

5

Verfahren und Vorrichtung zum Plazieren und Umschmelzen von Lotmaterialformstücken

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Plazierung einer Mehrzahl von Lotmaterialformstücken auf einer eine Mehrzahl von Anschlußflächen aufweisenden Anschlußflächenanordnung eines Substrats und zum anschließenden Umschmelzen der Lotmaterialformstücke auf den Anschlußflächen. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Verfahren der eingangs genannten Art werden beispielsweise beim sogenannten „Wafer Bumping“, bei der Herstellung von sogenannten „Chip-Size-Packages“ oder auch bei der Herstellung von „Ball Grid Array's“ eingesetzt. Grundsätzlich geht es bei den vorgenannten Verfahren darum, eine Vielzahl von einheitlich ausgebildeten Anschlußflächen- oder Kontaktmetallisierungen in vorgegebener Verteilungsordnung auf einer Substratoberfläche herzustellen. Hierzu werden bislang Verfahren eingesetzt, bei denen entweder die Plazierung oder Anordnung von Lotmaterialdepots auf den Anschlußflächen in einem Einzelplatzierungsverfahren und das nachfolgende Umschmelzen durch eine separate Beaufschlagung der Lotmaterialdepots oder Lotmaterialformstücke mit Wärmeenergie, beispielsweise Laserenergie, erfolgt, oder bei denen beispielsweise in einem Maskenauftragsverfahren Lotmaterialdepots als pastöses

Material aufgetragen werden und das anschließende Umschmelzen in einem Ofen für alle Lotmaterialdepots gleichzeitig durchgeführt wird.

Ein besonderer Vorteil des erstgenannten Verfahrens besteht darin, daß durch die vereinzelte Beaufschlagung der Lotmaterialdepots bzw. Lotmaterialformstücke mit Wärmeenergie, insbesondere in dem Fall der
5 Verwendung von Laserenergie, eine möglichst geringe Wärmebeanspruchung für das Substrat ermöglicht. Andererseits erweist sich dieses Verfahren aber auch als entsprechend langwierig in der Durchführung. Mit dem zweitgenannten Verfahren sind insbesondere aufgrund des
10 schnell ablaufenden Umschmelzverfahren große Durchsätze mit entsprechend hohen Stückzahlen in der Fertigung möglich. Jedoch sind mit der Durchführung eines derartigen Verfahrens, insbesondere aufgrund des hohen apparativen Aufwands, hohe Herstellungskosten verbunden. Zudem ergeben sich je nach Art der derart behandelten Substrate Probleme
15 aufgrund der hohen Temperaturbelastung.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bzw. eine zur Durchführung eines derartigen Verfahrens geeignete Vorrichtung vorzuschlagen, das bzw. die die Platzierung und das nachfolgende Umschmelzen einer Mehrzahl von
20 Lotmaterialformstücken auf Anschlußflächen eines Substrats möglichst kostengünstig und dennoch mit einer möglichst geringen thermischen Substratbeanspruchung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10
25 oder 15 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt zunächst die Anordnung einer Schabloneneinrichtung mit einer Mehrzahl von Schablonenöffnungen zur Aufnahme von Lotmaterialformstücken gegenüber einem mit einer Anschlußflächenanordnung versehenen Substrat, derart, daß die
30 Lotmaterialformstücke den einzelnen Anschlußflächen zugeordnet sind,

und

anschließend eine Beaufschlagung der in den Schablonenöffnungen aufgenommenen Lotmaterialformstücke mit einer rückwärtig zur Schabloneneinrichtung angeordneten Lasereinrichtung, derart, daß die Lotmaterialformstücke durch die Schabloneneinrichtung hindurch mit Laserenergie beaufschlagt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kombiniert demnach ein zur Durchführung eines besonders zeitsparenden Plazierungsvorgangs geeignetes Schablonenverfahren mit einem für das Substrat hinsichtlich einer thermischen Beanspruchung besonders schonenden Laserumschmelzverfahren.

Bei einer besonders bevorzugten Variante des Verfahrens erfolgt die zur Applikation der einzelnen Lotmaterialformstücke notwendige Vereinzelung in der Schabloneneinrichtung selbst aus einer Menge von in der Schabloneneinrichtung aufgenommenen Lotmaterialformstücken durch eine Befüllung der in einer Lochscheibe der Schabloneneinrichtung angeordneten Schablonenöffnungen. Bei dieser Verfahrensvariante dient die Schabloneneinrichtung selbst als Reservoir für die Lotmaterialformstücke, so daß eine gesonderte Beschickungseinrichtung zur Beschickung der Schabloneneinrichtung mit Lotmaterialformstücken nicht notwendig ist.

Bei einer ebenfalls sehr vorteilhaften Variante des Verfahrens erfolgt eine Vereinzelung der Lotmaterialformstücke durch die Schabloneneinrichtung durch Entnahme von Lotmaterialformstücken aus einer außerhalb der Schabloneneinrichtung angeordneten Menge von Lotmaterialformstücken, derart, daß bei der Entnahme die in einer Lochscheibe angeordneten Schablonenöffnungen der Schabloneneinrichtung befüllt werden.

Hierbei dient die Schabloneneinrichtung selbst als Entnahmeeinrichtung, so daß eine separate Vorrichtung zur Entnahme und Zuführung von Lotmaterialformstücken zur Schabloneneinrichtung nicht notwendig ist.

Unabhängig von der Wahl der vorgenannten Varianten erweist es sich als vorteilhaft, wenn vor Beaufschlagung der Lotmaterialformstücke mit Laserenergie eine Abtastung der Schablonenöffnungen mit einer optischen Abtasteinrichtung zur Detektierung von Lotmaterialformstücken erfolgt.

Hierdurch ist es zum einen möglich, Fehlstellen sehr frühzeitig, also noch vor einer etwaigen dem Umschmelzvorgang nachfolgenden Qualitätsprüfung zu erkennen. Zum anderen kann die Lasereinrichtung in Abhängigkeit von dem Vorhandensein des Lotmaterialformstücks auf der betreffenden Anschlußfläche ausgelöst werden, so daß eine thermische Schädigung des Substrats infolge einer unmittelbaren Laserbeaufschlagung der Anschlußfläche ausgeschlossen werden kann.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich auch, wenn die Beaufschlagung der Lotmaterialformstücke mit Laserenergie über die optische Abtasteinrichtung erfolgt, die auch bereits zur Detektierung von Lotmaterialformstücken verwendet wird.

Bei Durchführung der Verfahrensvariante, bei der, wie vorstehend erwähnt, die Schabloneneinrichtung selbst als Reservoir für die Lotmaterialformstücke dient, erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Befüllung der in einer Lochscheibe der Schabloneneinrichtung angeordneten Schablonenöffnungen mittels einer über die Lochscheibe hinweg bewegbaren und zur Lochscheibe hin geöffneten Füllkammer erfolgt.

Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit bei Durchführung der Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Schabloneneinrichtung selbst als Reservoir für die Lotmaterialformstücke dient, besteht darin, die Befüllung der in einer Lochscheibe der Schabloneneinrichtung angeordneten Schablonenöffnungen mittels einer parallel zur Oberfläche der Lochscheibe bewegbaren, um ihre Bewegungsachse rotierenden Flügelradeinrichtung durchzuführen.

Bei Durchführung der vorbeschriebenen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der die Schabloneneinrichtung selbst als Entnahmeeinrichtung zur Entnahme der Lotmaterialformstücke aus einem Reservoir für Lotmaterialformstücke dient, erweist es sich als vorteilhaft, wenn die

5 Befüllung der in einer Lochscheibe der Schabloneneinrichtung angeordneten Schablonenöffnungen mittels Unterdruck erfolgt.

Unabhängig von den vorbeschriebenen Varianten zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in jedem Fall ein auf die in den Schablonenöffnungen aufgenommenen Lotmaterialformstücke ausgeübter

10 Anpressdruck zur Erzeugung eines Berührungskontakts mit den Anschlußflächen mittels eines in der Schabloneneinrichtung ausgebildeten Überdrucks erzeugt werden. Auch ist es möglich, den Berührungskontakt über einen mechanischen Anpressdruck der Schabloneneinrichtung selbst zu erzeugen.

15 Bei der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders geeigneten erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Schabloneneinrichtung mit einem Aufnahmebehälter zur Aufnahme einer Menge von Lotmaterialformstücken vorgesehen, wobei der Aufnahmebehälter eine als Lochscheibe ausgebildete Behälterwandung zur Übergabe von Lotmaterialformstücken auf die Anschlußflächenanordnung aufweist, und die

20 Lochscheibe mit einer Vereinzelungseinrichtung versehen, derart, daß aus der Menge von Lotmaterialformstücken vereinzelte und einzelnen Anschlußflächen der Anschlußflächenanordnung zugeordnet in Schablonenöffnungen der Lochscheibe aufgenommene Lotmaterialformstücke expo-

25 niert angeordnet werden und mittels einer Lasereinrichtung rückwärtig mit Laserenergie beaufschlagbar sind.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Vereinzelungseinrichtung über die Lochscheibe hinweg bewegbar ausgebildet. Dabei kann die Vereinzelungseinrichtung als eine über die Lochscheibe hinwegbewegbare und zur Lochscheibe hin geöffnete Füllkammer ausgebildet sein.

30

Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, die Vereinzelungseinrichtung als eine über die Lochscheibe hinweg bewegbare Flügelradeinrichtung mit von Flügeln eines Flügelrades der Flügelradeinrichtung begrenzten, radial offenen Transportkammerabteilungen auszubilden.
5 den.

Wenn die Vereinzelungseinrichtung unabhängig von ihrer Ausbildung in einem durch die Schabloneneinrichtung gebildeten abgeschlossenen Raum aufgenommen ist, dessen der Lochscheibe gegenüberliegend angeordnete Rückwand transparent ausgeführt ist, ist es möglich, der Applikation der
10 vereinzelteten Lotmaterialformstücke auf die Anschlußflächen der Anschlußflächenanordnung des Substrats oder auch den Umschmelzvorgang mit einem Überdruck zu überlagern. Besonders vorteilhaft erweist es sich in diesem Zusammenhang, wenn zur Erzeugung des Überdrucks eine Schutzgasatmosphäre verwendet wird.

15 Bei einer alternativen Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Schabloneneinrichtung selbst als Vereinzelungseinrichtung ausgebildet und weist ein Gehäuse mit einer Lochscheibe auf, die mit einer Mehrzahl von Schablonenöffnungen zur Aufnahme von Lotmaterialformstücken versehen ist, und gegenüberliegend der Lochscheibe eine transparente Rückwand.
20 rente Rückwand.

Eine derartig ausgebildete Schabloneneinrichtung kann mit Unterdruck beaufschlagt selbst als Vereinzelungs- und/oder Entnahmeeinrichtung zur Entnahme von Lotmaterialformstücken aus einem Reservoir von Lotmaterialformstücken dienen, wobei dann sich aufgrund der Entnahme der
25 Lotmaterialformstücke aus dem Reservoir eine durch die Unterdruckbeaufschlagung ermöglichte, selbsttätige Befüllung der Schablonenöffnungen ergibt.

Wenn die in der Lochscheibe ausgebildeten Schablonenöffnungen im Durchmesser kleiner sind als der kleinste Durchmesser der Lotmaterialformstücke, ist es möglich, bei einer Unterdruckbeaufschlagung die
30 formstücke, ist es möglich, bei einer Unterdruckbeaufschlagung die

Lotmaterialformstücke gegen die Öffnungsquerschnitte der Schablonenöffnungen zu saugen, so daß sich gleichzeitig mit der Vereinzelung auch eine exponierte Anordnung der Lotmaterialformstücke ergibt, die es ermöglicht, die Lotmaterialformstücke über die Schabloneneinrichtung mechanisch gegen die Anschlußflächen der Anschlußflächenanordnung zu drücken.

Wenn die in der Lochscheibe ausgebildeten Schablonenöffnungen im Durchmesser größer sind als der größte Durchmesser der Lotmaterialformstücke und ein zwischen der Lochscheibe und der Rückwand ausgebildete Abstand kleiner ist als der kleinste Durchmesser der Lotmaterialformstücke, ist es möglich, die Lotmaterialformstücke unter Aufrechterhaltung der vereinzelt Anordnung im Innern der Schabloneneinrichtung anzuordnen, um den nachfolgenden Umschmelzvorgang weitestgehend innerhalb der Schabloneneinrichtung durchführen zu können.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn die Lochscheibe und/oder Seitenwände der über die Lochscheibe hinwegbewegbaren Füllkammer einen quer zur Flächenausdehnung der Lochscheibe flexiblen Wandaufbau aufweisen. Hierdurch ist es möglich, auch bei etwaiger unebener Ausbildung der Substratoberfläche eine weitestgehend sich an die Substratoberfläche anschmiegende Ausbildung der Lochscheibe zu erreichen.

Hierzu kann der Wandaufbau zumindest drei Schichten mit einer zwischen zwei verschleißfest ausgeführten Oberflächenschichten angeordneten und nachgiebig ausgebildeten Kompressionsschicht aufweisen. Als besonders vorteilhaft erweist es sich dabei, wenn die Kompressionsschicht aus einem Kunststoff und die Oberflächenschichten aus Metall ausgebildet sind.

Nachfolgend werden bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie dabei zum Einsatz kommende bevorzugte Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung einer mit einer Füllkammer versehenen Schabloneneinrichtung vor der Anordnung auf einer Substratoberfläche und Durchführung des Umschmelzvorgangs;

Fig. 3 die in **Fig. 2** dargestellte Schabloneneinrichtung nach Anordnung auf der Substratoberfläche;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die in den **Fig. 2** und **3** dargestellte Schabloneneinrichtung;

Fig. 5 eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung einer mit einer Flügelradeinrichtung versehenen Schabloneneinrichtung vor Anordnung auf einer Substratoberfläche und Durchführung des Umschmelzvorgangs;

Fig. 6 die in **Fig. 5** dargestellte Schabloneneinrichtung nach Anordnung auf der Substratoberfläche;

Fig. 7 die in den **Fig. 5** und **6** dargestellte Schabloneneinrichtung in Draufsicht;

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform einer Schabloneneinrichtung nach Aufnahme von Lotmaterialformstücken;

Fig. 9 die in **Fig. 8** dargestellte Schabloneneinrichtung nach Aufnahme von Lotmaterialformstücken;

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform der Schabloneneinrichtung vor Anordnung einer Substratoberfläche;

Fig. 11 die in **Fig. 10** dargestellte Schabloneneinrichtung nach Anordnung auf einer Substratoberfläche;

Fig. 12 eine Teilunteransicht der in den **Fig. 10** und **11** dargestellten Schabloneneinrichtung mit Darstellung von Schablonenöffnungen;

Fig. 13 eine vergrößerte Schnittdarstellung einer Schablonenöffnung gemäß Schnittlinienverlauf XIII-XIII in **Fig. 12**;

Fig. 14 eine Ausführungsform einer Schabloneneinrichtung in Draufsicht mit einer Mehrzahl von Schablonensegmenten;

Fig. 15 eine Schnittdarstellung einer in **Fig. 14** dargestellten Füllkammer;

Fig. 16 eine Schnittdarstellung durch ein in **Fig. 14** dargestelltes Schablonensegment gemäß Schnittlinienverlauf XVI-XVI in **Fig. 14**;

Fig. 17 eine ausschnittsweise Vergrößerung der in **Fig. 16** dargestellten Schnittdarstellung;

Fig. 18 eine Variante der in den **Fig. 5, 6** und **7** dargestellten Flügelraßeinrichtung.

Fig. 1 zeigt in einer Prinzipdarstellung eine Möglichkeit zur Durchführung eines Verfahrens zur Plazierung von Lotmaterialformstücken **20** für einen nachfolgenden Umschmelzvorgang. Hierzu ist eine Schabloneneinrichtung **21** vorgesehen, die ein Gehäuse **22** aus einer gegenüberliegend einem Substrat **23** angeordneten Lochscheibe **24**, einer der Lochscheibe **24** gegenüberliegend angeordneten transparenten Rückwand **25** und einem die Rückwand **25** mit der Lochscheibe **24** verbindenden Seitenwandrahmen **26** aufweist.

Die Lochscheibe **24** weist Schablonenöffnungen **27** auf, in denen die Lotmaterialformstücke **20** so angeordnet sind, daß sie sich jeweils in Berührungskontakt mit zugeordneten Anschlußflächen **28** einer Anschlußflächenanordnung **29** des Substrats **23** befinden.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist die Schabloneneinrichtung 21 mit einem Druckanschluß 30 versehen, der eine Beaufschlagung eines Innenraums 31 der Schabloneneinrichtung 21 mit einem Gasdruck ermöglicht. In der in Fig. 1 dargestellten Konfiguration werden die Lotmaterialformstücke 20 durch einen im Innenraum 31 ausgebildeten Überdruck beaufschlagt, so daß sich ein Berührungskontakt zwischen den Lotmaterialformstücken 20 und den zugeordneten Anschlußflächen 28 des Substrats 23 einstellt. In dieser Konfiguration kann ein nachfolgend erläuteter Umschmelzvorgang eingeleitet werden.

Zur Durchführung des Umschmelzvorgangs ist, wie in Fig. 1 beispielhaft dargestellt, oberhalb der transparenten Rückwand 25 der Schabloneneinrichtung 21 eine optische Abtasteinrichtung 32 angeordnet, die einen Schwenkspiegel 33 umfaßt, der in einem Abtaststrahlengang 34 angeordnet ist. Im vorliegenden Fall ist im Abtaststrahlengang 34 eine als Prisma ausgebildete Strahlumlenkeinrichtung 35 angeordnet, die eine Auskopp-
lung eines Detektorstrahlengangs 36 aus dem Abtaststrahlengang 34 ermöglicht. Der Detektorstrahlengang 36 stellt je nach Drehstellung des Schwenkspiegels 33 die optische Verbindung zwischen den einzelnen Lotmaterialformstücken 20 bzw. den zugeordneten Anschlußflächen 28 des Substrats 23 her. Am Ende des Detektorstrahlengangs 36 befinden sich im vorliegenden Fall ein Infrarotdetektor 37 sowie ein beispielsweise als CCD-Kamera ausgebildeter Lotmaterialdetektor 38. Am Ende des Abtaststrahlengangs 34 befindet sich eine Lasereinrichtung 39, die je nach Drehstellung des Schwenkspiegels 33 eine Beaufschlagung der einzelnen Lotmaterialformstücke 20 mit Laserenergie ermöglicht.

Obwohl aus Gründen der vereinfachten Darstellung in Fig. 1 nicht dargestellt, verfügt der Schwenkspiegel 33 nicht nur über eine quer zur Zeichenebene verlaufende Schwenkachse, sondern auch über eine in der Zeichenebene verlaufende Schwenkachse, so daß eine insgesamt flächige Abtastung der Schabloneneinrichtung 21 bzw. der darin aufgenommenen Lotmaterialformstücke 20 möglich ist.

Zur Durchführung des Umschmelzvorgangs erfolgt, ausgelöst durch den Lotmaterialdetektor 38, ein Stop der zweiachsigen Schwenkbewegung des Schwenkspiegels 33 und ebenfalls ausgelöst durch den Lotmaterialdetektor 38 eine Aktivierung der Lasereinrichtung 39 zur Beaufschlagung
5 des jeweils detektierten Lotmaterialformstücks 20 mit Laserenergie. Beim Betrieb der Lasereinrichtung 39 ermöglicht der Infrarot-Detektor 37 eine Temperaturüberwachung mit gegebenenfalls in Abhängigkeit davon durchgeführten Änderungen der Einstellwerte der Lasereinrichtung 39.

Fig. 2 zeigt eine Schabloneneinrichtung 40, die analog der in Fig. 1
10 dargestellten Schabloneneinrichtung 21 mit einer Lochscheibe 41, einer transparenten Rückwand 42, einem Seitenwandrahmen 43 und einem Druckanschluß 44 versehen ist. In einem Innenraum 45 befindet sich eine hier aus vier Seitenwänden 46 gebildete Füllkammer 47, die im vorliegenden Fall nach oben und unten durch die Rückwand 42 bzw. die Lochscheibe 41 begrenzt wird. In der Füllkammer 47 ist eine Vielzahl von
15 Lotmaterialformstücken 20 angeordnet, die zur Befüllung von Schablonenöffnungen 48 in der Lochscheibe 41 dienen.

Unterhalb der in Fig. 2 dargestellten Schabloneneinrichtung 40 befindet sich ein Substrat 49, das im vorliegenden Fall eine Oberflächenkrümmung
20 mit einer Durchbiegung d aufweist.

Wie Fig. 3 zeigt, schmiegt sich bei Anordnung der Schabloneneinrichtung 40 auf der Oberfläche des Substrats 49 die Lochscheibe 41 an die Oberfläche des Substrats 49 an. Nach Erreichung dieses angeschmiegt
Zustands wird die Füllkammer 47 translatorisch über die Lochscheibe 41
25 hinwegbewegt, wobei aus der in der Füllkammer 47 angeordneten Menge von Lotmaterialformstücken 20 Lotmaterialformstücke 20 in die Schablonenöffnungen 48 der Lochscheibe 41 vereinzelt werden.

Dieser Vorgang ist in Fig. 4 in einer Draufsicht der Schabloneneinrichtung 40 dargestellt, wobei die transparente Rückwand 42 den Blick in den
30 Innenraum 45 der Schabloneneinrichtung 40 freigibt.

Die in Fig. 4 dargestellte Draufsicht zeigt deutlich, daß sich infolge der Translationsbewegung der Füllkammer 47 eine Befüllung der Schablonenöffnungen 48 in der Lochscheibe 41 einstellt. Nach vollständiger Befüllung der Lochscheibe 41 und Rückbewegung der Füllkammer 47 in die in Fig. 2 dargestellte Ausgangslage kann nun eine Beaufschlagung der einzelnen Lotmaterialformstücke 20 mit Laserenergie, wie unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben, erfolgen. Dabei kann über den im Seitenwandrahmen 43 vorgesehenen Druckanschluß 44 der Innenraum 45 mit einer Inertgasatmosphäre beaufschlagt werden, die neben einem oxydationsfreien Umschmelzvorgang auch den gewünschten Anpressdruck der Lotmaterialformstücke 20 gegen Anschlußflächen 50 des Substrats 49 ermöglicht (Fig. 3).

Fig. 5 zeigt eine Schabloneneinrichtung 51, die in Übereinstimmung mit der in den Fig. 2 bis 4 dargestellte Schabloneneinrichtung 40 eine Lochscheibe 41, eine Rückwand 42, einen Seitenwandrahmen 43 und einen Druckanschluß 44 aufweist.

Abweichend von der in den Fig. 2 bis 4 dargestellten Schabloneneinrichtung 40 ist die Schabloneneinrichtung 51 mit einer Flügelradeinrichtung 52 versehen, die die bei der Schabloneneinrichtung 40 zur Anwendung kommende Füllkammer 47 ersetzt. Die Flügelradeinrichtung 52 weist ein Flügelrad 53 mit Flügeln 54 auf, die sich, wie insbesondere aus Fig. 7 ersichtlich, über die Breite des Innenraums 45 erstrecken. Wie ferner aus den Fig. 6 und 7 ersichtlich, wird die Flügelradeinrichtung 52 zur Befüllung der Schablonenöffnungen 48 in der Lochscheibe 41 translatorisch und mit einer Rotation überlagert über die Lochscheibe 41 hinwegbewegt. Dabei treibt die Flügelradeinrichtung 52 die Menge von Lotmaterialformstücken 20 vor sich her, wobei gleichzeitig mit den vorzugsweise elastisch ausgebildeten Flügeln 54 Lotmaterialformstücke 20 in die Schablonenöffnungen 48 gedrängt werden.

- Um zu verhindern, daß vor Anordnung der Schabloneneinrichtung 51 auf dem Substrat 49 Lotmaterialformstücke 20 aus den Schablonenöffnungen 48 hinausgelangen können, ist die Lochscheibe 41 mit einer Schließ-
scheibe 55 versehen, die ein mit der Lochscheibe 41 übereinstimmendes
5 Lochbild aufweist und durch relative Verschiebung gegenüber der Loch-
scheibe 41 in ihrer in Fig. 5 dargestellten Schließstellung einen Ver-
schluß der Schablonenöffnungen 48 ermöglicht. In ihrer in Fig. 6 darge-
stellten Offenstellung befinden sich die Öffnungen in der Schließscheibe
55 in einer mit den Schablonenöffnungen 48 fluchtenden Anordnung.
- 10 In den Fig. 8 und 9 ist eine Schabloneneinrichtung 56 dargestellt, die
gleichzeitig als Entnahmeeinrichtung zur Entnahme von Lotmaterialform-
stücken 20 aus einem Reservoir 57 dient. Hierzu wird die Schablonenein-
richtung 56 mit ihrer Lochscheibe 58 in das Reservoir 57 abgesenkt und
ein Innenraum 59 der Schabloneneinrichtung 56 durch einen Druckan-
15 schluß 61 mit Unterdruck beaufschlagt. Aufgrund der Tatsache, daß die
Lotmaterialformstücke 20 in ihrem Durchmesser größer ausgebildet sind
als Schablonenöffnungen 60 in einer Lochscheibe 58 der Schablonenein-
richtung 56, bleiben vereinzelte Lotmaterialformstücke 20 bei der Ent-
nahme der Schabloneneinrichtung 56 aus dem Reservoir 57 an Öffnungs-
20 querschnitten 62 der Schablonenöffnungen 60 in exponierter Stellung
haften.
- Fig. 9 zeigt die in Vorbereitung eines nachfolgenden Umschmelzvorgangs
durchgeführte Anordnung der Lotmaterialformstücke 20 auf Anschlußflä-
chen 63 eines Substrats 64. Wie aus Fig. 9 ersichtlich, kann bei dieser
25 Ausführung der Schabloneneinrichtung 56 der für den Berührungskontakt
notwendige Anpressdruck der Lotmaterialformstücke 20 gegen die An-
schlußflächen 63 auch mechanisch über einen auf die Schablonenein-
richtung ausgeübten Anpressdruck bzw. durch das Eigengewicht der
Schabloneneinrichtung 56 erfolgen.

In den Fig. 10 und 11 ist eine Schabloneneinrichtung 65, die, wie die in den Fig. 8 und 9 dargestellte Schabloneneinrichtung 56 auch zur vereinzelt Entnahme von Lotmaterialformstücken 20 aus einem Reservoir 57 geeignet ist, in einer Entnahmestellung (Fig. 10) und einer Applikations-
5 stellung (Fig. 11) dargestellt. Wie die in den Fig. 8 und 9 dargestellte Schabloneneinrichtung 56 ist auch die Schabloneneinrichtung 65 mit einer Lochscheibe 66, einer transparenten Rückwand 67 und einem Seitenwandrahmen 68 versehen. Wie Fig. 10 ferner zeigt, ist durch einen Abstand a zwischen der Lochscheibe 66 und der Rückwand 67 ein Innen-
10 raum 69 oder Spalt ausgebildet, wobei der Abstand a kleiner ist als der Durchmesser d der Lotmaterialformstücke 20. Andererseits sind die Durchmesser D von Schablonenöffnungen 70 in der Lochscheibe 66 größer ausgebildet als die Durchmesser d der Lotmaterialformstücke 20. Daher ergibt sich, wenn über Druckanschlüsse 71 im Seitenwandrahmen 68 der
15 Innenraum 69 mit Unterdruck beaufschlagt wird, die in Fig. 10 dargestellte Konfiguration, bei der die Lotmaterialformstücke 20 in den Schablonenöffnungen 70 haftend aufgenommen sind.

In der in Fig. 11 dargestellten Applikationsstellung ist die Schabloneneinrichtung 65 mit geringem Abstand über dem Substrat 64 angeordnet.
20 Zur Herstellung eines Berührungskontaktes zwischen den Lotmaterialformstücken 20 und zugeordneten Anschlußflächen 63 des Substrats 64 wird der Innenraum 69 über die Druckanschlüsse 71 mit Überdruck beaufschlagt.

In den Fig. 12 und 13 ist in einer Ausschnittsdarstellung eine Unteransicht der Lochscheibe 66 dargestellt, die zeigt, daß die Lochscheibe 66 mit einer Kontaktoberfläche 72 versehen ist, welche die einzelnen Schablonenöffnungen 70 miteinander verbindende Kanäle 73 aufweist. Wie Fig. 13 deutlich macht, ermöglichen die Kanäle 73 ein Ausströmen eines im Innenraum 69 unter Überdruck stehenden Gases, so daß zur definierten
25 Anordnung der Schabloneneinrichtung 65 bzw. der Lochscheibe 66 ein Berührungskontakt der Kontaktoberfläche 72 mit dem Substrat 64 mög-
30

lich ist, ohne daß hierdurch das Abströmen des unter Überdruck stehenden Gases verhindert würde.

Fig. 14 zeigt eine Lochscheibe 74 einer Schabloneneinrichtung 75 in Draufsicht, die eine Mehrzahl von Schablonensegmenten 76 aufweist. Die Schabloneneinrichtung 75 ist mit einer in ihrer Funktion und Aufbau bereits beschriebenen Füllkammer 47 versehen. Aus der Schnittdarstellung der Füllkammer 47 gemäß Fig. 15 wird deutlich, daß die Seitenwände 46 der Füllkammer 47 quer zur Flächenausdehnung der Lochscheibe 74 einen mehrschichtigen Wandaufbau aufweisen. Zwischen zwei äußeren, aus Metall und verschleißfest ausgeführten Oberflächenschichten 77 und 78 befindet sich eine Kompressionsschicht 79 aus einem nachgiebigen Kunststoff, beispielsweise Polyamid.

Fig. 16 zeigt eine Teilschnittdarstellung der Lochscheibe 74 und Fig. 17 schließlich eine Ausschnittsvergrößerung dieser Teilschnittdarstellung. Aus Fig. 17 wird deutlich, daß die Lochscheibe 74 einen im wesentlichen mit den Seitenwänden 46 der Füllkammer 47 übereinstimmenden Wandaufbau aufweist. Zwischen zwei äußeren, verschleißfest ausgeführten Oberflächenschichten 80, 81 befindet sich eine nachgiebig ausgebildete Kompressionsschicht 82.

Im Zusammenwirken weisen die derart aufgebauten Seitenwände 46 der Füllkammer 47 und die Lochscheibe 74 ein Verformungsvermögen auf, wie es beispielsweise in Fig. 3 dargestellt ist, wobei die dort dargestellte Lochscheibe 41 einen hinsichtlich des Wandaufbaus identischen Wandaufbau wie die Lochscheibe 74 aufweist. Fig. 3 macht deutlich, daß durch einen derartigen Wandaufbau selbst größere Oberflächenkrümmungen oder Verformungen des Substrats kompensiert werden können, so daß Beeinträchtigungen bei der Durchführung des anhand verschiedener Varianten und Ausführungsformen beschriebenen Verfahrens zur Plazierung und zum Umschmelzen einer Mehrzahl von Lotmaterialformstücken

auf Anschlußflächen eines Substrats weitestgehend verhindert werden können.

- Fig.18 zeigt eine Flügelradeinrichtung 83 als Variante zu der in den Fig. 5, 6 und 7 dargestellten Flügelradeinrichtung 52. Wie die Flügelradeinrichtung 52 ist die Flügelradeinrichtung 83 in einer Schabloneneinrichtung 84 mit ihrer Rotationsachse 85 translatorisch geführt. Hierzu sind bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in der Schabloneneinrichtung 84 seitliche Führungsschlitze 93 vorgesehen. Wie durch die Pfeile in Fig. 18 angedeutet, kann im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Translation der Rotationsachse 85 eine gegensinnige Rotation überlagert werden. Wie aus Fig. 18 ersichtlich, ist die Rotationsachse 85 mit einer im vorliegenden Fall als Bohrung ausgebildeten Gaszuführung 86 versehen, die in sich längs der Rotationsachse 85 erstreckende Gasaustrittseinrichtungen 87 mündet. Die Gasaustrittseinrichtungen 87 können beispielsweise als Längsschlitze oder als Bohrungsreihen ausgebildet sein. Unabhängig von der Ausführung münden die Gasaustrittseinrichtungen 87 in von Flügeln 88 der Flügelradeinrichtung 83 begrenzte Transportkammerabteilungen 89 und ermöglichen, wie auch aus Fig. 18 ersichtlich, eine Beaufschlagung von in den Transportkammerabteilungen 89 angeordneten Lotmaterialformstücken 20 mit einer Gasströmung 90. Die Gasströmung 90 dient einerseits dazu, möglicherweise auf den elastischen Flügeln 88 haftende Lotmaterialformstücke 20 zu entfernen. Andererseits dient die Gasströmung 90 dazu, die wie ein Rakel wirkende Flügelradeinrichtung 83 in ihrer Wirkung zu unterstützen.
- Insbesondere bei einer Beaufschlagung der Lotmaterialformstücke 20 mit einer Gasströmung 90 aus Inertgas ist eine Abdeckung eines Innenraums 91 der Schabloneneinrichtung 84 mit einer transparenten Abdeckung 92, etwa einer Glasscheibe, sinnvoll. Um einem Haften der Lotmaterialformstücke 20 auf den Flügeln 88 entgegenzuwirken, hat sich die Verwendung trockener Gase als vorteilhaft herausgestellt. Auch die Verwendung von Stickstoff für die Gasströmung erweist sich als vorteilhaft.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plazierung einer Mehrzahl von Lotmaterialformstücken auf einer eine Mehrzahl von Anschlußflächen aufweisenden Anschlußflächenanordnung eines Substrats und zum anschließenden Umschmelzen der Lotmaterialformstücke auf den Anschlußflächen; gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:
- 5
- 10 - Anordnung einer Schabloneneinrichtung (21, 40, 51, 56, 65, 75) mit einer Mehrzahl von Schablonenöffnungen (27, 48, 61, 70) zur Aufnahme von Lotmaterialformstücken (20) gegenüber einem mit einer Anschlußflächenanordnung (29) versehenen Substrat (23, 49, 64) derart, daß die Lotmaterialformstücke den einzelnen Anschluß-
- 15 flächen (28, 50, 63) zugeordnet sind,
- Beaufschlagung der in den Schablonenöffnungen (27, 48, 61, 70) aufgenommenen Lotmaterialformstücke (20) mit einer rückwärtig zur Schabloneneinrichtung (21, 40, 51, 56, 65, 75) angeordneten Lasereinrichtung (39), derart, daß die Lotmaterialformstücke durch
- 20 die Schabloneneinrichtung hindurch mit Laserenergie beaufschlagt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schabloneneinrichtung (40, 51) eine Vereinzelung der
- 25 Lotmaterialformstücke (20) aus einer Menge von in der Schabloneneinrichtung aufgenommenen Lotmaterialformstücken durch eine Befüllung der in einer Lochscheibe (41) angeordneten Schablonenöffnungen (48) erfolgt.



3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß durch die Schabloneneinrichtung (56, 65) eine Vereinzelung
der Lotmaterialformstücke (20) aus einer außerhalb der Schabloneneinrichtung angeordneten Menge (57) von Lotmaterialformstücken durch ein Befüllung der in einer Lochscheibe (58, 66) angeordneten Schablonenöffnungen (60, 70) erfolgt.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß vor Beaufschlagung der Lotmaterialformstücke (20) mit Laserenergie eine Abtastung der Schablonenöffnungen (27, 48, 61, 70) mit einer optischen Abtasteinrichtung (32) zur Detektierung von Lotmaterialformstücken (20) erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beaufschlagung der Lotmaterialstücke (20) mit Laserenergie über die optische Abtasteinrichtung (32) erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Befüllung der in der Lochscheibe (41) der Schabloneneinrichtung (40) angeordneten Schablonenöffnungen (48) mittels einer über die Lochscheibe hinweg bewegbaren und zur Lochscheibe hin geöffneten Füllkammer (47) erfolgt.



* C L H S *

7. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Befüllung der in der Lochscheibe (41) der Schablonenein-
richtung (51) angeordneten Schablonenöffnungen (48) mittels einer
5 parallel zur Oberfläche der Lochscheibe geführten und um ihre Be-
wegungsachse rotierenden Flügelraßeinrichtung (52) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Befüllung der in der Lochscheibe (58, 66) der Schablonen-
10 einrichtung (56, 65) angeordneten Schablonenöffnungen (60, 70)
mittels Unterdruck erfolgt.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß ein auf die in den Schablonenöffnungen (70) aufgenommenen
Lotmaterialformstücke (20) ausgeübte Anpressdruck zur Erzeugung
eines Berührungskontakts mit den Anschlußflächen (63) mittels
Überdruck erzeugt wird.



10. Vorrichtung zur Plazierung einer Mehrzahl von Lotmaterialformstücken (20) auf einer eine Mehrzahl von Anschlußflächen (50) aufweisenden Anschlußflächenanordnung (29) eines Substrats (49) und zum anschließenden Umschmelzen der Lotmaterialformstücke auf den Anschlußflächen mit einer einen Aufnahmebehälter (47, 51) zur Aufnahme einer Menge von Lotmaterialformstücken aufweisenden Schabloneneinrichtung (40, 51), wobei der Aufnahmebehälter eine als Lochscheibe (41) ausgebildete Behälterwandung zur Übergabe von Lotmaterialformstücken auf die Anschlußflächenanordnung (29) aufweist, und die Lochscheibe mit einer Vereinzelungseinrichtung (47, 52) versehen ist, derart, daß aus der Menge von Lotmaterialformstücken vereinzelte und einzelnen Anschlußflächen (50) der Anschlußflächenanordnung (29) zugeordnet in Schablonenöffnungen (48) der Lochscheibe (41) aufgenommene Lotmaterialformstücke exponiert angeordnet (werden) und mittels einer Lasereinrichtung (39) rückwärtig mit Laserenergie beaufschlagbar sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vereinzelungseinrichtung (47, 52) über die Lochscheibe (41) hinwegbewegbar ausgebildet ist;
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vereinzelungseinrichtung als eine über die Lochscheibe (41) hinweg bewegbare und zur Lochscheibe hin geöffnete Füllkammer (47) ausgebildet ist.



13. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vereinzelungseinrichtung als eine über die Lochscheibe
(41) hinweg bewegbare Flügelrad-einrichtung (52) mit von Flügeln
5 (54) der Flügelrad-einrichtung begrenzten und radial offenen Transportkammerabteilungen ausgebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vereinzelungseinrichtung (47, 52) in einem durch die
10 Schabloneneinrichtung (40, 51) gebildeten abgeschlossenen Raum
(45) aufgenommen ist, dessen der Lochscheibe (41) gegenüberliegend angeordnete Rückwand (42) transparent ausgebildet ist.
15. Vorrichtung zur Plazierung einer Mehrzahl von Lotmaterialformstücken (20) auf einer eine Mehrzahl von Anschlußflächen (63)
15 aufweisenden Anschlußflächenanordnung eines Substrats (64) und zum anschließenden Umschmelzen der Lotmaterialformstücke auf den Anschlußflächen mit einer als Vereinzelungseinrichtung ausgebildeten Schabloneneinrichtung (56, 65), die ein Gehäuse mit einer Lochscheibe (58, 66) mit einer Mehrzahl von Schablonenöffnungen
20 (60, 70) zur Aufnahme von Lotmaterialformstücken und gegenüberliegend der Lochscheibe eine transparente Rückwand (67) aufweist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die in der Lochscheibe (58) ausgebildeten Schablonenöffnungen (60) im Durchmesser kleiner sind als der kleinste Durchmesser der Lotmaterialformstücke (20).



17. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die in der Lochscheibe (66) ausgebildeten Schablonenöffnungen (70) im Durchmesser größer sind als der größte Durchmesser der Lotmaterialformstücke (20) und ein zwischen der Lochscheibe und der Rückwand (67) ausgebildeter Abstand a kleiner ist als der kleinste Durchmesser d der Lotmaterialformstücke (20).
18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lochscheibe (24, 41, 58, 66, 74) und/oder Seitenwände (46) der über die Lochscheibe hinwegbewegbaren Füllkammer (47) einen quer zur Flächenausdehnung der Lochscheibe flexiblen Wandaufbau aufweisen.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Wandaufbau zumindest drei Schichten mit einer zwischen zwei verschleißfest ausgeführten Oberflächenschichten (77, 78, 80, 81) angeordneten und nachgiebig ausgeführten Kompressionsschicht (79, 82) aufweist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kompressionsschicht (79, 82) aus Kunststoff und die Oberflächenschichten (77, 78, 80, 81) aus Metall ausgeführt sind.

