



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 10 026 A1 2004.09.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 10 026.1
 (22) Anmeldetag: 06.03.2003
 (43) Offenlegungstag: 23.09.2004

(51) Int Cl.7: C03B 21/04
 C03B 33/08

(71) Anmelder:
 Schott Glas, 55122 Mainz, DE

(72) Erfinder:
 Ebeling, Polina, Dr., 55131 Mainz, DE;
 Zimmermann, Martin, Dr., Esslingen, CH; Weitzel,
 Bernd, 55597 Wöllstein, DE

(74) Vertreter:
 Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Heißtrennen von Kleinteilen aus Dünnglas

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Heißtrennen von Kleinteilen mit Abmessungen, insbesondere ≤ 20 mm aus einem Glassubstrat mit einem Werkzeug, das ein Oberwerkzeug und ein Unterwerkzeug aufweist, umfassend nachfolgende Schritte:

- Bestücken des Unterwerkzeugs, welches Trennvorrichtungen aufweist, derart, dass der Kontakt zwischen Unterwerkzeug und Glassubstrat auf den Bereich der unteren Trennvorrichtungen begrenzt ist;
- Aufheizen des Unterwerkzeugs und des Glassubstrats auf eine Temperatur (T_{unten}), die im Bereich $T_g - 100^\circ\text{C} < T_{\text{unten}} < T_g + 100^\circ$ liegt, wobei:

T_{unten} : die Temperatur des Unterwerkzeugs

T_g : die Transformationstemperatur ist;

- Trennen von Kleinteilen aus dem Glassubstrat, durch das Aufsetzen und Einpressen eines aufgeheizten und zum Unterwerkzeug ausgerichteten, auf der gegenüberliegenden Seite des Glassubstrats befindlichen, Oberwerkzeugs, wobei der Kontakt zwischen Oberwerkzeug und Glassubstrat auf den Bereich der oberen Trennvorrichtungen begrenzt ist und diese eine Temperatur (T_{oben}) aufweisen, die aus dem folgenden Bereich $T_g + 100^\circ\text{C} < T_{\text{oben}} < T_{\text{Kleber}}$ gewählt ist, wobei

T_{oben} : die Temperatur des Oberwerkzeuges,

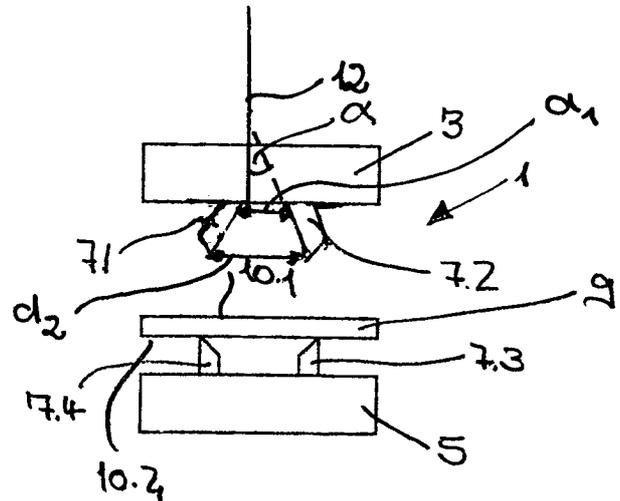
T_g : die Transformationstemperatur,

T_{Kleber} : die Klebertemperatur

ist und für T_{Kleber} gilt:

$T_{\text{Kleber}} < T_g + 300^\circ\text{C}$

- Transport der abgetrennten Kleinteile aus dem Glassubstrat heraus durch das Verfahren des Oberwerkzeuges, wobei das Oberwerkzeug die ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Heißtrennen von Kleinteilen aus Dünnglas mit einem Werkzeug, das ein Oberwerkzeug und ein Unterwerkzeug umfasst. Bei dem Glassubstrat, aus dem die Kleinteile herausgetrennt werden sollen, handelt es sich bevorzugt um gezogenes Flachglas mit einer Dicke ≤ 1 mm. Das Glassubstrat kann entweder unbehandelt vorliegen oder beispielsweise einseitig beschichtet sein.

[0002] Bei der Beschichtung handelt es sich um solche Beschichtungen, die ohne empfindliche Beeinträchtigung der für die weitere Anwendung wichtigen Eigenschaften im Bereich bis zu 550 bis 600°C temperaturbeständig sind. Unter Kleinteilen werden in der folgenden Anmeldung insbesondere Teile mit Abmessungen, die geringer als 20 mm sind, verstanden.

[0003] Bei konventioneller Bearbeitung von Flachglas wird mechanisches Ritzen mit nachfolgendem Brechvorgang als Trennverfahren eingesetzt. Das Ritzen der Glasoberfläche kann zu Absplitterungen und zu Mikrorissen führen, was neben einer Verringerung der Bauteilfestigkeit und der Oberflächengüte auch zu Verunreinigungen führen kann, die eine Gefahr für die Beschichtung darstellen. Insbesondere Kleinteile mit Abmessungen geringer als 20 mm sind mit diesem Verfahren nur mit eingeschränkter Formvielfalt und limitierter Präzision herstellbar.

[0004] Eine Verbesserung der Bearbeitungsqualität beim Trennen von Flachglas kann durch den Einsatz von Laserstrahlung erreicht werden. Nachteilig ist jedoch, daß diese Bearbeitungsmethode beim Schneiden komplizierter Kleinteile aus Glas aufgrund ihrer punktuellen Wirkung ein verhältnismäßig langsames Verfahren ist und hohe Anforderungen an die mechanische Führung des Laserwerkzeugs gestellt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass die thermische Belastung durch den Laser nicht zu einer Beschädigung einer auf dem Glas vorhandenen Beschichtung führt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das die Nachteile des bekannten Standes der Technik überwindet. Dabei sollte das präzise Trennen von Kleinteilen aus einem ebenen Glassubstrat mit hoher Formvielfalt ermöglicht werden. Des weiteren ist eine Beschädigung einer einseitigen Oberflächenbeschichtung, die zumindest bis zu einem Temperaturbereich von 550 bis 600°C stabil ist, auf der Fläche des Glaskleinteils zu vermeiden. Außerdem sollte die Aufgabe durch ein Verfahren gelöst werden, das es ermöglicht, gleichzeitig mehrere Trennvorgänge durchzuführen und die entstehenden Glaskleinteile rationell und schonend aus dem Glassubstrat zu entfernen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche betreffen jeweils vorteilhafte Weiterbildungen.

[0007] Demgemäß wird ein Unterwerkzeug so mit einem Glassubstrat bestückt, daß der mechanische Kontakt zwischen Glas und Unterwerkzeug auf die Trennvorrichtungen eines Unterwerkzeuges begrenzt ist. Die Trennvorrichtung besteht aus präzise gearbeiteten Schneiden, die die Form des späteren Kleinteiles vorgeben. Nach dem Vorheizen von Unterwerkzeug und des Glases wird ein zum Unterwerkzeug passendes, ebenfalls erhitztes Oberwerkzeug auf die Gegenseite des Glassubstrats aufgedrückt, wobei die Trennung neben der Druckbeaufschlagung vor allem aus der thermischen Wirkung der Schneidwerkzeuge resultiert. Dabei ist die thermische Belastung aufgrund der Trenngeschwindigkeit und des auf den direkten Schnittbereich beschränkten Kontakts der Schneiden für die Fläche des Glaskleinteiles so gering, dass eine Beschädigung der Glasoberfläche und/oder der Beschichtung auszuschließen ist. Der Abtransport des geschnittenen Kleinteiles aus dem Glassubstrat heraus wird durch eine Klemm- und/oder Haftverbindung des Kleinteiles mit dem Oberwerkzeug erreicht, da durch die Bewegung des Oberwerkzeugs auch das Kleinteil mitbewegt wird.

[0008] Kleinteile beliebiger Geometrien können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren aus dem Dünnglas herausgetrennt werden. Die einzige Begrenzung für die Geometrie der Kleinteile besteht in den Toleranzen mit denen die Werkzeuge herstellbar sind. Außerdem ist dieses Verfahren schnell aufgrund der möglichen Parallelisierbarkeit der Verfahrensschritte und des einfachen Abtransports der aus dem Glassubstrat herausgetrennten Kleinteile. Des weiteren ist die Belastung für eine Oberflächenbeschichtung auf die Schnittbereiche begrenzt und es entstehen keine Absplitterungen durch die thermische Wirkweise der Trennung. Somit kann eine hohe Flächenqualität der ausgeschnittenen Kleinteile gewährleistet werden.

[0009] Nachfolgend soll die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielhaft beschrieben werden. Es zeigen:

[0010] **Fig. 1** die prinzipielle Skizze eines Werkzeuges zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0011] Das in **Fig. 1** dargestellte Werkzeug **1** umfasst ein Oberwerkzeug **3** sowie ein Unterwerkzeug **5**. Sowohl das Oberwerkzeug **3** wie das Unterwerkzeug **5** weisen Trennvorrichtungen **7.1**, **7.2**, **7.3** und **7.4** auf.

[0012] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zum Heraustrennen von Kleinteilen aus dem Glassubstrat **9** mit einer Ober- und einer Unterseite **10.1**, **10.2** dieses zunächst in kalter Form auf die Schneiden **7.3**, **7.4** des Unterwerkzeuges **5** aufgelegt. Die Dicke d des Glassubstrates ist bevorzugt kleiner gleich 1 mm, besonders bevorzugt kleiner 0,7 mm. Das Glassubstrat kann beidseitig beschichtet sein oder einseitig. Eine bevorzugte Beschichtung ist eine leitfähige Beschichtung, beispielsweise eine halbleitende Indium-Zinn-Oxid (ITO)-Beschichtung,

die mittels bspw. Kathodenzerstäubung auf das Glas aufgebracht wird. ITO-Schichten umfassen SnO_2 und In_2O_3 als Materialien. Für den Fall, dass ein Glassubstrat mit einer einseitigen Beschichtung vorliegt, ist es die beschichtete Seite des Glassubstrats, die mit dem Unterwerkzeug in Kontakt gebracht wird.

[0013] Anschließend wird das Unterwerkzeug aufgeheizt, und zwar auf eine Temperatur im Bereich von $T_g - 100^\circ\text{C} < T_{\text{unten}} < T_g + 100^\circ\text{C}$, wobei T_{unten} : die Temperatur des Unterwerkzeuges und

T_g : die Transformationstemperatur des Glases ist.

[0014] Die Transformationstemperatur eines Glases ist in der Glastechnologie eine dem Fachmann bekannte Größe und bezeichnet die Temperatur, bei der sich das unterkühlte Glas vom elastischen Zustand in einen für Gläser typischen viskosen Zustand transformiert. Diesbezüglich wird beispielsweise auf „Schott Guide to Glass, second edition, by Heinz G. Pfaender, London, 1992, Seiten 18–20“ verwiesen. Beispielsweise beträgt für das Borosilikatglas Duran® der Firma Schott Glas, Mainz, $T_g = 530^\circ\text{C}$ („Schott Guide to Glass, a.a.O., S. 122“) und für das Glas D 263 der SCHOTT DESAG AG, Hüttenstraße 1, 31073 Grünenplan, beträgt $T_g = 557^\circ\text{C}$

[0015] Ein aufgeheiztes Oberwerkzeug wird anschließend mit dem Glassubstrat in Kontakt gebracht, und zwar auf der der Anlageposition des Unterwerkzeuges gegenüberliegenden Seite des Glases. Die Temperatur T_{oben} des Oberwerkzeuges wird dabei aus folgendem Bereich gewählt:

$$T_g + 100^\circ\text{C} < T_{\text{oben}} < T_{\text{Kleber}}$$

wobei

T_{oben} die Temperatur des Oberwerkzeuges,

T_g : die Transformationstemperatur des Glases, und

T_{Kleber} : die Klebertemperatur

ist. T_{Kleber} beschreibt die Temperatur, ab der das Glas am Werkzeug festklebt. Die Temperatur T_{Kleber} ist abhängig von der Glaszusammensetzung, dem Formmaterial und der Beschichtung des Werkzeuges sowie der Verarbeitungsqualität des Werkzeugprofils und der Oberflächenrauigkeit des Werkzeuges. Die Temperatur T_{Kleber} liegt höchstens 300°C oberhalb der Transformationstemperatur T_g des Glases, es gilt also die Ungleichung $T_{\text{Kleber}} < T_g + 300^\circ\text{C}$.

[0016] Nur die Schneiden des Unter- und Oberwerkzeuges stehen in Kontakt mit dem Glassubstrat. Des weiteren haben diese im wesentlichen die gleiche Form und sind zueinander ausgerichtet. Die Schneiden des Oberwerkzeuges bilden eine Entformungsschräge aus, d.h. sie sind um $\alpha = 1,5^\circ$ bis $\alpha = 3^\circ$ gegenüber der Senkrechten **12**, des Oberwerkzeuges geneigt, so dass der Abstand d_2 zwischen den Trennvorrichtungen **7.1**; **7.2** an der Spitze der Trennvorrichtung stets größer ist als der Abstand d_1 zwischen den Trennvorrichtungen am Oberwerkzeug **3**. Bevor-

zugt ist der Winkel α der Entformungsschräge 2° . Hierdurch ergibt sich ein konischer Zulauf der Schneiden zum Oberwerkzeug, so dass die abgetrennten und am Oberwerkzeug anhaftenden Kleinteile aus dem Oberwerkzeug später bspw. durch Temperaturniedrigung herausgelöst werden können.

[0017] Im nächsten Verfahrensschritt wird das mit dem Glassubstrat in Kontakt befindliche Oberwerkzeug mit einer Kraft zwischen 40 mN und 10 kN gegen das Substrat gepresst, wobei es sich in das Glassubstrat einsenkt. Durch dieses Anpressen des Oberwerkzeuges wird das Glassubstrat an den Kontaktstellen mit dem Oberwerkzeug erweicht und durch die scharfen Kanten der Ober- und Unterwerkzeuge getrennt. Dieser Schneidevorgang, der im folgenden als Heißtrennung bezeichnet wird, kann in einem Schritt oder in mehreren Schritten mit konstanter oder variabler Geschwindigkeit des Zusammenfahrens der Werkzeuge durchgeführt werden. Die Anzahl der Schritte bei der Heißtrennung und die Geschwindigkeit, mit der sie ausgeführt werden, ergibt sich dabei aus der Forderung, dass die Oberfläche des Glassubstrates bzw. die einseitige Beschichtung des Glassubstrates, die sich nicht in direktem Kontakt mit den Schneidwerkzeugen des Unter- und Oberwerkzeuges befindet, keine Beschädigung durch das Heißtrennen erfährt.

[0018] Die Beheizung der Werkzeuge Oberwerkzeug bzw. Unterwerkzeug geschieht beispielsweise mittels eines elektrischen Widerstandes oder induktiv von der Rückseite. Eine eventuelle notwendige Kühlung der Werkzeuge kann beispielsweise durch Kühlrippen, Wasserkühlung oder durch Peltier-Elemente erreicht werden. Weitere Ausführungsformen sind ebenfalls denkbar.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung werden mittels dieses Verfahrens, wie nachfolgend beschrieben, mehrere Kleinteile aus dem Glassubstrat zur gleichen Zeit heißgetrennt. Für diese Parallelisierung müssen die Ober- und Unterwerkzeuge in entsprechender Zahl vorgesehen werden. Besteht eine Begrenzung für die Fläche, auf der ein gleichmäßiges Vorheizen von Werkzeugen gewährleistet werden kann, so ist damit auch die maximale Anzahl von Werkzeugen begrenzt.

[0020] Anschließend wird das Oberwerkzeug mit dem Kleinteil, das mit den Schneiden in Klemmverbindung wirkt oder leicht angehaftet ist, nach oben abgezogen und verfahren. Auf diese Art und Weise wird das getrennte Kleinteil mit dem Oberwerkzeug abtransportiert. Sodann wird das Kleinteil aus dem Oberwerkzeug herausgelöst. Dies geschieht aus der Klemmverbindung mit dem Oberwerkzeug durch impulsives Aufheizen auf eine Temperatur T_{oben} (Trenn), die 50°C – 250°C über der Transformationstemperatur T_g des Glases liegt.

[0021] Liegt eine Haftverbindung vor, so wird das Kleinteil durch Kühlung des Oberwerkzeuges auf eine Temperatur T_{oben} (Trenn), die 20°C bis 80°C , be-

vorzugt 20°C–60°C unter der Temperatur T_g des jeweiligen Glassubstrates liegt, aus dem Oberwerkzeug gelöst. Das Herauslösen erfolgt aufgrund des Unterschiedes in der thermischen Dehnung von Werkzeugmaterial und Glas.

[0022] Nach Reinigung des Unter- und/oder Oberwerkzeuges von den Resten des Glassubstrates können die Arbeitsschritte erneut durchgeführt und ein weiteres Kleinteil aus einem Glassubstrat herausgelöst werden.

[0023] Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben werden.

[0024] Es wurde ein 0,7 mm dickes Glassubstrat bestehend aus D263 der SCHOTT DESAG AG, Hüttenstraße 1, 31073 Grünenplan mit einer Fläche von 50 × 50 mm mit einem $T_g = 557^\circ\text{C}$ und einem $T_{\text{Kleber}} = 720^\circ\text{C}$ in ein Werkzeug wie in **Fig. 1** dargestellt, eingelegt. Das Werkzeug umfasst eine Hochtemperatur-Stahllegierung mit einer Beschichtung aus Edelmetalllegierung.

[0025] Das Unterwerkzeug wurde auf $T_{\text{unten}} = 560^\circ\text{C}$ induktiv aufgeheizt. Das Oberwerkzeug wurde auf eine Temperatur $T_{\text{oben}} = 710^\circ\text{C}$ induktiv aufgeheizt und in das Glassubstrat mit einer Kraft von 10N hineingeführt. Hierdurch wird das Glassubstrat aus D 263 der SCHOTT DESAG AG, Hüttenstr. 1, 31073 Grünenplan, an den Kontaktstellen mit dem Oberwerkzeug erweicht und durch die scharfen Kanten der Ober- und der Unterwerkzeuge insgesamt vier Kleinteile einer Größe von 17 × 9 mm aus dem Glassubstrat herausgetrennt.

[0026] Die vier abgetrennten Kleinteile mit einer Fläche von ca. 17 × 9 mm sind von trapezoider Form und werden durch leichtes Anhaften an dem Oberwerkzeug gehalten. Die am Oberwerkzeug anhaftenden Kleinteile können aus dem Oberwerkzeug herausgelöst werden. Zum Lösen der Kleinteile wird das Oberwerkzeug dann auf eine Temperatur T_{oben} (Trenn) von ca. 500°C gekühlt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Heißtrennen von Kleinteilen mit Abmessungen insbesondere ≤ 20 mm aus einem Glassubstrat (9) mit einem Werkzeug, das ein Oberwerkzeug (3) und ein Unterwerkzeug (5) aufweist, umfassend nachfolgende Schritte:

1.1 Bestücken des Unterwerkzeugs (5), welches Trennvorrichtungen (7.3, 7.4) aufweist, derart, dass der Kontakt zwischen Unterwerkzeug und Glassubstrat auf den Bereich der unteren Trennvorrichtungen (7.3, 7.4) begrenzt ist;

1.2 Aufheizen des Unterwerkzeugs und des Glassubstrats auf eine Temperatur (T_{unten}) die im Bereich $T_g - 100^\circ\text{C} < T_{\text{unten}} < T_g + 100^\circ$ liegt, wobei:

T_{unten} : die Temperatur des Unterwerkzeugs

T_g : die Transformationstemperatur des Glassubstrates ist;

1.3 Trennen von Kleinteilen aus dem Glassubstrat

durch das Aufsetzen und Einpressen eines aufgeheizten und zum Unterwerkzeug ausgerichteten, auf der gegenüberliegenden Seite des Glassubstrats befindlichen, Oberwerkzeugs, wobei der Kontakt zwischen Oberwerkzeug und Glassubstrat auf den Bereich der oberen Trennvorrichtungen (7.1, 7.2) begrenzt ist und die Trennvorrichtung eine Temperatur (T_{oben}) aufweist, die aus dem folgendem Bereich $T_g + 100^\circ\text{C} < T_{\text{oben}} < T_{\text{Kleber}}$ gewählt ist,

wobei

T_{oben} die Temperatur des Oberwerkzeuges,

T_g : die Transformationstemperatur des Glassubstrates,

T_{Kleber} die Klebertemperatur

ist und für T_{Kleber} gilt:

$$T_{\text{Kleber}} < T_g + 300^\circ\text{C}$$

1.4 Transport der abgetrennten Kleinteile aus dem Glassubstrat (9) heraus durch das Verfahren des Oberwerkzeuges (3), wobei das Oberwerkzeug (3) die abgetrennten Kleinteile durch Anhaften oder Klemmung hält;

1.5 Lösen der Klemm- oder der Haftverbindung zwischen Oberwerkzeug (3) und den Kleinteilen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass (die) das Kleinteile) aus der Klemmverbindung mit dem Oberwerkzeug (3) in Schritt 1.5 durch impulsives Aufheizen auf eine Temperatur, die 50 bis 250°C über der Transformationstemperatur T_g des Glases liegt, herausgelöst (werden) wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass (die) das Kleinteile) aus der Haftverbindung mit dem Oberwerkzeug durch Kühlen des Oberwerkzeuges auf eine Temperatur, die 20 bis 80°C unter der Transformationstemperatur T_g des Glases liegt, herausgelöst wird (werden).

4. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend 4.1 ein Oberwerkzeug mit einer oberen Trennvorrichtung (7.1, 7.2);

4.2 ein Unterwerkzeug mit einer unteren Trennvorrichtung (7.3, 7.4);

4.3 eine Heizvorrichtung für Ober- und Unterwerkzeug;

4.4 wenigstens einer Kühlvorrichtung für das Oberwerkzeug.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die oberen Trennvorrichtungen (7.1, 7.2) Schneiden sind, wobei die Schneiden eine Entformungsschräge ausbilden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

