



(10) **DE 10 2010 037 247 B4** 2014.01.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 037 247.1**

(22) Anmeldetag: **31.08.2010**

(43) Offenlegungstag: **05.05.2011**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.01.2014**

(51) Int Cl.: **H01L 21/283** (2006.01)

**H01L 29/45** (2006.01)

**H01L 21/321** (2006.01)

**H01L 29/41** (2013.01)

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

(30) Unionspriorität:

**12/568,925**      **29.09.2009**      **US**

(73) Patentinhaber:

**Infineon Technologies AG, 85579, Neubiberg, DE**

(74) Vertreter:

**Viering, Jentschura & Partner, 81675, München,  
DE**

(72) Erfinder:

**Frank, Manfred, 93152, Nittendorf, DE;**  
**Kunstmann, Thomas, 93164, Laaber, DE; Nikitin,  
Ivan, 93059, Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**US 2005 / 0 121 768 A1**

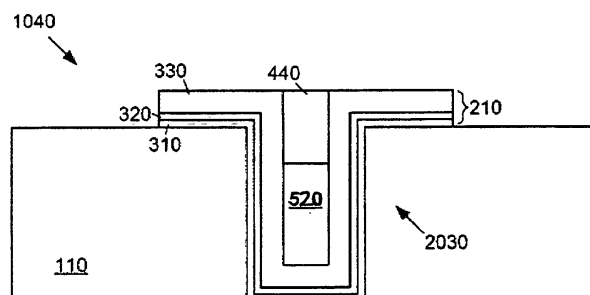
**US 2005 / 0 287 783 A1**

**US 2007 / 0 238 293 A1**

(54) Bezeichnung: **Halbleiterstruktur und Verfahren für deren Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur, wobei das Verfahren aufweist:

- Bilden einer Öffnung (120) wenigstens teilweise durch ein Werkstück (110); und
- Bilden eines eingeschlossenen Hohlraums (520) innerhalb der Öffnung (120), wobei das Bilden des Hohlraums (520) das Bilden einer Paste (440) innerhalb der Öffnung (120) aufweist;
- wobei das Bilden des eingeschlossenen Hohlraums (520) ferner das Sintern der Paste (440) aufweist; und
- wobei die Öffnung (120) einen untersten Abschnitt ohne die Paste (440) enthält.



**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Halbleiterstrukturen und Halbleitervorrichtungen.

**[0002]** Eines der Ziele bei der Fertigung elektronischer Bauelemente ist die Minimierung der Größe verschiedener Bauelemente. Zum Beispiel ist es erwünscht, dass tragbare Vorrichtungen wie etwa Zellentelephone und Personal Digital Assistants (PDAs) so klein wie sind. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten die Halbleiterschaltungen, die in den Vorrichtungen enthalten sind, so klein wie möglich sein. Eine Möglichkeit, diese Schaltungen zu verkleinern, ist das Stapeln der Chips, die die Schaltungen tragen.

**[0003]** Es sind zahlreiche Arten bekannt, um die Chips innerhalb des Stapels zu verbinden. Zum Beispiel können Anschlussflächen, die auf der Oberfläche jedes gebildet sind, entweder mit einem gemeinsamen Substrat oder mit anderen Chips in dem Stapel drahtkontaktiert werden. Ein weiteres Beispiel ist eine sogenannte Microbump-3D-Baugruppe, bei der jeder Chip eine Anzahl Microbumps enthält, die, z. B. entlang einer Außenkante des Chips, möglich zu einer Leiterplatte geführt sind.

**[0004]** Eine nochmals andere Art des Verbindens von Chips innerhalb des Stapels ist die Verwendung von Substratdurchgangskontaktlöchern. Substratdurchgangskontaktlöcher verlaufen durch das Substrat und können dadurch Schaltungen auf verschiedenen Chips elektrisch miteinander verbinden. Substratdurchgangskontaktloch-Verbindungen können hinsichtlich der Verdrahtungsdichte im Vergleich zu anderen Technologien Vorteile bieten. Außer Anwendungen in der 3D-Chip-Stapelung können Substratdurchgangskontaktloch-Verbindungen verwendet werden, um die Leistungsfähigkeit von RF- und Leistungsvorrichtungen zu erhöhen, indem sehr niederohmige Massekontakte zur Waferückseite und eine fortgeschrittene Wärmesenkenfähigkeit bereitgestellt werden. Allerdings kann die Einführung solcher Verdrahtungen zusätzliche Herausforderungen einführen.

**[0005]** Die Integration von Chips in 3D bringt eine Anzahl neuer Herausforderungen hervor, die behandelt werden müssen. Was im Gebiet benötigt wird, sind somit verbesserte Strukturen und Verfahren zur Herstellung von Substratdurchgangskontaktlöchern.

**[0006]** In der Druckschrift US 2007/0 238 293 A1 wird ein Verfahren zum Füllen einer dreidimensionalen auf einer Oberfläche eines Wafers gebildeten Integrationsstrukturvorrichtung offenbart. Druckschrift US 2005/0 121 768 A1 offenbart eine Trägerstruktur und ein Verfahren zum Herstellen einer Trägerstruktur mit Durchkontaktierungen. In Druckschrift US 2005/0 287 783 A1 werden mikroelektroni-

sche Vorrichtungen, Verfahren zum Häusen der mikroelektronischen Vorrichtungen und Verfahren zum Bilden von Verbindungen in den mikroelektronischen Vorrichtungen offenbart.

**[0007]** In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur bereitgestellt. Das Verfahren kann aufweisen ein Bilden einer Öffnung wenigstens teilweise durch ein Werkstück; und ein Bilden eines eingeschlossenen Hohlraums innerhalb der Öffnung, wobei das Bilden des Hohlraums das Bilden einer Paste innerhalb der Öffnung aufweist, wobei das Bilden des eingeschlossenen Hohlraums ferner das Sintern der Paste aufweisen kann und wobei die Öffnung einen untersten Abschnitt ohne die Paste enthalten kann.

**[0008]** In noch einer Ausgestaltung kann die Paste wenigstens ein leitendes Material aufweisen.

**[0009]** In noch einer Ausgestaltung kann die Paste leitende Partikel aufweisen.

**[0010]** In noch einer Ausgestaltung können die leitenden Partikel zwischen 10 und 100 Nanopartikel mit einer Partikelgröße von etwa 100 nm oder weniger enthalten, wobei die leitenden Partikel insbesondere zwischen 10 und 50 der Nanopartikel enthalten können.

**[0011]** In noch einer Ausgestaltung können die leitenden Partikel Mikropartikel enthalten, die eine Partikelgröße größer als 100 nm, insbesondere eine durchschnittliche Partikelgröße von 30 nm oder weniger, besitzen können.

**[0012]** In noch einer Ausgestaltung können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von 500 nm oder größer besitzen.

**[0013]** In noch einer Ausgestaltung kann das Verfahren ferner das Bilden einer leitenden Schicht innerhalb der Öffnung vor Bilden der Paste aufweisen, wobei die leitende Schicht über einer Seitenwand der Öffnung gebildet wird.

**[0014]** In noch einer Ausgestaltung kann das Werkstück ein Substrat sein.

**[0015]** In noch einer Ausgestaltung kann das Werkstück eine dielektrische Schicht sein, wobei die dielektrische Schicht über einem Substrat liegt.

**[0016]** In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur bereitgestellt. Das Verfahren kann aufweisen ein Bilden einer Öffnung wenigstens teilweise durch ein Werkstück; und ein Bilden einer Paste teilweise innerhalb der Öffnung, wobei das Bilden des eingeschlossenen Hohlraums ferner das Sintern der Paste

aufweisen kann und wobei die Öffnung einen untersten Abschnitt ohne die Paste enthalten kann.

**[0017]** In noch einer Ausgestaltung kann die Paste die Öffnung verschließen.

**[0018]** In noch einer Ausgestaltung kann die Paste wenigstens ein leitendes Material aufweisen.

**[0019]** In noch einer Ausgestaltung kann die Paste leitende Partikel aufweisen, wobei die leitenden Partikel insbesondere zwischen 10% und 100% Nanopartikel, insbesondere mit einer Partikelgröße von etwa 100 nm oder weniger, enthalten können.

**[0020]** In noch einer Ausgestaltung können die leitenden Partikel zwischen 10% und 50% der Nanopartikel enthalten.

**[0021]** In noch einer Ausgestaltung können die leitenden Partikel Mikropartikel mit einer Partikelgröße größer als 100 nm enthalten, wobei die Nanopartikel insbesondere eine durchschnittliche Partikelgröße von 30 nm oder weniger besitzen können.

**[0022]** In noch einer Ausgestaltung können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von 500 nm oder größer besitzen.

**[0023]** In noch einer Ausgestaltung können die leitenden Partikel Metallpartikel sein.

**[0024]** In noch einer Ausgestaltung kann das Werkstück ein Halbleitersubstrat sein.

**[0025]** In noch einer Ausgestaltung kann das Werkstück eine dielektrische Schicht sein, wobei die dielektrische Schicht über einem Substrat liegt.

**[0026]** In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird eine Halbleitervorrichtung bereitgestellt. Die Halbleitervorrichtung kann aufweisen ein Werkstück mit einer Öffnung wenigstens teilweise durch das Werkstück; und einen eingeschlossenen Hohlraum, der innerhalb der Öffnung angeordnet ist, wobei der eingeschlossene Hohlraum wenigstens teilweise durch gesinterte Metallpartikel eingeschlossen ist und wobei die Öffnung einen untersten Abschnitt ohne die gesinterten Metallpartikel enthalten kann.

**[0027]** In einer Ausgestaltung kann das Werkstück ein Substrat sein.

**[0028]** In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird eine Halbleitervorrichtung bereitgestellt. Die Halbleitervorrichtung kann aufweisen ein Substrat; und eine leitende Verdrahtung, die wenigstens teilweise durch das Substrat verläuft, wobei die leitende Verdrahtung einen eingeschlossenen Hohlraum enthält, wobei der eingeschlossene Hohlraum wenig-

tens teilweise durch gesinterte Metallpartikel eingeschlossen ist und wobei die Öffnung einen untersten Abschnitt ohne die gesinterten Metallpartikel enthalten kann.

**[0029]** In einer Ausgestaltung kann die leitende Verdrahtung ein Substratdurchgangskontaktloch sein.

**[0030]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

**[0031]** Es zeigen

**[0032]** Fig. 1 bis Fig. 7 zeigen ein Verfahren zum Bilden einer Halbleiterstruktur in Übereinstimmung mit Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0033]** Für Substratdurchgangskontaktlöcher in der Halbleiterfertigung können verschiedene Fertigungsschemata verwendet werden. Eine Option ist die Option des Kontaktlochs zuerst, die darin besteht, zunächst die Öffnung für das Substratdurchgangskontaktloch von der Oberseite des Wafers nach unten zu ätzen, optional die Öffnung zu isolieren und daraufhin in der Öffnung ein Metall zu bilden, alles vor der BEOL-Verarbeitung (Leitbahnkomplexverarbeitung). Später wird die Waferrückseite abgeschliffen und ein Rückseitenkontakt gebildet. Eine weitere Option ist die Option des Kontaktlochs von der Rückseite, die darin besteht, den Wafer zunächst zu verdünnen und daraufhin die Öffnung für das Silizium-Durchgangskontaktloch von der Rückseite des Wafers zu ätzen. Die Öffnung kann daraufhin optional isoliert werden, und daraufhin kann innerhalb der Öffnung ein Metall gebildet werden. Daraufhin kann ein Rückseitenkontakt gebildet werden. Ein möglicher Vorteil der Option des Kontaktlochs zuerst kann sein, dass mehr Schritte mit dicken Siliziumwafern verarbeitet werden, während ein möglicher Vorteil der Kontaktloch-von-der-Rückseite-Option eine leichtere Integration in vorhandene Fertigungsabläufe sein kann.

**[0034]** Fig. 1 zeigt eine Struktur, die ein Werkstück **110** aufweist. In Fig. 1 kann ein Werkstück **110** vorgesehen sein. Das Werkstück **110** weist eine oberste Oberfläche **110T** und eine unterste Oberfläche **110B** auf. In einen oder mehreren Ausführungsformen kann das Werkstück **110** ein Substrat sein. Das Substrat kann irgendein Substrat sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Substrat **110** ein Halbleitersubstrat sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat ein Siliziumsubstrat (z. B. Siliziumgrundmaterial) sein. In einer Ausführungsform kann das Halbleitersubstrat ein p-Substrat sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat z. B. ein Einkristall-Siliziumgrundmaterialsubstrat sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat ein Silizium-auf-Isolator-Substrat (SOI-Sub-

strat) sein. Das SOI-Substrat kann z. B. durch einen SIMOX-Prozess gebildet werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat ein Silizium-auf-Saphir-Substrat (SOS-Substrat) sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat ein Germanium-auf-Isolator-Substrat (GeOI-Substrat) sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat eines oder mehrere Halbleitermaterialien wie etwa Silizium, Silizium-Germanium, Germanium, Germaniumarsenid, Indiumarsenid, Indiumarsenid, Indium-Gallium-Arsenid oder Indiumantimonid enthalten.

**[0035]** Anhand von **Fig. 2** wird in dem Werkstück **110** eine Öffnung **120** gebildet. Die Öffnung **120** kann wenigstens teilweise durch das Werkstück **110** gebildet werden. In der gezeigten Ausführungsform geht die Öffnung **120** nur teilweise durch das Werkstück **110**. Allerdings ist in einer weiteren Ausführungsform denkbar, dass eine Öffnung gebildet wird, die vollständig durch das Werkstück geht. In der gezeigten Ausführungsform besitzt die Öffnung **120** die Form eines Lochs. In weiteren Ausführungsformen ist es möglich, dass die Öffnung die Form eines Grabens besitzt. Der seitliche Querschnitt des Lochs kann irgendeine Form wie etwa rund, oval, quadratisch oder rechteckig besitzen. Die in **Fig. 2** gezeigte Öffnung **120** besitzt wenigstens eine Seitenwandoberfläche **120S** und eine unterste Oberfläche **120B**. In einer oder mehreren Ausführungsformen (z. B. wenn die Öffnung **120** ein Graben ist) kann die Öffnung **120** zwei in einem Abstand voneinander angeordnete Seitenwandoberflächen besitzen.

**[0036]** Anhand von **Fig. 3A** kann über der untersten Oberfläche des Werkstücks **110** sowie innerhalb der Öffnung **120** eine Schicht **310** gebildet werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **310** in der Weise gebildet werden, dass sie die Öffnung **120** nur teilweise füllt. Somit wird innerhalb der Öffnung **120** eine zweite Öffnung **120'** gebildet. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Öffnung **120'** kleiner als die Öffnung **120** sein. Zum Beispiel kann die Öffnung **120'** in einer oder mehreren Ausführungsformen schmaler und/oder flacher als die Öffnung **120** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Öffnung **120'** schmaler als die Öffnung **120** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Öffnung **120'** flacher als die Öffnung **120** sein.

**[0037]** In der in **Fig. 3A** gezeigten Ausführungsform kann die Bildung der Schicht **210** wenigstens einen Wachstumsprozess und/oder wenigstens einen Ablagerungsprozess aufweisen. Wenigstens einer der Ablagerungsprozesse kann ein im Wesentlichen konformer Ablagerungsprozess sein. Die Schicht **210** kann über der einen oder den mehreren Seitenwandoberflächen **120S** und über der untersten Oberfläche

**120B** der Öffnung **120** gebildet werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **210** selbst einen Stapel zweier oder mehrerer Schichten aufweisen (die als Unterschichten der Schicht **210** bezeichnet werden können). Als ein Beispiel kann die Schicht **210** selbst wenigstens eine leitende Schicht und wenigstens eine nichtleitende Schicht aufweisen.

**[0038]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **210** eine leitende Schicht sein. Die leitende Schicht selbst kann zwei oder mehr leitende Schichten (z. B. Unterschichten) aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **210** eine Metallschicht sein.

**[0039]** In der in **Fig. 3B** gezeigten Ausführungsform ist die Schicht **210** als ein geschichteter Stapel von Schichten **310**, **320** und **330** gezeigt. Allerdings kann die Schicht **210** in weiteren Ausführungsformen wenigstens eine der Schichten **310**, **320** und **330** enthalten. In weiteren Ausführungsformen kann die Schicht **210** wenigstens zwei der Schichten **310**, **320** und **330** enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **210** zusätzliche Schichten als die Schichten **310**, **320** und **330** enthalten.

**[0040]** Anhand von **Fig. 3B** kann die Schicht **210** in einer oder mehreren Ausführungsformen eine Sperrschicht **310** enthalten. Eine Sperrschicht **310** kann über der Seitenwandoberfläche und der untersten Oberfläche der Öffnung **120** gebildet werden. Die Sperrschicht **310** kann durch einen Wachstumsprozess oder durch einen Ablagerungsprozess gebildet werden. Der Ablagerungsprozess kann ein im Wesentlichen konformer Ablagerungsprozess sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Sperrschicht **310** eine leitende Schicht sein und eines oder mehrere leitende Metalle aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Sperrschicht eine Metallschicht sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Sperrschicht **310** eines oder mehrere Metallmaterialien aufweisen. Das Metallmaterial kann z. B. eines oder mehrere Elemente des Periodensystems aus der Gruppe aufweisen, die aus Kupfer (Cu), Gold (Au), Silber (Ag), Aluminium (Al), Wolfram (W), Titan (Ti) und Tantal (Ta) besteht. Beispiele für Metallmaterialien enthalten reine Metalle, Metalllegierungen und Metallverbindungen. Beispiele für Metallmaterialien enthalten reines Kupfer, Kupferlegierung, reines Gold, Goldlegierung, reines Silber, Silberlegierung, reines Aluminium, Aluminiumlegierung, reines Titan, Titanlegierung, reines Tantal und Tantallegierung. Natürlich kann irgendein reines Metall selbstverständlich einige Störstellen enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Sperrschicht **310** wenigstens ein Material aufweisen, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Ti, TiN, Ta, TaN und Kombinationen davon besteht. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Sperrschicht eine Ti/TiN-Schicht oder eine

Ta/TaN-Schicht aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Sperrschicht **310** ein reines Metall und/oder eine Metalllegierung und/oder oder eine Metallverbindung aufweisen.

**[0041]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **210** eine Keimschicht **320** enthalten. Die Keimschicht **320** kann über der Sperrschicht **210** innerhalb der Öffnung **120** gebildet werden. Die Keimschicht **320** kann durch einen Wachstumsprozess oder durch einen Ablagerungsprozess gebildet werden. Der Ablagerungsprozess kann ein im Wesentlichen konformer Ablagerungsprozess sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht **320** eines oder mehrere leitende Materialien aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht ein Metallmaterial sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht **320** eines oder mehrere Metallmaterialien aufweisen. Die Metallschicht kann z. B. eines oder mehrere Elemente des Periodensystems aus der Gruppe aufweisen, die aus Kupfer (Cu), Gold (Au), Silber (Ag), Aluminium (Al), Wolfram (W), Titan (Ti) und Tantal (Ta) besteht. Beispiele für Metallmaterialien enthalten reine Metalle, Metalllegierungen und Metallverbindungen. Beispiele für Metallmaterialien enthalten reines Kupfer, Kupferlegierung, reines Gold, Goldlegierung, reines Silber, Silberlegierung, reines Aluminium, Aluminiumlegierung, reines Titan, Titanlegierung, reines Tantal und Tantallegierung. Natürlich kann irgendein reines Metall selbstverständlich einige Störstellen enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht ein reines Metall und/oder eine Metalllegierung und/oder eine Metallverbindung aufweisen.

**[0042]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht **320** reines Kupfer und/oder eine Kupferlegierung enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Metallkeimschicht im Wesentlichen kein reines Kupfer enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht **320** im Wesentlichen keine Kupferlegierung enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Keimschicht **320** kein Kupfer sowie keine Kupferlegierung enthalten. Anders ausgedrückt kann die Keimschicht **320** in einer oder mehreren Ausführungsformen frei sein von Kupfer.

**[0043]** Die Schicht **210** kann ferner eine Füllschicht **330** enthalten. Eine Füllschicht **330** kann über der Keimschicht **320** gebildet werden. Die Füllschicht **330** kann durch einen Wachstumsprozess oder durch einen Ablagerungsprozess über der Keimschicht **320** gebildet werden. Der Ablagerungsprozess kann ein im Wesentlichen konformer Ablagerungsprozess sein. Die Füllschicht **330** kann durch einen Galvanisierungsprozess gebildet werden.

**[0044]** Im Allgemeinen kann die Füllschicht **330** eine leitende Schicht sein. Die Füllschicht **330** kann eines oder mehrere leitende Materialien aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Füllschicht **330** eine Metallschicht sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Füllschicht **330** eines oder mehrere Metallmaterialien aufweisen. Beispiele für Metallmaterialien enthalten reine Metalle, Metalllegierungen und Metallverbindungen. Das Metallmaterial kann z. B. eines oder mehrere Elemente des Periodensystems aus der Gruppe aufweisen, die aus Kupfer (Cu), Gold (Au), Silber (Ag), Aluminium (Al), Wolfram (W), Titan (Ti) und Tantal (Ta) besteht. Beispiele für Metallmaterialien enthalten reines Kupfer, Kupferlegierung, reines Gold, Goldlegierung, reines Silber, Silberlegierung, reines Aluminium, Aluminiumlegierung, reines Titan, Titanlegierung, reines Tantal und Tantallegierung. Natürlich kann irgendein reines Material selbstverständlich einige Störstellen enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Füllschicht **330** ein reines Metall und/oder eine Metalllegierung und/oder eine Metallverbindung aufweisen.

**[0045]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Schicht **210** eine oder mehrere zusätzliche Schichten wie etwa eine oder mehrere leitende Schichten enthalten. Diese zusätzlichen Schichten können z. B. zwischen dem Werkstück **110** und der Sperrschicht **310** oder zwischen der Sperrschicht **310** und der Keimschicht **320** oder zwischen der Keimschicht **320** und der Füllschicht **330** liegen oder über der Füllschicht **330** liegen. In einer oder mehreren Ausführungsformen ist es möglich, dass nur eine oder zwei der Schichten **310**, **320**, **330** verwendet werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen ist es möglich, dass die Sperrschicht **310** und die Füllschicht **330** ohne die Keimschicht **320** verwendet werden. In einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, dass die Keimschicht **320** und die Füllschicht **330** ohne eine getrennte Sperrschicht **310** verwendet werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen ist es möglich, dass eine gemeinsame Schicht sowohl als eine Keimschicht als auch als eine Sperrschicht verwendet wird. In einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, dass eine Füllschicht **330** ohne eine Sperrschicht **310** und/oder ohne eine Keimschicht **320** verwendet wird.

**[0046]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Sperrschicht **310**, die Keimschicht **320** und die Füllschicht **330** so aufgetragen werden, dass die Öffnung **120** nur teilweise gefüllt wird. Somit verbleibt nach der Bildung der Füllschicht **330** eine weitere Öffnung **120'**. Die Öffnung **120'** kann kleiner als die Öffnung **120** sein. Zum Beispiel kann die Öffnung **120'** in einer oder mehreren Ausführungsformen schmaler (wie etwa eine kleinere Breite) als die Öffnung **120** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Öffnung **120'** flacher als

die Öffnung **120** sein. Zum Beispiel kann die Öffnung **120'** in einer oder mehreren Ausführungsformen schmaler (wie etwa eine kleinere Breite) als die Öffnung **120** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Öffnung **120'** schmaler und flacher als die Öffnung **120** sein.

**[0047]** Fig. 4 zeigt eine Struktur **1010**. Anhand von Fig. 4 kann daraufhin über dem Eintritt der Öffnung **120'** eine Verschlusschicht **440** aufgetragen werden, um die Öffnung **120'** im Wesentlichen zu verschließen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **120'** seitlich über einen seitlichen Querschnitt der Öffnung **120'** verlaufen. In der gezeigten Ausführungsform kann der Eintritt auf der Oberseite der Öffnung **120'** liegen. Die Verschlusschicht **440** kann den Eintritt (z. B. die Oberseite) der Öffnung **120'** im Wesentlichen verschließen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** durch einen Ablagerungsprozess oder Abscheidungsprozess aufgetragen werden.

**[0048]** Anhand von Fig. 4 kann die Verschlusschicht **440** in einer oder mehreren Ausführungsformen innerhalb nur eines Abschnitts (wie etwa eines oberen Abschnitts) der Öffnung **120'** abgelagert werden und die Öffnung **120'** nicht füllen. Es kann ein Abschnitt **520** (wie etwa ein unterer Abschnitt) der Öffnung **120'** verbleiben, der nicht mit der Verschlusschicht **440** gefüllt ist. Der Abschnitt **520** der Öffnung **120'** kann ein eingeschlossener Hohlraum sein. Somit kann die Verschlusschicht **440** die Öffnung **120'** im Wesentlichen verschließen, so dass ein eingeschlossener Hohlraum **520** gebildet wird. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der eingeschlossene Hohlraum **520** ein eingeschlossener Leerraum sein.

**[0049]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** die Öffnung **120'** wenigstens teilweise füllen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht die Öffnung **120'** nur teilweise füllen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **120'** die Öffnung **120'** im Wesentlichen füllen.

**[0050]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** wenigstens einen Abschnitt des Rands (wie etwa einen untersten Rand) oder der Grenze (wie etwa eine unterste Grenze) bilden, der/die den eingeschlossenen Hohlraum **520** begrenzt, einschließt oder umgibt. Somit kann in einer oder mehreren Ausführungsformen wenigstens ein Abschnitt des eingeschlossenen Hohlraums **520** durch die Verschlusschicht **440** begrenzt, eingeschlossen oder umgeben sein.

**[0051]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der eingeschlossene Hohlraum **520** im We-

sentlichen abgedichtet sein. Zum Beispiel kann der eingeschlossene Hohlraum in einer oder mehreren Ausführungsformen im Wesentlichen so abgedichtet sein, dass keine Materie in den eingeschlossenen Hohlraum eintreten kann. Die Materie kann einen oder mehrere Typen enthalten, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus fester Materie, flüssiger Materie und gasförmiger Materie besteht. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Materie feste Materie enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Materie flüssige Materie enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Materie gasförmige Materie enthalten. Die Materie kann von nachfolgenden Prozessen (wie etwa z. B. späteren CMP-Prozessschritten) kommen. Es ist möglich, dass diese Abdichtung wichtig sein kann, um zu verhindern, dass Verunreinigungen in den eingeschlossenen Hohlraum eintreten. Solche Verunreinigungen können leitende Verdrahtungen wie etwa Substratdurchgangskontaktlöcher vergiften oder auf andere Weise Probleme für sie verursachen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der eingeschlossene Hohlraum im Wesentlichen für Fluid abgedichtet sein (wobei ein Fluid ein Gas oder eine Flüssigkeit sein kann). In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der eingeschlossene Hohlraum im Wesentlichen für Flüssigkeit abgedichtet sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** wie abgelagert den eingeschlossenen Hohlraum **520** im Wesentlichen abdichten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** wie abgelagert die Verschlusschicht **440** nicht wesentlich abdichten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** wie abgelagert durch einen späteren Prozessschritt so verändert werden, dass sie den eingeschlossenen Hohlraum **520** im Wesentlichen abdichten kann.

**[0052]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** im Wesentlichen eine Paste aufweisen oder daraus bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** eine Paste sein.

**[0053]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste eine Suspension sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste eine wässrige Suspension sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste eine nichtwässrige Suspension sein.

**[0054]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste wenigstens ein leitendes Material aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste wenigstens ein Metallmaterial aufweisen.

**[0055]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste ein leitendes Pulver aufweisen. Das

leitende Pulver kann eine Mehrzahl leitender Partikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel im Wesentlichen Metallpartikel aufweisen oder daraus bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste ein Metallpulver aufweisen. Das Metallpulver kann eine Mehrzahl von Metallpartikeln enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel ein Gemisch aus Metallpartikeln und leitenden Nichtmetallpartikeln enthalten.

**[0056]** Die Paste kann nichtleitende Partikel enthalten. Die Paste kann ein Gemisch aus leitenden Partikeln und nichtleitenden Partikeln enthalten. Die Paste kann ein Gemisch aus Metallpartikeln, leitenden Nichtmetallpartikeln und nichtleitenden Partikeln enthalten.

**[0057]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel der Paste irgendeine (anders ausgedrückt eine beliebige) Form besitzen. Als ein Beispiel können die Partikel im Wesentlichen kugelförmige Partikel sein. Als ein weiteres Beispiel können die Partikel langgestreckte Partikel sein. Als ein weiteres Beispiel können die Partikel zylindrisch sein. Als ein weiteres Beispiel können die Partikel ellipsoidförmig sein. Als ein weiteres Beispiel können die Partikel fadenförmig sein. Die Partikel können ein Gemisch aus zwei oder mehr verschiedenen Typen (z. B. Formen von Partikeln) enthalten.

**[0058]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel der Paste Nanopartikel und/oder Mikropartikel enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen besitzen die Nanopartikel eine Partikelgröße kleiner als 10 nm (Nanometer). In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine Partikelgröße größer als 10 nm besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine Partikelgröße größer oder gleich 10 nm besitzen.

**[0059]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Nanopartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 30 nm (Nanometern) oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Nanopartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 20 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Nanopartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 15 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Nanopartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 10 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Nanopartikel eine durchschnittliche Partikelgröße zwischen etwa 20 nm und etwa 5 nm besitzen.

**[0060]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Par-

tikelgröße von etwa 500 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 750 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 1000 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 1250 nm oder größer besitzen.

**[0061]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 500 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 1000 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 2000 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 5000 nm oder größer besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 1000 nm oder größer besitzen.

**[0062]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel Nanopartikel und Mikropartikel enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel im Wesentlichen aus Nanopartikeln und Mikropartikeln bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel ein Gemisch aus Partikeln sein, das Nanopartikel und Mikropartikel aufweist. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel ein Gemisch leitender Partikel sein, das im Wesentlichen aus Nanopartikeln und Mikropartikeln besteht.

**[0063]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel zwischen etwa 10% und etwa 100% Nanopartikel enthalten (wobei der Rest der leitenden Partikel in einer oder mehreren Ausführungsformen Mikropartikel sein können). In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel zwischen etwa 10% und etwa 50% Nanopartikel enthalten (in einer oder mehreren Ausführungsformen können der Rest der leitenden Partikel Mikropartikel sein). In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel zwischen etwa 10% und etwa 30% Nanopartikel enthalten (in einer oder mehreren Ausführungsformen können der Rest der leitenden Partikel Mikropartikel sein). In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel zwischen etwa 15%–25% Nanopartikel enthalten (in einer oder mehreren Ausführungsformen können der Rest der leitenden Partikel Mikropartikel sein). In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel der Paste

etwa 20% Nanopartikel enthalten (in einer oder mehreren Ausführungsformen können der Rest der leitenden Partikel Mikropartikel sein). In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel etwa 80% Mikropartikel enthalten.

**[0064]** Obgleich keine Beschränkung durch eine Theorie bestehen soll, ist es möglich, dass eine Paste mit einem zu hohen Prozentsatz an Nanopartikeln eine zu starke Schrumpfung besitzen kann, nachdem die Paste getrocknet und/oder gesintert worden ist. Außerdem ist es möglich, dass in der Paste zu viele Risse auftreten können. Obgleich keine Beschränkung durch eine Theorie bestehen soll, ist es außerdem möglich, dass eine Paste mit einem kleinen Prozentsatz von Nanopartikeln nicht ausreichend sintern kann oder dass die Sinterung unvollständig sein kann. Es ist möglich, dass die möglichen zusätzlichen Mikropartikel ungenügend Haftung aneinander besitzen und herausfallen können. Eine solche unzureichende Sinterung kann bei Sintertemperaturen zwischen etwa 150°C und etwa 300°C zu einem noch größeren Problem werden.

**[0065]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel der Paste eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens etwa 1 nm (Nanometer) besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens etwa 5 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens etwa 10 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens etwa 20 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens 50 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens 70 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens 80 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens 100 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens 150 nm besitzen. In einigen Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von wenigstens 200 nm besitzen.

**[0066]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel der Paste eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 10000 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 5000 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Partikelgröße von etwa 1000 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Aus-

führungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 500 nm (Nanometern) oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 200 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 100 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 70 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 50 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 20 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 15 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 10 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 5 nm oder weniger besitzen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel eine durchschnittliche Größe von etwa 1 nm oder weniger besitzen.

**[0067]** Die Paste kann ferner ein Grundharz enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Grundharz eines oder mehrere Materialien sein, die aus der Gruppe gewählt werden, die aus Butylcarbitol, Phenolharz, Epoxidharz und Gemischen davon bestehen. Die Paste kann ferner ein Lösungsmittel enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Lösungsmittel eines auf Wassergrundlage sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Lösungsmittel eines auf Alkoholgrundlage sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Lösungsmittel z. B. Alpha-Terpin aufweisen.

**[0068]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die leitenden Partikel der Paste im Wesentlichen Metallpartikel aufweisen oder daraus bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen sind die leitenden Partikel der Paste Metallpartikel. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die leitende Paste ein Metallpulver aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die leitende Paste im Wesentlichen aus einem Metallpulver bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das leitende Pulver der Paste ein Metallpulver sein, das Metallpartikel aufweist.

**[0069]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils eines oder mehrere Metallmaterialien aufweisen. Beispiele für Metallmaterialien, die verwendet werden



können, enthalten ohne Beschränkung reine Metalle, Metalllegierungen und Metallverbindungen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Metallpartikel ein reines Metall und/oder eine Metalllegierung und/oder eine Metallverbindung aufweisen.

**[0070]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils ein Gemisch (wie etwa ein heterogenes Gemisch) aus zwei oder mehr Metallpartikeln aufweisen. Ein Metallpartikel kann ein Verbundmaterial aufweisen, das zwei oder mehr Metallmaterialien aufweist. Beispiele für Metallmaterialien, die verwendet werden können, enthalten ohne Beschränkung reine Metalle, Metalllegierungen und Metallverbindungen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Metallpartikel ein Gemisch aus einem ersten reinen Metall und aus einem zweiten reinen Metall aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Metallpartikel ein Gemisch aus einem reinen Metall und einer Metalllegierung aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Metallpartikel ein Gemisch aus einem reinen Metall und einer Metallverbindung aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Metallpartikel ein Gemisch aus einer Metallverbindung und einer Metalllegierung aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Metallpartikel ein Gemisch aus einem reinen Metall, einer Metalllegierung und einer Metallverbindung aufweisen.

**[0071]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus einem reinen Metall bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus einer Metalllegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus einer Metallverbindung bestehen.

**[0072]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Metallpartikel ein Gemisch aus verschiedenen Metallpartikeln sein. Zum Beispiel können eines oder mehrere Metallpartikel des Metallpulvers jeweils ein erstes Metallmaterial aufweisen, während eines oder mehrere Partikel des Pulvers jeweils ein zweites Metallmaterial aufweisen können, das von dem ersten Metallmaterial verschieden ist.

**[0073]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann eine Paste ein Gemisch erster reiner Metallpartikel und zweiter reiner Metallpartikel enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann eine Paste ein Gemisch aus reinen Metallpartikeln und Metalllegierungspartikeln enthalten. Als ein Beispiel kann die Paste ein Gemisch aus reinen Silberpartikeln und reinen Goldpartikeln enthalten. Als ein weiteres Beispiel kann die Paste ein Gemisch aus reinen Silberpartikeln und Silberlegierungspartikeln ent-

halten. Als ein weiteres Beispiel kann die Paste ein Gemisch aus reinen Silberpartikeln und Kupferlegierungspartikeln enthalten.

**[0074]** Die Metallmaterialien können eines oder mehrere Elemente des Periodensystems aus der Gruppe enthalten, die aus Kupfer (Cu), Gold (Au), Silber (Ag), Aluminium (Al), Wolfram (W), Titan (Ti) und Tantal (Ta) besteht. Beispiele für Metallpartikel enthalten reines Kupfer, Kupferlegierung, reines Gold, Goldlegierung, reines Silber, Silberlegierung, reines Aluminium, Aluminiumlegierung, reines Wolfram, Wolframlegierung, reines Titan, Titanlegierung, reines Tantal und Tantallegierung. Natürlich kann irgendein reines Metall selbstverständlich einige Störstellen enthalten.

**[0075]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Silber und/oder aus einer Silberlegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Kupfer und/oder aus einer Kupferlegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Gold und/oder aus einer Goldlegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Aluminium und/oder aus einer Aluminiumlegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Wolfram und/oder aus einer Wolframlegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Titan und/oder aus einer Titanlegierung bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können eines oder mehrere der Metallpartikel jeweils im Wesentlichen aus reinem Tantal und/oder aus einer Tantallegierung bestehen.

**[0076]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Silberpartikel und/oder Silberlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Silberpartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste Silberlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Metallpartikel der Paste im Wesentlichen aus reinen Silberpartikeln und/oder aus Silberlegierungspartikeln bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Metallpartikel der Paste im Wesentlichen aus reinen Silberpartikeln bestehen. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die Metallpartikel der Paste im Wesentlichen aus Silberlegierungspartikeln bestehen.

**[0077]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Goldpartikel und/oder Goldlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Kupferpartikel und/oder Kupferlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Aluminiumpartikel und/oder Aluminiumlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Wolframpartikel und/oder Wolframlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Titanpartikel und/oder Titanlegierungspartikel aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste reine Tantalpartikel und/oder Tantallegierungspartikel aufweisen.

**[0078]** In einer oder mehreren Ausführungsformen ist es möglich, dass das für die Metallpartikel verwendete Metallmaterial wenigstens ein Metallelement und wenigstens ein Nichtmetallelement enthält. Beispiele für Materialien können TiN, TaN und WN enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Metallmaterial eine Metallverbindung sein.

**[0079]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste in einem nichtleitenden Zustand abgelagert werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste daraufhin in einem späteren Verarbeitungsschritt auf eine Weise in einen leitenden Zustand geändert werden. Allerdings kann die Paste in einer oder mehreren Ausführungsformen auch in einem nichtleitenden Zustand bleiben und nicht in einen leitenden Zustand geändert werden.

**[0080]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste in einem leitenden Zustand abgelagert werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen bleibt eine in einem leitenden Zustand abgelagerte Paste in einem leitenden Zustand. In einer oder mehreren Ausführungsformen ist es möglich, dass eine in einem leitenden Zustand abgelagerte Paste in einem späteren Verarbeitungsschritt in einen nichtleitenden Zustand geändert wird.

**[0081]** Die Paste kann auf viele Arten aufgetragen werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste durch einen Druckprozess über der Substratoberfläche und über der Öffnung **120'** aufgetragen werden. Der Druckprozess kann ein Schablonendruckprozess sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann ein Direktausgabeprozess verwendet werden, um die Paste aufzutragen. Die Paste kann ebenfalls auf andere Arten aufgetragen werden.

**[0082]** Die Verschlusschicht **440** (die eine Paste sein kann) kann wegen mechanischem Druck in die Öffnung **120'** gehen. Der mechanische Druck kann z. B. von dem Druckprozess, von der Schwerkraft und/oder von der Differenz des Drucks innerhalb der Öffnung **120'** und des Drucks außerhalb der Öffnung

**120'** kommen. Der Druck kann mit Hilfe mechanischer Mittel ausgeführt werden. Zum Beispiel kann die Paste abgezogen werden. Das Abziehen kann unter Verwendung eines Abstreifers (wie etwa eines Gummiabstreifers) erfolgen. Das Abstreifen kann in wenigstens zwei Richtungen erfolgen. Das Abstreifen kann in Anwesenheit von Luft erfolgen. Das Abstreifen kann von Hand erfolgen.

**[0083]** Nachdem der Druckprozess abgeschlossen ist, kann die Verschlusschicht **440** (z. B. die Paste) getrocknet und/oder gesintert werden. Die Paste kann zuerst getrocknet werden. Das Trocknen kann in einem Ofen stattfinden. In einigen Ausführungsformen kann der Trocknungsprozess bei Temperaturen von 150°C oder weniger erfolgen. In einigen Ausführungsformen kann das Trocknen bei Temperaturen von etwa 125°C oder weniger erfolgen. In einigen Ausführungsformen kann das Trocknen bei Temperaturen von etwa 115°C oder weniger erfolgen. In einigen Ausführungsformen kann das Trocknen bei Temperaturen von etwa 110°C oder weniger erfolgen. In einigen Ausführungsformen kann das Trocknen bei Temperaturen von etwa 105°C oder weniger erfolgen. In einigen Ausführungsformen kann das Trocknen bei Temperaturen von etwa 100°C oder weniger erfolgen.

**[0084]** Der Trocknungsprozess kann eine Zeitdauer zwischen etwa 1 Minute und etwa 4 Stunden besitzen. In einigen Ausführungsformen kann die Trocknungszeit etwa 30 Minuten oder weniger sein. In einigen Ausführungsformen kann die Trocknungszeit etwa 20 Minuten oder weniger sein. In einigen Ausführungsformen kann die Trocknungszeit etwa 15 Minuten oder weniger sein.

**[0085]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 100°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 150°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 200°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 250°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 300°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 350°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 400°C oder höher sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 500°C oder niedriger sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Temperatur des Sinterprozesses etwa 400°C oder niedriger sein.

**[0086]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Dauer des Sinterprozesses zwischen 1 Minute und etwa 4 Stunden sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Dauer des Sinterprozesses etwa 10 Minuten oder länger sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Dauer des Sinterprozesses etwa 5 Minuten oder länger sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Dauer des Sinterprozesses etwa 15 Minuten oder länger sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Dauer des Sinterprozesses etwa 20 Minuten oder länger sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Dauer des Sinterprozesses etwa 30 Minuten oder länger sein. Der Sinterprozess kann in einer Formiergasatmosphäre stattfinden. Das Formiergas kann die Oxidation innerhalb des Kontaktlochs vermeiden. Dies kann besonders nützlich sein, wenn vor dem Sinterprozess auf das Substrat entweder reines Kupfer und/oder eine Kupferlegierung aufgetragen wird.

**[0087]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Sinterprozess die Verschlusschicht **440** ändern. Wie angemerkt wurde, kann die Verschlusschicht **440** in einer oder mehreren Ausführungsformen eine Paste sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das leitende Pulver der Paste ein Metallpulver sein, das Metallpartikel aufweist. Der Sinterprozess kann innerhalb der Metallpartikel und/oder zwischen den Metallpartikeln Poren bilden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Sinterprozess veranlassen, dass die Metallpartikel der Paste ein ununterbrochenes (anders ausgedrückt kontinuierliches) Metallnetz bilden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Sinterprozess veranlassen, dass die Metallpartikel der Paste zu einer porösen Metallschicht oder zu einem porösen Metallblock werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die poröse Metallschicht zwischen etwa 5% und etwa 50% Porenraum enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Sinterprozess veranlassen, dass die Metallpartikel der Paste eine schwammartige Metallschicht bilden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** nach dem Sinterprozess keine Paste mehr sein.

**[0088]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Paste sowohl getrocknet als auch gesintert werden und kann der Sinterprozess nach dem Trocknungsprozess stattfinden.

**[0089]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Sinterprozess veranlassen, dass der eingeschlossene Hohlraum **520** im Wesentlichen abgedichtet wird. Dies kann sich z. B. aus der resultierenden Änderung der Paste wie etwa aus dem Sintern der Metallpartikel ergeben. Zum Beispiel kann der eingeschlossene Hohlraum in einer oder mehreren Ausführungsformen zu einem im Wesentlichen

abgedichteten werden, so dass keine Materie in den eingeschlossenen Hohlraum eintreten kann. Die Materie kann eine oder mehrere Typen enthalten, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus fester Materie, flüssiger Materie und gasförmiger Materie besteht. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Materie feste Materie enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Materie flüssige Materie enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Materie gasförmige Materie enthalten. Die Materie kann von nachfolgenden Prozessen (wie etwa z. B. von späteren CMP-Prozessschritten) kommen. Es ist möglich, dass diese Abdichtung wichtig sein kann, um zu verhindern, dass Verunreinigungen in den eingeschlossenen Hohlraum eintreten. Solche Verunreinigungen können leitende Verdrahtungen wie etwa Substratdurchgangskontaktlöcher vergiften oder verunreinigen oder auf andere Weise Probleme für sie verursachen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der eingeschlossene Hohlraum im Wesentlichen für Fluid abgedichtet sein (wobei ein Fluid ein Gas oder eine Flüssigkeit sein kann). In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der eingeschlossene Hohlraum im Wesentlichen für Flüssigkeit abgedichtet sein.

**[0090]** Fig. 4 zeigt eine Struktur **1010**. Die Struktur **1010** enthält eine leitende Verdrahtung **2010**. Fig. 4 zeigt eine leitende Verdrahtung **2010**, die teilweise durch das Werkstück **110** verläuft. In einer weiteren Ausführungsform kann die leitende Verdrahtung **2010** so hergestellt werden, dass sie vollständig durch das Werkstück **110** verläuft. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann wieder eine weitere Verschlusschicht (die wieder eine Paste sein kann) aufgetragen werden und/oder kann der Sinterprozess wiederholt werden.

**[0091]** Fig. 5 zeigt eine Struktur **1020**. Anhand von Fig. 5 kann ein Abschnitt der Verschlusschicht **440** in einer oder mehreren Ausführungsformen entfernt werden. Der entfernte Abschnitt kann denjenigen enthalten, der über der untersten Oberfläche der Füllschicht **330** liegt. Der Entfernungsprozess kann einen Ätzprozess enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Ätzprozess einen Trockenätzprozess enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Ätzprozess einen Nassätzprozess enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Ätzprozess sowohl einen Trockenätzprozess als auch einen Nassätzprozess enthalten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Ätzprozess einen Rückätzprozess enthalten. Der Trockenätzprozess kann einen Trockenrückätzprozess enthalten. Der Trockenätzprozess kann einen Plasmaprozess enthalten. Der Trockenätzprozess kann ein reaktives Ionenätzen (RIE) enthalten. Der Nassätzprozess kann einen Nassrückätzprozess enthalten. Die Entfernung kann außerdem unter Ver-

wendung eines chemisch-mechanischen Polierprozesses (eines CMP-Prozesses) ausgeführt werden. Der CMP-Prozess kann mit oder ohne einen Ätzprozess verwendet werden.

**[0092]** Der verbleibende Abschnitt der Verschlusschicht **440** kann für die Öffnung **120'** einen Stopfen oder Pfropfen bilden, der die Öffnung **120'** verschließen und einen geschlossenen Hohlraum **520** bilden kann. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Verschlusschicht **440** (z. B. nach dem Sintern) den geschlossenen Hohlraum **520** zusätzlich abdichten. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die wie in **Fig. 5** gezeigte Verschlusschicht **440** einen oberen oder obersten Abschnitt der Öffnung **120'** belegen, während der eingeschlossene Hohlraum **520** einen unteren oder untersten Abschnitt belegen kann. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Volumen des von dem eingeschlossenen Hohlraum **520** belegten Abschnitts der Öffnung **120'** größer als das Volumen des von der Verschlusschicht **440** belegten Abschnitts der Öffnung **120'** sein.

**[0093]** Anhand von **Fig. 5** kann es in einer oder mehreren Ausführungsformen einen untersten Abschnitt der Öffnung **120'** ohne die Verschlusschicht **440** geben. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Höhe des leeren untersten Abschnitts wenigstens 10% der Höhe der Öffnung **120'** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Höhe des leeren Abschnitts wenigstens etwa 20% der Höhe der Öffnung **120'** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Höhe des leeren Abschnitts wenigstens etwa 30% der Höhe der Öffnung **120'** sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Höhe des leeren Abschnitts wenigstens etwa 50% der Höhe der Öffnung **120'** sein.

**[0094]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die oberste Oberfläche der Verschlusschicht **440** mit der Oberseite der Öffnung **120'** (oder mit der obersten Oberfläche der Schicht **330**) bündig sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der verbleibende Abschnitt der Verschlusschicht **440** weiter in die Öffnung **120'** geschoben werden und braucht nicht notwendig mit der Oberseite der Öffnung **120'** oder mit der Schicht **330** bündig zu sein. **Fig. 5** zeigt eine leitende Verdrahtung **2020**, die teilweise durch das Werkstück **110** verläuft. In einer weiteren Ausführungsform kann die leitende Verdrahtung **2020** so hergestellt werden, dass sie vollständig durch das Werkstück **110** verläuft.

**[0095]** Noch einmal anhand von **Fig. 5** ist es möglich, dass die Verschlusschicht **440** in einer weiteren Ausführungsform die Öffnung **120'** im Wesentlichen füllen kann.

**[0096]** In **Fig. 6** ist eine Struktur **1030** gezeigt. Die Struktur **1030** enthält eine leitende Verdrahtung **2030**. Anhand von **Fig. 6** ist es in einem optionalen Schritt möglich, dass ein Umfangsabschnitt des Stapels **210** der Schichten **210**, **220** und **230**, möglicherweise durch einen Ätzprozess (wie etwa durch einen Trockenätzprozess), entfernt werden kann. Dieser Prozessschritt kann anderswo in dem Prozess ausgeführt werden. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Umfangsabschnitt des Stapels **310** stattdessen entfernt werden, nachdem die in **Fig. 3A**, **Fig. 3B** gezeigte Struktur gebildet worden ist, jedoch bevor die in **Fig. 4** gezeigte Struktur **1010** gebildet wird. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann der Umfangsabschnitt des Stapels **310** stattdessen entfernt werden, nachdem die in **Fig. 4** gezeigte Struktur **1010** gebildet worden ist, jedoch bevor die in **Fig. 5** gezeigte Struktur **1020** gebildet wird. **Fig. 6** zeigt eine leitende Verdrahtung **2030**. In der gezeigten Ausführungsform verläuft die leitende Verdrahtung **2030** nur teilweise durch das Werkstück **110**. In einer weiteren Ausführungsform kann die leitende Verdrahtung **2030** so hergestellt werden, dass sie vollständig durch das Werkstück **110** verläuft.

**[0097]** **Fig. 7** zeigt eine Struktur **1040**. Anhand von **Fig. 7** kann ein Abschnitt des Werkstücks **110** in einer oder mehreren Ausführungsformen entfernt werden, so dass die leitende Verdrahtung **2030** freiliegt. Anhand von **Fig. 7** kann ein Abschnitt des Werkstücks **110** (der in einer oder mehreren Ausführungsformen ein Substrat wie etwa ein Halbleitersubstrat sein kann) so entfernt werden, dass eine unterste Oberfläche der leitenden Verdrahtung **2030** freigelegt wird. Zum Beispiel kann das Werkstück **110** einem Rückseitenabschleifprozess und daraufhin optional einem chemisch-mechanischen Polierprozess der Rückseite ausgesetzt werden, um die in **Fig. 7** gezeigte Struktur zu bilden. In der in **Fig. 7** gezeigten Ausführungsform wird die Pufferschicht **310** freigelegt. Allerdings kann in einer weiteren Ausführungsform die Keimschicht **320** freigelegt werden. In einer abermals weiteren Ausführungsform kann die Füllschicht **330** freigelegt werden. In alternativen Ausführungsformen ist es möglich, dass der Abschleifprozess und/oder der chemisch-mechanische Polierprozess fortgesetzt werden kann, um weitere Abschnitte der leitenden Verdrahtung **2030** freizulegen. **Fig. 7** zeigt die leitende Verdrahtung **2030**, die vollständig durch das Werkstück **110** verläuft, so dass zwischen der obersten und der untersten Oberfläche des Werkstücks **110** ein leitender Weg gebildet werden kann. Eine leitende Verdrahtung, die vollständig durch ein Substrat (wie etwa ein Halbleitersubstrat) verläuft, kann als ein Substratdurchgangskontaktloch bezeichnet werden.

**[0098]** In einer weiteren Ausführungsform kann die in **Fig. 4** gezeigte Struktur **1010** einem Rückseitenabschleifprozess und daraufhin optional einem

chemisch-mechanischen Polierprozess der Rückseite ausgesetzt werden, um eine leitende Verdrahtung zu bilden, die ebenfalls vollständig durch das Werkstück **110** verläuft. Zwischen der obersten und der untersten Oberfläche des Werkstücks **110** kann ein leitender Weg gebildet werden.

**[0099]** In einer weiteren Ausführungsform kann die in **Fig. 5** gezeigte Struktur **1020** einem Rückseitenabschleifprozess ausgesetzt werden und daraufhin optional einem chemisch-mechanischen Polierprozess der Rückseite ausgesetzt werden, um eine leitende Verdrahtung zu bilden, die ebenfalls vollständig durch das Werkstück **110** verläuft. Ein leitender Weg kann zwischen der obersten und der untersten Oberfläche des Werkstücks **110** gebildet werden.

**[0100]** In einer oder mehreren Ausführungsformen können die in **Fig. 4** gezeigte Struktur **1010**, die in **Fig. 5** gezeigte Struktur **1020**, die in **Fig. 6** gezeigte Struktur **1030** und/oder die in **Fig. 7** gezeigte Struktur **1040** z. B. einen Halbleiterchip oder wenigstens einen Abschnitt eines Halbleiterchips repräsentieren. Der Halbleiterchip kann eine integrierte Schaltung enthalten und die leitenden Verdrahtungen **2010**, **2020**, **2030** können Teil der integrierten Schaltung sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen können die in **Fig. 4** gezeigte Struktur **1010**, die in **Fig. 5** gezeigte Struktur **1020**, die in **Fig. 6** gezeigte Struktur **1030** und/oder die in **Fig. 7** gezeigte Struktur **1040** z. B. eine Halbleiterstruktur oder eine Halbleitervorrichtung repräsentieren oder können sie wenigstens einen Abschnitt einer Halbleiterstruktur oder einer Halbleitervorrichtung repräsentieren.

**[0101]** In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Werkstück **110** ein Substrat (wie etwa ein Halbleitersubstrat) sein. Allerdings kann das Werkstück **110** in einer oder mehreren Ausführungsformen irgendeine Schicht oder Kombination von Schichten (wie etwa einen Stapel von Schichten) repräsentieren, die in einer Halbleitervorrichtung verwendet werden kann. Das Werkstück **110** kann z. B. eine dielektrische Schicht oder eine leitende Schicht sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Werkstück eine Halbleiterschicht aufweisen. Das Werkstück **110** kann z. B. eine oder mehrere irgendeiner Kombination von Schichten von Materialien aufweisen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Werkstück **110** über einem Substrat (wie etwa einem Halbleitersubstrat) liegen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Werkstück **110** eine dielektrische Schicht enthalten (oder sein), die über einem Substrat (wie etwa einem Halbleitersubstrat) liegt. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Werkstück **110** eine dielektrische Ebenen-Zwischenschicht enthalten (oder sein).

**[0102]** Somit kann das hier beschriebene Verfahren nützlich zum Schließen und optional zum im We-

sentlichen Abdichten irgendeines Typs einer in irgendeinem Werkstück in einer Halbleitervorrichtung oder Halbleiterstruktur gebildeten Öffnung sein. Als ein Beispiel ist es in einer oder mehreren Ausführungsformen anhand von **Fig. 1** bis **Fig. 7** möglich, dass wenigstens eine (oder alle) der Teilschichten **310**, **320**, **330** der leitenden Schicht **210** von dem beschriebenen Prozess entfernt werden.

**[0103]** Eine oder mehrere Ausführungsformen können sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur beziehen, wobei das Verfahren aufweist: Bilden einer Öffnung wenigstens teilweise durch ein Werkstück; und Bilden eines eingeschlossenen Hohlraums innerhalb der Öffnung, wobei das Bilden des Hohlraums das Bilden einer Paste innerhalb der Öffnung aufweist.

**[0104]** Eine oder mehrere Ausführungsformen können sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur beziehen, wobei das Verfahren aufweist: Bilden einer Öffnung wenigstens teilweise durch ein Werkstück; und Bilden einer Paste teilweise innerhalb der Öffnung.

**[0105]** Eine oder mehrere Ausführungsformen können sich auf eine Halbleitervorrichtung beziehen, die aufweist: ein Werkstück mit einer Öffnung wenigstens teilweise durch es; einen eingeschlossenen Hohlraum, der innerhalb der Öffnung angeordnet ist; und eine Paste, die den eingeschlossenen Hohlraum wenigstens teilweise einschließt. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann nur ein Abschnitt des eingeschlossenen Hohlraums durch gesinterte Metallpartikel eingeschlossen sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann nur ein Abschnitt des eingeschlossenen Hohlraums durch gesinterte Metallpartikel eingeschlossen sein.

**[0106]** Eine oder mehrere Ausführungsformen können sich auf eine Halbleitervorrichtung beziehen, die aufweist: ein Substrat; und eine leitende Verdrahtung, die wenigstens teilweise durch das Substrat verläuft, wobei die leitende Verdrahtung einen eingeschlossenen Hohlraum enthält, wobei wenigstens ein Abschnitt des eingeschlossenen Hohlraums durch gesinterte Metallpartikel eingeschlossen ist. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann nur ein Abschnitt des eingeschlossenen Hohlraums durch gesinterte Metallpartikel eingeschlossen sein.

**[0107]** In einer oder mehreren Ausführungsformen ist es möglich, dass eine oder mehrere Ausführungsformen der hier beschriebenen Verfahren ein kostengünstiges und/oder effizienteres Mittel zum Abdichten einer Öffnung, zur Herstellung einer oder mehrerer Halbleiterstrukturen und/oder zur Herstellung leitender Verdrahtungen (wie etwa z. B. Silizium-Durchgangskontaktlöcher) schaffen können.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur, wobei das Verfahren aufweist:

- Bilden einer Öffnung (120) wenigstens teilweise durch ein Werkstück (110); und
- Bilden eines eingeschlossenen Hohlraums (520) innerhalb der Öffnung (120), wobei das Bilden des Hohlraums (520) das Bilden einer Paste (440) innerhalb der Öffnung (120) aufweist;
- wobei das Bilden des eingeschlossenen Hohlraums (520) ferner das Sintern der Paste (440) aufweist; und
- wobei die Öffnung (120) einen untersten Abschnitt ohne die Paste (440) enthält.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Paste (440) wenigstens ein leitendes Material aufweist.

3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Paste (440) leitende Partikel aufweist.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei die leitenden Partikel zwischen 10% und 100% Nanopartikel mit einer Partikelgröße von etwa 100 nm oder weniger enthalten, wobei die leitenden Partikel insbesondere zwischen 10% und 50% der Nanopartikel enthalten.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei die leitenden Partikel Mikropartikel enthalten, die eine Partikelgröße größer als 100 nm, insbesondere eine durchschnittliche Partikelgröße von 30 nm oder weniger, besitzen.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von 500 nm oder größer besitzen.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, das ferner das Bilden einer leitenden Schicht (210) innerhalb der Öffnung (120) vor Bilden der Paste (440) aufweist, wobei die leitende Schicht (210) über einer Seitenwand der Öffnung (120) gebildet wird.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Werkstück (110) ein Substrat ist, oder wobei das Werkstück (110) eine dielektrische Schicht ist, wobei die dielektrische Schicht über einem Substrat liegt.

9. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur, wobei das Verfahren aufweist:

- Bilden einer Öffnung (120) wenigstens teilweise durch ein Werkstück (110); und
- Bilden einer Paste (440) teilweise innerhalb der Öffnung (120), das ferner das Sintern der Paste (440) aufweist;
- wobei die Öffnung (120) einen untersten Abschnitt ohne die Paste (440) enthält.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei die Paste (440) die Öffnung (120) verschließt.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei die Paste (440) wenigstens ein leitendes Material aufweist.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Paste (440) leitende Partikel aufweist, wobei die leitenden Partikel insbesondere zwischen 10 und 100% Nanopartikel, insbesondere mit einer Partikelgröße von etwa 100 nm oder weniger, enthalten.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei die leitenden Partikel zwischen 10% und 50% der Nanopartikel enthalten.

14. Verfahren gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei die leitenden Partikel Mikropartikel mit einer Partikelgröße größer als 100 nm enthalten, wobei die Nanopartikel insbesondere eine durchschnittliche Partikelgröße von 30 nm oder weniger besitzen.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, wobei die Mikropartikel eine durchschnittliche Partikelgröße von 500 nm oder größer besitzen.

16. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei die leitenden Partikel Metallpartikel sind.

17. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 16,

• wobei das Werkstück (110) ein Halbleitersubstrat ist, oder

• wobei das Werkstück (110) eine dielektrische Schicht ist, wobei die dielektrische Schicht über einem Substrat liegt.

18. Halbleitervorrichtung, die aufweist:

- ein Werkstück (110) mit einer Öffnung (120) wenigstens teilweise durch das Werkstück (110); und
- einen eingeschlossenen Hohlraum (520), der innerhalb der Öffnung (120) angeordnet ist, wobei der eingeschlossene Hohlraum (520) wenigstens teilweise durch gesinterte Metallpartikel (440) eingeschlossen ist;
- wobei die Öffnung (120) einen untersten Abschnitt ohne die gesinterten Metallpartikel (440) enthält.

19. Halbleitervorrichtung gemäß Anspruch 18, wobei das Werkstück (110) ein Substrat ist.

20. Halbleitervorrichtung, die aufweist:

- ein Substrat (110); und
- eine leitende Verdrahtung (210), die wenigstens teilweise durch das Substrat (110) verläuft, wobei die leitende Verdrahtung (210) einen eingeschlossenen Hohlraum (520) enthält, wobei der eingeschlossene

Hohlraum (**520**) wenigstens teilweise durch gesinter-  
te Metallpartikel (**440**) eingeschlossen ist;

- wobei die Öffnung (**120**) einen untersten Abschnitt  
ohne die gesinteren Metallpartikel (**440**) enthält.

21. Halbleitervorrichtung gemäß Anspruch 20, wo-  
bei die leitende Verdrahtung (**210**) ein Substratdurch-  
gangskontaktloch ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

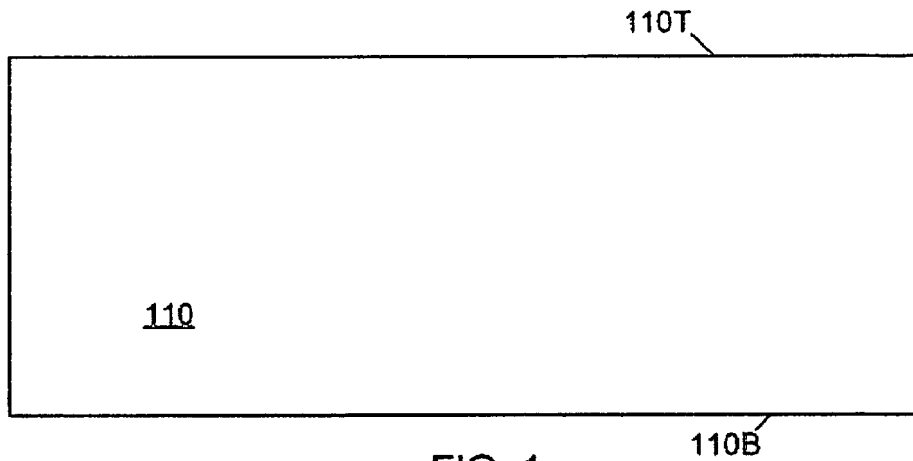


FIG. 1

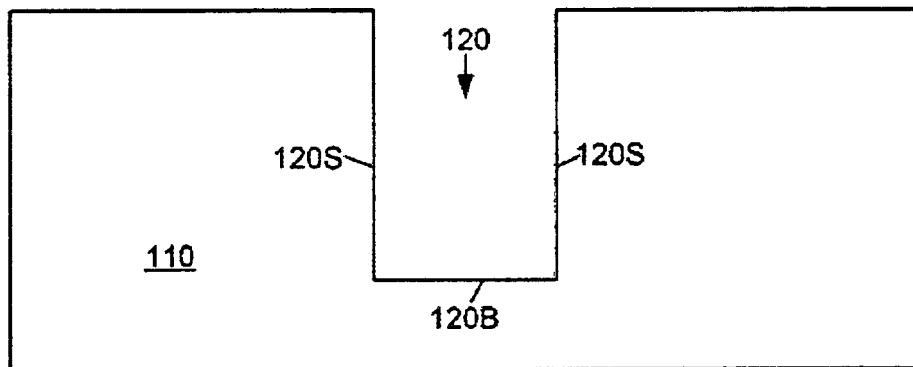


FIG. 2



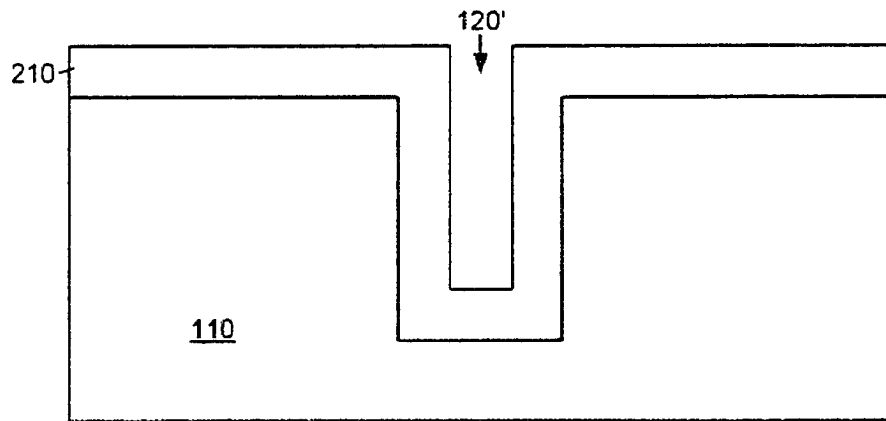


FIG. 3A

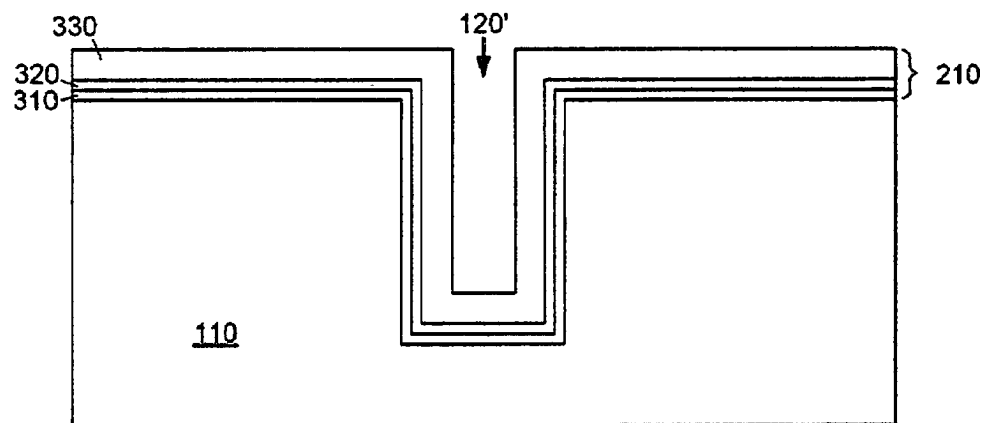


FIG. 3B

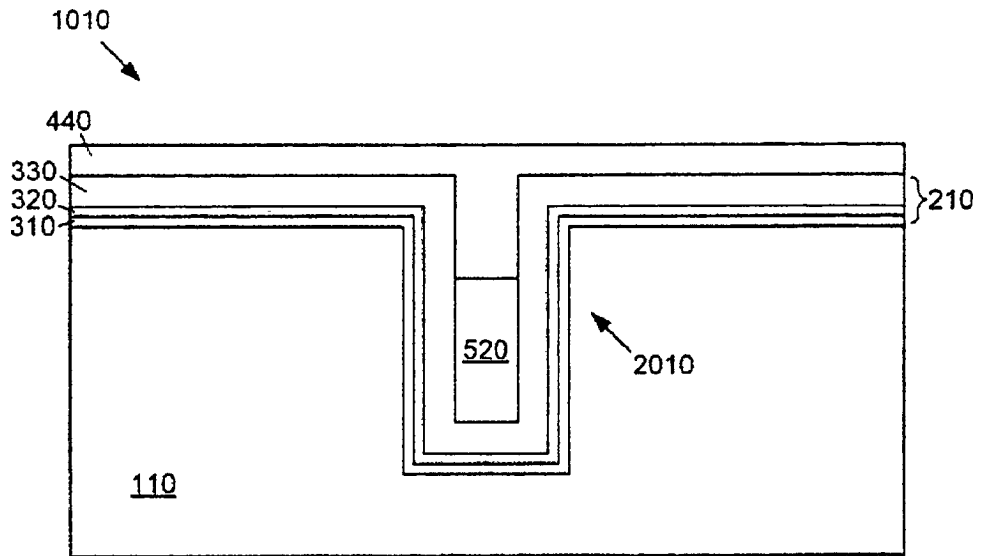


FIG. 4

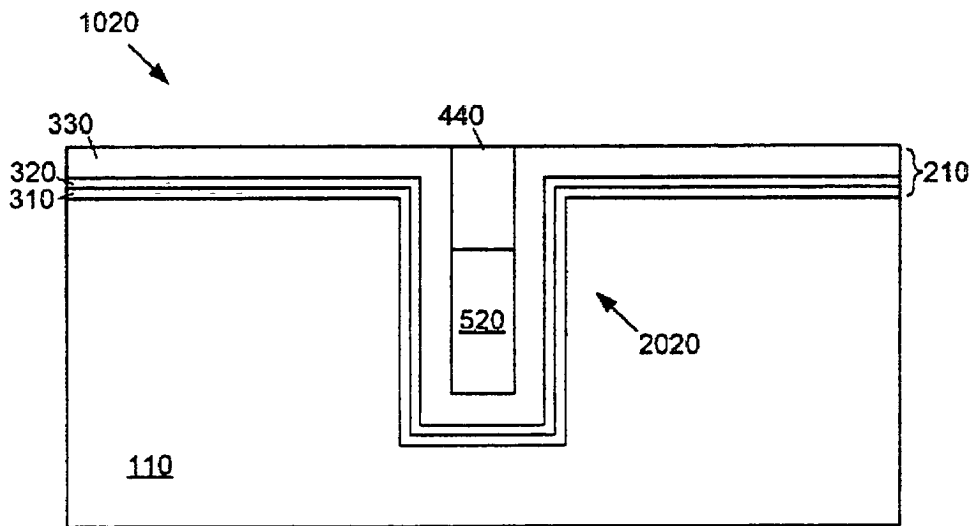


FIG. 5

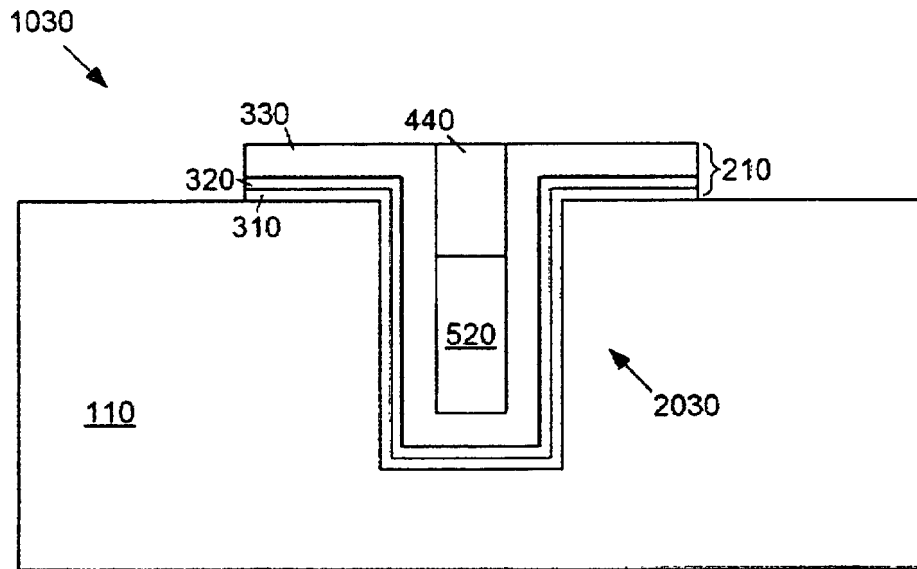


FIG. 6

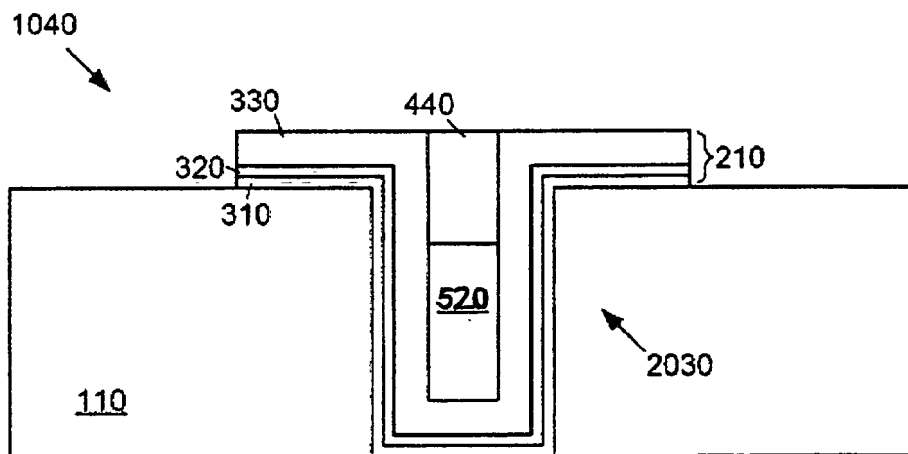


FIG. 7