



(10) **DE 10 2010 025 966 B4** 2012.03.08

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 025 966.7**  
(22) Anmeldetag: **02.07.2010**  
(43) Offenlegungstag: **05.01.2012**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **08.03.2012**

(51) Int Cl.: **H01L 23/50** (2006.01)  
**B23K 26/40** (2006.01)  
**H05K 3/00** (2006.01)  
**H01L 23/15** (2011.01)  
**H05K 1/18** (2011.01)

Innerhalb von drei 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).

(73) Patentinhaber:  
**SCHOTT AG, 55122, Mainz, DE**

(74) Vertreter:  
**Blumbach Zinngrebe, 65187, Wiesbaden, DE**

(72) Erfinder:  
**Jackl, Oliver, 31061, Alfeld, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>US</b>	<b>7 550 321</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>2002 / 0 180 015</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 321 114</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 216 207</b>	<b>A</b>

**Marcinkevicius, Andrius [u.a.]:**  
**Femtosecondlaser-assisted three-dimensional**  
**microfabrication in silica, In: Optics Letters Vol.**  
**26, No. 5, March 1, 2001, pp.277-279**

(54) Bezeichnung: **Interposer und Verfahren zum Herstellen von Löchern in einem Interposer**

(57) Hauptanspruch: Interposer zur elektrischen Verbindung  
zwischen einem CPU-Chip und einer Schaltungsplatte,  
mit folgenden Merkmalen:

ein plattenförmiges Basissubstrat (1) aus Glas mit einer ersten und einer zweiten Plattenseite;

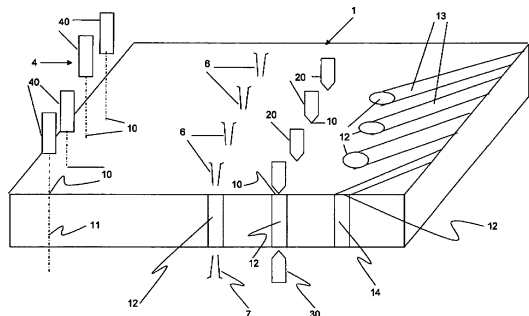
das Basissubstrat (1) weist einen Wärmeausdehnungskoeffizienten im Bereich zwischen  $3,1 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  und  $3,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  auf;

das Basissubstrat weist Löcher (12) quer zu den Plattenseiten in einer Anzahl auf, die im Bereich zwischen 10 und 10.000  $\text{cm}^{-2}$  liegt;

es gibt Löcher (12) mit Durchmessern, die im Bereich zwischen 20  $\mu\text{m}$  und 200  $\mu\text{m}$  liegen können;

der Abstand der Löcher (12), gemessen von Lochmitte zu Lochmitte, liegt im Bereich zwischen 50  $\mu\text{m}$  und 700  $\mu\text{m}$ ;

auf der ersten Plattenseite verlaufen Leiterbahnen (13), die sich jeweils bis in die Löcher (12) hinein und durch diese hindurch (14) auf die zweite Plattenseite erstrecken, um Anschlusspunkte für den CPU-Chip zu bilden.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf Interposer zur elektrischen Verbindung der Anschlüsse eines CPU-Chips mit einer Schaltungsplatte, ferner auf Verfahren, die bei einem kritischen Herstellungsschritt der Interposer benutzt werden.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Ein CPU-Chip als Prozessorkern hat typischerweise auf seiner Unterseite auf relativ kleiner Fläche verteilt mehrere Hundert Kontaktpunkte in engem Abstand zueinander. Wegen dieses engen Abstandes können diese Kontaktpunkte nicht direkt auf eine Schaltungsplatte, das sogenannte Motherboard, montiert werden. Es wird deshalb ein Zwischenteil angewendet, mit welchem die Kontaktierungsbasis verbreitert werden kann. Als Zwischenteil wird häufig eine mit Epoximaterial ummantelte Glasfasermatte eingesetzt, die mit einer Anzahl von Löchern versehen ist. Auf der Oberfläche der Glasfasermatte laufen Leiterbahnen, die in die jeweiligen Löcher hineinführen, um diese zu verfüllen, und auf der anderen Seite der Glasfasermatte bis zu den Anschlusskontakten des Prozessorkerns führen. Um dies zu bewerkstelligen, wird sowohl um den Prozessorkern als auch zwischen dem Prozessorkern und der Glasfasermatte eine Hinterfüllung (underfill) aufgebracht, welche die Leitungen schützt und den Prozessorkern und die Glasfasermatte mechanisch miteinander verbindet. Der Prozessorkern und die Glasfasermatte weisen jedoch unterschiedliche Wärmeausdehnungen auf. So hat die Glasfasermatte einen Ausdehnungskoeffizienten von  $15$  bis  $17 \times 10^{-6}$ , während der Kernprozessor auf Siliziumbasis einen Wärmeausdehnungsfaktor von  $3,2$  bis  $3,3 \times 10^{-6}$  aufweist. Bei Auftreten von Erwärmung kommt es deshalb zu differentiellen Ausdehnungen zwischen dem Kernprozessor und der Glasfasermatte und damit zu mechanischen Spannungen zwischen diesen beiden Komponenten. Dies kann sich schädlich auf die Kontaktverbindungen auswirken, vor allem dann, wenn die beiden Komponenten nicht überall flächig miteinander verbunden sind. Dann können die Kontaktstellen leicht brechen.

**[0003]** Die Anwendung der Glasfasermatte ist mit einem weiteren Nachteil behaftet, der mit dem mechanischen Bohren der Löcher in der Glasfasermatte zusammenhängt. Der Lochdurchmesser ist auf  $250$  bis  $450$   $\mu\text{m}$  begrenzt.

**[0004]** Eine weitere Möglichkeit des Aufbaus und der Herstellung von Verbindungsstrukturen, die in der Art von Interposern genutzt werden könnten, wird in WO 02/058 135 A2 aufgezeigt. Es wird die Wafertechnologie mit Erzeugung von Löchern und Gräben in dielektrischem Material angewendet, beispielsweise Siliziumdioxid, und Auffüllen der Löcher und Gräben mit Leitungsschichten. Diese Herstellungsweise von Kontaktverbindungen ist jedoch sehr teuer.

**[0005]** Eine ähnliche Technologie wird in DE 103 01 291 B3 vermittelt. Es werden Vertiefungen in Substraten geätzt und durch Leiterbahnen aus Metall aufgefüllt, wobei auch Kontakte durch Löcher hindurchreichen. Diese Technik ist aufwendig und teuer.

**[0006]** Die US 2002/0 180 015 A1 zeigt ein Modul für eine Vielzahl von Chips, das Halbleiterbausteine und ein Beschaltungssubstrat zur Aufbringung der Halbleiterbausteine aufweist. Das Beschaltungssubstrat umfasst ein Glassubstrat mit Löchern, die durch Sandstrahlbehandlung gebildet wurden. Auf der Oberfläche des Glassubstrats ist eine Beschaltungsschicht gebildet. Ferner weist das Glassubstrat eine Verdrahtung und eine Isolationsschicht auf. Es wird angestrebt, den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Glassubstrats in der Nähe des Koeffizienten von Silizium zu wählen.

**[0007]** Die US 5 216 207 A zeigt keramische Platinen mit mehreren Schichten mit Leitern aus Silber. Die Schichten werden bei niedrigen Temperaturen eingebrannt. Die Platinen haben einen Wärmeausdehnungskoeffizienten nahe dem von Silizium.

**[0008]** Die US 2009/0 321 114 A1 zeigt eine Substrateinheit zum elektrischen Testen mit einem mehrschichtigen Keramiksubstrat. Die verwendeten Materialien haben einen durchschnittlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $3,0$  bis  $4,0$   $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ .

**[0009]** Die US 7 550 321 B1 zeigt ein Substrat mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten, der sich in Dickenrichtung ändert.

**[0010]** Der Fachartikel "Femtosecond laser-assisted threedimensional microfabrication in silica" aus Optics Letters, Vol. 26, No. 5, 1. März 2001, Seiten 277 bis 279 beschreibt direkte dreidimensionale Mikroproduktion in einem Silikatglas. Der Produktionsprozess erfolgt in zwei Schritten. Zunächst werden die vorgesehenen Muster mittels fokussierten Femtosekunden-Laserpulsen im Glas vorgezeichnet. Anschließend werden diese Muster geätzt.

#### Allgemeine Erfindungsbeschreibung

**[0011]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Interposer zur elektrischen Verbindung zwischen einem CPU-Chip und einer Schaltungsplatte zu schaffen, der wirtschaftlich herstellbar ist, dabei die Herstellung von Mikrolöchern in der Größenordnung von 20 µm und 200 µm Lochdurchmesser ermöglicht und der Interposerkörper eine Wärmeausdehnung ähnlich zu der des CPU-Chipmaterials aufweist. Bei dem neuen Interposer sollen folgende Forderungen erfüllt werden können:

Viele kleine Löcher (10 bis 10.000) sollen pro Interposer bei engen Toleranzen der Löcher zueinander untergebracht werden können. Dabei muss auch ein Lochabstand bis herab zu 30 µm eingehalten werden können. Der Lochdurchmesser soll bis zu einer Größe von 20 µm herabreichen können. Das Verhältnis zwischen Dicke des Interposers und Lochdurchmesser, der sogenannte Aspekt, soll zwischen 1 und 10 liegen können. Der Mittelpunktabstand der Löcher soll zwischen 50 µm und 700 µm betragen können. Die Lochform soll am Loch-eintritt und -austritt konisch oder kraterförmig, in der Lochlaibungsmittle aber möglichst zylindrisch ausgebildet sein. Die Lochwände sollen glatt (feuerpoliert) sein. Gegebenenfalls soll auch ein Wulst von maximal 5 mm Wulsthöhe um den Lochrand herum entstehen.

**[0012]** Der erfindungsgemäße Interposer zeichnet sich dadurch aus, dass sein plattenförmiges Basissubstrat aus Glas besteht, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient im Bereich zwischen  $3,1 \times 10^{-6}$  und  $3,4 \times 10^{-6}$  liegt. Chipplatten auf Siliziumbasis weisen einen Ausdehnungskoeffizienten zwischen  $3,2 \times 10^{-6}$  und  $3,3 \times 10^{-6}$  auf. Zwischen Interposer und CPU-Chip sind deshalb keine großen mechanischen Spannungen zu erwarten, die auf unterschiedlichem Wärmeausdehnungsverhalten beruhen.

**[0013]** Die Anzahl der Löcher im Interposer wird nach den jeweiligen Erfordernissen gewählt und kann bis zu 10.000 Löcher pro cm<sup>2</sup> liegen. Eine übliche Lochanzahl liegt im Bereich von 1000 bis 3000. Der Lochmittenabstand der Löcher liegt im Bereich von 50 µm und 700 µm. Um den Anforderungen der Miniaturisierung von Bauteilen Rechnung zu tragen, gibt es Löcher, deren Durchmesser im Bereich zwischen 20 µm und 200 µm liegt. Um die elektrische Verbindung zwischen dem CPU-Chip und seiner Schaltungsplatte herzustellen, verlaufen Leiterbahnen auf einer der Plattenseiten des Interposers bis in die Löcher hinein und durch diese hindurch, um Anschlusspunkte für den CPU-Chip zu bilden.

**[0014]** Das Glas des Basissubstrats sollte einen Alkaligehalt von weniger als 700 ppm enthalten. Solches Glas weist, wie gefordert, einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten und infolge des hohen dielektrischen Wertes sehr gute signalisierende Eigenschaften auf. Ferner wird die Gefahr der Kontamination von Siliziumprozessoren mit Alkalien weitgehend vermieden.

**[0015]** Aus Gründen des Umweltschutzes enthält die Glaszusammensetzung einen Arsen- oder Antimongehalt von weniger als 50 ppm.

**[0016]** Interposer weisen eine Plattendicke auf, die unterhalb von 1 mm liegt, aber 30 µm nicht unterschreitet. Die Lochanzahl eines Interposers wird nach den Bedürfnissen gewählt und liegt in der Größenordnung von 1000 bis 3000 Löchern/cm<sup>2</sup>. Mit der Erfindung wird avisiert, Interposer mit Mikrolöchern unterhalb von 100 µm am Markt anzubieten. Die Löcher sind demnach eng gepackt, wobei der Mittelabstand der Löcher im Bereich zwischen 150 µm und 400 µm liegen kann. Der Lochkantenabstand der Löcher soll aber 30 µm nicht unterschreiten. Die Löcher müssen nicht alle den gleichen Durchmesser aufweisen, es ist möglich, dass Löcher unterschiedlichen Durchmessers in dem plattenförmigen Basissubstrat vorhanden sind. Das Verhältnis der Glasplattendicke zum Lochdurchmesser, der sogenannte Aspekt, kann in einem breiten Bereich von 0,1 bis 25 gewählt werden, wobei ein Aspektverhältnis von 1 bis 10 bevorzugt wird. Die Löcher sind im Allgemeinen schlank zylindrisch gestaltet, können aber am Locheingang und Lochausgang mit abgerundet-gebrochenen Kanten ausgestattet sein.

**[0017]** Um Löcher exakt zu positionieren, deren Durchmesser im Bereich zwischen 20 µm und 200 µm liegen können, bedient man sich fokussierter Laserimpulse in einem Wellenlängenbereich der Transparenz des Glases, so dass die Laserstrahlen in das Glas eindringen und nicht bereits in den Randschichten des Glases absorbiert werden. Es wird Laserstrahlung sehr hoher Strahlungsintensität benutzt, damit es entlang von fil-

amentartigen Kanälen zu lokaler, athermischer Zerstörung des Glases kommt. Diese filamentartigen Kanäle werden anschließend auf gewünschten Durchmesser der Löcher aufgeweitet, wobei man sich dielektrischer Durchbrüche bedienen kann, die zur elektrothermischen Aufheizung und Verdampfung des Lochrandmaterials führen, und/oder die filamentartigen Kanäle werden durch Zufuhr reaktiver Gase aufgeweitet.

**[0018]** Die vorgesehenen Lochungsstellen können auch durch HF-Ankopplungsmaterial exakt markiert werden, das auf das Basissubstrat punktförmig aufgedruckt wird. Solche markierten Stellen werden durch HF-Energie aufgeheizt, um im Bereich der vorgesehenen Löcher die Durchbruchfestigkeit gegenüber elektrischer Hochspannung zu erniedrigen und schließlich an diesen Stellen zu dielektrischen Durchbrüchen zu gelangen. Die Durchbruchstellen können durch zugeführtes Ätzgas aufgeweitet werden.

**[0019]** Die Herstellung der Leiterbahnen auf dem plattenförmigen Glassubstrat und durch die Löcher hindurch erfolgt nach bekannten Verfahrensmustern und muss hier nicht weiter beschrieben werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0020]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

**[0021]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Herstellungsart eines Interposers im Längsschnitt und

**[0022]** [Fig. 2](#) eine zweite Herstellungsart.

#### Detaillierte Beschreibung

**[0023]** In einem ersten Verfahrensschritt werden Lochungsstellen **10** auf einem plattenförmigen Glassubstrat **1** durch fokussierte Laserimpulse **41** markiert, die von einer Anordnung **4** von Lasern **40** ausgehen. Die Strahlungsintensität dieser Laser ist so stark, dass es zu lokaler, athermischer Zerstörung entlang eines filamentartigen Kanals **11** im Glas kommt.

**[0024]** In einem zweiten Verfahrensschritt werden die filamentartigen Kanäle **11** zu Löchern **12** aufgeweitet. Man kann sich dabei gegenüberstehender Elektroden **6** und **7** bedienen, denen Hochspannungsenergie zugeführt wird, was zu dielektrischen Durchbrüchen durch das Glassubstrat entlang der filamentartigen Kanäle **11** führt. Diese Durchbrüche erweitern sich durch elektrothermische Aufheizung und Verdampfung von Lochmaterial, bis der Vorgang bei Erreichen des gewünschten Lochdurchmessers durch Abschalten der Energiezufuhr gestoppt wird.

**[0025]** Alternativ oder zusätzlich kann man auch die filamentartigen Kanäle **11** durch reaktive Gase aufweiten, wie durch Düsen **20**, **30** dargestellt, die das Gas auf die Lochungsstellen **10** richten.

**[0026]** Im nächsten Verfahrensschritt werden auf der Oberseite der Glasplatte **1** Leitungsbahnen **13** zu den Lochungsstellen **10** hin aufgebracht, und die Löcher **12** werden durch leitendes Material **14** verfüllt, um auf der Unterseite der Platte die Anschlüsse zu den Kontaktpunkten eines CPU-Chips oder dergleichen zu vervollständigen. (Zur Montage auf dem Motherboard wird die Glasplatte **1** gewendet.)

**[0027]** [Fig. 2](#) zeigt eine weitere Möglichkeit der Herstellung von Mikrolöchern. Die Lochungsstellen **10** werden durch präzise aufgedrucktes HF-Ankopplungsmaterial markiert. An diesen Stellen **10** wird Hochfrequenzenergie mittels Elektroden **2**, **3** eingekoppelt, so dass sich die Ankopplungspunkte selbst und das Glasmaterial zwischen den oberseitigen Ankopplungspunkten und den unterseitigen Ankopplungspunkten erwärmt, was zu einer Erniedrigung der Durchschlagsfestigkeit des Materials führt. Bei Anlage von Hochspannung kommt es zu dielektrischen Durchbrüchen entlang von schmalen Kanälen **11**. Durch weitere Zufuhr von Hochspannungsenergie können diese schmalen Kanäle **11** auf die Größe der Löcher **12** aufgeweitet werden.

**[0028]** Es ist aber auch möglich, die Aufweitung der schmalen Kanäle **11** infolge dielektrischer Durchbrüche durch reaktives Gas vorzunehmen, das durch Düsen **20**, **30** zugeführt wird.

**[0029]** Schließlich werden auf der Oberseite des Glassubstrats Leitungsbahnen **13** zu den Löchern **12** aufgebracht, und die Löcher werden mit Leitungsmaterial **14** verfüllt, um, bei gewendeter Glasplatte **1**, die Anschlüsse für den CPU-Chip herzustellen.

**[0030]** Es sei bemerkt, dass Interposer nicht einzeln hergestellt werden müssen, sondern Glassubstratplatten für eine Vielzahl von Interposern verarbeitet werden können, indem die großformatigen Glassubstratplatten zerschnitten werden, um die einzelnen Interposer zu gewinnen. Es können Formate der Glassubstratplatten mit Kantenlängen von 0,2 m auf 3 m (oder kleiner) verarbeitet werden.

**[0031]** Rundscheibenformate können Abmessungen bis zu 1 m aufweisen.

#### Ausführungsbeispiele

**[0032]** Aus herkömmlichen, von unvermeidlichen Verunreinigungen abgesehen im wesentlichen alkalifreien Rohstoffen wurden bei 1620° Celsius Gläser in Pt/Ir-Tiegeln erschmolzen. Die Schmelze wurde anderthalb Stunden bei dieser Temperatur geläutert, anschließend in induktiv beheizte Platintiegel umgegossen und zur Homogenisierung 30 Minuten bei 1550° Celsius gerührt.

**[0033]** Die Tabelle zeigt fünfzehn Beispiele geeigneter Gläser mit ihren Zusammensetzungen (in Gew.-% auf Oxidbasis) und ihre wichtigsten Eigenschaften. Das Läutermittel SnO<sub>2</sub> (Beispiele 1–8, 11, 12, 14, 15) bzw. As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Beispiele 9, 10, 13) mit einem Anteil von 0,3 Gew.-% ist nicht aufgeführt. Folgende Eigenschaften sind angegeben:

- der thermische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_{20/300}$  (10<sup>-6</sup>/K)
- die Dichte  $\rho$ (g/cm<sup>3</sup>)
- die dilatometrische Transformationstemperatur  $T_g$ (°C) nach DIN 52324
- die Temperatur bei der Viskosität 10<sup>4</sup> dPas (bezeichnet als T4(°C))
- die Temperatur bei der Viskosität 10<sup>2</sup> dPas (bezeichnet als T2(°C), berechnet aus der Vogel-Fulcher-Tammann-Gleichung)
- eine Säurebeständigkeit „HCl“ als Gewichtsverlust (Abtragswert) von allseitig polierten Glasplättchen der Abmessungen 50 mm × 50 mm × 2 mm nach Behandlung mit 5%iger Salzsäure für 24 Stunden bei 95°C (mg/cm<sup>2</sup>).
- eine Beständigkeit „BHF“ gegenüber gepufferter Fluorwasserstoffsäure als Gewichtsverlust (Abtragswert) von allseitig polierten Glasplättchen der Abmessungen 50 mm × 50 mm × 2 mm nach Behandlung mit 10% NH<sub>4</sub>F·HF für 20 min. bei 23°C (mg/cm<sup>2</sup>)
- der Brechwert  $n_d$

#### Beispiele:

Zusammensetzungen (in Gew.-% auf Oxidbasis) und wesentliche Eigenschaften von erfindungsgemäßen Gläsern

	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	60,0	60,0	59,9	58,9	59,9	61,0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,5	7,5	7,5	8,5	7,5	9,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	18,4
MgO	2,9	2,9	2,0	2,0	2,9	2,2
CaO	3,8	2,8	3,8	3,8	4,8	4,1
BaO	4,0	5,0	5,0	5,0	3,1	4,5
ZnO	-	-	-	-	-	-
$\alpha_{20/300}$ (10 <sup>-6</sup> /K)	3,07	3,00	3,01	3,08	3,13	3,11
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2,48	2,48	2,48	2,48	2,47	2,45
$T_g$ (°C)	747	748	752	741	743	729
T4(°C)	1312	1318	1315	1308	1292	1313
T2(°C)	1672	1678	1691	1668	1662	1700
$n_d$	1,520	1,518	1,519	1,519	1,521	1,515

HCl (mg/cm <sup>2</sup> )	1,05	n. b.	0,85	n. b.	1,1	n. b.
BHF (mg/cm <sup>2</sup> )	0,57	0,58	0,55	0,55	0,56	0,49

	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	58,5	62,8	63,5	63,5	59,7	59,0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,7	8,2	10,0	10,0	10,0	9,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,7	16,5	15,4	15,4	18,5	17,2
MgO	2,8	0,5	2,0	1,0		2,0
CaO	2,0	4,2	5,6	6,6	8,3	9,0
BaO	5,0	7,5	3,2	3,2	3,2	3,5
ZnO	1,0	-	-	-	-	-
$\alpha_{20/300}$ (10 <sup>-6</sup> /K)	2,89	3,19	3,24	3,34	3,44	3,76
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2,50	2,49	2,42	2,43	2,46	2,50
Tg(°C)	748	725	711	719	714	711
T4(°C)	1314	1325	1320	1327	1281	1257
T2(°C)	1674	1699	n. b.	n. b.	1650	1615
n <sub>d</sub>	1,520	1,513	1,511	1,512	1,520	1,526
HCl (mg/cm <sup>2</sup> )	n. b.	0,30	0,89	n. b.	n. b.	0,72
BHF (mg/cm <sup>2</sup> )	0,62	0,45	0,43	0,40	0,44	0,49

	13	14	15
SiO <sub>2</sub>	61,4	59,5	63,9
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,2	10,0	10,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,0	16,7	14,6
MgO	2,8	0,7	2,9
CaO	7,9	8,5	4,8
BaO	3,4	3,8	3,1
ZnO	-	0,5	-
$\alpha_{20/300}$ (10 <sup>-6</sup> /K)	3,75	3,60	3,21
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2,48	2,48	2,41
Tg(°C)	709	702	701
T4(°C)	1273	1260	1311
T2(°C)	1629	1629	n. b.
n <sub>d</sub>	1,523	1,522	n. b.
HCl (mg/cm <sup>2</sup> )	0,41	0,97	n. b.
BHF (mg/cm <sup>2</sup> )	0,74	0,47	n. b.

n. b. = nicht bestimmt

**[0034]** Wie die Ausführungsbeispiele verdeutlichen, besitzen die Gläser folgende vorteile Eigenschaften:

- eine thermische Dehnung  $\alpha_{20/300}$  zwischen  $2,8 \times 10^{-6}/K$  und  $3,8 \times 10^{-6}/K$ , in bevorzugten Ausführungen  $\leq 3,6 \times 10^{-6}/K$ , in besonders bevorzugten Ausführungen  $< 3,2 \times 10^{-6}/K$ , damit angepasst an das Ausdehnungsverhalten von amorphen und auch zunehmend polykristallinem Silicium.
- mit  $T_g > 700^\circ C$  eine hohe Transformationstemperatur, also eine hohe Temperaturbeständigkeit. Dies ist wesentlich für einen möglichst geringen herstellungsbedingten Schrumpf („compaction“) und für die Verwendung der Gläser als Substrate für Beschichtungen mit amorphen Si-Schichten und deren anschließende Temperung.
- mit  $\rho < 2,600 \text{ g/cm}^3$  eine geringe Dichte
- eine Temperatur bei der Viskosität  $10^4 \text{ dPas}$  (Verarbeitungstemperatur  $V_A$ ) von maximal  $1350^\circ C$ , und eine Temperatur bei der Viskosität  $10^2$  das von maximal  $1720^\circ C$ , was hinsichtlich der Heißformgebung sowie Schmelzbarkeit eine geeignete Viskositätskennlinie bedeutet.
- mit  $n_d \leq 1,526$  einen geringen Brechwert.
- eine hohe chemische Beständigkeit dokumentiert u. a. durch gute Beständigkeit gegenüber gepufferter Flußsäurelösung.

**[0035]** Die Gläser weisen eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit und eine gute Entglasungsstabilität auf. Die Gläser sind als Flachgläser mit den verschiedenen Ziehverfahren, z. B. Micro-sheet-Down-draw-, Up-draw- oder Overflowusion-Verfahren und in bevorzugter Ausführung, wenn sie frei von  $AS_2O_3$  und  $Sb_2O_3$  sind, auch mit dem Floatverfahren herstellbar.

**[0036]** Mit diesen Eigenschaften sind die Gläser hervorragend geeignet für die Verwendung als Substratglas bei der Herstellung von Interposern.

**[0037]** Durch den Einsatz des Basissubstrats aus alkaliarmem Glas und mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten sehr nahe an dem des Chips aus Siliziummaterial werden Schwierigkeiten infolge unterschiedlicher Wärmeausdehnung von Interposer und CPU-Chip weitgehend vermieden. Wenn benachbarte, miteinander verbundene Materialschichten oder -platten sich nur wenig unterschiedlich erwärmen und der Wärmeausdehnungskoeffizient wenig unterschiedlich ist, treten weniger mechanische Spannungen zwischen diesen verbundenen Schichten oder Platten auf, und es kommt nicht zu Verwerfungen oder zu Rissen zwischen den Schichten oder Platten.

**[0038]** Interposer, welche dichter mit Löchern gegenüber bisherigen Interposern besetzt sind, nehmen kleinere Substratgrößen ein, wodurch das Ausmaß unterschiedlicher Dehnungen und Schrumpfungen der beteiligten Schichten oder Platten und damit die Gefahr des sich Verwerfens und damit der Rissbildung zwischen den beteiligten Schichten oder Platten noch weiter verringert wird.

**[0039]** Schließlich sind Kostensenkungen auch deshalb zu erwarten, weil (bei verringerter Interposergröße und Lochgröße) weniger Material an Glas und an Leitungsmaterial zur Auffüllung der Löcher verwendet werden muss.

### Patentansprüche

1. Interposer zur elektrischen Verbindung zwischen einem CPU-Chip und einer Schaltungsplatte, mit folgenden Merkmalen:  
 ein plattenförmiges Basissubstrat (1) aus Glas mit einer ersten und einer zweiten Plattenseite;  
 das Basissubstrat (1) weist einen Wärmeausdehnungskoeffizienten im Bereich zwischen  $3,1 \cdot 10^{-6}/^\circ C$  und  $3,4 \cdot 10^{-6}/^\circ C$  auf;  
 das Basissubstrat weist Löcher (12) quer zu den Plattenseiten in einer Anzahl auf, die im Bereich zwischen  $10$  und  $10.000 \text{ cm}^{-2}$  liegt;  
 es gibt Löcher (12) mit Durchmessern, die im Bereich zwischen  $20 \mu m$  und  $200 \mu m$  liegen können;  
 der Abstand der Löcher (12), gemessen von Lochmitte zu Lochmitte, liegt im Bereich zwischen  $50 \mu m$  und  $700 \mu m$ ;  
 auf der ersten Plattenseite verlaufen Leiterbahnen (13), die sich jeweils bis in die Löcher (12) hinein und durch diese hindurch (14) auf die zweite Plattenseite erstrecken, um Anschlusspunkte für den CPU-Chip zu bilden.

2. Interposer nach Anspruch 1, wobei das Glas des Basissubstrates einen Alkaligehalt weniger als  $700 \text{ ppm}$  enthält.

3. Interposer nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Glas des Basissubstrates einen Arsen- oder Antimongehalt von weniger als 50 ppm enthält.
4. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Wärmeausdehnungskoeffizient bei  $3,2 \cdot 10^{-6}$  liegt.
5. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Plattendicke des Substrates (1) im Bereich zwischen 30  $\mu\text{m}$  und 1000  $\mu\text{m}$  liegt.
6. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Lochanzahl im Bereich zwischen 1000 bis 3000  $\text{cm}^{-2}$  liegt.
7. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Durchmesser der Löcher (12) maximal 100  $\mu\text{m}$  beträgt.
8. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Mittenabstand der Löcher (12) (12) im Bereich zwischen 150  $\mu\text{m}$  und 400  $\mu\text{m}$  liegt.
9. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Lochkantenabstand der Löcher (12) wenigstens 30  $\mu\text{m}$  beträgt.
10. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei Löcher (12) unterschiedlichen Durchmessers in dem plattenförmigen Basissubstrat (1) vorhanden sind.
11. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei folgende Abmessungsverhältnisse eingehalten werden:  
Lochmittenabstand zu Lochdurchmesser im Bereich von 1 bis 10;  
Lochkantenabstand zu Lochdurchmesser im Bereich von 1 bis 9;  
Plattendicke des Substrats zu Lochdurchmesser im Bereich von 0,1 bis 25.
12. Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Lochkanten zwischen Plattenseite des Basissubstrats und Lochlaibung abgerundet-gebrochen sind.
13. Verfahren zur Herstellung von Löchern in einem Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit folgenden Schritten:  
a) Bereitstellen des zu lochenden Basissubstrates (1) aus Glas;  
b) Ausrichten einer Vielfach-Laserstrahlanordnung (4) auf vorbestimmte Lochungsstellen (10) des Basissubstrates (1);  
c) Auslösen von fokussierten Laserimpulsen (41) in einem Wellenlängenbereich zwischen 1600 und 200 nm, in welchem das Glas wenigstens teilweise transparent ist, und mit einer Strahlungsintensität, die zu lokaler, athermischer Zerstörung des Glases entlang jeweils eines filamentartigen Kanals (11) führt;  
d) Aufweiten der filamentartigen Kanäle (11) auf gewünschten Durchmesser der Löcher (12).
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Aufweitung der filamentartigen Kanäle (11) durch elektrothermische Aufheizung und Verdampfung von Lochmaterial infolge dielektrischer Durchbrüche erfolgt.
15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Aufweitung der filamentartigen Kanäle (11) durch reaktive Gase erfolgt.
16. Verfahren zur Herstellung von Löchern in einem Interposer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit folgenden Schritten:  
a) beidseitiges Bedrucken des Basissubstrats (1) aus Glas mit HF-Ankopplungsmaterial, punktförmig an vorgesehenen Lochungsstellen (10);  
b) Verbringen des bedruckten Basissubstrates (1) in einen Bearbeitungsraum, der von plattenförmigen HF-Elektroden (2, 3) flankiert wird;  
c) Beaufschlagen des Basissubstrates (1) mit HF-Energie, die vorwiegend das punktförmig aufgebraute HF-Ankopplungsmaterial erwärmt, bis dort Erweichung des Materials des Basissubstrates stattfindet;  
d) Erzeugen hoher Spannung zwischen den Elektroden (2, 3), um schmale Kanäle (11) infolge dielektrischer Durchbrüche, ausgehend von den HF-Ankopplungspunkten, zu erzeugen.



17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei eine Aufweitung der schmalen Kanäle (**11**) infolge dielektrischer Durchbrüche zu Löchern (**12**) durch tiefes, reaktives Ionen-Ätzen erfolgt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

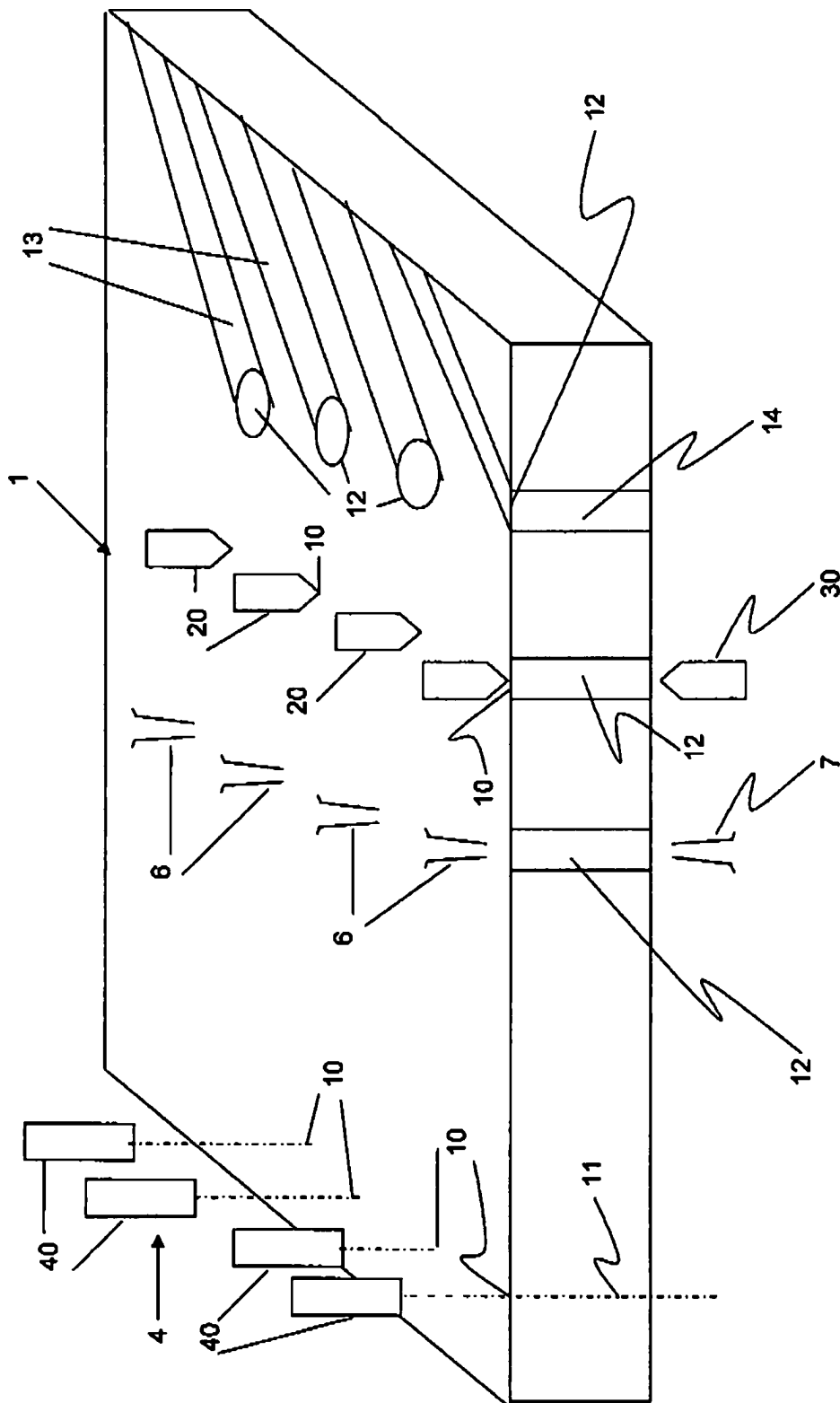


Fig. 1

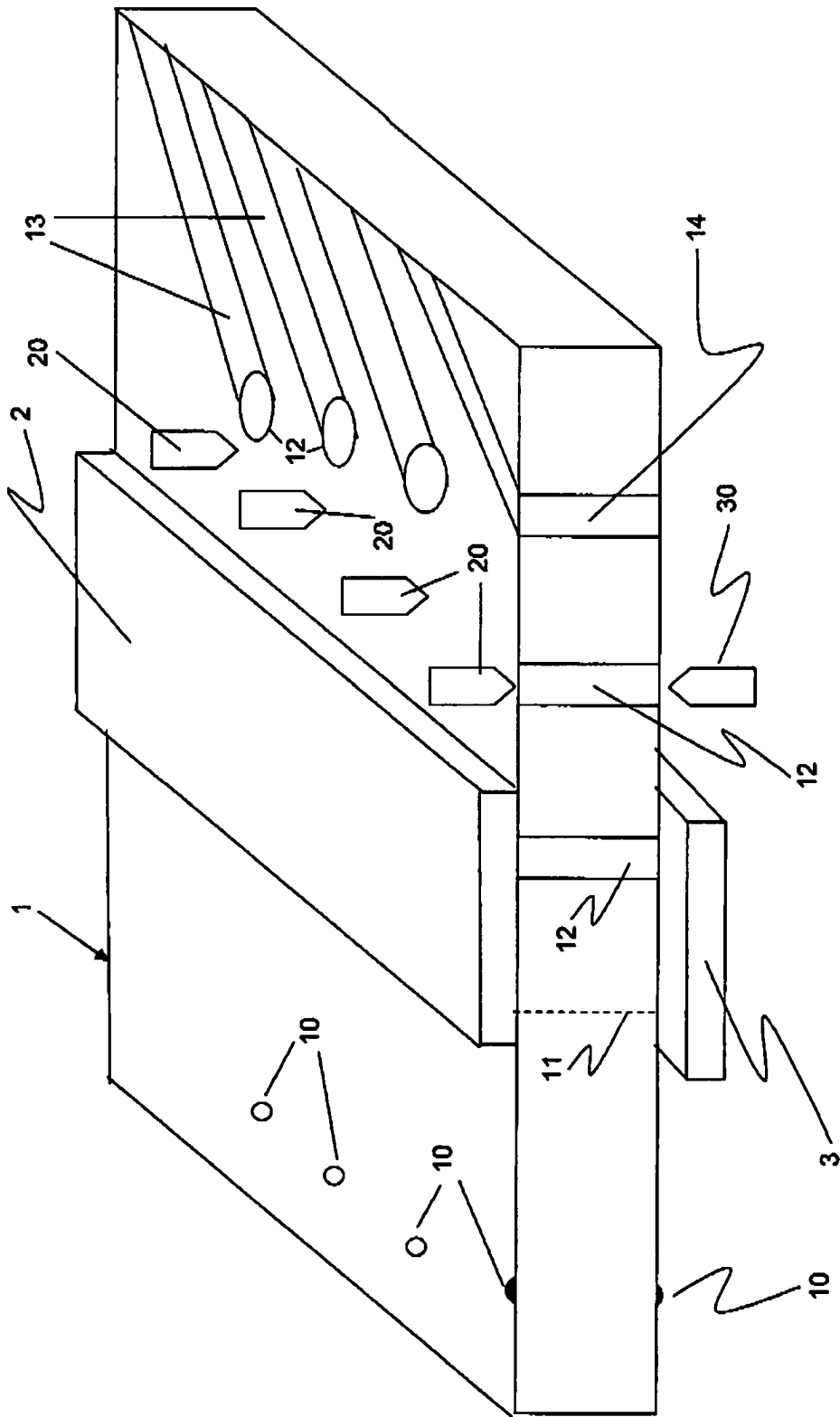


Fig. 2