



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 35 629 T2** 2008.07.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 795 200 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 35 629.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US95/14842**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 939 966.8**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1996/015551**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.11.1995**
(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **23.05.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.09.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.10.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.07.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01R 9/00** (2006.01)
H01R 29/00 (2006.01)
B23K 31/02 (2006.01)
H05K 3/30 (2006.01)
H01L 23/49 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)
H01L 23/48 (2006.01)
H01L 23/498 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)
H01L 21/68 (2006.01)
H01L 23/32 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
340144 15.11.1994 US
PCT/US94/13373 16.11.1994 WO
452255 26.05.1995 US
457479 01.06.1995 US
526246 21.09.1995 US
533584 18.10.1995 US
554902 09.11.1995 US

(73) Patentinhaber:
Formfactor, Inc., Livermore, Calif., US

(74) Vertreter:
Kahler, Käck & Mollekopf, 86899 Landsberg

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, IT, LI

(72) Erfinder:
KHANDROS, Igor Y., Orinda, CA 94563, US;
MATHIEU, Gaetan L., Varennes, QC J3X 1P7, CA;
ELDRIDGE, Benjamin N., Hopewell Junction, NY
12533, US; GRUBE, Gary W., Monroe, NY 10950,
US; DOZIER, Thomas H., Carrolton, TX 75006, US

(54) Bezeichnung: **MONTAGE VON ELEKTRONISCHEN KOMPONENTEN AUF EINER LEITERPLATTE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft das Ausbilden von Verbindungen zwischen elektronischen Komponenten, vor allem mikroelektronischen Komponenten, und insbesondere das Vorsehen von Techniken zum lös- baren Befestigen (Sockelmontieren) von Halbleiter- chips und -gehäusen an Leiterplatten.

[0002] Elektronische Komponenten, insbesondere mikroelektronische Komponenten, wie z. B. Halbleiterbauelemente (Chips), weisen oft eine Vielzahl von Anschlüssen auf (auch als Bondkontaktstellen, Elektroden oder leitende Flächen bezeichnet). Um derartige Bauelemente zu einem nützlichen System (oder Teilsystem) zusammenzubauen, muss eine Anzahl von einzelnen Bauelementen elektrisch miteinander verbunden werden, typischerweise durch Zwischenschaltung einer Leiterplatte (oder gedruckten Schaltung) (PCB, PWB).

[0003] Halbleiterbauelemente sind typischerweise innerhalb eines Halbleitergehäuses mit einer Vielzahl von externen Verbindungspunkten in Form von Stiften, Kontaktstellen, Anschlüssen, Lotkugeln und ähnlichem angeordnet. Viele Arten von Halbleitergehäusen sind bekannt, und Techniken zum Verbinden des Halbleiterbauelements innerhalb des Gehäuses umfassen Bonddrähte, Automatikfilmbonden (TAB) und ähnliches. In einigen Fällen ist ein Halbleiterbauelement mit erhöhten Bondkontakten versehen, und ist durch Flip-Chip-Techniken mit einer anderen elektronischen Komponente verbunden.

[0004] Verbindungen zwischen elektronischen Komponenten können allgemein in die zwei großen Kategorien "relativ permanent" und "leicht wiederlösbar" klassifiziert werden.

[0005] Ein Beispiel einer "relativ permanenten" Verbindung ist eine Lötverbindung: Sobald zwei Komponenten aneinandergelötet sind, muss ein Ablötvorgang angewendet werden, um die Komponenten zu trennen. Drahtbonden ist ein weiteres Beispiel einer "relativ permanenten" Verbindung.

[0006] Ein Beispiel einer "leicht wiederlösbaren" Verbindung ist, wenn steife Stifte einer elektronischen Komponente durch elastische Sockelelemente einer anderen elektronischen Komponente aufgenommen werden. Die Sockelelemente üben eine Anpresskraft (Druck) in einem Ausmaß auf die Stifte aus, das ausreicht, um dazwischen eine zuverlässige, elektrische Verbindung sicherzustellen. Die Verbindungselemente, die Druckkontakt mit einer elektronischen Komponente ausüben sollen, werden hier als "Federn" oder "Federelemente" bezeichnet.

[0007] Federelemente sind wohlbekannt und tauchen in einer Vielzahl von Formen und Größen auf.

Im heutigen mikroelektronischen Umfeld gibt es einen großen Bedarf dafür, dass alle Verbindungselemente, einschließlich Federn, immer kleiner werden, damit eine große Vielzahl derartiger Verbindungselemente auf einer kleinen Fläche angeordnet werden können, um eine hohe Dichte von Verbindungen mit elektronischen Komponenten zu bewirken.

[0008] Herkömmliche Techniken zum Ausbilden von Federelementen umfassen im Allgemeinen das Stanzen (Lochen) oder Ätzen eines Federmaterials, wie z. B. Phosphorbronze oder Berylliumkupfer oder Stahl oder eine Nickel-Eisen-Kobalt-Legierung (z. B. Kovar), um einzelne Federelemente auszubilden, das Formen der Federelemente, um eine Federform (z. B. gebogen etc.) aufzuweisen, das Plattieren der Federelemente mit einem guten Kontaktmaterial (z. B. ein Edelmetall, wie z. B. Gold, das beim Kontaktieren eines ähnlichen Materials einen geringen Kontaktwiderstand aufzeigen wird), und das Formen einer Vielzahl von derartig geformten, plattierten Federelementen zu einem linearen, einem peripheren oder einem Arraymuster. Beim Plattieren von Gold auf die zuvor genannten Materialien ist manchmal eine dünne (beispielsweise 0,912–1,5 µm (30–50 Mikro-Inches)) Sperrschicht aus Nickel geeignet.

[0009] Verschiedene Probleme und Beschränkungen gehen mit derartigen Techniken für das Ausbilden von Federelementen einher.

[0010] Beispielsweise sind diese Prozesse beschränkt, wenn Anwendungen es erforderlich machen, dass eine Vielzahl von Federn (Verbindungselementen) in einem feinen Rastermaß (z. B. 0,254 mm (10 mil)) angeordnet sind. Ein derartig feines Rastermaß verlangt schon an sich, dass jede Feder im Wesentlichen kleiner (z. B. 0,0762 mm (3 mil)) als das Rastermaß bemessen ist (d. h. im Querschnitt).

[0011] Eine Ausstanzfläche muss untergebracht werden und beschränkt, wie viel Material zum Ausbilden von Federn übrig ist. Auch wenn es im besten Fall relativ unkompliziert sein kann, kleine Federn mit nur 25,4 µm (1 mil) auszustanzen, so auferlegen derartig kleine Größen Beschränkungen bei der Anpresskraft, die zuverlässig durch Federn ausgeübt werden kann. Dies ist besonders bitter im Zusammenhang mit der Herstellung von Flächen-Arrays von Federn.

[0012] Im Allgemeinen ist eine gewisse Minimalanpresskraft erwünscht, um einen verlässlichen Druckkontakt auf elektronische Komponenten (z. B. auf Anschlüsse auf elektronischen Komponenten) zu bewirken. Beispielsweise kann eine Anpress-(Belastungs-)Kraft von ungefähr 15 Gramm (einschließlich bis herab zu 2 Gramm oder weniger und herauf bis zu 150 Gramm oder mehr pro Kontakt) erwünscht sein, um sicherzustellen, dass eine verlässliche, elektri-

sche Verbindung mit einem Anschluss einer elektronischen Komponente ausgebildet wird, die auf ihrer Oberfläche mit Schichten verunreinigt sein kann oder die Korrosion- oder Oxidationsprodukte auf ihrer Oberfläche aufweist. Die benötigte minimale Anpresskraft jeder Feder macht es entweder erforderlich, dass die Formänderungsfestigkeit des Federmaterials oder dass die Größe des Federelements erhöht wird. Eine allgemeine Prämisse besteht darin, dass, je höher die Formänderungsfestigkeit eines Materials ist, es umso schwieriger sein wird, damit zu arbeiten (z. B. stanzen, biegen etc.). Und der Wunsch, Federn kleiner auszubilden, macht es im Wesentlichen unmöglich, sie im Querschnitt größer auszubilden.

[0013] Eine weitere Beschränkung, die mit herkömmlichen Verbindungselementen einhergeht, ist, dass, wenn harte Materialien (solche, wie für das Ausbilden von Federn verwendet werden würden) verwendet werden, relativ "feindliche" (z. B. hohe Temperatur) Prozesse, wie z. B. Hartlöten, erforderlich sind, um die Verbindungselemente an den Anschlüssen einer elektronischen Komponente zu befestigen. Beispielsweise ist bekannt, relativ steife Stifte an relative "beständige" Halbleitergehäuse zu löten bzw. hartzulöten. Solche "feindlichen" Prozesse sind zusammen mit gewissen, relativ "anfälligen", elektronischen Komponenten, wie z. B. Halbleiterbauelementen, im Allgemeinen nicht erstrebenswert (und oft nicht praktikabel). Im Gegensatz dazu ist Drahtbonden ein Beispiel eines relativ "freundlichen" Prozesses, was für anfällige, elektronische Komponenten viel weniger potentiell schädigend ist als Hartlöten. Weichlöten ist ein weiteres Beispiel eines relativ "freundlichen" Prozesses.

[0014] Ein weiteres Problem beim Befestigen von Federn an elektronischen Komponenten ist weitgehend mechanischer Natur. In Fällen, in denen eine Feder an einem Ende an einem Substrat befestigt ist (das zum Zwecke dieser Prämisse als ein unbewegliches Objekt erachtet wird) und auf Kräfte reagieren muss, die auf ihr freies Ende wirken, wird das "schwache Glied" (schwächster Punkt, in Betrieb) oft der Punkt sein, an dem die Feder am Substrat (z. B. Anschluss einer elektronischen Komponente) befestigt ist (z. B. ist die Basis der Feder gebondet). Dies erklärt zumindest teilweise das Erfordernis, "feindliche" Prozesse (z. B. Hartlöten) zu verwenden, um die Federn am Substrat zu befestigen.

[0015] Ein weiteres subtiles Problem in Verbindung mit Verbindungselementen, einschließlich Federkontakten, ist, dass die Anschlüsse einer elektronischen Komponente oft nicht perfekt koplanar sind. Verbindungselemente, denen es an einem integrierten Mechanismus zum Aufnehmen dieser "Toleranzen" (grober Nicht-Planaritäten) mangelt, werden hart gepresst werden, um gleichmäßige Kontaktdruckkon-

takte mit den Anschlüssen der elektronischen Komponente auszubilden.

[0016] Bei vielen modernen elektronischen Systemen sind ein oder mehrere Halbleiterbauelemente mit Gehäuse an Leiterplatten befestigt. Verschiedene Gehäusetypen sind wohlbekannt. Im Allgemeinen weisen alle Halbleitergehäuse externe Verbindungen auf, die entweder Stifte, Kontaktstellen, Anschlüsse, Kugelbondhügel (ball bumps) oder ähnliches sind.

[0017] Ein Halbleitergehäusotyp ist durch die US-A-4,700,276 ("FREYMAN") mit dem Titel ULTRA HIGH DENSITY PAD ARRAY CHIP CARRIER verkörpert. Wie darin allgemein offenbart, ist ein Keramiksubstrat vorgesehen mit einer Vielzahl von Durchgangslöchern, die auf dessen Unterseite mit Lötmittel verstopft sind. Diese Löstecker (**206**) sind in einem Arraymuster angeordnet und bilden externe Oberflächenmontage-Verbindungspunkte für die endgültige Chipträgeranordnung aus. Die Lötstecker sind im Allgemeinen halbkugelförmig und ermöglichen, dass das Substrat hoch über der Platte sitzt, an der der Träger befestigt ist. Ein Halbleitergehäuse mit einem Array von Lotkugeln als dessen Verbindungspunkte an dessen Außenfläche wird hierin als ein Ball-Grid-Array-(BGA)-Typ-Gehäuse bezeichnet.

[0018] Im Allgemeinen gibt es zwei Typen von BGA-Lotkugeln: (1) eutektische Massen, die beim Aufschmelzen schmelzen; und (2) Massen, wie z. B. 90:10 Blei:Zinn, die nicht geschmolzen werden, sondern vielmehr mit einem eutektischen Material befestigt werden. Der erste Lotkugeltyp wird nach dem Aufschmelzen leicht kollabieren (z. B. ungefähr 0,1524 mm (6 mils)), was zu einigen Bedenken über die endgültige Planarität der Vielzahl von dadurch hervorgerufenen Verbindungen führt. Der zweite Lotkugeltyp kollabiert nicht, da sie nicht aufgeschmolzen werden. Da jedoch ein eutektisches Material verwendet wird, um den zweiten Lotkugeltyp zu befestigen, können gewisse Substratmaterialien, die der Hitze bei eutektischen Befestigungsprozessen nicht widerstehen können, nicht verwendet werden. Diese Information ist zum Zweck von allgemeinem Hintergrundwissen vorgesehen.

[0019] Ein weiterer Halbleitergehäusotyp ist das Land-Grid-Array (LGA), das mit einer Vielzahl (z. B. einem Array) von Anschlüssen (Kontaktstellen (oder "Lötaugen")) an seiner Oberfläche versehen ist. Im Allgemeinen werden elastische Verbindungselemente verwendet, um elektrische Verbindungen mit den Lötaugen eines LGA's auszubilden. Die vorliegende Erfindung offenbart einen "Sockel" mit einer Vielzahl von elastischen Verbindungselementen zum Ausbilden elektrischer Verbindungen mit den Anschlüssen einer elektronischen Komponente, wie z. B. einem LGA-Typ-Halbleitergehäuse.

[0020] Im Allgemeinen ist es erwünscht, dass Sockel für LGA- und BGA-Typ-Halbleitergehäuse an einer Leiterplatte festgelötet (z. B. oberflächenmontiert) sind. Herkömmliche Sockel, die auf Stifte angewiesen sind, erfordern entsprechende Löcher durch die Leiterplatte. Unter Verwendung herkömmlicher Techniken zur Herstellung von Löchern (z. B. plattierter Durchgangslöcher) bei Leiterplatten ist der Abstand zwischen benachbarten Löchern (Rastermaß) typischerweise auf nicht weniger als 2,54 mm (100 mils) zwischen benachbarten Löchern beschränkt. Darüberhinaus stellen plattierte Durchgangslöcher einen zusätzlichen Kostenfaktor bei der Herstellung von Leiterplatten dar. Was benötigt wird, ist ein "fest-lötbarer" oder "oberflächenmontierbarer" Sockel, um zu ermöglichen, dass Verbindungen in einem feineren Rastermaß (z. B. 1,27 mm (50 mils)) und zu reduzierten Kosten hergestellt werden.

[0021] Zusätzliche interessierende Literaturnachweise gegenüber BGA- und LGA-Typ-Gehäusen umfassen die folgenden US-Patente: 5,241,133; 5,136,366; 5,077,633; 5,006,673; und 4,700,473.

[0022] Das zuvor genannte BGA-Typ-Gehäuse ist oberflächenmontiert, indem das Halbleitergehäuse auf eine PCB festgelötet wird. Dies bewirkt eine mehr oder weniger permanente Verbindung des mit einem Gehäuse verschlossenen Halbleiterbauelements mit der PCB. Um das Halbleiterbauelement mit Gehäuse zu entfernen (wie z. B. zur Ersetzung oder Aufrüstung), wäre es notwendig, das gesamte Gehäuse von der PCB abzulöten – ein Prozess, der entweder die PCB oder das innerhalb des Halbleitergehäuses enthaltene Halbleiterbauelement beschädigen kann. Um eine Komponente von einer PCB abzulöten, ist es darüber hinaus allgemein notwendig, dass die PCB vom System, in dem sie angeordnet ist, zu entfernen.

[0023] Techniken, um Halbleitergehäuse wiederlösbar mit PCBs zu verbinden, leiden nicht unter derartigen Launen. Beispielsweise wird ein Halbleitergehäuse mit Stiften leicht in einen Sockel gesteckt, der permanent an einer PCB befestigt ist, und wird genauso leicht vom Sockel entfernt.

[0024] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung richtet sich auf das Vorsehen einer Technik, durch die jede elektronische Komponente, wie z. B. ein BGA- oder ein LGA-Typ-Halbleitergehäuse, leicht und ohne Ablöten von einer PCB abgenommen werden kann – mit anderen Worten, auf das Vorsehen von "Sockeln" für BGA- und LGA-Typ-Halbleitergehäuse. Dies erleichtert nicht nur das Ersetzen/Aufrüsten des Halbleiterbauelements im Gehäuse, sondern sieht auch die Möglichkeit vor, das Halbleiterbauelement im Gehäuse in Fällen zu testen, in denen die PCB eine Prüfkarte oder ein Prüfkarteneinsatz ist.

[0025] Als eine allgemeine Prämisse erfordern wie-

derlösbar Verbindungen eine gewisse Art von zwischen den elektronischen Komponenten herzustellendem Druckkontakt. Sockel zum Aufnehmen verstifteter Halbleitergehäuse weisen typischerweise lamellenartige Federelemente zum Aufnehmen der Gehäusestifte auf.

[0026] Die nachstehenden US-Patente sind als interessierende Druckschriften genannt: 5,386,344; 5,336,380; 5,317,479; 5,086,337; 5,067,007; 4,989,069; 4,893,172; 4,793,814; 4,777,564; 4,764,848; 4,667,219; 4,642,889; 4,330,165; 4,295,700; 4,067,104; 3,795,037; 3,616,532; und 3,509,270.

[0027] Techniken zum Ausbilden von Lotkugeln und/oder erhöhten Lötkontakthügeln auf elektronischen Komponenten umfassen lediglich beispielhaft:

- (1) Aufbringen von Klacksen (kleinen Mengen) von Lötpaste auf Kontaktstellen und Aufschmelzen der Lötpaste;
- (2) Bilden von Lötsteckern bei plattierten Flächen (siehe z. B. [Fig. 2c](#) von FREYMAN);
- (3) Ausformen von Lotkugelkontakten direkt auf einem Substrat (siehe, z. B. US-A-5,381,846); und
- (4) Füllen von Löchern in einem Filmträger mit einem Lötmedium, Platzieren des Trägers über dem Substrat, und Aufschmelzen des Lötmediums, so dass es an den Kontaktstellen auf dem Substrat haftet (siehe z. B. US-A- 5,388,327).

[0028] Weitere Verfahren zum Ausbilden erhöhter Lötkontakte sind die Techniken, die im zuvor genannten, gemeinsamen U.S.-Patent US-A-5476211, US-A-5917707 offenbart sind, die im Allgemeinen das Bonden eines Drahtes an zwei (beiden) Enden an einen Anschluss einer elektronischen Komponente und das Überziehen bzw. Beschichten des Drahtes mit einem Lötmedium umfasst. (Siehe z. B. [Fig. 16](#) der US-A-5917707 und die [Fig. 2–5](#) der US-A-5476211.)

[0029] Ferner offenbart die US-A-3616532 ein Verfahren zum Herstellen von Verbindungen zwischen leitenden Schichten bei einer mehrschichtigen Leiterplattenbaugruppe, wobei eine mit einem Lötmedium beschichtete Druck-Typ-Schraubenfeder in eine Öffnung bei einem isolierenden Substrat eingefügt ist, das zwischen den Schichten der zu verbindenden Schaltung positioniert ist. Beim Erhitzen schmilzt das Lötmedium, um zu ermöglichen, dass sich die Feder ausdehnt und dabei Kontakt zwischen den Leiterflächen herstellt. Wenn das Lötmedium wieder abkühlt, ist eine sichere und extrem verlässliche Verbindung hergestellt.

[0030] Die EP-A-0 145 327 offenbart eine elektrische Schnittstellenanordnung, die aus einem elektrisch isolierenden, elastisch nachgiebigem Material ausgebildet ist, in dem leitende Stifte aus einem ähn-

lichen Material befestigt sind. Die Flexibilität des Materials ermöglicht, dass elektronische Komponenten mit unterschiedlicher Größe in die Schnittstelle eingefügt und leicht aus ihr entfernt werden, und fest in der richtigen Position gehalten werden. Diese Anordnung ist insbesondere für das Befestigen kleiner Halbleiterchipbauelemente auf keramischen Mikroschaltkreisen geeignet.

[0031] Die FR-A-2 643 753 offenbart ein Verfahren zum Herstellen von Verbindungen zwischen zwei elektronischen Komponenten, wobei jede zumindest eine Elektrode aufweist. Ein deformierbarer und runder Leiter ist auf einer der beiden Elektroden angeordnet und die Elektrode der anderen elektronischen Komponente ist über dem Leiter angeordnet. Durch Ausüben von Druck wird der Leiter in seiner Position gehalten und sieht eine Verbindung zwischen den Elektroden vor.

[0032] Die FR-A-2 680 284 offenbart eine Verbindungsvorrichtung, die Verbindungen mit sehr geringem Rastermaß realisieren kann. Ein Verbindungselement weist eine Vielzahl von parallel angeordneten Leitern auf. Beide Enden jedes Leiters sind an der Oberfläche eines Substrats verdrahtet, so dass jeder Leiter eine Halbschleife ausbildet. Der elektrische Kontakt zwischen dem Verbindungselement und dem zu verbindenden Schaltkreis wird durch einen elastischen Kontakt zwischen den Leitern des Verbindungselements und den Kontaktstellen des Schaltkreises ausgebildet.

[0033] Die US-A-5 098 305 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbinden von Leiterplattenbaugruppen unter Verwendung von Memorymetalldrähten, die mechanisch in durchplattierten Löchern eingefügt sind. Memorymetalllegierungen werden bei der Herstellung von Memorymetalldrähten verwendet, um das pseudo-elastische Verhalten von Legierungen in der Austenitphase unterhalb des Formtemperaturbereichs auszunutzen.

[0034] Das IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Ausgabe 36, Nr. 07, Juli 1993, NEW YORK US, Seiten 137–138, beschreibt einen Interposer for Direct Chip Attach or Surface Mount Array Device. Offenbart ist eine Vorrichtung und ein Herstellungsprozess, die ein Mittel vorsehen, um zeitweise Elektronikkomponenten für eine direkte Chipbefestigung (Direct Chip Attach – DCA) oder ein oberflächenmontiertes Array (Surface Mount Array – SMA) zu befestigen. Die Vorrichtung dient als Zwischenelement (Interposer) zwischen einem Schaltkreisträger und der elektronischen Komponente. Dendritverbindungen werden bei den DCA-Kontakten verwendet, die in der in Bezug genommenen US 5,137,461 offenbart sind.

[0035] Das IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Ausgabe 26, Nr. 3B, August 1983, NEW

YORK US, Seite 1548, offenbart ein Kühlsystem für Halbleitermodule. Ein typisches Halbleitermodul besteht aus einem Keramiksubstrat mit Kontaktstellen und Leitern, an das Halbleiterchips durch Lotkugeln gelötet sind. Diese Anordnung ist in einer Metallkappe eingeschlossen. Die in den Halbleiterchips erzeugte Betriebswärme wird durch eine Wärmeleiterbrücke zur Metallkappe abgeleitet, von wo sie entfernt wird, beispielsweise durch Kühlrippen. Um die Wärmeableitungsrate zu verbessern, wird die Wärme direkt vom Chip zur Kappe abgeführt. Hierfür sind die Rückseiten der Chips direkt mit der Innenseite der Kappe verbunden, so dass der thermische Widerstand zwischen Chip und Kappe unerheblich ist. Durch elastische Stifte oder Drähte werden Lotkugeln der Chips mit den Kontaktstellen auf der Oberfläche des Substrats verbunden.

[0036] Die US-A-5 067 007 offenbart ein Halbleiterbauelement mit Anschlussstiften zum Befestigen an einer Oberfläche einer Leiterplatte. Die Anschlussstifte bestehen aus einem Material mit großer Elastizität, um die Verlässlichkeit beim Herstellen der Gehäuse des oberflächenmontierten Typs, der eine erhöhte Anzahl von Stiften aufweist, zu verbessern.

[0037] Das IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Ausgabe 29, Nr. 11, April 1987, NEW YORK US, Seiten 5021–5022, offenbart bimetallische VL-SI-Chipverbinder, bei denen der Chip einsteckbar und aussteckbar ist. Bimetallische Kontakte üben einen elastischen Druck auf die Kontaktstellen des Chips aus und erstrecken sich von einer ersten Fläche des Verbinders weg. Diese Kontakte sind mit einer Verdrahtung auf der gegenüberliegenden Fläche des Verbinders verbunden.

[0038] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und einen Sockel mit Verbindungselementen vorzusehen, die geeignet sind, um einen verlässlichen und lösbaren Druckkontakt mit den elektronischen Komponenten auszubilden.

[0039] Die Erfindung ist in den Ansprüchen 1 bzw. 14 definiert. Spezielle Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0040] Es werden Techniken zum Herstellen von Verbindungselementen, insbesondere Federelementen, und zum Befestigen der Verbindungselemente an elektronischen Komponenten offenbart. Die offenbarten Techniken beseitigen die Probleme im Zusammenhang mit der Herstellung von Federelementen von extrem geringer Größe, die dennoch in der Lage sind, ausreichend starke Anpresskräfte auszuüben, um verlässliche Verbindungen sicherzustellen. Die offenbarten Techniken beseitigen auch die Probleme im Zusammenhang mit dem Befestigen von Federn an elektronischen Komponenten, wie z. B. Halbleiter-

bauelementen.

[0041] Ein "zusammengesetztes" (mehrschichtiges) Verbindungselement wird hergestellt durch: Befestigen eines länglichen Elements ("Kerns") an einer elektronischen Komponente; Formen des Kerns, um eine Federform aufzuweisen; und Beschichten des Kerns, um die physikalischen (z. B. Feder-)Eigenschaften des resultierenden, zusammengesetzten Verbindungselements zu verbessern und/oder um das resultierende Verbindungselement sicher an der elektronischen Komponente zu befestigen.

[0042] Die Verwendung des Begriffs "zusammengesetzt" in der ganzen, hierin dargelegten Beschreibung stimmt mit einer 'allgemeinen' Bedeutung des Begriffs überein (z. B. ausgebildet aus zwei oder mehr Elementen), und soll nicht verwechselt werden mit irgendeiner Verwendung des Begriffs "Verbund" in anderen Bereichen des Strebens, beispielsweise wie er angewendet werden kann auf Materialien, wie z. B. Glas, Karbon oder andere Fasern, die in einer Matrix aus Harz oder ähnlichem getragen werden.

[0043] Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff "Federform" auf geradezu jede Form eines länglichen Elements, das eine elastische (stärkende) Bewegung eines Endes (Spitze) des länglichen Elements hinsichtlich einer an die Spitze angelegten Kraft aufweist. Dies umfasst längliche Elemente, die so geformt sind, dass sie ein oder mehrere Biegungen aufweisen, sowie im Wesentlichen gerade, längliche Elemente.

[0044] Wie hierin verwendet, beziehen sich die Begriffe "Kontaktfläche", "Anschluss", "Kontaktstelle" und ähnliche auf jede leitende Fläche auf irgendeiner elektronischen Komponente, an der das Verbindungselement befestigt ist und mit dem das Verbindungselement einen Kontakt ausbildet.

[0045] Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff "Lotkugel" auf jedwedes Lötmedium oder ähnliches und sieht eine lötbare, erhöhte Kontaktstruktur auf einer Oberfläche einer elektronischen Komponente vor, wie z. B. einem Halbleitergehäuse oder einem Trägersubstrat. Derartige Lotkugeln werden verwendet, um permanente, elektrische Verbindungen auszubilden zwischen der elektronischen Komponente, an der sie befestigt sind, und den Anschlüssen einer weiteren elektronischen Komponente.

[0046] Alternativ wird der Kern geformt, bevor er an eine elektronische Komponente befestigt wird.

[0047] Alternativ ist der Kern an einem Opfersubstrat, das keine elektronische Komponente ist, befestigt oder ist ein Teil von ihr. Das Opfersubstrat wird nach dem Formen, und entweder vor oder nach dem Beschichten entfernt.

[0048] Bei einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist der Kern ein "weiches" Material mit einer relativ geringen Formänderungsfestigkeit und ist mit einem "harten" Material mit einer relativ hohen Formänderungsfestigkeit beschichtet. Beispielsweise wird ein weiches Material, wie z. B. ein Golddraht, an einer Bondkontaktstelle eines Halbleiterbaulements befestigt (z. B. durch Drahtbonden) und mit einem harten Material, wie z. B. Nickel und dessen Legierungen, beschichtet (z. B. durch elektrochemisches Plattieren).

[0049] Gegenüber dem Beschichten des Kerns sind einzelne und mehrschichtige Beschichtungen, "raue" Beschichtungen mit Mikrovorsprüngen, und Beschichtungen, die sich über die gesamte Länge des Kerns oder nur einen Teil der Länge des Kerns erstrecken, beschrieben. Im letzteren Fall kann die Spitze des Kerns entsprechend freigelegt sein, um einen Kontakt mit einer elektronischen Komponente auszubilden.

[0050] Im Allgemeinen wird in der ganzen, hierin dargelegten Beschreibung der Begriff "Plattieren" als Beispiel für eine Anzahl von Techniken zum Beschichten des Kerns verwendet. Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass der Kern durch jede geeignete Technik beschichtet werden kann, einschließlich, aber nicht beschränkt auf: verschiedene Prozesse, die die Abscheidung von Materialien aus wässrigen Lösungen umfassen; elektrolytisches Plattieren; stromloses Plattieren; chemische Gasphasenabscheidung (CVD); physikalische Gasphasenabscheidung (PVD); Prozesse, die die Abscheidung von Materialien durch Auflösung flüssiger oder fester Ausgangsmaterialien verursacht; und ähnliches, wobei all diese Techniken zum Abscheiden von Materialien im Allgemeinen wohlbekannt sind.

[0051] Im Allgemeinen werden zum Beschichten des Kerns mit einem metallischen Material, wie z. B. Nickel, elektrochemische Prozesse, insbesondere stromloses Plattieren, bevorzugt.

[0052] Bei einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist der Kern ein längliches Element aus einem "harten" Material, das schon an sich geeignet ist, um als ein Federelement zu funktionieren, und ist an einem Ende an einen Anschluss einer elektronischen Komponente befestigt. Der Kern und zumindest eine benachbarte Fläche des Anschlusses sind mit einem Material beschichtet, das die Verankerung des Kerns an den Anschluss verbessert. Auf diese Weise ist es nicht nötig, dass der Kern vor dem Beschichten fest am Anschluss befestigt wird, und Prozesse, die weniger potentiell schädigend für die elektronische Komponente sind, können verwendet werden, um den Kern für das anschließende Beschichten an Ort und Stelle zu "heften". Diese "freundli-

chen" Prozesse umfassen Löten, Kleben und das Stecken eines Endes des harten Kerns in einen weichen Abschnitt des Anschlusses.

[0053] Ausführungsbeispiele, bei denen der Kern ein Draht ist, sind offenbart. Ausführungsbeispiele, bei denen der Kern ein flacher Streifen (leitendes, metallisches Band) ist, sind ebenso offenbart.

[0054] Typische Materialien, sowohl für den Kern als auch für die Beschichtungen, sind offenbart.

[0055] Nachstehend sind hauptsächlich Techniken beschrieben, die das Beginnen mit einem relativ weichen (geringe Formänderungsfestigkeit) Kern umfassen, der im Allgemeinen von sehr kleiner Größe ist (z. B. 0,0762 mm (3,0 mil) oder weniger). Weiche Materialien, wie z. B. Gold, die leicht an Halbleiterbauelementen haften, fehlt es im Allgemeinen an ausreichender Elastizität, um als Federn zu funktionieren. (Derartige weiche, metallische Materialien weisen vor allem plastische anstatt elastische Deformation auf.) Weitere weiche Materialien, die leicht an Halbleiterbauelementen anhaften und eine entsprechende Elastizität besitzen, sind oft elektrisch nicht-leitend, wie im Fall der meisten elastomeren Materialien. In jedem Fall können durch die auf den Kern aufgebrachte Beschichtung gewünschte strukturelle und elektrische Eigenschaften auf das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement übertragen werden. Das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement kann sehr klein ausgebildet sein, und kann dennoch geeignete Kontaktkräfte aufweisen. Darüberhinaus kann eine Vielzahl derartig zusammengesetzter Verbindungselemente in einem feinen Rastermaß (z. B. 0,254 mm (10 mils)) angeordnet werden, selbst wenn sie eine Länge aufweisen (z. B. 2,57 mm (100 mils)), die viel größer als der Abstand zu einem benachbarten, zusammengesetzten Verbindungselement ist (der Abstand zwischen benachbarten Verbindungselementen wird "Rastermaß" bezeichnet).

[0056] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass zusammengesetzte Verbindungselemente auf einer Mikrominiaturskala, beispielsweise als "Mikrofedern" für Verbinder und Sockel hergestellt werden können, mit Querschnittsabmessungen im Bereich von 25 Mikrometern (μm) oder weniger. Diese Fähigkeit, verlässliche Verbindungen mit eher in Mikrometern als in mils gemessenen Abmessungen herzustellen, spricht voll und ganz den entstehenden Bedarf der existierenden Verbindungstechnologie und der künftigen Flächen-Array-Technologie an.

[0057] Die zusammengesetzten Verbindungselemente der vorliegenden Erfindung weisen bessere elektrische Eigenschaften auf, einschließlich elektrischer Leitfähigkeit, Lötbarkeit und geringem Kontaktwiderstand. In vielen Fällen resultiert das Durchbie-

gen des Verbindungselements in Reaktion auf die angewandten Anpresskräfte in einem "wischenden" Kontakt, was hilft, sicherzustellen, dass ein verlässlicher Kontakt ausgebildet wird.

[0058] Ein zusätzlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass Verbindungen, die mit den Verbindungselementen der vorliegenden Erfindung ausgebildet wurden, leicht wiederlösbar sind. Das Löten, um die Verbindung mit einem Anschluss einer elektronischen Komponente zu bewirken, ist optional, wird aber auf einer Systemebene im Allgemeinen nicht bevorzugt.

[0059] Es werden Techniken beschrieben, um Verbindungselemente mit kontrollierter Impedanz auszubilden. Diese Techniken umfassen im Allgemeinen das Beschichten (z. B. elektrophoretisch) eines leitenden Kerns oder eines gesamten, zusammengesetzten Verbindungselements mit einem dielektrischen Material (Isolierschicht), und das Überziehen bzw. Beschichten des dielektrischen Materials mit einer Außenschicht eines leitenden Materials. Durch Erdung der Außenschicht aus leitendem Material kann das resultierende Verbindungselement effektiv abgeschirmt und dessen Impedanz leicht kontrolliert werden.

[0060] Verbindungselemente können als einzelne Einheiten für das spätere Befestigen an elektronischen Komponenten vorgefertigt werden. Verschiedene Techniken zur Erfüllung dieser Aufgabe sind hierin dargelegt. Obwohl in diesem Dokument nicht speziell enthalten, wird es als relativ unkompliziert angesehen, eine Maschine herzustellen, die das Befestigen einer Vielzahl von einzelnen Verbindungselementen an einem Substrat oder alternativ das Lagern einer Vielzahl von einzelnen Verbindungselementen in einem Elastomer oder auf einem Trägersubstrat erledigt.

[0061] Es sollte klar sein, dass das zusammengesetzte Verbindungselement, das in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, sich grundlegend unterscheidet von Verbindungselementen des Stands der Technik, die beschichtet wurden, um ihre Eigenschaften bzgl. elektrischer Leitfähigkeit zu verbessern oder um ihren Korrosionswiderstand zu verbessern.

[0062] Die Beschichtung ist speziell dazu gedacht, die Verankerung des Verbindungselements an einem Anschluss einer elektronischen Komponente im Wesentlichen zu verbessern und/oder um die gewünschten, elastischen Eigenschaften auf das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement zu übertragen. Spannungen (Anpresskräfte) werden auf Abschnitte des Verbindungselements geleitet, die speziell dazu vorgesehen sind, die Spannungen zu absorbieren.

[0063] Es sollte auch gewürdigt werden, dass die vorliegende Erfindung im Wesentlichen eine neue Technik zum Herstellen von Federstrukturen vorsieht. Im Allgemeinen ist die funktionsfähige Struktur der resultierenden Feder eher ein Produkt des Plat-tierens als des Biegens und Formens. Dies öffnet die Tür für die Verwendung einer umfangreichen Auswahl an Materialien für die Bildung der Federform und einer Auswahl an "freundlichen" Prozessen für das Befestigen der "Hilfsstruktur" des Kerns an die elektronische Komponente. Das Beschichten wirkt als eine "Überstruktur" auf der "Hilfsstruktur" des Kerns, wobei beide Begriffe aus dem Bereich des Bauingenieurwesens stammen.

[0064] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung werden "Sockel" vorgesehen, um zu ermöglichen, dass LGA- und BGA-Typ-Halbleitergehäuse mit einer elektronischen Komponente, wie z. B. einer Leiterplatte (PCB, PWB), lösbar verbunden (sockelmontiert) werden. Im Allgemeinen umfassen die Sockel ein Trägersubstrat mit einer Oberseite und einer Unterseite. Lotkugeln oder ähnliches sind an der Unterseite des Trägersubstrats vorgesehen, um den Sockel an die Leiterplatte zu löten, und bewirken dabei eine permanente (obgleich wiederlösbare) Verbindung zwischen dem Sockel und einer Leiterplatte (daher der Begriff "festlöten", wie hierin verwendet). Eine Vielzahl von elastischen Kontaktstrukturen ist an der Oberseite des Trägersubstrats vorgesehen (oder auf jegliche geeignete Art und Weise, die ermöglicht, dass sich die elastischen Kontaktstrukturen von der Oberfläche des Trägersubstrats nach oben erstrecken), um Druckverbindungen mit den externen Verbindungspunkten (Kontaktstellen, Kugeln) eines LGA- bzw. eines BGA-Typ-Gehäuses auszubilden.

[0065] Im Allgemeinen kann jede elastische Kontaktstruktur überall in den ganzen, hierin offenbarten Sockelausführungsbeispielen verwendet werden. Die zusammengesetzten Verbindungselemente, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, sind lediglich ein Beispiel geeigneter, elastischer Kontaktstrukturen für derartige Sockel und werden im Allgemeinen aufgrund ihrer zuvor genannten, relativen Herstellungsfreundlichkeit in kleinen Abmessungen bevorzugt.

[0066] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das als ein Sockel für ein LGA-Typ-Gehäuse dient, ist der Druckkontakt ausgebildet zu den Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen in einer Richtung, die im Allgemeinen senkrecht zur Oberseite des Trägersubstrats ist.

[0067] Im Allgemeinen sehen die Ausführungsbeispiele von hierin beschriebenen Festlöt-Sockeln eine effektive Technik vor, um Druckverbindungen mit Anschlüssen jeglicher elektronischen Komponente, ein-

schließlich Halbleitergehäusen und blanken, gehäuselosen Halbleiterchips auszubilden. Der Festlöt-Sockel umfasst ein Trägersubstrat mit einer Oberseite und einer Unterseite, eine Vielzahl von elastischen Kontaktstrukturen, die sich von der Oberseite des Trägersubstrats erstrecken, wobei jede elastische Kontaktstruktur eine Spitze an ihrem freien Ende aufweist, und Mittel zum Bewirken einer Druckverbindung zwischen den Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen und den Anschlüssen der elektronischen Komponente. Im Allgemeinen müssen entweder die eine oder die andere elektronische Komponente oder die Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen relativ zur anderen bewegt werden, um derartige Druckverbindungen zu bewirken. Beispielsweise kann das Mittel zum Bewirken der Druckverbindung ein bewegliches Gleitelement sein, an das die elektronische Komponente befestigt ist, welches geeignet ist, um die Anschlüsse der elektronischen Komponente gegen die Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen zu bewegen. Alternativ kann das Mittel zum Bewirken der Druckverbindung ein auf die elastischen Kontaktstrukturen wirkendes, bewegliches Gleitelement sein, das geeignet ist, um die Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen gegen die Anschlüsse der elektronischen Komponente zu bewegen. In jedem Fall ist es erstrebenswert, eine Wischbewegung der Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen gegenüber den Anschlüssen der elektronischen Komponente zu bewirken. Ungeachtet dessen, ob es die Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen oder die Anschlüsse selbst sind, die bewegt werden, ist vorzugsweise ein Mechanismus vorgesehen, der begrenzt, wie weit sich die Spitzen der elastischen Kontaktstrukturen über die Anschlüsse der elektronischen Komponente bewegen, um sicherzustellen, dass sie in Druckkontakt mit den Anschlüssen der elektronischen Komponente bleiben. Wie erwähnt, ist es vorzuziehen, dass der Sockel permanent an eine Leiterplatte befestigt ist. Zu diesem Zweck ist es vorzuziehen, dass eine Vielzahl von lötbaren, erhöhten Kontaktstrukturen an der Oberseite des Trägersubstrats angeordnet und über das Trägersubstrat mit der Vielzahl von elastischen Kontaktstrukturen verbunden ist.

[0068] Es sollte klar sein, dass die hierin offenbarten LGA-Typ-Sockel geeignet sind, um Druckverbindungen zu blanken Chips auszubilden, die an ihrer Oberfläche angeordnete Bondkontaktstellen aufweisen, und dass die hierin offenbarten BGA-Typ-Sockel geeignet sind, um Druckverbindungen zu blanken Chips auszubilden, die an ihrer Oberfläche erhöhte Kontaktstrukturen aufweisen. Ein Beispiel von erhöhten Kontaktstrukturen auf einer Oberfläche eines Halbleiterchips sind erhöhte Lötkontakte (Bondhügel), die durch den IBM-Prozess "C4" hergestellt werden. Wie hierin verwendet, ist ein "blanker Chip" ein Halbleiterchip (Baelement), der nicht in einem Gehäuse verschlossen wurde, unabhängig davon, ob der Chip mit anderen Chips auf einem Halbleiterwa-

fer gehäuft ist oder nachdem einzelne Chips von einem Halbleiterwafer abgetrennt wurden.

[0069] Zusätzlich wird eine neue Technik offenbart, um Lotkugeln auf Kontaktstellen (Kontaktflächen, Anschlüssen) einer elektronischen Komponente zu befestigen. Beispielsweise kann diese Technik verwendet werden, um die zuvor genannten Lotkugeln an den zuvor genannten Trägersubstraten für LGA- und BGA-Festlöt-Sockel zu befestigen.

[0070] Im Allgemeinen umfasst die Lötform eine Vielzahl von großen Lötmassen, die miteinander durch eine Vielzahl von kleineren Lötbrücken verbunden sind. Die Lötform ist gegen eine Oberfläche einer elektronischen Komponente angeordnet, auf der es erwünscht ist, Lotkugeln zu befestigen, und die Lötform wird erhitzt, um die Lötmassen und Lötbrücken aufzuschmelzen. Während des Aufschmelzens werden die Lötmassen zu Lotkugeln, und die Lötbrücken werden in den Lotkugeln zusammengezogen. Vorzugsweise ist vor dem Aufschmelzen ein Lötflussmittel oder eine Lötpaste auf entweder der Lötform oder auf den Kontaktstellen der elektronischen Komponente vorgesehen.

[0071] Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden angesichts deren nachstehenden Beschreibung deutlich.

[0072] Es wird detailliert auf die bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung Bezug genommen, von denen Beispiele in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind.

[0073] [Fig. 1A](#) ist eine Querschnittsansicht eines Längsabschnitts mit einem Ende eines Verbindungselements, der bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0074] [Fig. 1B](#) ist eine Querschnittsansicht eines Längsabschnitts mit einem Ende eines Verbindungselements, der bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0075] [Fig. 1C](#) ist eine Querschnittsansicht eines Längsabschnitts mit einem Ende eines Verbindungselements, der bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0076] [Fig. 1E](#) ist eine Querschnittsansicht eines Längsabschnitts mit einem Ende eines Verbindungselements, der bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0077] [Fig. 2A](#) ist eine Querschnittsansicht eines Verbindungselements, das an einen Anschluss einer elektronischen Komponente befestigt ist und eine mehrschichtige Ummantelung aufweist, welches bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet

werden kann.

[0078] [Fig. 2B](#) ist eine Querschnittsansicht eines Verbindungselements mit einer mehrschichtigen Ummantelung, wobei eine Zwischenschicht aus einem dielektrischen Material besteht, welches bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0079] [Fig. 2C](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Vielzahl von an einer elektronischen Komponente (z. B. einem Prüfkarteneinsatz) befestigten Verbindungselementen, die bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0080] [Fig. 2D](#) ist eine Querschnittsansicht eines exemplarischen, ersten Schritts einer Technik zum Herstellen von Verbindungselementen, der bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0081] [Fig. 2E](#) ist eine Querschnittsansicht eines exemplarischen, weiteren Schritts der Technik von [Fig. 2D](#) zum Herstellen von Verbindungselementen, der bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0082] [Fig. 2F](#) ist eine Querschnittsansicht eines exemplarischen, weiteren Schritts der Technik von [Fig. 2E](#) zum Herstellen von Verbindungselementen, der bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0083] [Fig. 2G](#) ist eine Querschnittsansicht einer exemplarischen Vielzahl von einzelnen, gemäß der Technik von [Fig. 2D-Fig. 2F](#) hergestellten Verbindungselementen, die bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0084] [Fig. 2H](#) ist eine Querschnittsansicht einer exemplarischen Vielzahl von Verbindungselementen, die gemäß der Technik von [Fig. 2D-Fig. 2F](#) hergestellt wurden und miteinander in einer vorgeschriebenen räumlichen Beziehung zugeordnet sind, welche bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0085] [Fig. 2I](#) ist eine Querschnittsansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels zum Herstellen von Verbindungselementen und zeigt ein einendigen Abschnitt eines Verbindungselements, welches bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0086] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels eines LGA-Sockels, der bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0087] [Fig. 3A](#) ist eine Querschnittsansicht eines

weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen LGA-Sockels.

[0088] [Fig. 3B](#) ist eine Querschnittsansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Sockels und zeigt ein einendigen Abschnitt eines Verbindungselements, gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0089] [Fig. 3C](#) ist eine Querschnittsansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Sockels und zeigt ein einendigen Abschnitt eines Verbindungselements, gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0090] Die [Fig. 4](#) bis [4D](#) sind gestrichen.

[0091] [Fig. 5B](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts eines LGA-Sockels, gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0092] [Fig. 5C](#) ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts eines alternativen Ausführungsbeispiels eines Festlöt-Sockels, gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0093] [Fig. 6A](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Technik zum Befestigen von Paaren von Verbindungselementen als Verbindungsstrukturen an ein Substrat, die bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0094] [Fig. 6E](#) ist eine Seitenansicht eines Verbindungselements, das Kontakt zu einem Kugelbondhügel-(ball bump)-Anschluss einer elektronischen Komponente herstellt, welches bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0095] [Fig. 7A](#) ist eine perspektivische Ansicht, teilweise im Querschnitt, einer Lötvorform für die Verwendung beim Befestigen einer Vielzahl von Kugelbondhügel-Typ-Anschlüssen an einer elektronischen Komponente, welche bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet werden kann.

[0096] [Fig. 7B](#) ist eine seitliche Querschnittsansicht der Lötvorform von [Fig. 7A](#) bei einem nachfolgenden Schritt der Technik zum Befestigen von Kugelbondhügeln an einer elektronischen Komponente, die bei der Erfindung verwendet werden könnte.

[0097] [Fig. 7C](#) ist eine Seitenansicht, teilweise im Querschnitt, von Kugelbondhügel-Anschlüssen, die an einer elektronischen Komponente befestigt sind, welche bei der Erfindung verwendet werden könnten.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0098] Ein "zusammengesetztes" Verbindungselement kann ausgebildet werden, indem man mit einem Kern beginnt (der an einem Anschluss einer elektro-

nischen Komponente befestigt sein kann), dann den Kern mit einem geeigneten Material beschichtet, um: (1) die mechanischen Eigenschaften des resultierenden, zusammengesetzten Verbindungselements herzustellen; und/oder (2), wenn das Verbindungselement an einem Anschluss einer elektronischen Komponente befestigt ist, das Verbindungselement sicher am Anschluss zu verankern. Auf diese Weise kann ein elastisches Verbindungselement (Federelement) hergestellt werden, indem man beginnt mit einem Kern aus einem weichen Material, der leicht zu einer federnden Form geformt wird und der selbst an den zerbrechlichsten elektronischen Komponenten leicht befestigt wird. Angesichts der herkömmlichen Techniken für das Ausbilden von Federelementen aus harten Materialien ist es nicht leicht ersichtlich, und wohl eher nicht eingängig, dass weiche Materialien die Basis von Federelementen ausbilden können. Ein derartig "zusammengesetztes" Verbindungselement ist im Allgemeinen die bevorzugte Form einer elastischen Kontaktstruktur für die Verwendung bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung.

[0099] Die [Fig. 1A](#), [Fig. 1B](#) und [Fig. 1C](#) stellen auf eine allgemeine Art und Weise verschiedene Formen für zusammengesetzte Verbindungselemente dar, die bei der Erfindung verwendet werden können.

[0100] Nachstehend sind hier hauptsächlich Elastizität aufweisende, zusammengesetzte Verbindungselemente beschrieben.

[0101] Ferner sind hier nachstehend hauptsächlich zusammengesetzte Verbindungselemente beschrieben, die einen weichen (leicht geformten, und für das Befestigen an elektronischen Komponenten durch freundliche Prozesse zugänglichen) Kern aufweisen, der durch harte (federnde) Materialien beschichtet ist. Es liegt jedoch innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung, dass der Kern ein hartes Material sein kann – wobei die Beschichtung in erster Linie dazu dient, das Verbindungselement sicher an einem Anschluss einer elektronischen Komponente zu verankern.

[0102] Bei [Fig. 1A](#) umfasst ein elektrisches Verbindungselement **110** einen Kern **112** aus einem "weichen" Material (z. B. einem Material mit einer Formänderungsfestigkeit von weniger als 276 MPa. (40.000 psi)) und eine Ummantelung (Beschichtung) **114** aus einem "harten" Material (z. B. ein Material mit einer Formänderungsfestigkeit von mehr als 552 MPa. (80.000 psi)). Der Kern **112** ist ein längliches Element, das als ein im Wesentlichen gerader Auslegerbalken geformt (ausgestaltet) ist, und kann ein Draht mit einem Durchmesser von 12,7–76,2 µm (0,0005–0,0030 Inch) sein. Die Ummantelung **114** ist auf dem bereits geformten Kern **112** durch irgendeinen geeigneten Prozess aufgebracht, wie z. B. durch einen geeigneten Plattierungsprozess (z. B. durch

elektrochemisches Plattieren).

[0103] [Fig. 1A](#) stellt das dar, was vielleicht die einfachste Federform für ein Verbindungselement ist, das bei der Erfindung verwendet werden kann – nämlich ein gerader Auslegerbalken, der in einem Winkel zu einer an seiner Spitze **110b** ausgeübten Kraft "F" ausgerichtet ist. Wenn eine derartige Kraft durch einen Anschluss einer elektronischen Komponente ausgeübt wird, mit der das Verbindungselement einen Druckkontakt ausbildet, wird die Durchbiegung der Spitze nach unten (wie dargestellt) offensichtlich dazu führen, dass sich die Spitze in einer "wischenenden" Bewegung über den Anschluss bewegt. Ein derartiger Wischkontakt stellt einen verlässlichen Kontakt sicher, der zwischen dem Verbindungselement und dem kontaktierten Anschluss der elektronischen Komponente ausgebildet wird.

[0104] Aufgrund ihrer "Härte" und durch Kontrollieren ihrer Dicke (0,00635–0,127 µm (0,00025–0,00500 Inch)) überträgt die Ummantelung **114** eine gewünschte Elastizität auf das gesamte Verbindungselement **110**. Auf diese Weise kann eine elastische Verbindung zwischen elektronischen Komponenten (nicht gezeigt) zwischen den zwei Enden **110a** und **110b** des Verbindungselements **110** erfolgen. (Bei [Fig. 1A](#) gibt das Bezugszeichen **110a** einen Endabschnitt des Verbindungselements **110** an, und das tatsächliche Ende gegenüber dem Ende **110b** ist nicht gezeigt.) Beim Kontaktieren eines Anschlusses einer elektronischen Komponente würde das Verbindungselement **110** einer Anpresskraft (Druck) unterliegen, wie durch den mit "F" gekennzeichneten Pfeil angegeben.

[0105] Das Verbindungselement (z. B. **110**) wird sich in Reaktion auf eine ausgeübte Anpresskraft biegen, wobei die Biegung (Elastizität) teilweise durch die Gesamtform des Verbindungselements, teilweise durch die dominante (größere) Formänderungsfestigkeit des Beschichtungsmaterials (im Vergleich zu der des Kerns), und teilweise durch die Dicke des Beschichtungsmaterials festgelegt ist.

[0106] Wie hierin verwendet, werden die Begriffe "Ausleger" und "Auslegerbalken" verwendet, um anzugeben, dass eine längliche Struktur (z. B. der beschichtete Kern **112**) an einem Ende befestigt (fixiert) ist, und dass das andere Ende frei ist, um sich zu bewegen, typischerweise in Reaktion auf eine Kraft, die im Allgemeinen quer zur Langsachse des länglichen Elements wirkt. Keine weitere spezielle oder einschränkende Bedeutung soll durch die Verwendung dieser Begriffe übertragen oder konnotiert werden.

[0107] Bei [Fig. 1B](#) umfasst ein elektrisches Verbindungselement **120** gleichermaßen einen weichen Kern **122** (vergleiche **112**) und eine harte Ummantelung **124** (vergleiche **114**). Bei diesem Beispiel ist der

Kern **122** so geformt, dass er zwei Biegungen aufweist, und somit als S-förmig erachtet werden kann. Wie bei dem Beispiel von [Fig. 1A](#) kann auf diese Weise eine elastische Verbindung zwischen elektronischen Komponenten (nicht gezeigt) zwischen den zwei Enden **120a** und **120b** des Verbindungselements **120** bewirkt werden. (Bei [Fig. 1B](#) gibt das Bezugszeichen **120a** einen Endabschnitt des Verbindungselements **120** an, und das tatsächliche Ende gegenüber dem Ende **120b** ist nicht gezeigt.) Beim Kontaktieren eines Anschlusses einer elektronischen Komponente würde das Verbindungselement **120** einer Anpresskraft (Druck) unterzogen werden, wie durch den mit "F" gekennzeichneten Pfeil angegeben.

[0108] Bei [Fig. 1C](#) umfasst ein elektrisches Verbindungselement **130** gleichermaßen einen weichen Kern **132** (vergleiche **112**) und eine harte Ummantelung **134** (vergleiche **114**).

[0109] Bei diesem Beispiel ist der Kern **132** so geformt, dass er eine Biegung aufweist und als U-förmig erachtet werden kann. Wie bei dem Beispiel von [Fig. 1A](#) kann auf diese Weise eine elastische Verbindung zwischen elektronischen Komponenten (nicht gezeigt) zwischen den zwei Enden **130a** und **130b** des Verbindungselements **130** bewirkt werden. (Bei [Fig. 1C](#) gibt das Bezugszeichen **130a** einen Endabschnitt des Verbindungselements **130** an, und das tatsächliche Ende gegenüber dem Ende **130b** ist nicht gezeigt.) Beim Kontaktieren eines Anschlusses einer elektronischen Komponente würde das Verbindungselement **130** einer Anpresskraft (Druck) unterzogen werden, wie durch den mit "F" gekennzeichneten Pfeil angegeben. Alternativ könnte das Verbindungselement **130** verwendet werden, um einen Kontakt bei einem anderen als seinem Ende **130b** auszubilden, wie durch den mit "F" gekennzeichneten Pfeil angegeben.

[0110] [Fig. 1E](#) stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines elastischen Verbindungselements **150** mit einem weichen Kern **152** und einer harten Ummantelung **154** dar. Bei diesem Beispiel ist das Verbindungselement **150** im Allgemeinen "C-förmig", vorzugsweise mit einer leicht gebogenen Spitze **150b**, und ist geeignet, um einen Druckkontakt auszubilden, wie durch den mit "F" gekennzeichneten Pfeil angegeben.

[0111] Es sollte klar sein, dass der weiche Kern leicht in jeder federfähigen Form ausgebildet sein kann – mit anderen Worten, einer Form, die dazu führt, dass sich ein resultierendes Verbindungselement in Reaktion auf eine an dessen Spitze ausgeübte Kraft elastisch verbiegt. Beispielsweise könnte der Kern mit einer herkömmlichen Spulenform ausgebildet werden. Eine Spulenform jedoch würde nicht bevorzugt sein aufgrund der Gesamtlänge des Verbin-

dungselements und den damit verbundenen Induktivitäten (und ähnlichem) und ihrer negativen Auswirkung auf eine Schaltung, die bei hohen Frequenzen (Geschwindigkeiten) arbeitet.

[0112] Das Material der Ummantelung, oder zumindest eine Schicht einer mehrschichtigen Ummantelung (hier nachstehend beschrieben) weist eine beträchtlich höhere Formänderungsfestigkeit auf als das Material des Kerns. Deshalb überschattet die Ummantelung den Kern beim Festlegen mechanischer Eigenschaften (z. B. Elastizität) der resultierenden Verbindungsstruktur. Die Verhältnisse der Formänderungsfestigkeiten von Ummantelung: Kern liegen vorzugsweise mindestens bei 2:1, einschließlich mindestens 3:1 und mindestens 5:1, und kann so hoch wie 10:1 sein. Es ist ebenso klar, dass die Ummantelung oder zumindest eine äußere Schicht einer mehrschichtigen Ummantelung elektrisch leitend sein sollte, besonders in Fällen, bei denen die Ummantelung das Ende des Kerns bedeckt.

[0113] Nach einem akademischen Standpunkt ist es lediglich nötig, dass der federnde (federförmige) Abschnitt des resultierenden, zusammengesetzten Verbindungselements mit dem harten Material beschichtet ist. Nach diesem Standpunkt ist es im Allgemeinen nicht unbedingt notwendig, dass beide der zwei Enden des Kerns beschichtet sind. Praktischerweise jedoch wird es bevorzugt, den gesamten Kern zu beschichten. Spezielle Gründe und hinzukommende Vorteile für das Beschichten eines Endes des Kerns, der an einer elektronischen Komponente verankert (befestigt) ist, werden nachstehend detaillierter beschrieben.

[0114] Geeignete Materialien für den Kern (**112**, **122**, **132**, **142**) umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf: Gold, Aluminium, Kupfer, und deren Legierungen. Diese Materialien sind typischerweise mit kleinen Mengen anderer Metalle legiert, um die gewünschten physikalischen Eigenschaften zu erhalten, wie z. B. bei Beryllium, Kadmium, Silizium, Magnesium und ähnlichen. Es ist auch möglich Silber, Palladium, Platin, Metalle oder Legierungen, wie z. B. Metalle der Platinreihe der Elemente, zu verwenden. Aus Blei, Zinn, Indium, Bismuth, Kadmium, Antimon und deren Legierungen erzeugte Lötmitter können verwendet werden.

[0115] Im Vergleich zum Befestigen eines Endes des Kerns (Drahts) an einen Anschluss einer elektronischen Komponente (nachstehend detaillierter erörtert), wäre für die Ausübung der Erfindung im Allgemeinen ein Draht aus jeglichem Material (z. B. Gold) geeignet, das zum Bonden (unter Verwendung von Temperatur-, Druck- und/oder Ultraschallenergie, um das Bonden zu bewirken) zugänglich ist. Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass jegliches Material für den Kern verwendet werden

kann, das zum Beschichten (z. B. Plattieren) zugänglich ist, einschließlich nichtmetallisches Material.

[0116] Geeignete Materialien für die Ummantelung (**114**, **124**, **134**, **144**) (und, wie nachstehend erörtert, für einzelne Schichten einer mehrschichtigen Ummantelung) umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf: Nickel und dessen Legierungen; Kupfer, Kobalt, Eisen und deren Legierungen; Gold (insbesondere Hartgold) und Silber, wobei beide ausgezeichnete Stromführungsfähigkeiten und gute Kontaktwiderstandseigenschaften aufweisen; Elemente der Platinreihe; Edelmetalle; Halbedelmetalle und deren Legierungen, insbesondere Elemente der Platinreihe und deren Legierungen; Wolfram und Molybdän. In Fällen, wo ein lotartiges Finish gewünscht ist, können ebenso Zinn, Blei, Bismut, Indium und deren Legierungen verwendet werden.

[0117] Die Technik, die ausgewählt wurde, um diese Beschichtungsmaterialien auf verschiedenen, hier vorstehend dargelegten Kernmaterialien anzubringen, wird natürlich von Anwendung zu Anwendung verschieden sein. Elektroplattieren bzw. Galvanisieren und stromloses Plattieren sind im Allgemeinen bevorzugte Techniken. Im Allgemeinen jedoch wäre es nicht eingängig, auf einen Goldkern zu plattieren. Beim Plattieren (insbesondere stromlosen Plattieren) einer Nickelummantelung auf einen Goldkern ist es erstrebenswert, zuerst eine dünne Anfangsschicht aus Kupfer auf den Schaft aus Golddraht aufzubringen, um den Plattierungsbeginn zu erleichtern.

[0118] Ein exemplarisches Verbindungselement, wie z. B. in den [Fig. 1A–Fig. 1E](#) dargestellt, kann einen Kerndurchmesser von ungefähr 25,4 µm (0,001 Inch) und eine Ummantelungsdicke von 25,4 µm (0,001 Inch) aufweisen – wobei das Verbindungselement damit einen Gesamtdurchmesser von ungefähr 76,2 µm (d. h. 0,003 Inch) aufweist (d. h. Kerndurchmesser zzgl. die zweifache Ummantelungsdicke). Im Allgemeinen wird diese Dicke der Ummantelung im Bereich von 0,2–0,5 (ein fünftel bis fünf) mal der Dicke (z. B. Durchmesser) des Kerns liegen.

[0119] Einige exemplarische Parameter für zusammengesetzte Verbindungselemente sind:

(a) Ein Golddrahtkern mit einem Durchmesser von 38,1 µm (1,5 mils) ist so geformt, dass er eine Gesamthöhe von 40 mils und eine allgemein C-förmige Krümmung (vergleiche [Fig. 1E](#)) mit einem Radius von 9 mils aufweist, ist mit 19,05 µm (0,75 mils) Nickel (Gesamtdurchmesser = 76,2 µm ($1,5 + 2 \times 0,75 = 3$ mils)) plattiert, und nimmt optional eine letzte Beschichtung von 1,27 µm (50 mils) Gold auf (z. B. um den Kontaktwiderstand zu verringern und zu verbessern). Das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement weist eine Federkonstante (k) von ungefähr 76,2–127 gr/µm (3–5 Gramm/mil) auf. Bei der Verwendung

wird eine Durchbiegung von 76,2–127 µm (3–5 mils) zu einer Anpresskraft von 9–25 Gramm führen. Dieses Beispiel ist im Zusammenhang mit einem Federelement für ein Zwischenelement nützlich.

(b) Ein Golddrahtkern mit einem Durchmesser von 25,4 µm (1,0 mils) ist so geformt, dass er eine Gesamthöhe von 35 mils aufweist, ist mit 31,75 µm (1,25 mils) Nickel (Gesamtdurchmesser = 88,0 µm (1,0 + 2 × 1,25 = 3,5 mils)) plattiert und nimmt optional eine letzte Beschichtung von 50 Mikron Gold auf. Das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement weist eine Federkonstante (k) von ungefähr 0,118 gr/µm (3 Gramm/mil) auf und ist im Zusammenhang mit einem Federelement für einen Prüfkopf nützlich.

(c) Ein Golddrahtkern mit einem Durchmesser von 38,1 µm (1,5 mils) ist so geformt, dass er eine Gesamthöhe von 508 µm (20 mils) und eine allgemein S-förmige Krümmung mit Radien von ungefähr 127 µm (5 mils) aufweist, ist mit 19 µm (0,75 mils) Nickel oder Kupfer (Gesamtdurchmesser = 76,2 µm (1,5 + 2 × 0,75 = 3 mils)) plattiert. Das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement weist eine Federkonstante (k) von ungefähr 0,0787–0,118 gr/µm (2–3 Gramm/mil) auf, und ist im Zusammenhang mit einem Federelement zum Befestigen an einem Halbleiterbauelement nützlich.

[0120] Wie nachstehend detaillierter beschrieben werden wird, muss der Kern keinen runden Querschnitt aufweisen, sondern muss vielmehr ein flacher Streifen (mit einem rechteckigen Querschnitt) sein, der sich von einem Blech erstreckt. Es sollte klar sein, dass, wie hierin verwendet, der Begriff "tab" (Streifen) nicht mit dem Begriff "TAB" (Tape Automated Bonding) verwechselt werden soll.

MEHRSCICHTIGE UMMANTELUNGEN

[0121] [Fig. 2A](#) stellt ein Ausführungsbeispiel **200** eines Verbindungselements **210** dar, das an einer elektronischen Komponente **212** befestigt ist, die mit einem Anschluss **214** versehen ist. Bei diesem Beispiel ist ein weicher (z. B. Gold) Drahtkern **216** an einem Ende **216a** an den Anschluss **214** gebondet (befestigt), ist so ausgestaltet, dass er sich vom Anschluss erstreckt und eine Federform aufweist (vergleiche die in [Fig. 1B](#) gezeigte Form), und ist abgetrennt, so dass er ein freies Ende **216b** aufweist. Bonden, Formen und Abtrennen eines Drahtes auf diese Weise wird unter Verwendung einer Drahtbondausrüstung ausgeführt: Die Bondstelle am Ende **216a** des Kerns deckt nur einen relativ kleinen Abschnitt der freigelegten Oberfläche des Anschlusses **214** ab.

[0122] Eine Ummantelung, die bei diesem Beispiel mehrschichtig gezeigt ist, ist über dem Drahtkern **216** angeordnet und weist eine innere Schicht **218** und ei-

ner äußere Schicht **220** auf, wobei geeigneterweise beide Schichten entsprechend durch Plattierungsprozesse aufgebracht werden können. Eine oder mehrere Schichten der mehrschichtigen Ummantelung ist/sind aus einem harten Material (wie z. B. Nickel und dessen Legierungen) ausgebildet, um dem Verbindungselement **210** eine gewünschte Elastizität zu verleihen. Beispielsweise kann die äußere Schicht **220** aus einem harten Material sein, und die innere Schicht kann aus einem Material sein, das als Puffer- oder Sperrschicht (oder als eine Aktivierungsschicht oder Haftschrift) beim Plattieren des harten Materials **220** auf das Kernmaterial **216** wirkt. Alternativ kann die innere Schicht das harte Material sein, und die äußere Schicht **220** kann ein Material sein (wie z. B. Weichgold), das bessere elektrische Eigenschaften aufweist, einschließlich elektrischer Leitfähigkeit und Lötbarkeit. Wenn ein weichlot- oder hartlotartiger Kontakt gewünscht ist, kann die äußere Schicht des Verbindungselements ein Blei-Zinn-Weichlot- bzw. ein Gold-Zinn-Hartlotmaterial sein.

VERANKERN AN EINEM ANSCHLUSS

[0123] [Fig. 2A](#) stellt auf eine allgemeine Art und Weise ein weiteres, optionales Merkmal der Erfindung dar – nämlich, dass das elastische Verbindungselement sicher an einem Anschluss einer elektronischen Komponente verankert werden kann. Das befestigte Ende **210a** des Verbindungselements wird infolge einer Druckkraft (Pfeil "F"), die auf das freie Ende **210b** des Verbindungselements ausgeübt wird, einer beträchtlichen, mechanischen Belastung unterliegen.

[0124] Wie in [Fig. 2A](#) dargestellt bedeckt die Beschichtung (**218**, **220**) nicht nur den Kern **216**, sondern auch die gesamte, restliche (d. h. anders als die Bondstelle **216a**) freigelegte Oberfläche des Anschlusses **214** nahe dem Kern **216** auf eine kontinuierliche (nicht unterbrochene) Art und Weise. Dies verankert das Verbindungselement **210** sicher und zuverlässig an den Anschluss, wobei das Beschichtungsmaterial einen wesentlichen (z. B. größer als 50%) Beitrag zum Verankern des resultierenden Verbindungselements an den Anschluss leistet. Im Allgemeinen ist es nur erforderlich, dass das Beschichtungsmaterial zumindest einen Abschnitt des Anschlusses nahe dem Kern bedeckt. Es wird jedoch im Allgemeinen bevorzugt, dass das Beschichtungsmaterial die gesamte restliche Oberfläche des Anschlusses bedeckt. Vorzugsweise ist jede Schicht der Ummantelung metallisch.

[0125] Als eine allgemeine Prämisse ist die relativ kleine Fläche, an dem der Kern an den Anschluss befestigt (z. B. gebondet) ist, nicht gut geeignet, um Belastungen auszugleichen, die sich aus den Anpresskräften ("F") ergeben, die auf das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement ausgeübt

werden. Aufgrund der Ummantelung, die die gesamte freigelegte Oberfläche des Anschlusses bedeckt (anders als bei der relativ kleinen Fläche, die die Befestigung des Kernendes **216a** am Anschluss umfasst), ist die gesamte Verbindungsstruktur fest am Anschluss verankert. Die Haftstärke der Beschichtung und die Fähigkeit, auf Anpresskräfte zu reagieren, wird diejenige des Kernendes (**216a**) weit überschreiten.

[0126] Wie hierin verwendet umfasst der Begriff "elektronische Komponente" (z. B. **212**), ist aber nicht beschränkt auf: Verbindungs- und Zwischenelementsubstrate; Halbleiterwafer und -chips aus jedem geeigneten Halbleitermaterial, wie z. B. Silizium (Si) oder Galliumarsenid (GaAs); Produktionsverbindungssockel; Testsockel; Opferteile, -elemente und -substrate, wie in der Stammanmeldung beschrieben; Halbleitergehäuse, einschließlich Keramik- und Plastikgehäuse, und Chipträger; und Verbinder.

[0127] Das Verbindungselement, das in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, ist insbesondere gut geeignet für die Verwendung als:

- Verbindungselemente, die direkt an Siliziumchips befestigt sind und den Bedarf an einem Halbleitergehäuse beseitigen;
- Verbindungselemente, die sich als Prüfköpfe von den Substraten erstrecken (nachstehend detaillierter beschrieben), zum Testen von elektronischen Komponenten; und
- Verbindungselemente von Zwischenelementen (nachstehend detaillierter erörtert).

[0128] Das Verbindungselement, das bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, ist einzigartig, dadurch dass es von den mechanischen Eigenschaften (z. B. hoher Formänderungsfestigkeit) eines harten Materials profitiert, ohne durch die begleitenden, typischerweise schlechten Bondeigenschaften von harten Materialien beschränkt zu sein. Wie in der Stammanmeldung näher ausgeführt, wird dies größtenteils durch die Tatsache ermöglicht, dass die Ummantelung (Beschichtung) als eine "Überstruktur" auf der "Hilfsstruktur" des Kerns funktioniert, wobei die zwei Begriffe aus dem Bereich des Bauingenieurwesens entlehnt sind. Dies unterscheidet sich sehr von den plattierten Verbindungselementen des Stands der Technik, bei denen das Plattieren als eine schützende (z. B. anti-korrosive) Beschichtung verwendet wird, und im Allgemeinen nicht in der Lage ist, der Verbindungsstruktur die gewünschten mechanischen Eigenschaften zu verleihen. Und dies steht sicherlich in merklichem Kontrast zu jeder nicht-metallischen, anti-korrosiven Beschichtung, wie z. B. auf elektrische Verbindungen aufgebracht Benzotriazol (BTA).

[0129] Zu den zahlreichen Vorteilen der vorliegenden Erfindung zählt, dass eine Vielzahl von frei ste-

henden Verbindungsstrukturen leicht von verschiedenen Niveaus auf Substraten (wie z. B. einer PCB mit einem Entkoppelungskondensator) bis zu einer gemeinsamen Höhe über dem Substrat ausgebildet wird, so dass deren freie Enden zueinander koplanar sind. Zusätzlich werden sowohl die elektrischen als auch die mechanischen (z. B. plastischen und elastischen) Eigenschaften eines ausgebildeten Verbindungselements, das bei der Erfindung verwendet werden kann, auf einfache Weise für spezielle Anwendungen zugeschnitten. Beispielsweise kann es bei einer vorgegebenen Anwendung erstrebenswert sein, dass die Verbindungselemente sowohl plastische als auch elastische Deformation aufweisen. (Die plastische Deformation kann erstrebenswert sein, um grobe Nicht-Planaritäten bei Komponenten aufzunehmen, die durch die Verbindungselemente verbunden sind.) Wenn elastisches Verhalten erwünscht ist, ist es nötig, dass das Verbindungselement eine minimale Höhe des Grenzwertes an Anpresskraft erzeugt, um einen verlässlichen Kontakt herzustellen. Es ist auch vorteilhaft, dass, wegen des gelegentlichen Vorhandenseins von Verunreinigungsschichten auf den Kontaktflächen, die Spitze des Verbindungselements einen streifenden Kontakt zu einem Anschluss einer elektronischen Komponente ausbildet.

[0130] Wie hierin verwendet impliziert der Begriff "elastisch", wie auf die Kontaktstrukturen angewendet, Kontaktstrukturen (Verbindungselemente), die in erster Linie elastisches Verhalten in Reaktion auf eine ausgeübte Kraft (Anpresskraft) zeigen, und der Begriff "nachgiebig" impliziert Kontaktstrukturen (Verbindungselemente), die sowohl elastisches als auch plastisches Verhalten in Reaktion auf eine ausgeübte Kraft (Anpresskraft) zeigen. Wie hierin verwendet, ist eine "nachgiebige" Kontaktstruktur eine "elastische" Kontaktstruktur. Die zusammengesetzten Verbindungselemente, die bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, sind ein besonderer Fall von entweder nachgiebigen oder elastischen Kontaktstrukturen.

[0131] Eine Reihe von Merkmalen sind in der Stammanmeldung detailliert herausgearbeitet, einschließlich, aber nicht beschränkt auf: Herstellen der Verbindungselemente auf Opfersubstraten; Gruppen-Übertragen einer Vielzahl von Verbindungselementen an eine elektronische Komponente; Versehen der Verbindungselemente mit Kontaktspitzen, vorzugsweise mit einer rauen Oberflächenbeschaffenheit; Verwenden der Verbindungselemente an einer elektronischen Komponente, um temporäre, dann permanente Verbindungen zu der elektronischen Komponente auszubilden; Anordnen der Verbindungselemente, um an deren einen Enden unterschiedliche Abstände als an deren gegenüberliegenden Enden zu haben; Herstellen von Federklemmen und Passstiften bei den gleichen Prozessschritten wie beim Herstellen

der Verbindungselemente; Verwenden der Verbindungselemente, um Unterschiede bei der thermischen Ausdehnung zwischen verbundenen Komponenten aufzunehmen; Beseitigen des Bedarfs an diskreten Halbleitergehäusen (wie z. B. für SIMMs); und wahlweise Löten elastischer Verbindungselemente (elastischer Kontaktstrukturen).

Kontrollierte Impedanz

[0132] [Fig. 2B](#) zeigt ein zusammengesetztes Verbindungselement **220** mit mehreren Schichten. Ein innerster Abschnitt (inneres, längliches, leitendes Element) **222** des Verbindungselements **220** ist entweder ein unbeschichteter Kern oder ein Kern, der beschichtet wurde, wie hier vorstehend beschrieben. Die Spitze **222b** des innersten Abschnitts **222** ist mit einem geeigneten Maskenmaterial (nicht gezeigt) abgedeckt. Eine dielektrische Schicht **224** ist auf dem innersten Abschnitt **222** aufgebracht, wie z. B. durch einen elektrophoretischen Prozess. Eine äußere Schicht **226** eines leitenden Materials ist auf der dielektrischen Schicht **224** aufgebracht.

[0133] Bei der Verwendung wird das elektrische Erden der äußeren Schicht **226** dazu führen, dass das Verbindungselement **220** kontrollierte Impedanz aufweist. Ein exemplarisches Material für die dielektrische Schicht **224** ist ein Polymermaterial, das auf jede geeignete Weise und mit jeder geeigneten Dicke (z. B. 2,54–76,2 µm (0,1–3,0 mils)) aufgebracht wird.

[0134] Die äußere Schicht **226** kann mehrschichtig sein. In Fällen beispielsweise, wo der innerste Abschnitt **222** ein unbeschichteter Kern ist, ist zumindest eine Schicht der äußeren Schicht **226** ein Federmaterial, wenn es erwünscht ist, dass das gesamte Verbindungselement eine Elastizität aufweist.

Prüfkarteneinsatz

[0135] [Fig. 2C](#) stellt ein Ausführungsbeispiel **250** dar, bei dem eine Vielzahl (sechs von vielen gezeigt) der Verbindungselemente **251..256** an einer Oberfläche einer elektronischen Komponente **260** befestigt sind, wie z. B. ein Prüfkarteneinsatz (eine Unterbaugruppe, die auf eine herkömmliche Weise an einer Prüfkarte befestigt ist). Anschlüsse und Leiterbahnen des Prüfkarteneinsatzes hat man der illustrativen Übersichtlichkeit wegen bei dieser Ansicht weggelassen. Die befestigten Enden **251a..256a** der Verbindungselemente **251..256** entspringen unter einem ersten Rastermaß (Abstand), wie z. B. 0,254 mm (0,010 Inch). Die Verbindungselemente **251..256** sind so geformt und/oder ausgerichtet, dass sich deren freie Enden (Spitzen) unter einem zweiten, feineren Rastermaß befinden, wie z. B. 127 µm (0,005 Inch). Eine Verbindungsanordnung, die Verbindungen von einem Rastermaß zum anderen Rastermaß herstellt, bezeichnet man typischerweise als einen

"Raumtransformator".

[0136] Wie dargestellt, sind die Spitzen **251b..256b** der Verbindungselemente in zwei parallelen Reihen angeordnet, wie z. B. zum Ausbilden eines Kontakts zu (zum Testen und/oder Alterungstesten) einem Halbleiterbauelement mit zwei parallelen Reihen von Bondkontaktstellen (Kontaktpunkte). Die Verbindungselemente können so angeordnet sein, dass sie andere Spitzenmuster aufweisen, um eine Verbindung zu elektronischen Komponenten auszubilden, die andere Kontaktpunktmuster, wie z. B. Arrays, aufweisen.

[0137] Obwohl nur ein Verbindungselement dargestellt sein kann, ist die Erfindung, wie überall in den hierin offenbarten Ausführungsbeispielen, allgemein geeignet, um eine Vielzahl von Verbindungskomponenten herzustellen und um die Vielzahl von Verbindungselementen zueinander in einer vorgeschriebenen räumlichen Beziehung anzuordnen, wie z. B. in einem peripheren Muster oder in einem rechteckigen Arraymuster.

VERWENDUNG VON OPFERSUBSTRATEN

[0138] Das Befestigen von Verbindungselementen direkt an Anschlüssen der elektronischen Komponenten wurde vorstehend erörtert. Im Allgemeinen können die Verbindungselemente, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, hergestellt werden auf oder befestigt werden an jeder geeigneten Oberfläche irgendeines geeigneten Substrats, einschließlich Opfersubstraten.

[0139] Die [Fig. 2D–Fig. 2F](#) stellen eine Technik zum Herstellen einer Vielzahl von Verbindungselementen mit vorgeformten Spitzenstrukturen unter Verwendung eines Opfersubstrats dar.

[0140] [Fig. 2D](#) stellt einen ersten Schritt der Technik **250** dar, bei dem eine strukturierte Schicht des Maskenmaterials **252** auf eine Oberfläche eines Opfersubstrats **254** aufgebracht wird. Das Opfersubstrat **254** kann beispielsweise aus einer dünnen (25,4–254 µm (1–10 mil)) Kupfer- oder Aluminiumfolie bestehen und das Maskenmaterial **252** kann ein herkömmlicher Photolack sein. Die Maskenschicht **252** wird strukturiert, damit sie eine Vielzahl (drei von vielen gezeigt) von Öffnungen an den Positionen **256a**, **256b**, **256c** aufweist, an denen es erwünscht ist, Verbindungselemente herzustellen. Die Positionen **256a**, **256b** und **256c** sind in diesem Sinne vergleichbar mit Anschlüssen einer elektronischen Komponente. Die Positionen **256a**, **256b** und **256c** werden vorzugsweise in diesem Stadium behandelt, damit sie eine raue oder strukturierte Oberflächenstruktur aufweisen. Wie gezeigt, kann dies mechanisch mit einem Prägewerkzeug **257** erreicht werden, das Vertiefungen in der Folie **254** an den Positionen **256a**, **256b**

und **256c** ausgebildet. Alternativ kann die Oberfläche der Folie an diesen Positionen chemisch geätzt werden, so dass sie eine Oberflächenstruktur aufweist.

[0141] Als nächstes wird eine Vielzahl (eine von vielen gezeigt) von leitenden Spitzenstrukturen **258** an jeder Position (z. B. **256b**) ausgebildet, wie durch Figur E dargestellt. Dies kann unter Verwendung irgendeiner geeigneten Technik erreicht werden, wie z. B. Elektroplattieren, und kann Spitzenstrukturen umfassen, die mehrere Materialschichten aufweisen. Beispielsweise kann die Spitzenstruktur **258** eine dünne (z. B. 0,254–2,54 µm (10–100 Mikroinch)) Sperrschicht aus Nickel aufweisen, die auf das Opfersubstrat aufgebracht ist, gefolgt von einer dünnen (z. B. 0,254 µm (10 Mikroinch)) Schicht aus Weichgold, gefolgt von einer dünnen (z. B. 0,508 µm (20 Mikroinch)) Schicht aus Hartgold, gefolgt von einer relativ dicken (z. B. 5,08 µm (200 Mikroinch)) Schicht aus Nickel, gefolgt von einer letzten dünnen (z. B. 2,54 µm (100 Mikroinch)) Schicht aus Weichgold. Im Allgemeinen ist die erste dünne Sperrschicht aus Nickel vorgesehen, um die nachfolgende Schicht aus Gold davor zu schützen, durch das Material (z. B. Aluminium, Kupfer) des Substrats **254** "vergiftet" zu werden, die relativ dicke Schicht aus Nickel soll die Spitzenstruktur verstärken, und die letzte dünne Schicht aus Weichgold sieht eine Oberfläche vor, an die leicht zu bonden ist. Die Erfindung ist nicht beschränkt auf irgendwelche Einzelheiten bezüglich dessen, wie die Spitzenstrukturen auf dem Opfersubstrat ausgebildet werden, da diese Einzelheiten zwangsläufig von Anwendung zu Anwendung variieren würden.

[0142] Wie durch [Fig. 2E](#) dargestellt, kann eine Vielzahl (einer von vielen gezeigt) von Kernen **260** für Verbindungselemente auf den Spitzenstrukturen **258** ausgebildet sein, wie z. B. durch irgendeine der Techniken zum Bonden eines weichen Drahtkerns an einen Anschluss einer hier vorstehend beschriebenen, elektronischen Komponente. Die Kerne **260** werden dann mit einem vorzugsweise harten Material **262** auf die hier vorstehend beschriebene Weise beschichtet, und das Maskenmaterial **252** wird dann entfernt, was zu einer Vielzahl (drei von vielen gezeigt) von frei stehenden Verbindungselementen **264** führt, die an eine Oberfläche des Opfersubstrats befestigt sind, wie durch [Fig. 2F](#) dargestellt.

[0143] Auf analoge Weise zum Beschichtungsmaterial, das zumindest die benachbarte Fläche eines hinsichtlich [Fig. 2A](#) beschriebenen Anschlusses (**214**) bedeckt, verankert das Beschichtungsmaterial **262** die Kerne **260** fest an ihren entsprechenden Spitzenstrukturen **258** und verleiht, wenn gewünscht, den resultierenden Verbindungselementen **264** elastische Eigenschaften. Die Vielzahl von Verbindungselementen, die an das Opfersubstrat befestigt ist, kann gemeinsam auf die Anschlüsse einer elektronischen Komponente übertragen werden. Alternativ können

zwei weit divergierende Pfade genommen werden.

[0144] Wie durch [Fig. 2G](#) dargestellt, kann das Opfersubstrat **254** durch irgendeinen geeigneten Prozess, wie z. B. selektives chemisches Ätzen, einfach entfernt werden. Da die meisten Prozesse für selektives chemisches Ätzen ein Material mit einer höheren Rate als ein anderes Material ätzen werden und das andere Material bei diesem Prozess leicht angeätzt werden kann, wird dieses Phänomen vorteilhafterweise verwendet, um zeitgleich mit dem Entfernen des Opfersubstrats die dünne Sperrschicht aus Nickel in der Spitzenstruktur zu entfernen. Bei Bedarf jedoch kann die dünne Sperrschicht aus Nickel bei einem nachfolgenden Ätzschritt entfernt werden. Dies führt zu einer Vielzahl (drei von vielen gezeigt) von einzelnen, diskreten, abgetrennten Verbindungselementen **264**, wie durch die gestrichelte Linie **266** dargestellt, die später an Anschlüsse auf elektronischen Komponenten befestigt werden können (wie z. B. durch Weichlöten oder Hartlöten).

[0145] Es ist erwähnenswert, dass das Beschichtungsmaterial beim Prozess des Entfernen des Opfersubstrats und/oder der dünnen Sperrschicht leicht dünner gemacht werden kann. Es ist jedoch vorzuziehen, dass dies nicht auftritt.

[0146] Um das Dünnerwerden der Beschichtung zu verhindern, ist es vorzuziehen, dass eine dünne Schicht aus Gold oder beispielsweise ungefähr 10 Mikroinch Weichgold, das auf ungefähr 20 Mikroinch Hartgold aufgebracht ist, als eine letzte Schicht auf das Beschichtungsmaterial **262** aufgebracht wird. Eine derartige äußere Schicht aus Gold ist in erster Linie wegen ihrer besseren Leitfähigkeit, ihrem besseren Kontaktwiderstand und ihrer besseren Lötbarkeit vorgesehen, und ist im Allgemeinen höchst undurchlässig für die meisten Ätzlösungen, die vorgesehen sind, dafür verwendet zu werden, die dünne Sperrschicht und das Opfersubstrat zu entfernen.

[0147] Alternativ, wie durch [Fig. 2H](#) dargestellt, kann vor dem Entfernen des Opfersubstrats **254** die Vielzahl (drei von vielen gezeigt) der Verbindungselemente **264** in einer gewünschten räumlichen Beziehung zueinander durch irgendeine geeignete Trägerstruktur **266** "befestigt" werden, wie z. B. durch eine dünne Platte mit einer Vielzahl von Löchern darin, woraufhin das Opfersubstrat entfernt wird. Die Trägerstruktur **266** kann aus einem dielektrischen Material sein, oder aus einem leitenden Material, das mit einem dielektrischen Material beschichtet ist. Weitere Bearbeitungsschritte (nicht dargestellt), wie z. B. das Befestigen der Vielzahl von Verbindungselementen an einer elektronischen Komponente, wie z. B. einem Siliziumwafer oder einer Leiterplatte, können dann fortfahren. Zusätzlich kann es bei einigen Anwendungen erstrebenswert sein, die Spitzen (gegenüber den Spitzenstrukturen) der Verbindungselemente **264** ge-

gen Bewegung zu stabilisieren, insbesondere wenn Anpresskräfte darauf ausgeübt werden. Zu diesem Zweck kann es auch erstrebenswert sein, die Bewegung der Spitzen der Verbindungselemente einzuschränken mittels eines geeigneten Blechs **268**, das eine Vielzahl von Löchern aufweist, wie z. B. ein aus einem dielektrischen Material ausgebildetes Netz.

[0148] Ein deutlicher Vorteil der vorstehend beschriebenen Technik **250** ist, dass Spitzenstrukturen (**258**) aus nahezu jedem gewünschten Material und mit nahezu jeder gewünschten Struktur ausgebildet werden können. Wie vorstehend erwähnt, ist Gold ein Beispiel eines Edelmetalls, das ausgezeichnete elektrische Eigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, geringen Kontaktwiderstand, Lötbarkeit und Korrosionswiderstand aufweist. Da Gold auch verformbar ist, ist es extrem gut als eine letzte Beschichtung geeignet, die über irgendeines der hierin beschriebenen Verbindungselemente, insbesondere der hierin beschriebenen elastischen Verbindungselemente, aufgebracht wird. Andere Edelmetalle weisen ähnliche, erstrebenswerte Eigenschaften auf. Bestimmte Materialien jedoch, wie z. B. Rhodium, das derartig ausgezeichnete elektrische Eigenschaften aufweist, würden im Allgemeinen ungeeignet sein für das Beschichten eines gesamten Verbindungselements. Rhodium beispielsweise ist besonders brüchig und würde als eine letzte Beschichtung auf einem elastischen Verbindungselement nicht gut abschneiden. In dieser Beziehung beseitigen die Techniken, die durch die Technik **250** als Beispiel dargestellt sind, diese Beschränkung leicht. Beispielsweise kann die erste Schicht einer mehrschichtigen Spitzenstruktur (siehe **258**) Rhodium sein (eher als Gold, wie vorstehend beschrieben) und nutzt dabei dessen bessere elektrische Eigenschaften zum Ausbilden eines Kontakts zu elektronischen Komponenten aus, ohne die geringste Auswirkung auf das mechanische Verhalten des resultierenden Verbindungselements zu haben.

[0149] [Fig. 2I](#) stellt ein alternatives Ausführungsbeispiel **270** für das Herstellen von Verbindungselementen dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird auf eine Art und Weise, die der hier vorstehend beschriebenen Technik hinsichtlich [Fig. 2D](#) ähnelt, ein Maskenmaterial **272** auf die Oberfläche eines Opfersubstrats **274** aufgebracht und wird strukturiert, so dass es eine Vielzahl (eine von vielen gezeigt) von Öffnungen **276** aufweist. Die Öffnungen **276** legen Flächen fest, an denen Verbindungselemente als frei stehende Strukturen hergestellt werden. (Wie überall in den hierin dargelegten Beschreibungen verwendet, ist ein Verbindungselement "frei stehend", wenn es ein Ende aufweist, das an einen Anschluss einer elektronischen Komponente oder an eine Fläche eines Opfersubstrats gebondet ist, und wenn das gegenüberliegende Ende des Verbindungselements nicht an die elektronische Komponente oder das Opfersubstrat gebondet ist.)

[0150] Die Fläche innerhalb der Öffnung kann auf jede geeignete Weise strukturiert sein, wie z. B. indem sie eine oder mehrere Vertiefungen aufweist, wie durch die einzelne Vertiefung **278** angezeigt, die sich in die Oberfläche des Opfersubstrats **274** hineinreckt.

[0151] Ein Kern (Drahtschaft) **280** ist an die Oberfläche des Opfersubstrats innerhalb der Öffnung **276** gebondet und kann irgendeine geeignete Form aufweisen. Bei dieser Darstellung ist nur ein Ende eines Verbindungselements der illustrativen Übersichtlichkeit wegen gezeigt. Das andere Ende (nicht gezeigt) kann an einer elektronischen Komponente befestigt sein. Es kann nun leicht beobachtet werden, dass sich die Technik **270** von der zuvor erwähnten Technik **250** darin unterscheidet, dass der Kern **280** direkt an das Opfersubstrat **274** anstatt an eine Spitzenstruktur **258** gebondet ist. Beispielsweise wird auf einfache Weise ein Golddrahtkern (**280**) unter Verwendung herkömmlicher Drahtbondtechniken an die Oberfläche eines Aluminiumsubstrats (**274**) gebondet.

[0152] In einem nächsten Schritt des Prozesses (**270**) wird eine Schicht **282** aus Gold aufgebracht (z. B. durch Plattieren) auf den Kern **280** und auf die freigelegte Fläche des Substrats **274** innerhalb der Öffnung **276**, einschließlich innerhalb der Vertiefung **278**. Der Hauptzweck dieser Schicht **282** ist, eine Kontaktfläche am Ende des resultierenden Verbindungselements auszubilden (d. h. sobald das Opfersubstrat entfernt ist).

[0153] Als nächstes wird eine Schicht **284** aus relativ hartem Material, wie z. B. Nickel, auf die Schicht **282** aufgebracht. Wie hier vorstehend erwähnt, ist ein Hauptzweck dieser Schicht **284**, dem resultierenden, zusammengesetzten Verbindungselement gewünschte mechanische Eigenschaften (z. B. Elastizität) zu verleihen. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein weiterer Hauptzweck der Schicht **284**, die Beständigkeit der Kontaktfläche zu verbessern, die am unteren (wie dargestellt) Ende des resultierenden Verbindungselements hergestellt wird. Eine letzte Schicht aus Gold (nicht gezeigt) kann auf die Schicht **284** aufgebracht werden, um die elektrischen Eigenschaften des resultierenden Verbindungselements zu verbessern.

[0154] In einem letzten Schritt werden das Maskenmaterial **272** und das Opfersubstrat **274** entfernt, was entweder zu einer Vielzahl von vereinzeltten Verbindungselementen (vergleiche [Fig. 2G](#)) oder zu einer Vielzahl von Verbindungselementen führt, die eine vorbestimmte räumliche Beziehung zueinander aufweisen (vergleiche [Fig. 2H](#)).

[0155] Dieses Ausführungsbeispiel **270** ist beispielhaft für eine Technik zum Herstellen strukturierter

Kontaktspitzen auf den Enden von Verbindungselementen. In diesem Fall wurde ein ausgezeichnetes Beispiel einer "Gold-über-Nickel"-Kontaktspitze beschrieben. Es liegt jedoch innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung, dass, gemäß den hierin beschriebenen Techniken, weitere analoge Kontaktspitzen an den Enden der Verbindungselemente hergestellt werden könnten. Ein weiteres Merkmal dieses Ausführungsbeispiels **270** ist, dass die Kontaktspitzen vollständig oben auf dem Opfersubstrat (**274**) anstatt innerhalb der Oberfläche des Opfersubstrats (**254**) ausgebildet werden, wie durch das vorhergehende Ausführungsbeispiel **250** genannt.

AUSBILDEN VON VERBINDUNGSELEMENTEN AUS BLECHEN BZW. FOLIEN

[0156] Die hier vorstehend dargelegte Erörterung hat sich im Allgemeinen hauptsächlich auf das Ausbilden von zusammengesetzten Verbindungselementen aus Drahtkernen konzentriert, wobei die geformten und beschichteten weichen Drahtkerne und harten Beschichtungen beispielhaft sind.

[0157] Die vorliegende Erfindung ist auch geeignet, um Verbindungselemente auszubilden, die aus Metallblechen, vorzugsweise weichen Metallblechen ausgebildet sind, die so strukturiert werden (wie z. B. durch Stanzen oder Ätzen), dass sie flache, längliche Elemente (Streifen) ausbilden, die vorzugsweise geformt und mit einem harten Material beschichtet werden.

[0158] Ein Vorteil dieser und, wie klar werden wird, den anschließend beschriebenen Techniken ist, dass eine leicht auszubildende (gelochte und geformte), weiche, nicht elastische Metallplatte beschichtet werden kann, so dass sie gewünschte elastische Eigenschaften aufweist, und zwar auf eine Art und Weise, die der bzgl. den vorher beschriebenen weichen Drahtkernen ähnelt, die mit einem harten Material geformt und beschichtet werden, so dass sie Elastizität aufweisen.

[0159] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass eine Vielzahl von flachen Streifenverbindungselementen als einzelne Kontaktstrukturen ausgebildet werden kann, um anschließend nahe beieinander getragen zu werden, wie z. B. mit einem Trägerblech.

LGA Sockel

[0160] Land-Grid-Array-(LGA)-Halbleitergehäuse wurden hier vorstehend erörtert, sind bei vielen Anwendungen vorteilhaft und sind im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung beispielhaft für jede elektronische Komponente, die ein Array von Anschlüssen (Kontaktstellen, Kontaktflächen) auf ihrer Oberfläche aufweist und bei der es erstrebenswert

ist, dass die elektronische Komponente leicht befestigt werden kann an und leicht wieder gelöst werden kann von einer weiteren elektronischen Komponente, wie z. B. einer Leiterplatte.

[0161] [Fig. 3](#) stellt ein Ausführungsbeispiel eines Festlöt-(Oberflächenmontage)-LGA-Sockels **300** zum Befestigen an ein Leiterplatten-(PCB)-Substrat **302** und zum Ausbilden von Druckkontakten zu den Kontaktstellen eines LGA-Gehäuses **304** dar. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff "Sockel" auf eine elektronische Komponente mit Verbindungselementen und ist zum Ausbilden elektrischer Verbindungen zu Anschlüssen oder Verbindungspunkten einer weiteren elektronischen Komponente geeignet. Die Sockel der vorliegenden Erfindung sind hauptsächlich dazu gedacht, zu ermöglichen, dass ein Halbleitergehäuse lösbar mit einer Leiterplatte verbunden ist.

[0162] Die PCB **302** weist eine Vielzahl (vier von vielen gezeigt) von Anschlüssen **306** an ihrer Oberseite (wie dargestellt) auf und das LGA-Gehäuse **304** weist eine Vielzahl (vier von vielen gezeigt) von Anschlüssen (externen Verbindungspunkten) **308** auf, die an seiner Unterseite **304a** angeordnet sind. Der Sockel **300** bewirkt eine Vielzahl von Verbindungen zwischen entsprechenden Kontaktflächen (Anschlüssen, Kontaktstellen) der Leiterplatte **302** und des LGA-Gehäuses **304** auf die nachstehende Weise.

[0163] Der Sockel **300** umfasst ein Trägersubstrat **310**, das beispielsweise aus herkömmlichem PCB-Material ausgebildet ist und auf herkömmliche Weise mit einer Vielzahl (vier von vielen gezeigt) von plattierten Durchgangslöchern **312** versehen ist. Jedes Durchgangsloch **312** weist Abschnitte auf, die sich an der Oberseite **310a** und Unterseite **310b** des Trägersubstrats **310** befinden. Eine Vielzahl (vier von vielen gezeigt) von lötbaren, erhöhten Kontaktstrukturen **314** (wie z. B. herkömmliche Lotkugeln) sind an der Unterseite **310b** des Trägersubstrats **310** auf Abschnitten der Unterseite der plattierten Durchgangslöcher **312** angeordnet. Viele Techniken, wie z. B. die hier vorstehend beschriebenen Techniken, sind zum Befestigen dieser Lotkugeln **314** an der Unterseite des Isoliersubstrats geeignet. Eine weitere geeignete Technik zum Befestigen von Lotkugeln an einer elektronischen Komponente ist hier nachstehend mit Bezug auf die [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7C](#) beschrieben.

[0164] Die Lotkugeln von diesem und den anschließend beschriebenen Ausführungsbeispielen dienen als "Kontaktstrukturen", die auf der Unterseite des Trägersubstrats angeordnet sind. Es wird nicht in Erwägung gezogen, dass diese Kontaktstrukturen irgendeine maßgebliche Elastizität aufweisen, und es wird in Erwägung gezogen, dass diese Kontaktstrukturen vorzugsweise Lotkugeln sind.

[0165] Eine Vielzahl (vier von vielen gezeigt) von frei stehenden, elastischen Kontaktstrukturen **320** sind durch Bonden eines Kerns an die Oberseitenabschnitte der plattierten Durchgangslöcher **312** und durch Beschichten der Kerne mit einem harten Material an der Oberseite **310a** des Trägersubstrats **310** befestigt, wie hier vorstehend detaillierter beschrieben. Diese elastischen Kontaktstrukturen **320** können sich beispielsweise ungefähr 0,508–2,54 mm (20–100 mils) von der Oberseite **310a** des Trägersubstrats **310** erstrecken und sind geeigneterweise die zusammengesetzten Verbindungselemente der vorliegenden Erfindung.

[0166] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die hierin offenbarten Festlötsockel elastische Kontaktstrukturen aufweisen können, die, anders als die hierin offenbarten zusammengesetzten Verbindungselemente, an der Oberseite des Trägersubstrats befestigt sind. Nachstehend werden hauptsächlich die elastischen Kontaktstrukturen, die oben auf dem Trägersubstrat befestigt sind, einfach als "Verbindungselemente" bezeichnet.

[0167] Jedes der Verbindungselemente **320** ist an seiner Basis (proximales Ende) **320a** am Trägersubstrat **310** verankert und weist eine Spitze (distales Ende) **320b** auf. Diese Spitzen **320b** sind vorzugsweise zueinander koplanar. Bei einem vorgegebenen LGA-Halbleitergehäuse **304**, das Kontaktstellen **308** aufweist, die in einem vorgegebenen Muster und mit einem vorgegebenen Rastermaß angeordnet sind, sind die Verbindungselemente so ausgebildet, dass die Spitzen **320b** in einem Muster und mit einem dem Kontakt **308** entsprechenden Rastermaß angeordnet sind.

[0168] Der Sockel **300** weist somit auf: eine Vielzahl von frei stehenden Verbindungsstrukturen **320**, die sich von der Oberseite **310a** des Trägersubstrats **310** erstrecken und eine Vielzahl von Lotkugeln **314**, die an der Unterseite **310b** des Trägersubstrats **310** angeordnet sind. Wie hier nachstehend erörtert, ermöglicht dies, dass ein LGA-Gehäuse, oder eine ähnliche elektronische Komponente, wiederlösbar mit einer PCB-Platte verbunden ist.

[0169] Bei seiner Verwendung wird der Sockel **300** durch Aufschmelzen der Lotkugeln **314** auf die PCB **302** festgelötet, und ein LGA-Gehäuse **304** wird auf dem Sockel **300** angeordnet, so dass dessen Kontaktstellen **308** die Spitzen **320b** der Verbindungselemente **320** kontaktieren, so dass sie zu diesen eine Druckverbindung herstellen. Um zwischen den Kontaktstellen **308** und den Spitzen **320b** die Ausrichtung zu bewahren, ist um den Sockel **300** ein Rahmenelement **330** vorgesehen.

[0170] Wenn das LGA-Gehäuse (oder eine andere elektronische Komponente, einschließlich eines

Halbleiterchips) auf die elastischen Kontaktstrukturen (in einer Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zur Oberseite des Trägersubstrats **310** ist) nach unten gedrängt wird (vertikal nach unten, wie dargestellt), werden sich die Spitzen **320b** der elastischen Kontaktstrukturen hauptsächlich in die vertikale (wie dargestellt) Richtung biegen, so dass sie eine Druckverbindung zwischen den Spitzen **320b** und den Anschlüssen (**308**) bewirken. Jedoch wird es auch eine Spitzenablenkungskomponente bei der horizontalen (wie dargestellt) Richtung (generell parallel zur Oberseite des Trägersubstrats **310**) geben, was dazu führt, dass die Spitzen **320b** über die Anschlüsse **308** wischen. Dieser Wischvorgang, wenngleich beschränkt, ist erstrebenswert, um eine verlässliche Druckverbindung zwischen den Spitzen **320b** und den Anschlüssen **308** sicherzustellen.

[0171] Das Rahmenelement **330** ist aus jedem geeigneten, vorzugsweise isolierenden Material ausgebildet, wie z. B. Thermoplastik, ist im Allgemeinen ringförmig (annulär) und ist so bemessen, dass es um den Umfang des Trägersubstrats **310** passt. Das Rahmenelement **330** weist einen Körperabschnitt **332** und eine Innenseite **334** auf. Die Innenseite **334** des Rahmenelements **330** ist mit einem abgestuften Abschnitt (Bereich mit vermindertem Durchmesser) **336** versehen.

[0172] Die Oberseite **310a** des Trägersubstrats **310** ist entsprechend an einer Unterseite (wie dargestellt) des abgestuften Abschnitts **336** angeordnet, und kann daran mit einem geeigneten Haftmittel (nicht gezeigt) befestigt sein. Auf diese Weise wird das Rahmenelement **330** das Trägersubstrat **310** aufnehmen. Ein kleiner (z. B. 50,8 µm (2 mil) oder weniger) Zwischenraum zwischen der peripheren Kante des Trägersubstrats **310** und dem Körper **332** des Rahmenelements **330** ist erlaubt.

[0173] Die Unterseite **304a** des LGA-Gehäuses **304** ist auf geeignete Weise an einer Oberseite (wie dargestellt) des abgestuften Abschnitts **336** angeordnet. Auf diese Weise wird das Rahmenelement **330** eine zum Trägersubstrat **310** relative Position für das LGA-Gehäuse **304** herstellen. Ein kleiner (z. B. 25,4–50,8 µm (1–2 mil)) Zwischenraum zwischen der peripheren Kante des LGA-Gehäuses **304** und dem Körper **332** des Rahmenelements **330** ist generell wünschenswert.

[0174] Es sollte klar sein, dass für rechteckige oder quadratische elektronische Komponenten (z. B. Halbleitergehäuse **304**, Trägersubstrate **310**) das Rahmenelement in Form eines rechteckigen oder quadratischen Rings anstatt eines runden (kreisförmigen) Rings ausgebildet sein wird, wobei in diesem Fall der Begriff "Durchmesser", wie hier vorstehend verwendet, einfach als eine Querabmessung des Rahmenelements erachtet wird.

[0175] Beim Sockel **300** des Ausführungsbeispiels der Erfindung sind die Verbindungselemente **320** elastisch, und es ist notwendig, dass das LGA-Gehäuse **304** für das Durchbiegen der Verbindungselemente **320** sorgt, um einen Druckkontakt zu den Kontaktstellen **308** des LGA-Gehäuses **304** auszubilden. Dies erfordert, dass die vertikale (wie dargestellt) Erstreckung des abgestuften Abschnitts **336** merklich geringer ist als die ungebogene Höhe der Verbindungselemente. Anders gesagt ist die Oberseite (wie dargestellt) des abgestuften Abschnitts **336** um einen Abstand "x" näher an der Oberseite **310a** des Trägersubstrats **310** als die Spitzen **320b** der Verbindungselemente **320**. Dieser Abstand "x" hängt von der Größe der Durchbiegung ab, die für die Verbindungselemente **320** angestrebt ist, wobei Durchbiegungen von 254–508 µm (10–20 mil) zum Herbeiführen von Druckverbindungen zu mikroelektronischen Komponenten "nominal" sind. Als allgemeine Prämisse sind zum Ausbilden einer effektiven Druckverbindung zu einer mikroelektronischen Komponente Anpresskräfte von ungefähr 5–20 Gramm erstrebenswert. Diese Anpresskraft wird ein Ergebnis der Federkonstante des Verbindungselements (**320**) und der Größe der auf das Verbindungselement (**320**) übertragenen Durchbiegung sein.

[0176] Offensichtlich ist es wichtig, Mittel vorzusehen, um das LGA-Gehäuse **304** unten (wie dargestellt) gegen die Verbindungselemente **320** zu halten (drängen, mechanisch vorzuspannen). Zu diesem Zweck kann jeder geeignete Mechanismus verwendet werden, wie z. B. eine Federklemme **340**, die sich ganz über den Körper **332** des Rahmenelements **330** erstreckt.

[0177] Die exemplarische Federklemme **340** weist zwei Enden **342** und **344** auf. Jedes Ende **342** und **344** kann, wie gezeigt, in eine entsprechende Aussparung (gezeigt, ohne Ziffer) auf eine Außenfläche des Rahmenelements **330** geklemmt werden. Die exemplarische Federklemme **340** ist gebogen, so dass ihr Mittelabschnitt **346** eine Abwärtskraft (wie gezeigt) auf die Oberseite **304b** des LGA-Gehäuses **304** vorsieht. Die Abwärts-"Bewegung" des LGA-Gehäuses ist durch die Oberseite des abgestuften Abschnitts **336** des Rahmenelements **330** beschränkt.

[0178] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die Enden (**342** und **344**) der Federklemme (**340**) in Löcher (nicht gezeigt) eingefügt werden können, die sich durch die Leiterplatte (**302**) erstrecken, um die elektronische Komponente (**304**) an Ort und Stelle zu halten.

[0179] Es liegt auch innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die Federklemme (**340**), oder irgendein analoger Niederhalte-Mechanismus, auf einen der elektronischen Komponente (**304**) zugeordneten Kühlkörper (nicht gezeigt) wirken kann oder als

eine Komponente eines auf der elektronischen Komponente (**304**) angeordneten Kühlkörpers integriert sein kann.

[0180] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass, außer der exemplarischen Federklemme **340**, Mittel verwendet werden können, um das LGA-Gehäuse **304** mechanisch gegen die Spitzen der Verbindungselemente **320** vorzuspannen.

[0181] Bei seiner Verwendung ist der Sockel **300** auf die PCB **302** festgelötet, und eine elektronische Komponente (z. B. LGA-Gehäuse **304**) ist in das Rahmenelement **330** geklemmt, um die externen Verbindungspunkte (**308**) des Halbleitergehäuses (**304**) gegen die Spitzen (**320b**) der elastischen Kontaktstrukturen (**320**) in eine Richtung zu drängen, die im Wesentlichen senkrecht (d. h. unter neunzig Grad) zur Oberseite (**310a**) des Trägersubstrats (**310**) ist. Auf diese Weise sind lösbare Verbindungen zwischen der Vielzahl von externen Verbindungspunkten (**308**) und den elastischen Kontaktstrukturen (**320**) ausgebildet. Das Ersetzen des LGA-Gehäuses **304** ist eine einfache Angelegenheit des Entfernen der Klemme (**340**), des Ersetzens des LGA-Gehäuses, und des Ersetzens der Klemme.

[0182] Offenbar, da die elektronische Komponente **304** nach unten (wie dargestellt) auf die Verbindungselemente **320** gedrängt wird, werden sich die Spitzen **320b** der Verbindungselemente **320** sowohl in Abwärtsrichtung (vertikal, wie in der Figur dargestellt) und, in einem geringeren Ausmaß, in eine laterale Richtung (horizontal, wie in der Figur dargestellt) biegen. Die horizontale Bewegung der Spitzen **320b** führt dazu, dass die Spitzen **320b** über die Anschlüsse **308** der elektronischen Komponente **304** "wischen", und stellt ferner sicher, dass eine verlässliche Druckverbindung zwischen den Spitzen **320b** der Verbindungselemente **320** und den Anschlüssen **308** der elektronischen Komponente **304** bewirkt wird.

[0183] In [Fig. 3](#) sind die Lotkugeln **314** der illustrativen Übersichtlichkeit wegen so gezeigt, als wären sie im Festlötprozess nicht aufgeschmolzen. Zusätzlich sind der illustrativen Übersichtlichkeit wegen Löt-"Ausrundungen", die den Übergang zwischen den Lotkugeln **314** und den Kontaktflächen **312** glätten, in der Figur weggelassen.

[0184] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die Basen **320a** der Verbindungselemente **320** in einem Muster und mit einem Rastermaß angeordnet sind, die von dem Muster und dem Rastermaß der Spitzen **320b** verschieden sind. Techniken, um eine derartige Aufgabe zu erfüllen, und die potentielle Attraktivität derselben sind hier vorstehend in [Fig. 2C](#) dargestellt und auch in der PCT Patentanmeldung Nr. WO 95/14914 gezeigt (siehe darin z. B. [Fig. 23](#)).

[0185] Es liegt auch innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die Lotkugeln **314** auf der Unterseite des Trägersubstrats **310** in einem Muster und mit einem Rastermaß angeordnet sind, die von dem Muster und dem Rastermaß der Basen **320a** verschieden sind. Techniken, um eine derartige Aufgabe zu erfüllen, sind wohl bekannt, beispielsweise durch Umleiten von Verbindungen durch die Verwendung von mehrlagigen Leiterplatten.

[0186] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass das harte Material, das den Kern der zusammengesetzten Verbindungselemente (**320**) überzieht, dendritisch ist, oder ähnliches, und Mikrovorsprünge aufweist.

[0187] [Fig. 3](#) stellt auch einen exemplarischen Mechanismus zum Anordnen (Ausrichten) des Rahmenelements **330** und damit des Trägersubstrats **310** gegenüber der Leiterplatte **302** dar. Zu diesem Zweck ist eine Unterseite des Rahmenelements **330** mit Positionierstiften **350** versehen, die damit einteilig ausgebildet sein können, und die PCB **310** ist mit entsprechenden Löchern **352** versehen. Die Stifte **350** haben einen Durchmesser, der nur leicht (z. B. 76,2 µm (0,003")) geringer als der Durchmesser der Löcher **352** ist, und können konisch zulaufen. Auf diese Weise werden sich die Stifte **350** leicht in die Löcher **352** einfügen, und das Rahmenelement **330** kann an der PCB **302** befestigt werden, wenn gewünscht mit einem Klacks irgendeines geeigneten Haftmittels. Die Stifte **350** und Löcher **352** sind ein optionales Merkmal. Sie können umgekehrt oder weggelassen werden, und irgendein anderes geeignetes Mittel zum Anordnen des Rahmenelements (**330**) gegenüber der PCB (**302**) kann verwendet werden, einschließlich Ausrichtstifte, die sich von (oder zu) dem Trägersubstrat selbst erstrecken. Eine lose Stiftausrichtung wird auf einfache Weise erreicht, indem die Löcher **352** um 50,8–127 µm (2–5 mil) größer (im Durchmesser) als die Stifte **350** bemessen sind.

[0188] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die Stifte **350** entweder einteilig mit dem Körperabschnitt **332** des Rahmenelements **330** ausgebildet sind, oder als separate und abgetrennte Elemente ausgebildet sind, die durch irgendeine geeignete Technik (z. B. Einfügung in Löcher, Haftmittel, kombiniertes Thermokompressions- und Ultraschallschweißen, etc.) an den Körperabschnitt **332** des Rahmenelements **330** befestigt sind.

[0189] Anstelle von alternativen Verfahren zum Bewirken elektrischer Verbindungen (beispielsweise Stifte, Kontaktstellen, Anschlüsse), werden Lotkugeln (**314**) bevorzugt als Mechanismus zum Ausbilden elektrischer Verbindungen zwischen dem Sockel (**300**) und den Kontaktflächen (**306**) der Leiterplatte (**302**) verwendet. Wenn sie aufgeschmolzen werden, neigen Lotkugeln (**314**) dazu, sich selbst zu den ent-

sprechenden Kontaktflächen (**306**) auf der Leiterplatte (**302**) auszurichten, und werden auch dazu dienen, den Sockel auf eine mit den Komponentenasssemblern leicht vorgenommene, "herkömmliche" Weise sicher und permanent an die Leiterplatte zu befestigen.

[0190] Es liegt innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass der Mechanismus zum Ausrichten des Sockels zur Leiterplatte ein anderer als der Stift **350** und das Loch **352** sein kann, und dass mit einem derartigen Ausrichtmechanismus zusätzliche Funktionalität bzgl. des Befestigens des Sockels an der Leiterplatte erreicht werden kann. Beispielsweise würden Schrauben (nicht gezeigt), die durch die Löcher (**352**) in (oder durch) den Sockelkörper (**332**) führen, den Sockel an der Leiterplatte (**302**) befestigen.

[0191] [Fig. 3A](#) stellt ein alternatives Ausführungsbeispiel **300A** des Sockels **300** der vorliegenden Erfindung dar. Wie beim vorhergehenden Ausführungsbeispiel ist das Rahmenelement **330A** mit einem Körperabschnitt **332** versehen, der sich ausreichend unter die Unterseite **310b** des Trägersubstrats **310** erstreckt, beispielsweise ungefähr **381** µm (15 mil), um eine vorbestimmte Höhe (vertikal, wie dargestellt) für die Lötverbindungen herzustellen, die sich aus dem Aufschmelzen der Lotkugeln **314** ergeben.

[0192] [Fig. 3A](#) stellt auch ein optionales Versteifungselement **360** (vergleiche **268**) dar. Das Versteifungselement **360** ist einfach ein flaches, planares Element mit einer Vielzahl von Öffnungen, durch die sich die Verbindungselemente (**320**) erstrecken, und ist nahe der Spitzen (**320b**) der Verbindungselemente (**320**) angeordnet. Das Versteifungselement **360** ist aus einem Isoliermaterial ausgebildet und kann einteilig mit dem Rahmenelement **330A** ausgebildet sein.

[0193] Alternativ ist das Versteifungselement **360** ein diskretes Element, wie z. B. eine maschenartige Rasterung oder Lochblech, aus irgendeinem geeigneten Material, wie z. B. Polyethylen, Polypropylen, Glasfaser, Neopren, Nylon, Saran oder ähnlichem. Das Versteifungselement **360** kann mehr Öffnungen aufweisen als die Anzahl der Verbindungselemente, und wird nicht auf merkliche Weise die elastische Natur der Verbindungselemente nachteilig beeinflussen. Im Allgemeinen sollten die Öffnungen groß genug sein, damit sich die Verbindungselemente hindurcherstrecken. Das Versteifungselement **360** kann auch ein metallisches Material sein, das durch ein isolierendes (dielektrisches) Material beschichtet ist.

[0194] Ein Hauptzweck des Versteifungselements **360** ist, mechanischen Schaden an den Verbindungselementen (**320**) während der Handhabung (zufälliger Kontakt mit den Spitzen) zu verhindern. Zusätzlich sind das Versteifungselement **360** und die dort hindurch gehenden Löcher so bemessen, ge-

formt und angeordnet, dass sie das Ausmaß der wischenden (horizontal, wie dargestellt) Bewegung der Spitzen des Verbindungselements beschränken, wenn die Verbindungselemente einen Druckkontakt zu den Anschlüssen einer elektronischen Komponente ausbilden.

[0195] Beim Ausbilden einer Druckverbindung ist das Wischen ganz sicherlich erstrebenswert. Nichtsdestotrotz ist es bei den meisten Anwendungen erstrebenswert, die Wischbewegung der Spitze des elastischen Verbindungselements zu beschränken, um sicherzustellen, dass sich die Spitze nicht selbst komplett vom Anschluss der elektronischen Komponente wegwischt, zu der es eine Druckverbindung ausbildet. Man berücksichtige beispielsweise ein gemäß der Techniken der vorliegenden Erfindung ausgebildetes, zusammengesetztes Verbindungselement mit einem Durchmesser (Querschnittsabmessung) von 101,6 µm (4 mils), das eine Druckverbindung zu einem Anschluss einer elektronischen Komponente mit einer Querschnittsabmessung (Durchmesser, wenn rund) von 762 µm (30 mils) ausbildet. Es ist offensichtlich vorteilhaft, mit dem ersten Kontakt der Spitze des elastischen Verbindungselements auf die Mitte des Anschlusses zu zielen (dies kann bildlich dargestellt werden als ein Durchmesserkreis von 101,6 µm (4 mil), der konzentrisch innerhalb eines Durchmesserkreises von 762 µm (30 mil) angeordnet ist). Das Zielen der Spitzen der elastischen Verbindungselemente auf die Mitte der Anschlüsse wird beim Arbeiten mit einer großen Vielzahl von derartigen elastischen Verbindungselementen und derartigen Anschlüssen bevorzugt, um Herstellungstoleranzen zu berücksichtigen. Wenn die Spitze des elastischen Verbindungselements 330,2 µm (13 mils) von ihrer ersten Kontaktposition aus wischen darf, und unter der Annahme, dass der erste Kontakt genau in der Mitte des Anschlusses hergestellt wurde, wird sie anfangen, sich selbst vom Anschluss wegzuwischen. Eine weitere Wischbewegung von 101,6 µm (4 mils), und die Spitze wird komplett vom Anschluss weg sein und dabei vollständig jede Möglichkeit eines dazwischen gebildeten, effektiven Druckkontakts eliminieren. Daher die Attraktivität bzgl. der Beschränkung der Wischbewegung des elastischen Verbindungselements, und ein wichtiges Merkmal des Verstärkungselements **360**. Vorzugsweise werden Druckverbindungen, wie hierin betrachtet, zu Anschlüssen der elektronischen Komponenten ausgebildet, die eine Querabmessung (Durchmesser, wenn rund) von zumindest 254 µm (10 mils) aufweisen. Es sollte klar sein, dass die Beschränkung des Wischens nicht auf irgendein hierin beschriebenes Ausführungsbeispiel beschränkt ist.

[0196] Es liegt ausdrücklich innerhalb des Schutzbereichs dieser Erfindung, dass eine Anordnung von elastischen Verbindungselementen, wie sie z. B. hinsichtlich [Fig. 3](#) gezeigt und beschrieben wurde, ver-

wendet werden kann, um eine Vielzahl von Druckverbindungen zu irgendeiner elektronischen Komponente herzustellen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf blanke (unverpackte) Halbleiterchips.

[0197] [Fig. 3B](#) stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sockels **350** dar, der zum wiederlösbaren Aufnehmen einer elektronischen Komponente auf die Art und Weise von Ausführungsbeispiel **300** oder von Ausführungsbeispiel **400** anwendbar ist (hier nachstehend beschrieben). Bei diesem Ausführungsbeispiel **350** erstrecken sich die Endabschnitte der elastischen Kontaktstruktur in das Trägersubstrat hinein, wohingegen hier hauptsächlich die beschriebenen Sockel eine elastische Kontaktstruktur (z. B. **320**) aufweisen, die an der Oberseite eines Trägersubstrats (z. B. **310**) befestigt ist.

[0198] Wie in [Fig. 3B](#) dargestellt, ist ein Trägersubstrat **352** (vergleiche **310**) mit einer Vielzahl (eine von vielen gezeigt) von plattierten Durchgangslöchern **354** (vergleiche **312**) versehen. Das Trägersubstrat **352** weist eine Oberseite **352a** (vergleiche **310a**) und eine Unterseite **352b** (vergleiche **310b**) auf. Das Trägersubstrat **352** ist geeigneterweise eine herkömmliche Leiterplatte (PCB, Platine). Wie bekannt ist, weisen die Durchgangslöcher **354** auf: leitende Flächen, die auf der Oberseite **352a** des Trägersubstrats **352** freiliegen, und leitende Flächen, die auf der Unterseite **352b** des Trägersubstrats **352** freiliegen.

[0199] Bei diesem exemplarischen Ausführungsbeispiel **350** ist eine elastische Kontaktstruktur **356**, die zwei Enden aufweist, mit einer Presspassung in jede der plattierten Durchgangslöcher **354** eingefügt. Mit anderen Worten ist das untere Ende **356a** (vergleiche **320a**) der elastischen Kontaktstruktur **356** so bemessen, dass es genau in die Bohrung des Durchgangslöches **354** passt. Nur der untere (Boden-)Endabschnitt der elastischen Kontaktstruktur **356** ist in der Figur dargestellt, da dessen Federform und Spitzenausrichtung letztlich davon abhängt, ob beabsichtigt ist, dass die elastische Kontaktstruktur einen Druckkontakt zu Kontaktstellenanschlüssen (vergleiche **308** oben) einer elektronischen Komponente oder zu Lotkugelanschlüssen (vergleiche **408** unten) einer elektronischen Komponente ausbildet.

[0200] Eine Vielzahl (eine von vielen gezeigt) von Lotkugeln **358** ist auf den leitenden Flächen der Durchgangslöcher **354** angeordnet, die auf der Unterseite des Trägersubstrats **352** freiliegen. Auf diese Weise wird in Übereinstimmung mit den zahlreichen sowohl hier vorstehend als auch hier nachstehend offenbarten Ausführungsbeispielen eine Sockelanordnung vorgesehen, die aufweist: elastische Kontaktstrukturen, die sich von deren Oberseite erstrecken, um Druckverbindungen zu den Anschlüssen einer elektronischen Komponente (z. B. LGA-Halbleitergehäuse, BGA-Halbleitergehäuse, blanker Halbleiter-

chip, etc.) auszubilden, und nicht-elastische, lötbare Kontaktstrukturen, die auf deren Unterseite angeordnet sind, um permanente Verbindungen zu einer weiteren elektronischen Komponente, wie z. B. einer Hauptplatine, auszubilden. Diese "Hybrid"-Anordnung von elastischen Kontaktstrukturen oben auf einem Substrat und von nicht-elastischen Kontaktstrukturen unterhalb eines Substrats ist analog zu der in **Fig. 7** dargestellten Ausgestaltung des vorstehend genannten Patents WO 95/14314, das Situationen beschreibt, in denen eine Übereinstimmung nur auf einer Seite einer Verbindungskomponente erforderlich ist.

[0201] **Fig. 3C** stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sockels **370** dar, das dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel **350** darin ähnelt, dass sich Endabschnitte der elastischen Kontaktstruktur in das Trägersubstrat hineinerstrecken, anstatt oben auf demselben befestigt zu sein. Obwohl die elastischen Kontaktstrukturen nicht an der Oberseite des Substrats befestigt sind, erstrecken sie sich bei diesen Ausführungsbeispielen **350** und **370** auf ähnliche Weise von der Oberseite des Trägersubstrats.

[0202] Bei diesem Ausführungsbeispiel **370** ist ein Trägersubstrat **372** (vergleiche **352**) mit einer Vielzahl (eines von vielen gezeigt) von Durchgangslöchern **374** (vergleiche **354**) versehen, die nicht plattiert sind. Das Trägersubstrat **372** weist eine Oberseite **372a** (vergleiche **352a**) und eine Unterseite **372b** (vergleiche **352b**) auf. Das Trägersubstrat **372** ist geeigneterweise aus einer herkömmlichen Leiterplatte (PCB, Platine), oder als ein plastisches (z. B. geformtes) Teil ausgebildet.

[0203] Bei diesem exemplarischen Ausführungsbeispiel **370** ist eine elastische Kontaktstruktur **376**, die zwei Enden aufweist, mit einer Presspassung in jedes der Durchgangslöcher **374** eingefügt. Mit anderen Worten ist das untere Ende **376a** (vergleiche **356a**) der elastischen Kontaktstruktur **376** so bemessen, dass es genau in die Bohrung des Durchgangslöches **374** passt. Nur der untere (Boden-)Endabschnitt der elastischen Kontaktstruktur **376** ist in der Figur dargestellt, da dessen Federform und Spitzenausrichtung letztlich davon abhängt, ob beabsichtigt ist, dass die elastische Kontaktstruktur einen Druckkontakt zu Kontaktstellenanschlüssen (vergleiche **308** oben) einer elektronischen Komponente oder zu Lotkugelan schlüssen (vergleiche **408** unten) einer elektronischen Komponente ausbildet.

[0204] Eine Vielzahl (eine von vielen gezeigt) von Lotkugeln **378** sind an der Unterseite **372b** des Trägersubstrats **372** an der Position eines jeden Durchgangslöches **374** angeordnet, so dass sie "direkt" (d. h. ohne Zwischenschaltung eines plattierten Durchgangslöches oder von Verdrahtungsschichten inner-

halb des Trägersubstrats) elektrisch mit den unteren (wie dargestellt) Enden der elastischen Kontaktstrukturen **376** verbunden sind, die sich durch die Durchgangslöcher **374** erstrecken.

[0205] Es ist vorteilhaft, dass elastische Kontaktstrukturen **376** ausreichend durch das Trägersubstrat eingefügt werden, so dass sich ihre unteren (wie dargestellt) Enden leicht (z. B. 127–762 µm (5–30 mils)) über die Oberseite **372b** des Trägersubstrats **372** hinaus erstrecken. Dies sieht eine lötbare Oberfläche für die entsprechenden Lotkugeln **378** vor. In einem derartigen Fall wären die unteren Enden der elastischen Kontaktstrukturen **376** innerhalb der Lotkugeln **378** eingebettet (nicht gezeigt). Zusätzlich können die Abschnitte der elastischen Kontaktstrukturen **376**, die sich über die untere (wie dargestellt) Fläche des Trägersubstrats **372** hinauserstrecken, gebogen werden (z. B. um neunzig Grad gegen die Unterseite des Trägersubstrats), um vor dem Befestigen der Lotkugeln **378** die elastischen Kontaktstrukturen im Trägersubstrat zu befestigen.

[0206] Auf diese Weise ist in Übereinstimmung mit den zahlreichen sowohl hier vorstehend als auch hier nachstehend offenbarten Ausführungsbeispielen eine Sockelanordnung vorgesehen, die aufweist: elastische Kontaktstrukturen, die sich von deren Oberseite erstrecken, um Druckverbindungen zu Anschlüssen einer elektronischen Komponente (z. B. LGA-Halbleitergehäuse, BGA-Halbleitergehäuse, blanker Halbleiterchip, etc.) auszubilden, und nicht-elastische, lötbare Kontaktstrukturen, die an deren Unterseite angeordnet sind, um permanente Verbindungen zu einer weiteren elektronischen Komponente, wie z. B. einer Hauptplatine, auszubilden.

[0207] Bei den verschiedenen hierin (hier vorstehend und hier nachstehend) offenbarten Ausführungsbeispielen ist das Trägersubstrat geeigneterweise ein steifes Element, wie z. B. eine herkömmliche Leiterplatte, oder es ist ein flexibles Element, das dazu gebracht werden kann, dass es auf eine geeignete Weise steif reagiert (versteift) durch einen peripheren Ring (z. B. das hier vorstehend beschriebene Rahmenelement **330**, das hier nachstehend beschriebene Rahmenelement **430**, etc.).

[0208] Bei den verschiedenen, hierin offenbarten Sockelausführungsbeispielen umfasst der Sockel vorzugsweise elastische Kontaktstrukturen, die entweder steif an die Oberseite des Trägersubstrats befestigt sind oder in die Oberseite des Trägersubstrats (einschließlich durch das Trägersubstrat) "gesteckt" sind, um Druckverbindungen zu einer weiteren elektronischen Komponente, wie z. B. einem Halbleitergehäuse oder einem blanken (gehäuselosen) Halbleiterchip, auszubilden. Diese oberen Verbindungselemente können herkömmliche elastische Kontaktstrukturen sein, wie z. B. längliche Elemente, die aus

Phosphorbronze oder Berylliumkupfer ausgebildet sind, oder können die hierin offenbarten zusammengesetzten Verbindungselemente (beschichteten Kerne) sein. Ein Vorteil der hierin offenbarten Techniken ist, dass die elastischen Kontaktstrukturen, die sich von der Oberseite des Trägersubstrats erstrecken, an dem Trägersubstrat befestigt sind, ohne dass sie die Verwendung von Verbindungsmaterialien und -techniken, wie z. B. Weichlöten oder Hartlöten, benötigen. Die Verwendung von Lotkugeln als Kontaktstrukturen auf der Unterseite des Trägersubstrats wird bevorzugt, um permanente Verbindungen zwischen dem Trägersubstrat und einer weiteren elektronischen Komponente, wie z. B. einer Hauptplatine, auszubilden. Daher die treffende Verwendung des Begriffs "Festlötsockel". Es liegt jedoch innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass Kontaktstrukturen, wie z. B. Stifte, auf der Unterseite des Substrats verwendet werden können.

[0209] In einem allgemeinen Sinn ist der Sockel **300** vorgesehen, ein Halbleitergehäuse lösbar (entfernbar) mit einer Leiterplatte zu verbinden. Im Allgemeinen umfasst dies das Stützen irgendeiner elastischen Kontaktstruktur oben auf einem Trägersubstrat, und die elastischen Kontaktstrukturen sind nicht auf die zusammengesetzten Verbindungselemente der vorliegenden Erfindung beschränkt. Die Unterseite des Trägersubstrats ist mit Kontaktstrukturen versehen, die vorzugsweise Lotkugeln sind, die aber nicht darauf beschränkt sind. Das Trägersubstrat kann dann auf eine Leiterplatte festgelötet sein, wobei die Kontaktstrukturen auf der Unterseite des Trägersubstrats entsprechende Kontaktflächen auf der Leiterplatte kontaktieren. Die ausgewählten elastischen Kontaktstrukturen oben auf dem Trägersubstrat sind auf jede geeignete Weise mittels des Trägersubstrats mit den entsprechenden Kontaktstrukturen auf der Unterseite des Trägersubstrats verbunden. Beim Ausführungsbeispiel **300** wird ein Druckkontakt zu externen Verbindungen eines Halbleitergehäuses mit einer Anpresskraft ausgebildet, die im Wesentlichen senkrecht zur Oberseite des Trägersubstrats steht.

Flache, längliche Elemente

[0210] Es kann bei gewissen Anwendungen erstrebenswert sein, einen "breiteren" Kontaktpunkt zwischen den Spitzen der Verbindungselemente und den Gehäuseanschlüssen vorzusehen, wobei die Gehäuseanschlüsse Kontaktstellen (**308**) sind. Im Großen und Ganzen umfassen bei den hier vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen die zusammengesetzten Verbindungselemente einen Kern aus Draht (runder Querschnitt) und eine im Wesentlichen konforme (auch rund im Querschnitt) Beschichtung.

[0211] Es liegt genau innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass das längliche Kernelement

aus einem flachen Blech aus Metall (Folie) anstatt aus einem Draht hergestellt werden kann. Im Allgemeinen wird eine Weichmetallfolie strukturiert, so dass sie eine Vielzahl von Streifen aufweist, die hinsichtlich der Folie aus der Ebene heraus gebogen werden, und die anschließend mit einem harten Material beschichtet werden, um zusammengesetzte Verbindungselemente auszubilden.

[0212] [Fig. 5B](#) stellt anstelle von Drähten eine weitere Verwendung von länglichen Streifenelementen als Kern eines Verbindungselements in einem mit dem LGA-Gehäuse von [Fig. 3](#) vergleichbaren Zusammenhang dar.

[0213] Bei diesem Ausführungsbeispiel **550** sind eine Vielzahl (zwei von vielen gezeigt) von länglichen Elementen **552** und **554** aus einem Metallblech (Folie) ausgebildet. Jedes längliche Element **552** bzw. **554** weist einen Basisabschnitt **552a** bzw. **554a** und eine Spitze **552b** bzw. **554b** auf. Die Spitzen der länglichen Elemente sind zum Kontaktieren von Kontaktstellen eines LGA-Halbleitergehäuses geeignet, auf die gleiche Weise wie die hier vorstehend beschriebenen Spitzen **320b**. Die Federform der länglichen Elemente **552** und **554** ähnelt nahezu der Federform der Verbindungselemente **320**.

[0214] Bei diesem Ausführungsbeispiel **550** weist jedes längliche Element **552** bzw. **554** einen Basisabschnitt **552c** bzw. **554c** auf, der an dessen Basisende **552a** bzw. **554a** angeordnet ist. Diese Basisabschnitte **552c** und **554c** sind vorzugsweise zueinander koplanar. Die länglichen Elemente (**552**, **554**) sind vorgefertigte, elastische Kontaktstrukturen und sind geeigneterweise die zusammengesetzten Verbindungselemente der vorliegenden Erfindung.

[0215] Um eine Vielzahl von derartig länglichen Elementen miteinander in einem vorgeschriebenen Raum zu tragen, wie z. B. in Reihen oder Arrays, ist ein Trägerelement **560** (vergleiche **266**) vorgesehen. Ein Abschnitt des Trägerelements **560** ist durchsichtig gezeigt (gestrichelte Linien), um eine bessere Ansicht des Basisabschnitts **552c** des länglichen Elements **552** zu ermöglichen. Das Trägerelement **560** ist geeigneterweise aus Kapton (tm), oder einem steiferen Material, wie z. B. Keramik, ausgebildet, und ist mit einer Vielzahl (zwei von vielen gezeigt) von Öffnungen **562** und **564** versehen, die zu den Basisenden **552a** bzw. **554a** der länglichen Elemente **552** bzw. **554** ausgerichtet sind. Auf diese Weise können die oberen (wie dargestellt) Flächen der Basisabschnitte **552c** und **554c** an der unteren (wie dargestellt) Fläche des Trägerelements **560** in direkter Nähe einer entsprechenden Öffnung darin befestigt werden. Dies stellt den gewünschten Abstand zwischen länglichen Elementen her.

[0216] Wie in [Fig. 5B](#) dargestellt sind direkt auf den

unteren (wie dargestellt) Flächen der Basisabschnitte **552c** bzw. **554c** der länglichen Elemente **552** bzw. **554** Lotkugeln **558** (vergleiche **314**, **414**) auf einfache Weise ausgebildet.

[0217] Wie in [Fig. 5B](#) dargestellt, ist nicht explizit gezeigt, dass die länglichen Elemente **552** und **554** beschichtet sind. Es liegt innerhalb des Schutzbereichs dieser Erfindung, dass bei vielen der hierin dargestellten Ausführungsbeispiele die Verbindungselemente monolithisch, anstatt zusammengesetzt sind.

[0218] [Fig. 5C](#) stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel **570** eines Festlötsockels gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Trägersubstrat **572**, das eine Oberseite **572a** und eine Unterseite **572b** aufweist, mit einer Vielzahl (eines von vielen gezeigt) von Löchern **574** versehen, die sich dort hindurch in einem vorbestimmten Muster erstrecken. An der Position von jedem Loch **574** ist eine metallische Kontaktstelle **576** auf der Unterseite des Trägersubstrats **572** angeordnet und zum Loch **574** ausgerichtet.

[0219] Eine Vielzahl (eines von vielen gezeigt) von einzelnen Kernelementen **580**, wie z. B. von der Art (z. B. **552**), die hinsichtlich des vorhergehenden Ausführungsbeispiels **570** beschrieben wurde, oder jede hierin beschriebene geeignete Art, einschließlich entweder Streifen (Bänder) oder Drähte, ist an die obere (wie dargestellt) Fläche der metallischen Kontaktstelle **576** innerhalb eines jeden Lochs **574** befestigt. Bei dieser Ansicht ist nur der untere (wie dargestellt) Abschnitt des Kernelements der illustrativen Übersichtlichkeit wegen gezeigt. Das Kernelement **580** kann dann, wie hier vorstehend beschrieben, mit einem geeigneten Material **582** beschichtet werden, um eine gewünschte Elastizität auf das resultierende, zusammengesetzte Verbindungselement zu übertragen und um das Verbindungselement sicher an der Kontaktstelle **576** zu verankern. Auf eine hierin beschriebene Weise (z. B. hinsichtlich des vorhergehenden Ausführungsbeispiels **570**) kann eine Vielzahl (eines von vielen gezeigt) von lötbaren, erhöhten Kontaktstrukturen (z. B. Lotkugeln) **584** auf der unteren (wie dargestellt) Fläche der metallischen Kontaktstelle **576** angeordnet sein.

[0220] Ferner, wie aus diesem Ausführungsbeispiel **570** deutlich wird, kann sich die elastische Kontaktstruktur vom Trägersubstrat einfach nach oben erstrecken, ohne an dessen Oberseite befestigt zu sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die elastische Kontaktstruktur, die sich vom Trägersubstrat nach oben erstreckt, jedoch an der Oberseite eines Elementes (**576**) befestigt, das auf der Unterseite (**572b**) des Trägersubstrats (**572**) angeordnet ist.

Paarweise Verbindungselemente

[0221] Wie detaillierter in den [Fig. 18A](#) und [18B](#) des U.S.-Patents US 6,336,269 A (Anmeldnr. 08/452,255) beschrieben, fallen gewisse Vorteile den Verbindungsstrukturen zu, die Paare von nebeneinander liegenden, im Allgemeinen identischen Verbindungselementen sind, wobei jedes Paar von Verbindungselementen redundante Druckverbindungen mit einem einzelnen Anschluss einer elektronischen Komponente ausbildet. Diese Vorteile umfassen das Sicherstellen, dass in Fällen, wo Schmutz auf dem Anschluss (z. B. durch hauchdünne und ölige Verunreinigungen) vorhanden ist, zumindest eine verlässliche Druckverbindung ausgebildet ist (pro Anschluss).

[0222] Das Konzept, zwei (oder mehr) Verbindungselemente zu verwenden, um jede Verbindung zu einem Anschluss einer elektronischen Komponente zu bewirken, hat auch einen Nutzen im Zusammenhang mit den Sockeln der vorliegenden Erfindung.

[0223] [Fig. 6A](#) stellt ein Ausführungsbeispiel **600** der Erfindung dar, wobei eine "Verbindungsstruktur" als ein Paar von Verbindungselementen **602** und **604** ausgebildet ist, die an einer Fläche eines leitenden Elements **612** (vergleiche **312**) an einem Trägersubstrat **610** (vergleiche **310**) befestigt sind und sich im Allgemeinen parallel zueinander von dieser Fläche erstrecken. Im Allgemeinen sind die zwei Verbindungselemente **602** und **604** als zusammengesetzte Verbindungselemente ausgebildet, indem zuerst die zwei einzelnen Drähte an das leitende Element **612** befestigt werden, dann das Paar von Drähten zusammen mit allen anderen Paaren von Drähten, die an den restlichen leitenden Elemente befestigt wurden, in einem einzelnen Schritt (z. B. durch Plattieren) beschichtet werden. Auf diese Weise kann durch die zwei Spitzen **602b** bzw. **604b** (vergleiche **320b**) der zwei Verbindungselemente **602** bzw. **604** eine redundanter Kontakt zu einem einzelnen Anschluss (z. B. externer Verbindungspunkt) einer elektronischen Komponente (nicht gezeigt, vergleiche einen der Anschlüsse **308** an der elektronischen Komponente **304** in [Fig. 3](#)) ausgebildet werden, wodurch im Allgemeinen sichergestellt wird, dass zumindest eines der Verbindungselemente eines jeden Paares einen guten Kontakt zu dem Anschluss der elektronischen Komponente ausbilden wird. Bei der Darstellung von [Fig. 6A](#) sind die Spitzen **602b** bzw. **604b** der elastischen Kontaktstrukturen **602** bzw. **604** so geformt und ausgerichtet, dass sie einen effektiven Druckkontakt (z. B. mit externen Verbindungspunkten eines LGA-Typ-Halbleitergehäuses) in eine Richtung ausbilden, die im Wesentlichen senkrecht zur Oberseite des Trägersubstrats **610** ist.

[0224] Ein Ende **662a** des Verbindungselements **662** dieses Ausführungsbeispiels **660** ist auf ir-

gendeine geeignete Weise an eine leitende Fläche **672** (vergleiche **312**) eines Trägersubstrats **666** (vergleiche **310**) befestigt. Das Verbindungselement **662** ist auf irgendeine geeignete Weise geformt, damit es in der vertikalen (wie dargestellt) Achse (vergleiche [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#)) elastisch ist. Ein End-(Spitzen-)Abschnitt **662b** des Verbindungselements **662** weist eine komplexe Form auf, wie folgt. Beginnt man an einem mit "P" gekennzeichneten Punkt, der mit den Spitzen der Verbindungselemente der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele vergleichbar ist, so ist das Verbindungselement **662** so geformt, dass es eine gebogene Form aufweist, wobei die gebogene Form einen Durchmesser aufweist, der etwas (z. B. 25%) kleiner als der Durchmesser einer Lotkugel ist, die durch den Spitzenabschnitt **662b** "gehalten" werden soll. Auf diese Weise kann eine Lotkugel **668** nach unten auf den Endabschnitt **662b** gedrängt und durch diesen aufgenommen werden, um eine Verbindung zu der Lotkugel **668** zu bewirken. In dieser Hinsicht ist dieses Ausführungsbeispiel **660** ähnlich zu den hier vorstehend beschriebenen LGA-Sockeln, bei denen die Anpresskraft in der vertikalen Richtung liegt, aber insbesondere angepasst ist, um Kontakt zu Lotkugeln von BGA-Gehäusen auszubilden, anstatt zu Kontaktstellen von LGA-Gehäusen. Dieses Ausführungsbeispiel wird im Allgemeinen nicht bevorzugt.

HERSTELLEN VON LOTKUGELN/LÖTKONTAKT-HÜGELN AUF EINER ELEKTRONISCHEN KOMPONENTE

[0225] Wie hier vorstehend erwähnt, ist es im Allgemeinen erstrebenswert, Lotkugeln oder Lötkontakthügel für die Verwendung an elektronischen Komponenten zu befestigen, wie z. B. die externen Verbindungspunkte von Halbleitergehäusen.

[0226] Die [Fig. 7A–Fig. 7C](#) stellen eine Technik zum Ausbilden von Lotkugeln oder Lötkontakthügeln auf einer elektronischen Komponente dar, wie z. B. die Trägersubstrate (**310**) für die hier vorstehend erläuterten Sockel. Es sollte klar sein, dass die hierin offenbarte Technik gleichermaßen auf das Ausbilden von Lotkugeln oder Lötkontakthügeln an Halbleitergehäusen anwendbar ist.

[0227] [Fig. 7A](#) stellt eine aus einem Lötmaterial ausgebildete Vorform (vorgefertigte Struktur) **700** mit einer Vielzahl (von vielen zwei vollständig gezeigt, zwei teilweise gezeigt) von beabstandeten, relativ großen Massen **702**, **703**, **704**, **705** dar, die miteinander durch eine Vielzahl (von vielen drei vollständig gezeigt, eine teilweise gezeigt) von relativ kleinen Lötbrücken **706**, **707**, **708** und **709** verbunden sind. (Die Brücken werden als relativ kleine Lötmassen erachtet.)

[0228] Die Lötmassen **702..705** sind relativ groß,

und haben vorzugsweise jeweils alle die gleiche Form. Wie dargestellt, weist jede Lötmasse, beispielsweise die Lötmasse **702**, vier Kanten **702a**, **702b**, **702c** und **702d** auf, und hat eine quadratische Form. Es liegt innerhalb des Schutzbereichs dieser Erfindung, dass die Lötmassen andere Formen als Quadrate aufweisen – beispielsweise Dreiecke oder Kreise. Die Lötmassen **702..705** weisen eine Dicke "T" und eine Seitenabmessung "S" (entlang ihrer Kante gemessen) auf.

[0229] Die Lötbrücken **706..709** sind relativ klein und haben vorzugsweise jeweils alle die gleiche Form. Wie dargestellt, weist jede Lötbrücke, beispielsweise die Lötbrücke **709**, zwei Enden **709a** und **709b** auf, zwischen denen eine Länge "L" definiert ist. Jede Lötbrücke **706..709** weist auch eine Breite "W" und eine Dicke "t" auf.

[0230] Exemplarische Abmessungen für die Lötmassen **702..705** und Lötbrücken **706..709** sind:

- Seitenabmessung "S" der Lötmasse = 762 µm (30 mils);
- Dicke "T" der Lötmasse = 203,2 µm (8 mils);
- Länge "L" der Lötbrücke = 505 µm (20 mils);
- Breite "W" der Lötbrücke = 127 µm (5 mils); und
- Dicke "t" der Lötbrücke = 76,2 µm (3 mils).

[0231] Auf diese Weise sind die Lötmassen **702..705** einheitlich mit einem Rastermaß "P" von 1,27 mm (50 mils) ($P = L \div 2S/2$) angeordnet und, wie klar ist, werden die Lötbrücken **706..709** im Vergleich zu den Lötmassen **702..705** ziemlich "schwach" sein (z. B. Mangel an Standsicherheit).

[0232] Die Lötmassen können in einem Muster angeordnet sein, das anders ist, als das in [Fig. 7A](#) dargestellte, rechteckige Array, und wobei die Lötmassen und Lötbrücken Abmessungen aufweisen, die sich von den vorstehend dargelegten unterscheiden. Ein für mikroelektronische Anwendungen geeigneter Bereich von Abmessungen wäre beispielsweise:

- "S" liegt im Bereich von 0,254–2,286 mm (10 mils bis 90 mils);
- "T" liegt im Bereich von 50,8–635 µm (2 mils bis 25 mils);
- "L" liegt im Bereich von 0,127–1,524 mm (5 mils bis 60 mils);
- "W" liegt im Bereich von 50,8–508 µm (2 mils bis 20 mils); und
- "t" liegt im Bereich von 25,4 µm (1 mils) bis 254 µm (10 mils).

[0233] Darüber hinaus sind gewisse Verhältnisse und bevorzugte Verhältnisse von den hier vorstehend dargelegten exemplarischen Abmessungen und Bereichen von Abmessungen bekannt. Beispielsweise (wobei "." multiplizieren bedeutet):

- $S \geq L$, vorzugsweise $S \geq 1,5 \cdot L$;
- $S \gg W$, vorzugsweise $S \geq 5 \cdot W$;

- $T \gg t$, vorzugsweise $T \geq 2 \cdot t$;
- $S > T$, vorzugsweise $S \geq 3 \cdot T$; und
- $L > W$, vorzugsweise $L \geq 4 \cdot W$.

[0234] Die Vorform **700** wird leicht durch bekannte Techniken des Formens oder Stanzen (z. B. Kaltformens) hergestellt, so dass die Massen **702**..**705** einteilig mit den Brücken **706**..**709** ausgebildet sind.

[0235] Mit einer somit hergestellten Vorform **700** wird nun beschrieben, wie die Vorform verwendet wird, um eine Vielzahl von externen Verbindungsstrukturen (d. h. als Lotkugeln oder Lötkontakthügel) an einer Oberfläche einer elektronischen Komponente zu befestigen.

[0236] [Fig. 7B](#) stellt eine elektronische Komponente **720** mit einer Vielzahl (zwei von vielen gezeigt) von leitenden Kontaktstellen **722**, **724** dar, die auf irgendeine geeignete Weise auf ihrer äußeren Oberfläche angeordnet sind. (Vergleiche z. B. die in der vorstehend genannten US-A-5,241,133 Kontaktstellen **54**.) Wie klar werden wird, sind die Kontaktstellen (**722** und **723**) in einem Muster angeordnet, das dem Layout der Lötmassen (**702** und **703**) entspricht, einschließlich dessen, dass sie mit einem den Lötmassen entsprechenden Rastermaß angeordnet sind.

[0237] Die Lötpaste **730**, die vorzugsweise ein Flussmittel enthält, wird an die Kontaktstellen **722** und **723** durch irgendeinen geeigneten Prozess, wie z. B. durch Siebdruck, angebracht. Alternativ ist das Material **730** einfach ein Lötflussmittel, das auch durch irgendeinen geeigneten Prozess, wie z. B. durch Siebdruck, angebracht wird. Alternativ ist die Lötpaste oder das Lötflussmittel an die Lötmassen der Vorform **700** anstatt an die Kontaktstellen der elektronischen Komponente **720** angebracht, in welchem Fall es zulässig sein kann, die gesamte Vorform in ein Lötflussmittel zu tauchen.

[0238] Die Vorform **700** wird dazu gebracht, auf (angelegt gegen) der elektronischen Komponente **720** aufzuliegen, so dass sich die Lötmassen zu den entsprechenden Kontaktstellen ausrichten. [Fig. 7A](#) stellt die Vorform **700** dar, die gegen die elektronische Komponente **720** positioniert ist. Wie dargestellt, ist es vorzuziehen, dass die Seitenabmessung ("S") jeder Lötmasse zumindest (\geq) so groß wie die Seitenabmessung (nicht gekennzeichnet) einer entsprechenden Kontaktstelle auf der elektronischen Komponente ist.

[0239] Als nächstes wird die Anordnung der Vorform **700** und der elektronischen Komponente **720** (in einem Ofen, nicht gezeigt) auf eine Temperatur erhitzt, die ausreicht, um das Material der Vorform **700** (d. h. die Lötmassen und Lötbrücken) aufzuschmelzen, ohne die elektronische Komponente zu beschädigen. Die Temperatur, die erforderlich ist, um die Lötmas-

sen zu schmelzen (aufzuschmelzen), ist relativ gering im Vergleich zu einer Temperatur, die eine typische, elektronische Komponente beschädigen würde.

[0240] Dies führt zu einer Vielzahl (zwei oder mehr gezeigt) von einzelnen, diskreten mit **732** bzw. **734** gekennzeichneten Verbindungsstrukturen (Lotkugeln oder Lötkontakthügel), die auf den Kontaktstellen **722** bzw. **724** auf der Oberfläche der elektronischen Komponente ausgebildet werden. Die Lotkugeln oder Lötkontakthügel bilden sich aus auf (befestigen sich an, haften an) den Kontaktstellen aufgrund der "Benetzbarkeit" der Kontaktstellen, und deren abgerundete Endform, wie in der [Fig. 7C](#) dargestellt, ist eine Folge der Oberflächenspannung während der flüssigen Phase des Aufschmelzprozesses. Bei diesem Prozess führt die Schwäche der Lötbrücken dazu, dass die sich Lötbrücken trennen, wobei ein Abschnitt von jeder Lötbrücke (während des Aufschmelzerhitzens) zu jeder der nahe gelegenen Lötmassen wandert und in die Masse der/s resultierenden Lotkugel oder Lötkontakthügels aufgenommen (zusammengezogen) wird.

[0241] Auf diese Weise wurde ein Prozess zum Herstellen von Lotkugeln oder Lötkontakthügeln auf Basis einer umfangreichen Vielfalt von elektronischen Komponenten beschrieben, wie z. B. die in der vorstehend erwähnten US-A- 5,241,133 gezeigte elektronische Komponente, unter Verwendung einer neuen Technik anstelle von herkömmlichen Techniken, wie z. B. in der vorstehend erwähnten US-A-4,700,276, US-A-5,381,848 oder US-A-5,388,327 beschrieben.

[0242] Wie hier vorstehend erwähnt gibt es zwei Arten von Lotkugeln: (1) eutektische Massen, die bei Aufschmelzung schmelzen; und (2) Massen, wie z. B. 90:10 Blei:Zinn, die nicht geschmolzen werden. Die Lotkugeln (z. B. **732**, **733**) fallen in die erste Kategorie.

[0243] Obwohl nicht in den [Fig. 7A-Fig. 7B](#) gezeigt, liegt es innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung, dass die Lötvorform **700** auf einem Träger angeordnet ist, wie z. B. einem Blech aus Aluminium, das eine Abstützung für die Lötvorform während dessen Bearbeitung vorsieht. Jedes geeignete Material kann für den Träger verwendet werden, das nicht benetzbar ist (das Lötmedium wird nicht aggressiv am Träger haften, insbesondere, wenn das Lötmedium aufgeschmolzen wird), und das der Hitze standhält, die beim Aufschmelzen der Lötvorform auftritt.

[0244] Das Konzept einer Lötvorform selbst eignet sich außerdem gut zum Vorsehen einer Vielzahl von Lötvorformen auf einem Band (d. h. einem langen Träger), so dass eine Reihe von Lötvorformen automatisch (durch Maschinen, nicht gezeigt) in die auf-

zuschmelzende Position auf einer entsprechenden Reihe von elektronischen Komponenten befördert wird (so wie bei einem Förderband).

[0245] Bei jedem der hierin beschriebenen oder vorgeschlagenen Ausführungsbeispiele, bei denen ein Maskenmaterial (z. B. Photoresist) auf ein Substrat aufgebracht und strukturiert wird, wie z. B. durch Bestrahlung mit Licht, das durch eine Maske und sich chemisch entfernende Abschnitte des Maskenmaterials (d. h. herkömmliche photolithographische Techniken) hindurchgeht, können alternative Techniken verwendet werden, einschließlich das Richten eines geeigneten, kollimierten Lichtstrahls (z. B. von einem Excimer-Laser) auf Abschnitte des möglichst zu entfernenden Maskenmaterials (z. B. unstrukturierter, gehärteter Photoresist), wodurch diese Abschnitte des Maskenmaterials abgetragen werden, oder direktes (ohne die Verwendung einer Maske) Härten der Abschnitte des Maskenmaterials mit einem geeigneten, kollimierten Lichtstrahl und dann chemisches Abwaschen des nicht gehärteten Maskenmaterials.

[0246] Der Sockel **300** von [Fig. 3](#) wäre auch nützlich, um elastische Verbindungen zu Kontaktflächen (Bondkontakthügel) auf Halbleiterchips (Komponenten) anstatt zu Anschlüssen (externen Verbindungspunkten) von LGA-Typ-Gehäusen auszubilden. Ein derartiger Halbleiterchip könnte durch Sockelmontage verbunden werden, indem das in [Fig. 3](#) gezeigte Gehäuse **304** durch einen nach unten zeigenden Chip ersetzt wird. Im Allgemeinen kann der Sockel **300** von [Fig. 3](#) verwendet werden, um Druckkontakt zu irgendeiner elektronischen Komponente auszubilden, die auf ihrer Oberfläche angeordnete Verbindungspunkte, Bondkontakthügel, Anschlüsse oder ähnliches aufweist.

[0247] Das Befestigen von elastischen Kontaktstrukturen innerhalb eines plattierten Durchgangsloches, anstelle oben auf einem plattierten Durchgangsloch wie in [Fig. 3B](#) dargestellt, ist entweder auf LGA-Typ-Sockel oder BGA-Typ-Sockel anwendbar, und unterscheidet sich prinzipiell dadurch, dass sich die für die elastische Kontaktstruktur ausgewählte Federform von der Oberfläche des Trägersubstrats erstreckt.

Patentansprüche

1. Sockel zum lösbaren Verbinden einer ersten elektronischen Komponente (**304**) mit einer zweiten elektronischen Komponente (**302**), der aufweist: eine Vielzahl von länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**), die sich von einer ersten Fläche (**310a**) eines Trägersubstrats (**310**) wegerstrecken, wobei die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) zum Biegen geeignet sind, so dass Kontaktbereiche (**320b**) der länglichen, elastischen Kontakt-

strukturen Druckverbindungen mit ersten Anschlüssen (**308**) der ersten elektronischen Komponente (**304**) ausbilden; eine Vielzahl von Kontaktstrukturen (**314**), die an der gegenüberliegenden Fläche (**310b**) des Trägersubstrats (**310**) angeordnet sind, wobei die gegenüberliegende Fläche (**310b**) einer Fläche der zweiten elektronischen Komponente (**302**) gegenüberliegt, auf der zweite Anschlüsse (**306**) ausgebildet sind und wobei die Vielzahl von Kontaktstrukturen permanent mit den zweiten Anschlüssen (**306**) der zweiten elektronischen Komponente (**302**) verbunden ist, wobei die Kontaktstrukturen (**314**) durch das Trägersubstrat (**310**) mit den länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) verbunden sind; ein Rahmenelement (**330**), das um eine periphere Kante des Trägersubstrats (**310**) angeordnet ist; und Mittel (**340**), das geeignet ist, die erste elektronische Komponente (**304**) gegen die Kontaktbereiche (**320b**) der elastischen Kontaktstrukturen (**320**) zu drängen;

dadurch gekennzeichnet, dass das Rahmenelement (**330**) ein Abstandselement (**336**) aufweist, wobei das Mittel (**340**) zum Drängen die erste elektronische Komponente (**304**) gegen eine obere Fläche des Abstandselements (**336**) hält, um die ersten Anschlüsse (**308**) der ersten elektronischen Komponente (**304**) bei einem vorbestimmten Abstand über der ersten Fläche (**310a**) zu positionieren, wobei alle länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) eine zur ersten Fläche (**310a**) senkrecht stehende, ungebogene Vertikalhöhe aufweisen und der vorbestimmte Abstand kleiner als die ungebogene Vertikalhöhe der länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) ist; und wobei alle länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) zum elastischen Biegen geeignet sind, so dass die Kontaktbereiche (**320b**) in eine Abwärtsrichtung und in eine laterale Richtung gebogen werden, wenn die Druckverbindung ausgebildet wird.

2. Sockel nach Anspruch 1, wobei die zweite elektronische Komponente (**302**) eine Leiterplatte ist.

3. Sockel nach Anspruch 1, wobei die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) zusammengesetzte Verbindungselemente (**120**) sind.

4. Sockel nach Anspruch 1, wobei die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) jeweils einen Basisabschnitt (**320a**), der mit einer entsprechenden der Kontaktstrukturen (**314**) verbunden ist, und einen länglichen Abschnitt aufweisen, der sich vom Basisabschnitt (**320a**) erstreckt, der in ungebogenem Zustand freistehend ist.

5. Sockel nach Anspruch 1, wobei jede von einer Vielzahl von länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) aufweist:

ein längliches Element (**122**) aus einem ersten Material; und
 ein zweites Material (**124**), das auf dem ersten Material abgeschieden ist, wobei das zweite Material eine Formänderungsfestigkeit aufweist, die größer ist als eine Formänderungsfestigkeit des ersten Materials.

6. Sockel nach Anspruch 1, wobei die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) als Ausleger (**110**) ausgebildet sind.

7. Sockel nach Anspruch 1, der ferner aufweist: Mittel (**350**), das geeignet ist, das Rahmenelement (**330**) in einer vorbestimmten Positionsbeziehung zur zweiten elektronischen Komponente (**302**) auszurichten.

8. Sockel nach Anspruch 7, wobei:
 die zweite elektronische Komponente eine Leiterplatte (**302**) ist; und
 das Mittel (**350**) zum Ausrichten Stifte, die sich vom Rahmenelement (**330**) erstrecken, und entsprechende Löcher (**352**) in der Leiterplatte (**302**) umfasst.

9. Sockel nach Anspruch 1, der ferner aufweist:
 ein über dem Trägersubstrat (**310**) angeordnetes Versteifungselement (**360**), das Löcher aufweist, durch die sich die Kontaktbereiche (**320b**) der elastischen Kontaktstrukturen (**320**) erstrecken.

10. Sockel nach Anspruch 1, wobei das Mittel (**340**) zum Drängen ausgelegt ist, die Kontaktbereiche (**320b**) der elastischen Kontaktstrukturen (**320**) gegen die ersten Anschlüsse (**308**) der elektronischen Komponente (**304**) in eine erste Richtung zu drängen, die generell senkrecht zur ersten Fläche (**310a**) des Trägersubstrats (**310**) ist, woraufhin sich die Kontaktbereiche in die erste Richtung biegen, um eine Druckverbindung zwischen den Kontaktbereichen und den ersten Anschlüssen zu erreichen, und in eine zweite Richtung bewegen, die generell parallel zur ersten Fläche (**310a**) des Trägersubstrats (**310**) ist, um über die ersten Anschlüsse zu wischen.

11. Sockel nach Anspruch 1, wobei das Abstandselement (**336**) ein planares Element ist.

12. Sockel nach Anspruch 1, wobei die erste elektronische Komponente (**304**) aus der Gruppe ausgewählt ist, die ein Land-Grid-Array-Typ-Halbleitergehäuse, ein Ball-Grid-Array-Typ-Halbleitergehäuse und einen blanken Halbleiterchip umfasst.

13. Sockel nach Anspruch 1, wobei die Kontaktstrukturen (**314**) Lotkugeln sind.

14. Verfahren zum lösbaren Verbinden einer ersten elektronischen Komponente (**304**) mit einer zweiten elektronischen Komponente (**302**), wobei die zweite elektronische Komponente (**302**)

eine Vielzahl von zweiten Anschlüssen (**306**) auf einer Fläche davon aufweist,
 wobei die erste elektronische Komponente eine Vielzahl von ersten Anschlüssen (**308**) aufweist, wobei ein Trägersubstrat eine erste Fläche (**310a**), eine zweite Fläche (**310b**) gegenüber der ersten Fläche und ein Rahmenelement (**330**) aufweist, das um eine periphere Kante des Trägersubstrats (**310**) angeordnet ist,
 wobei das Rahmenelement ein Abstandselement (**336**) aufweist;
 wobei eine Vielzahl von länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) an der ersten Fläche (**310a**) des Trägersubstrats (**310**) befestigt sind;
 wobei eine Vielzahl von Kontaktstrukturen (**314**) an der zweiten Fläche (**310b**) des Trägersubstrats befestigt sind; und
 wobei die Kontaktstrukturen (**314**) durch das Trägersubstrat (**310**) mit den länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) verbunden sind;
 wobei das Verfahren die Schritte aufweist:
 Anordnen des Trägersubstrats (**310**) über der zweiten elektronischen Komponente (**302**),
 Befestigen des Trägersubstrats (**310**) an der zweiten elektronischen Komponente (**302**), um permanente elektrische Verbindungen zwischen den Kontaktstrukturen (**314**) und den zweiten Anschlüssen (**306**) auszubilden; und
 Drängen der ersten elektronischen Komponente (**304**) gegen die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) bis die erste elektronische Komponente (**304**) gegen eine obere Fläche des Abstandselements (**336**) anliegt, wodurch alle länglichen, elastischen Kontaktstrukturen elastisch gebogen sind, so dass Kontaktbereiche (**320b**) der länglichen, elastischen Kontaktstrukturen in eine Abwärtsrichtung und eine seitliche Richtung gebogen werden, um Druckverbindungen zwischen den Anschlüssen (**308**) und den länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (**320**) ausbilden, wobei das Abstandselement (**336**) die erste elektronische Komponente (**304**) in einem vorbestimmten Abstand über der ersten Fläche (**310a**) positioniert.

15. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner aufweist:
 Herstellen der länglichen, elastischen Kontaktstrukturen als zusammengesetzte Verbindungselemente (**120**).

16. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner aufweist:
 Löten der Kontaktstrukturen an die zweiten Anschlüsse (**306**).

17. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die erste elektronische Komponente (**304**) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die ein Land-Grid-Array-Typ-Halbleitergehäuse, ein Ball-Grid-Array-Typ-Halbleitergehäuse und einen blanken Halbleiterchip umfasst.

18. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Drängen der ersten elektronischen Komponente (304) gegen die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (320) dazu führt, dass die Kontaktbereiche (320b) der Kontaktstrukturen (320) über die Anschlüsse (308) wischen.

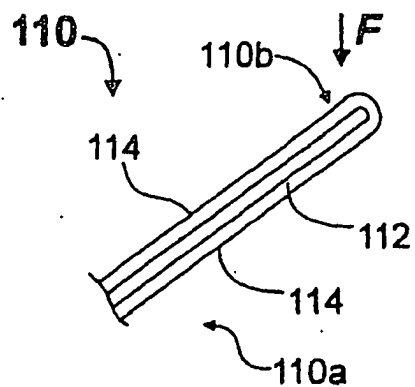
19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei das Drängen der elektronischen Komponente (304) gegen die länglichen, elastischen Kontaktstrukturen (320) in eine Richtung verläuft, die generell senkrecht zur ersten Fläche (310a) des Trägersubstrats (310) ist, und wobei das Biegen der Kontaktbereiche (320b) eine zur ersten Fläche (310a) des Trägersubstrats (310) vertikale Komponente und eine zur ersten Fläche (310a) des Trägersubstrats (310) horizontale Komponente aufweist.

20. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Kontaktstrukturen (314) Lotkugeln sind.

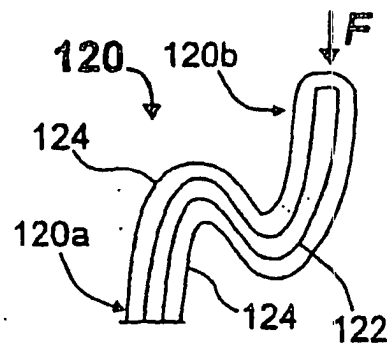
21. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die zweite elektronische Komponente (302) eine Leiterplatte ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

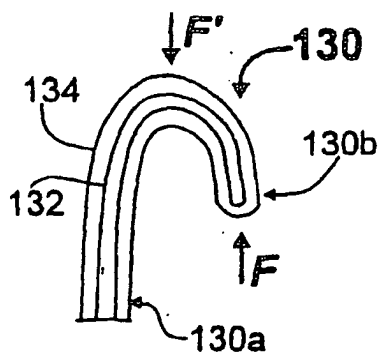
Figur 1A



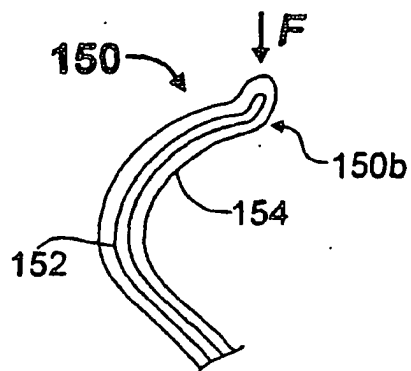
Figur 1B



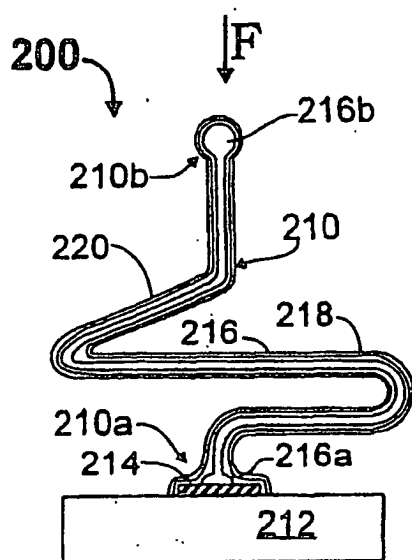
Figur 1C



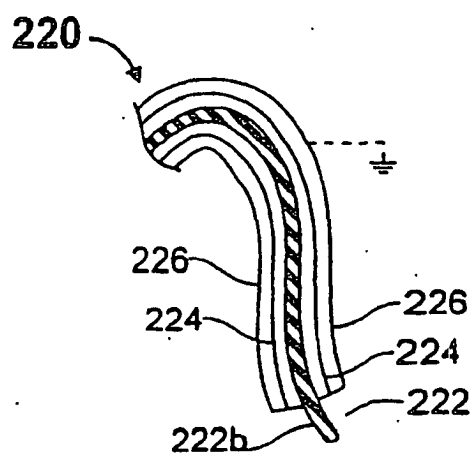
Figur 1E



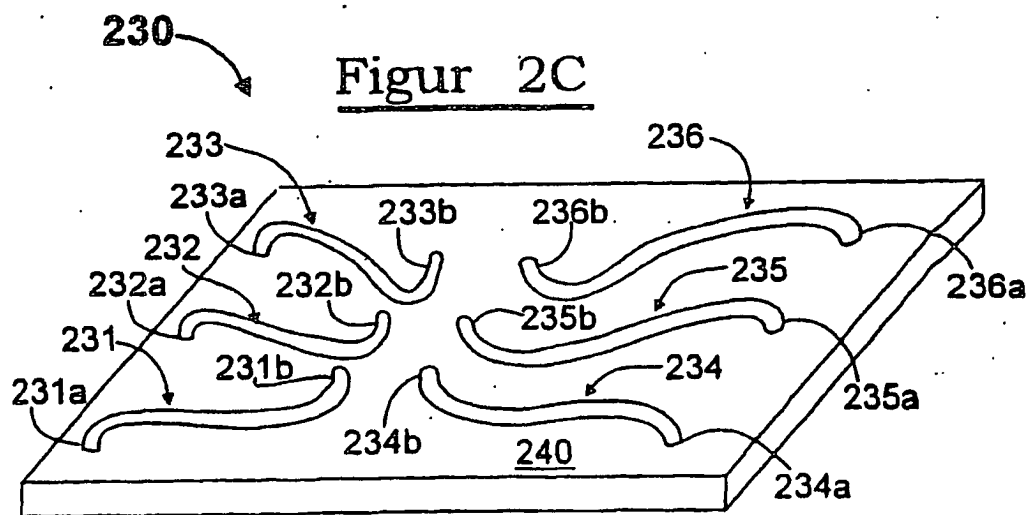
Figur 2A

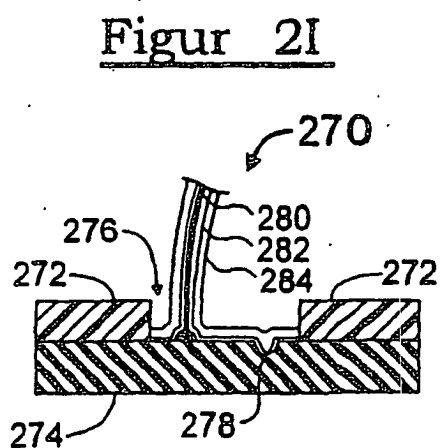
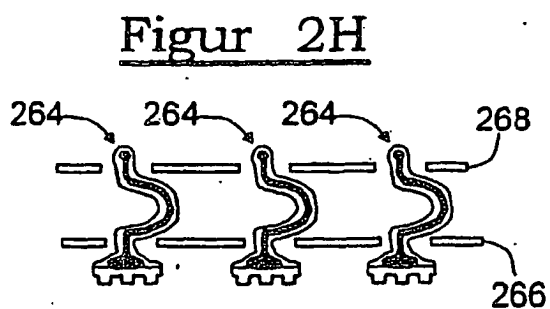
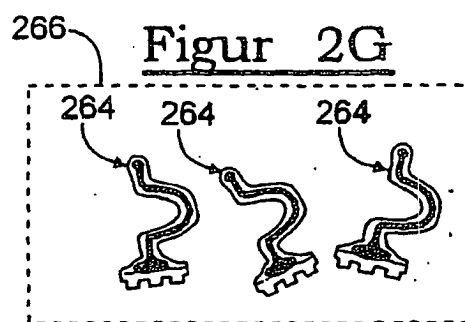
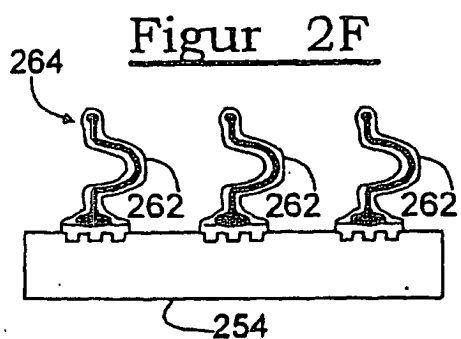
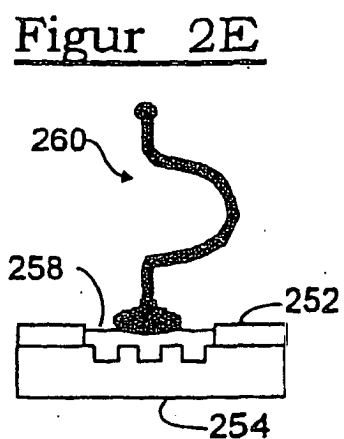
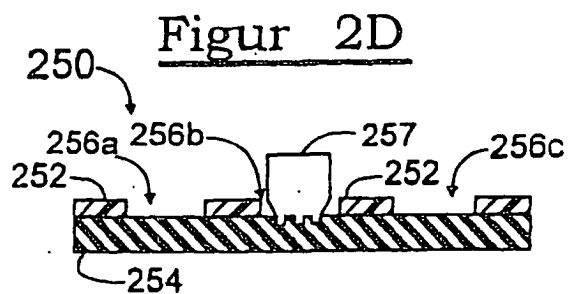


Figur 2B

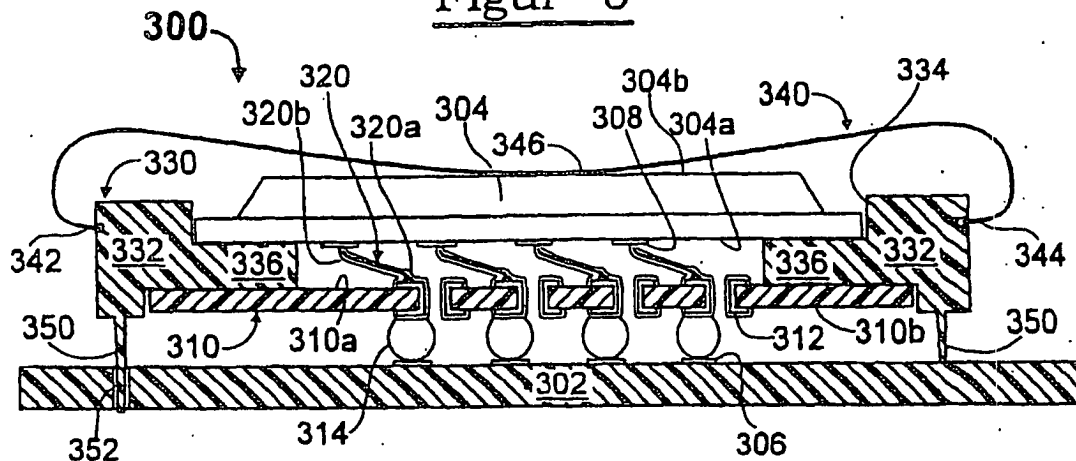


Figur 2C

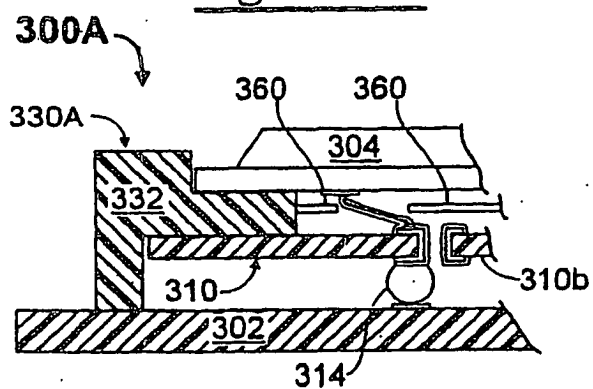




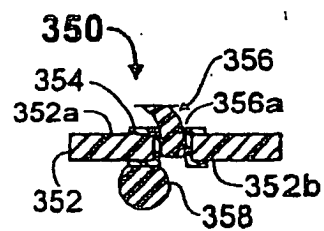
Figur 3



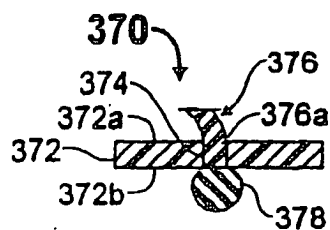
Figur 3A



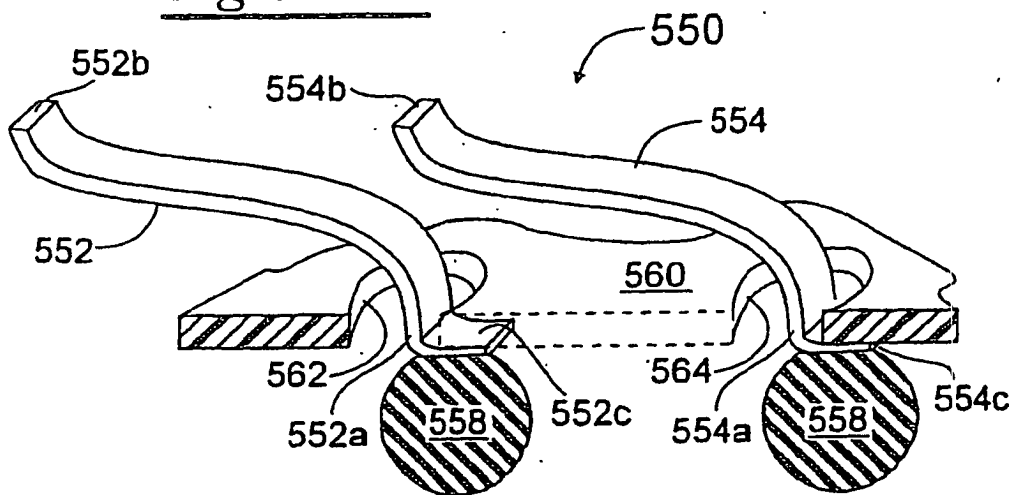
Figur 3B



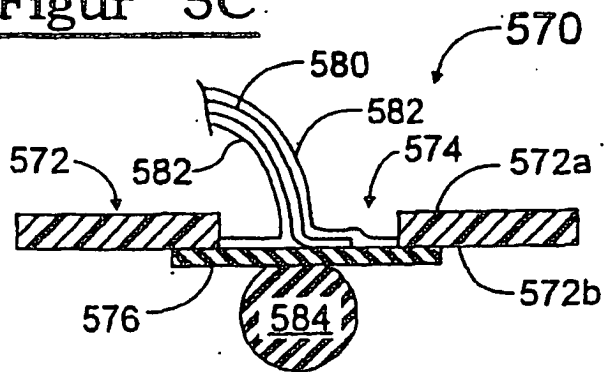
Figur 3C



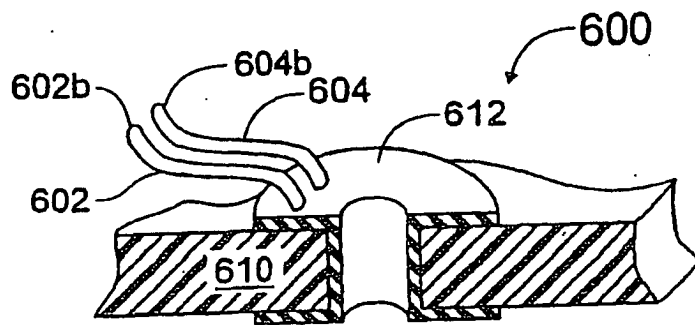
Figur 5B



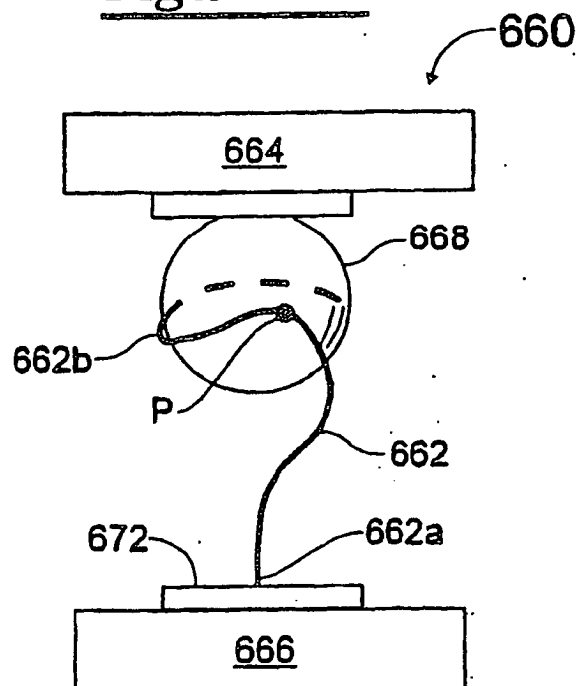
Figur 5C



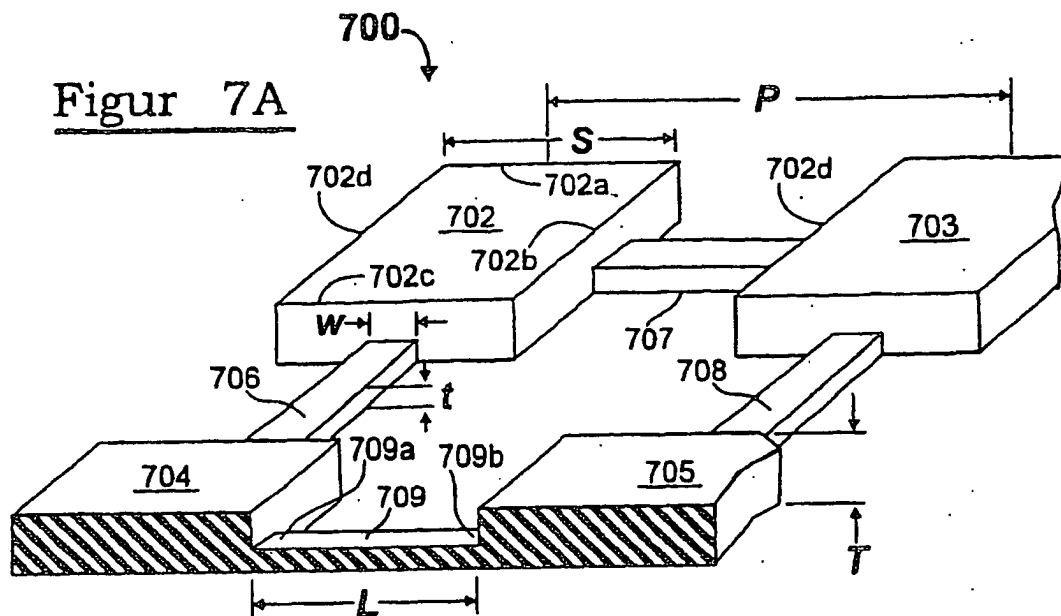
Figur 6A



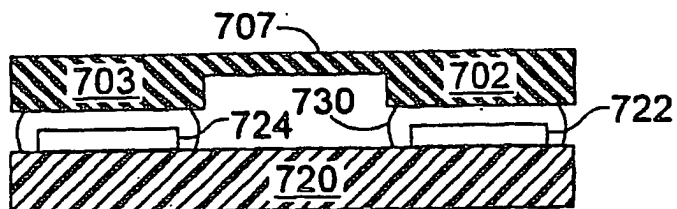
Figur 6E



Figur 7A



Figur 7B



Figur 7C

