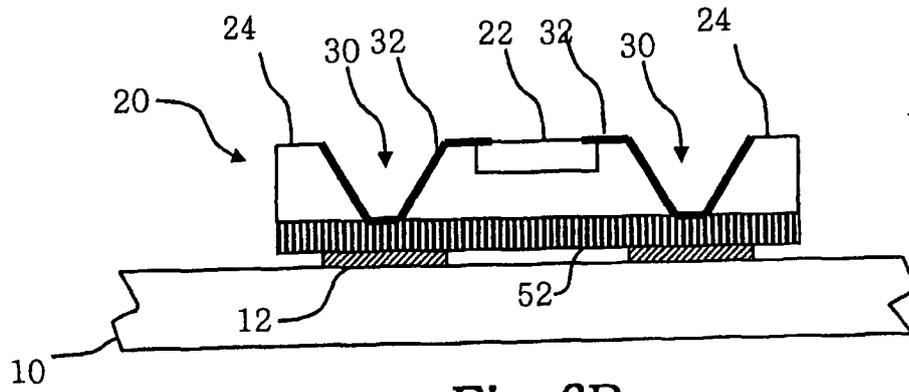


Fig. 6B

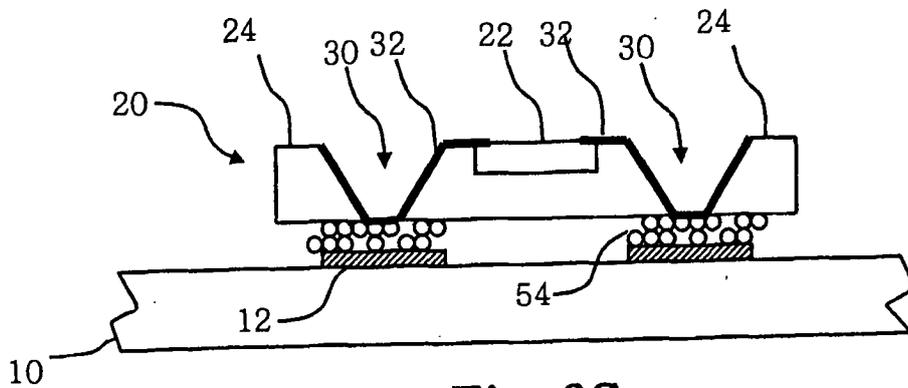


Fig. 6C

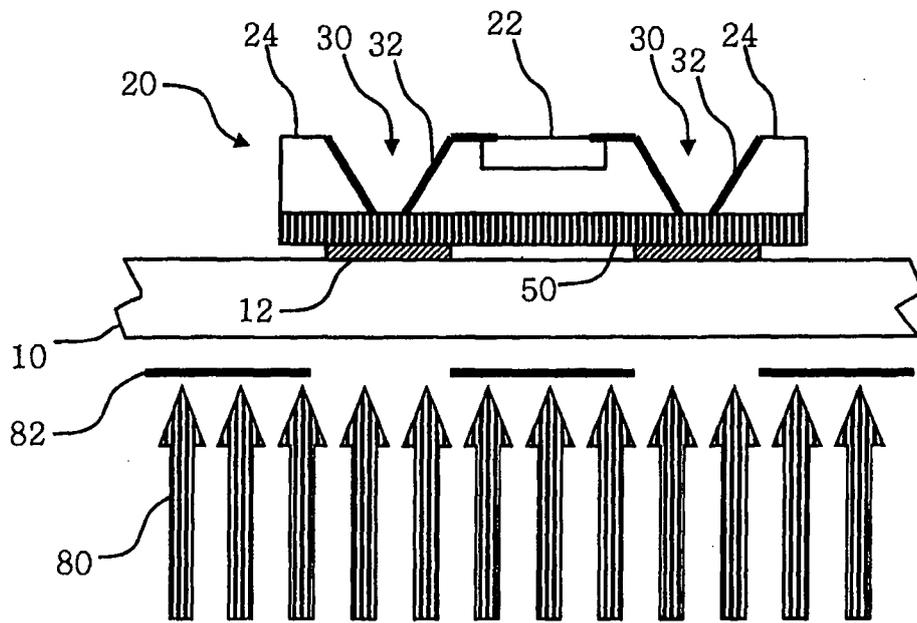


Fig. 6D

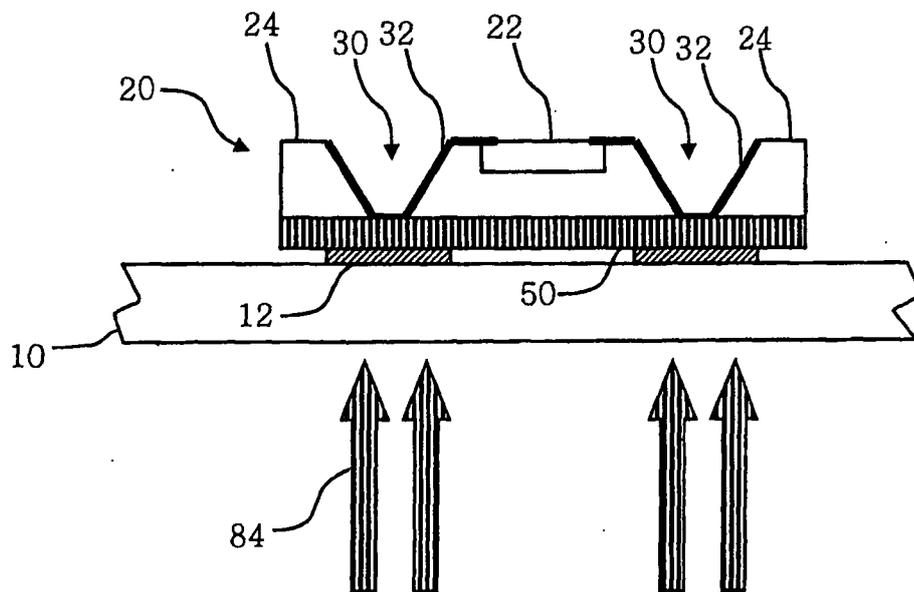


Fig. 6E

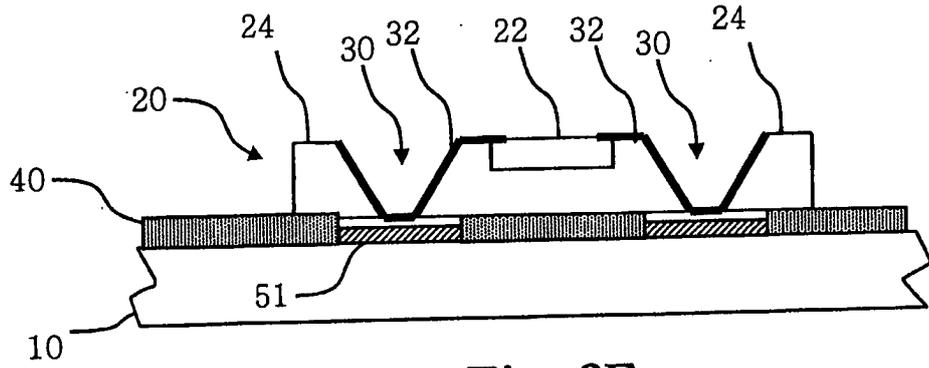


Fig. 6F

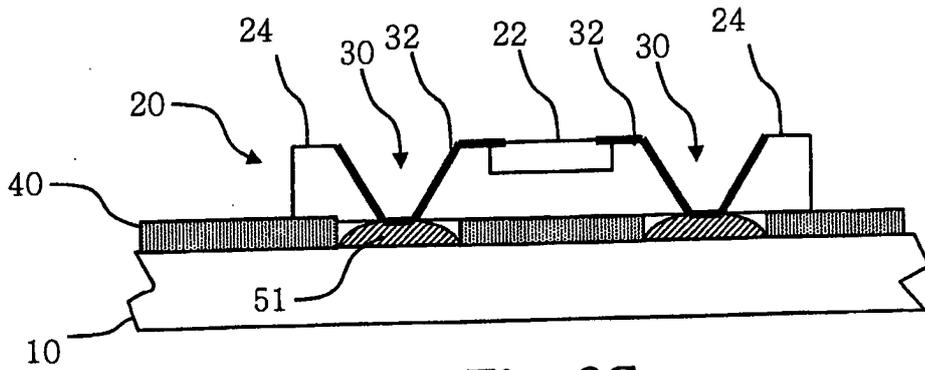


Fig. 6G

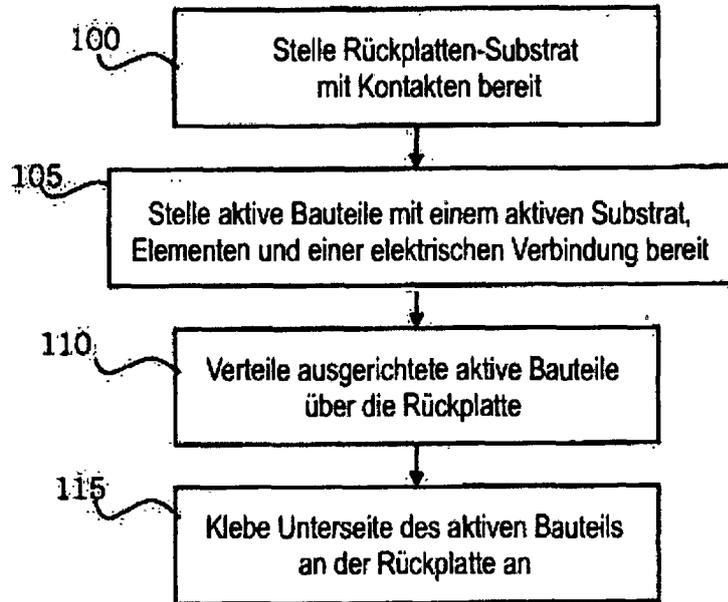


Fig. 7

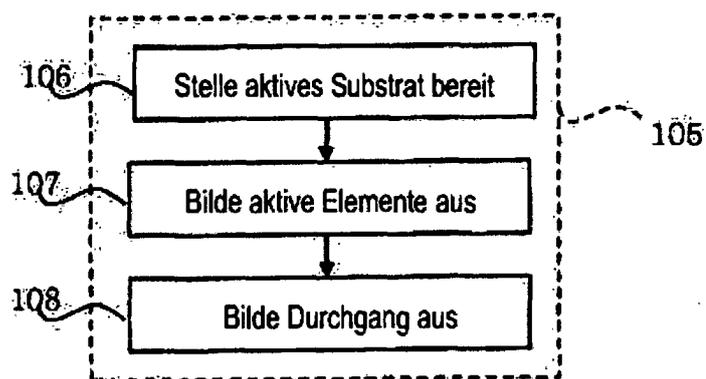


Fig. 8A

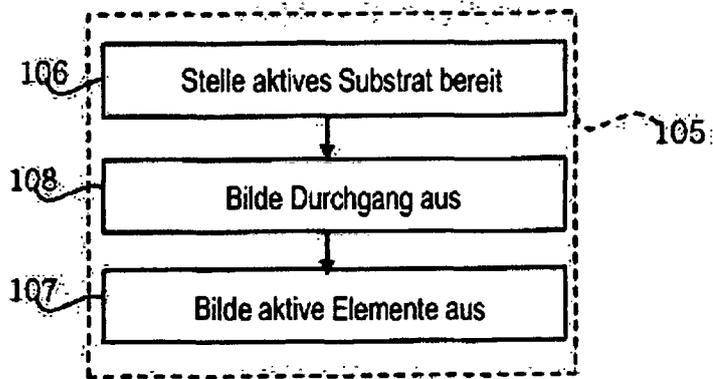


Fig. 8B

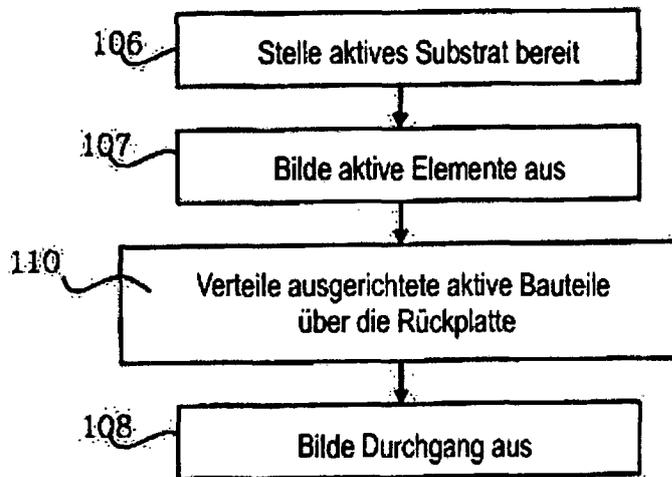


Fig. 8C

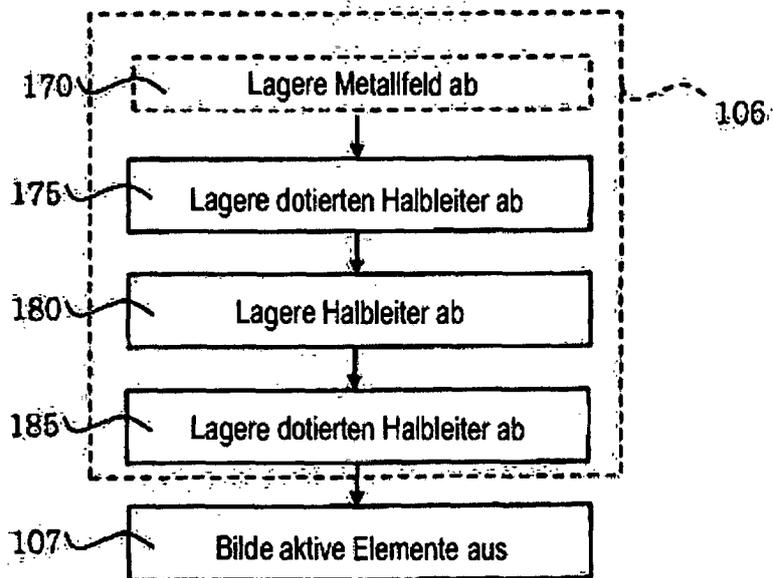


Fig. 8D

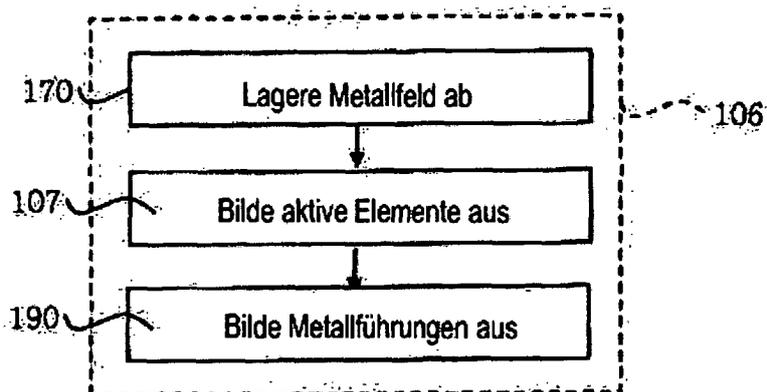


Fig. 8E

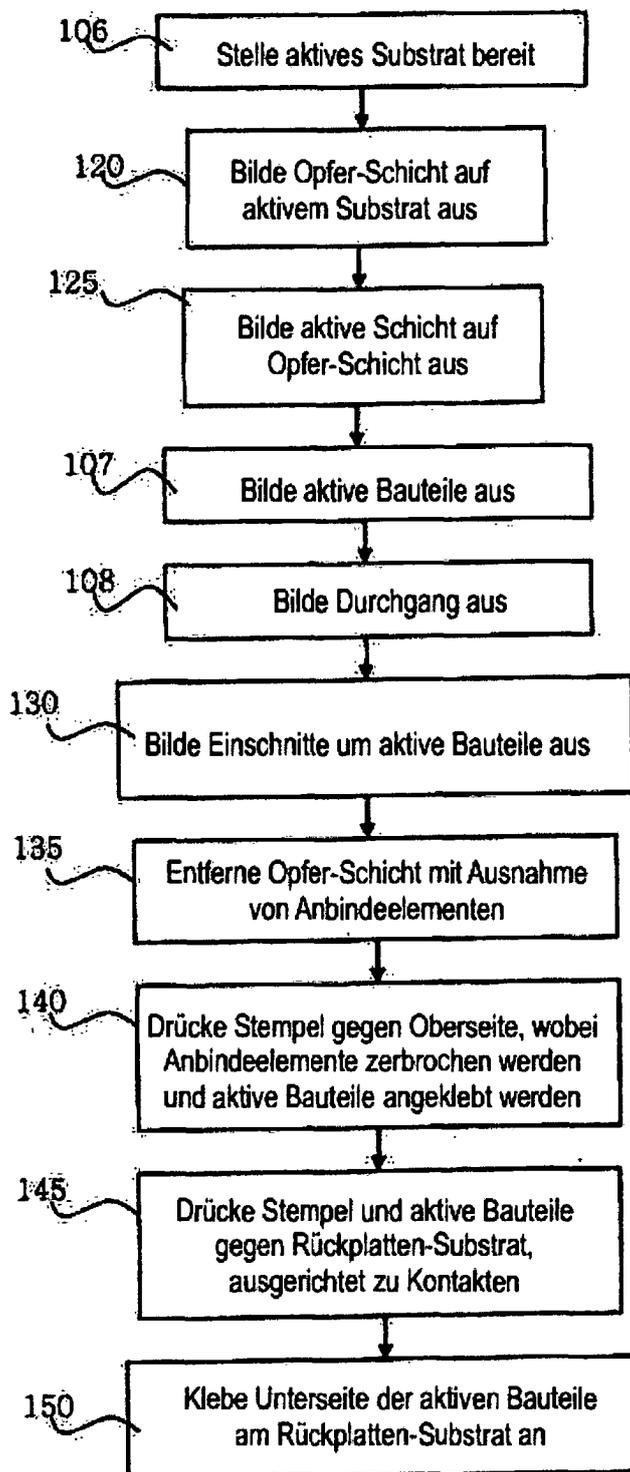


Fig. 9

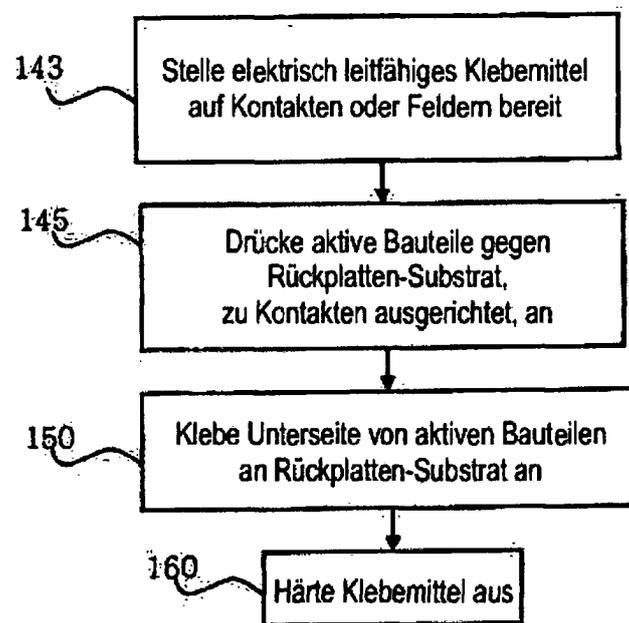


Fig. 10

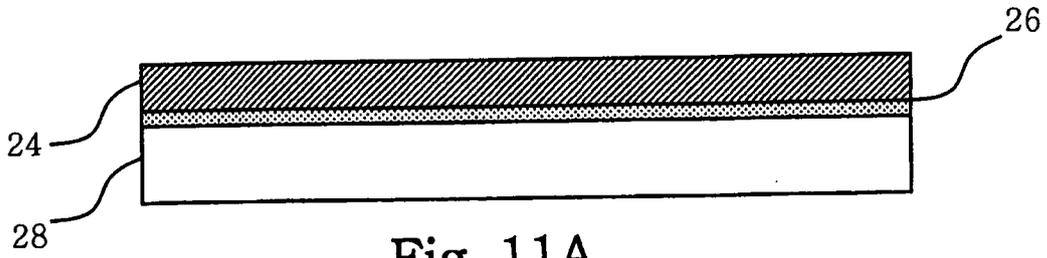


Fig. 11A

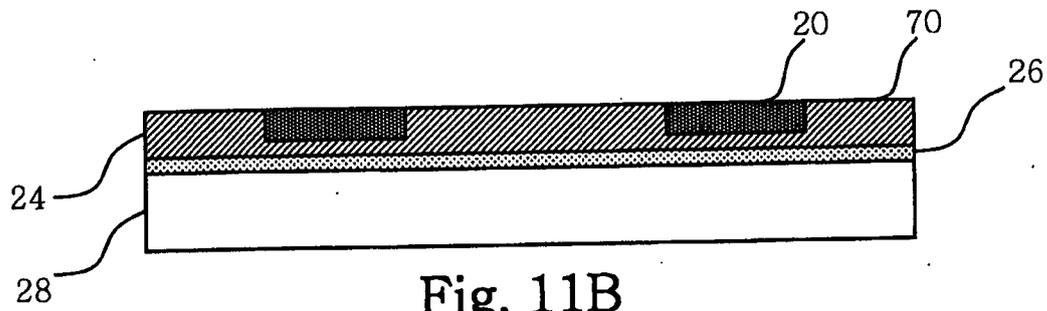


Fig. 11B

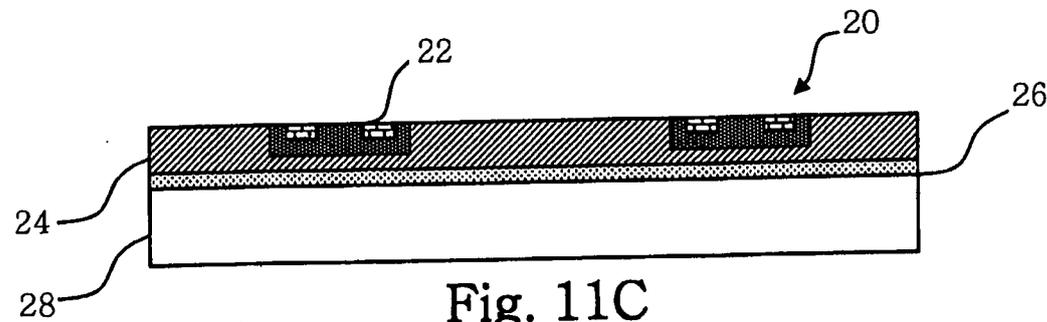


Fig. 11C

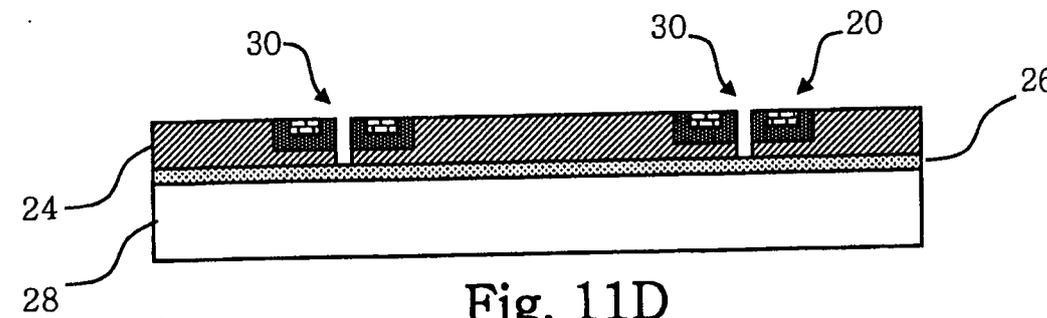


Fig. 11D

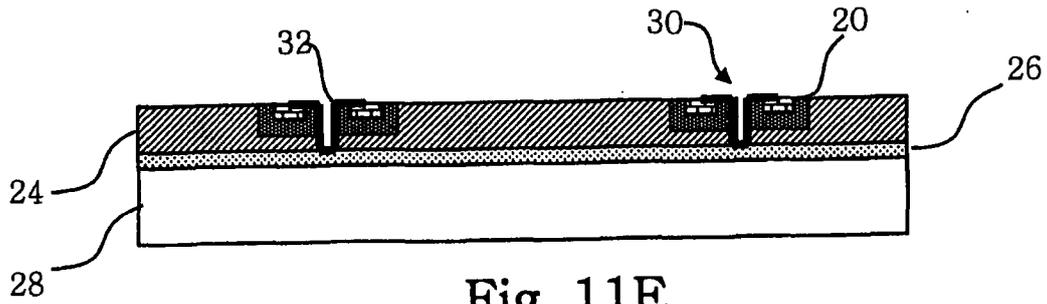


Fig. 11E

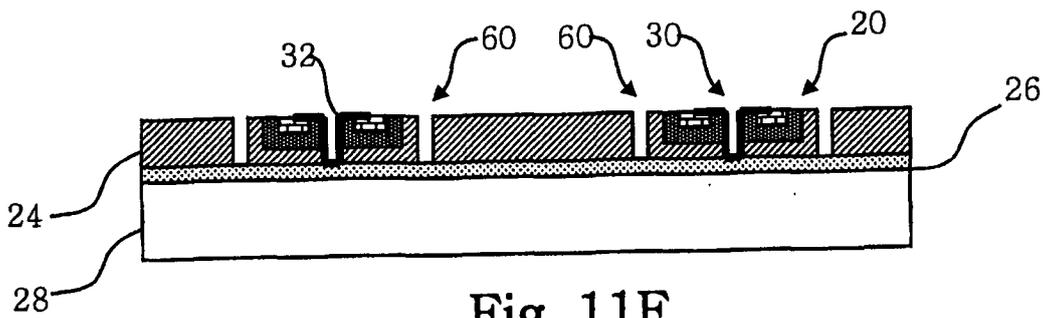


Fig. 11F

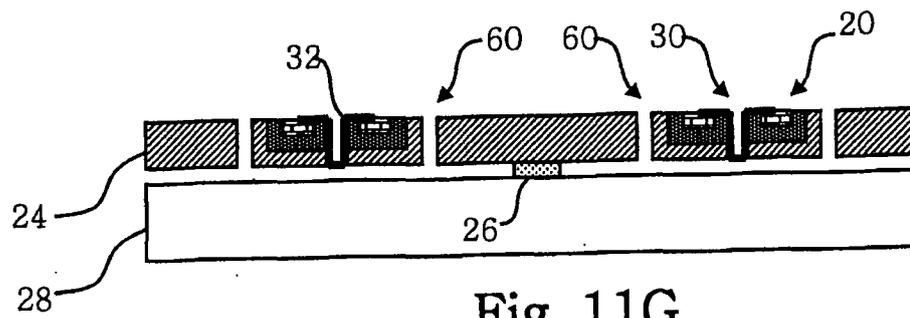


Fig. 11G

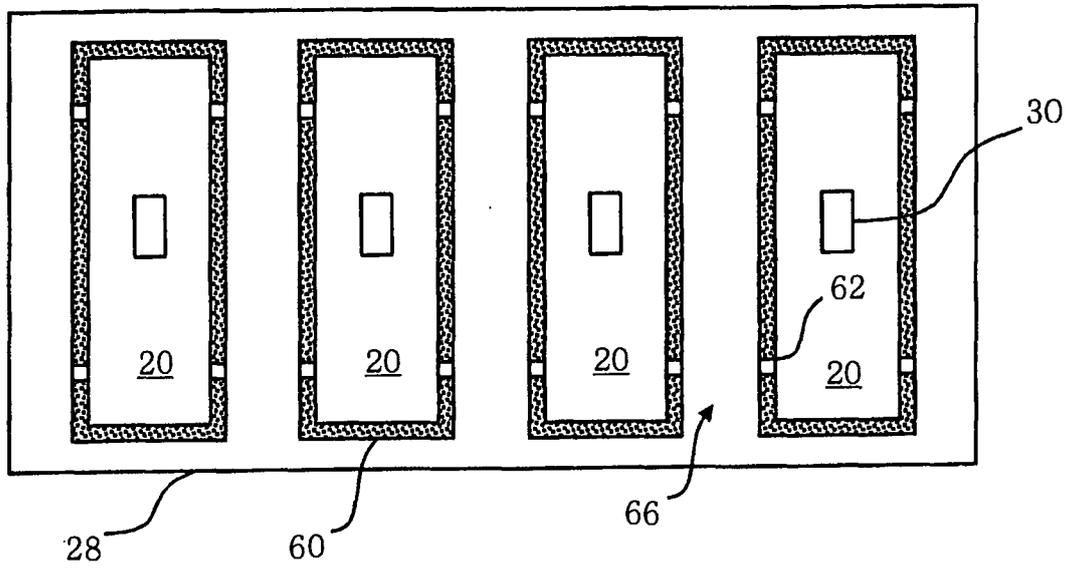


Fig. 12

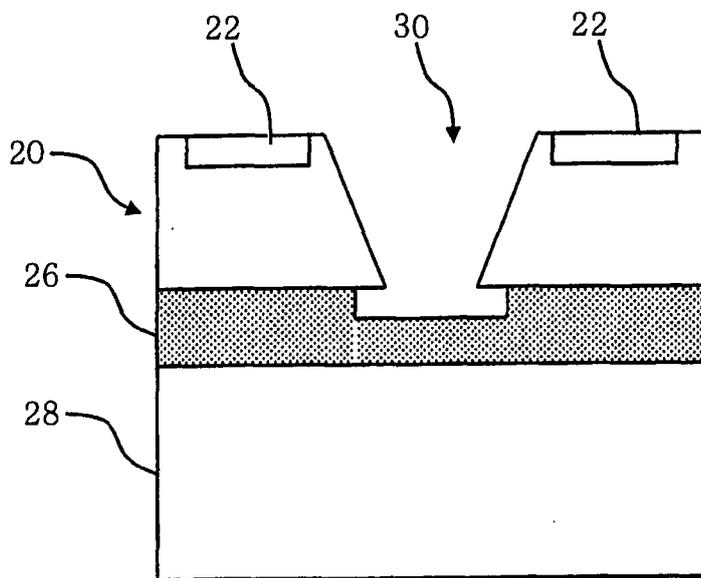


Fig. 13A.

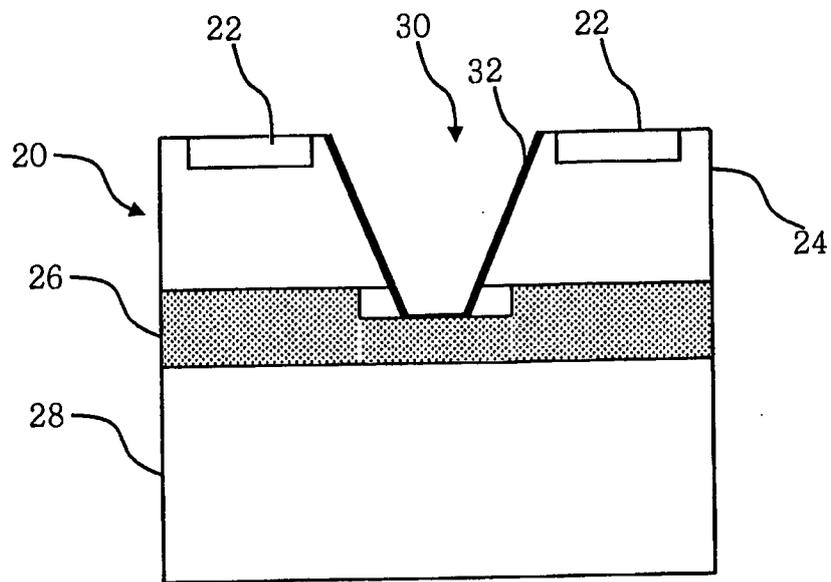


Fig. 13B

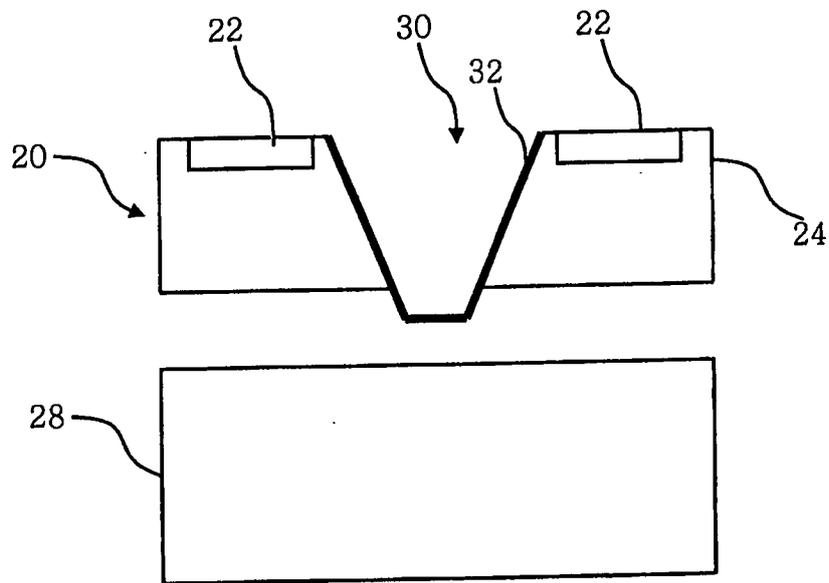


Fig. 13C

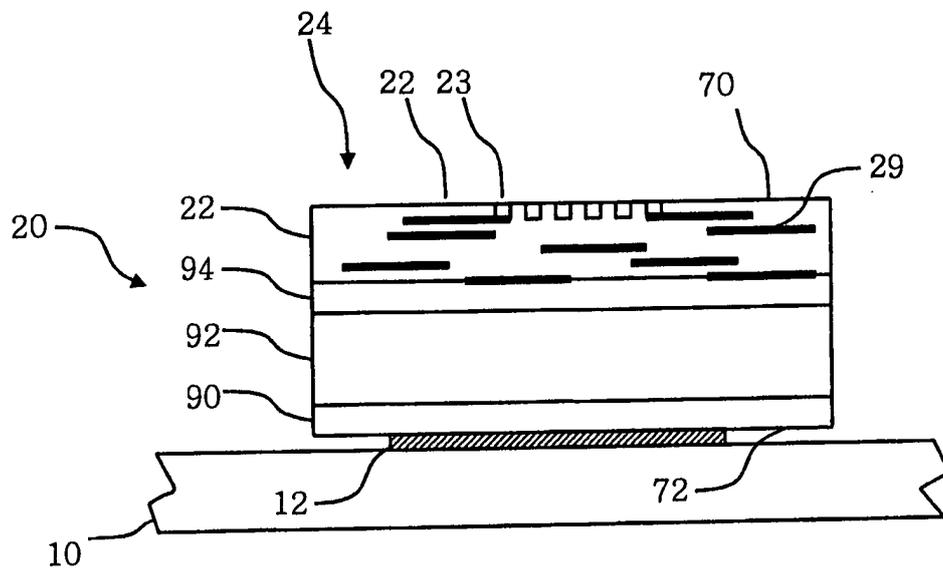


Fig. 14

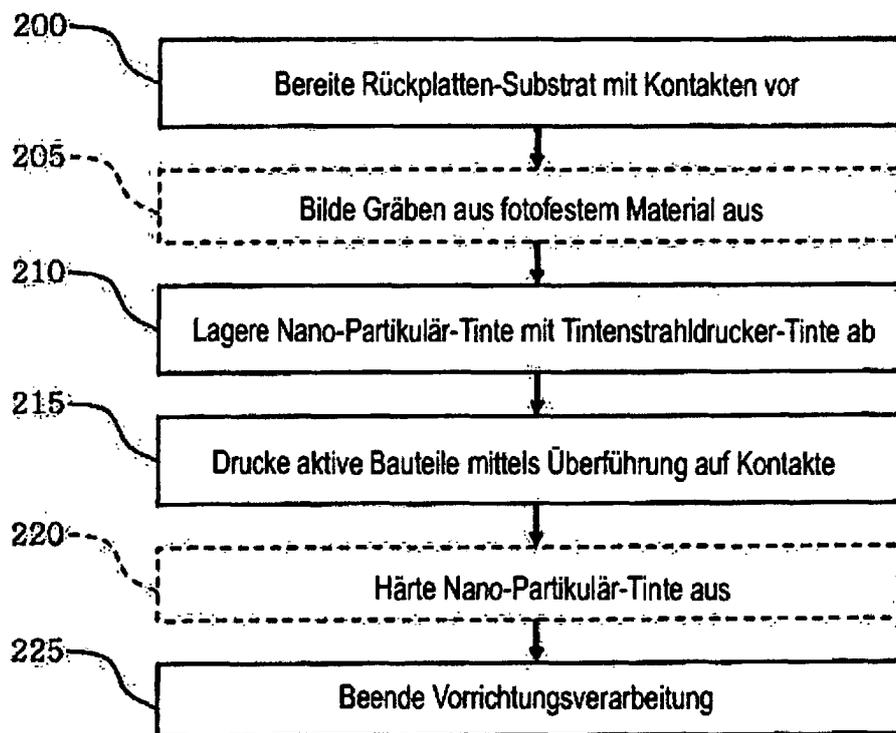


Fig. 15

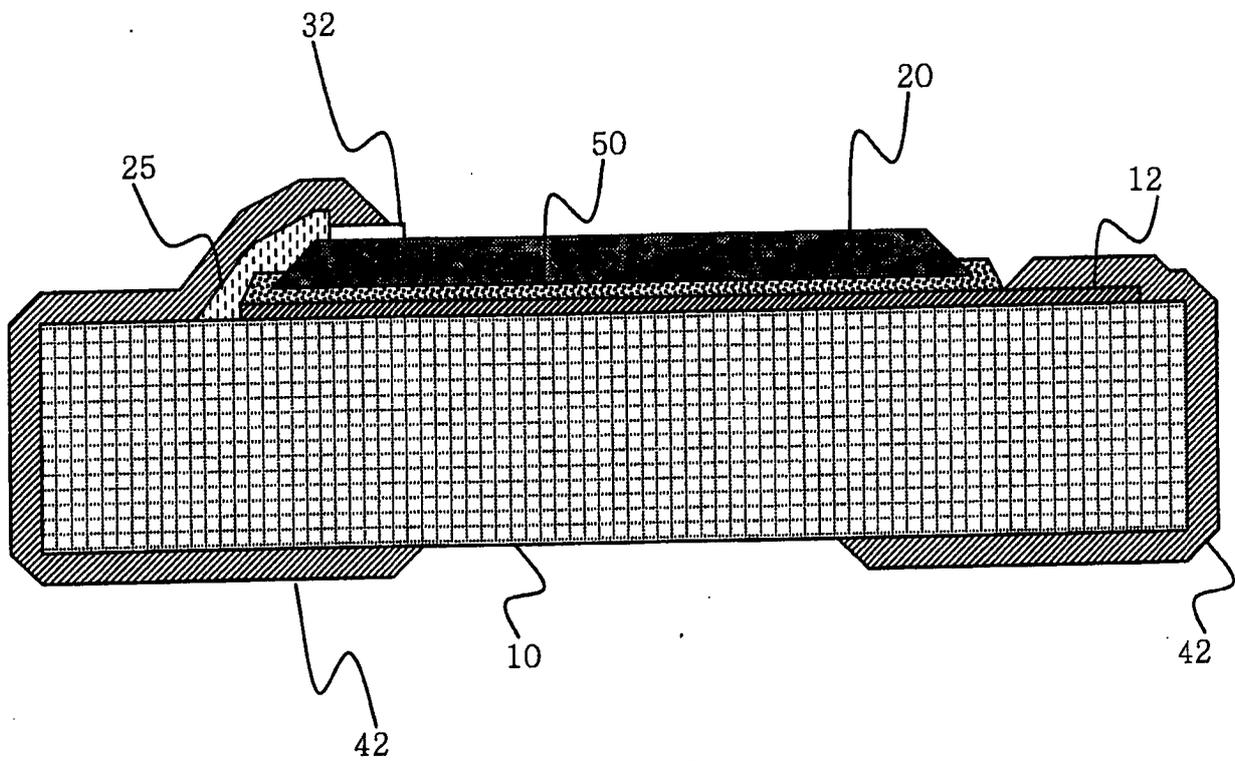


Fig. 16

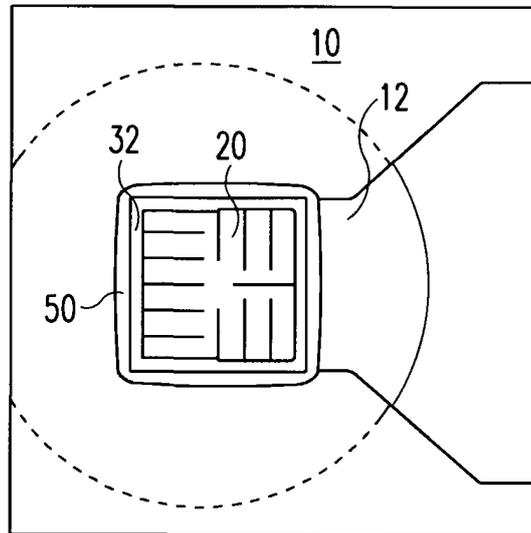


Fig. 17

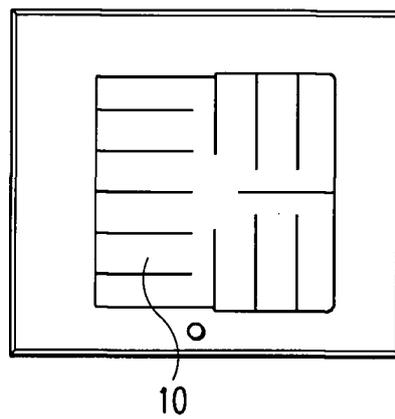


Fig. 18