

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Oktober 2008 (23.10.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2008/125273 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B23K 26/00** (2006.01)      **B23K 26/18** (2006.01)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STAHR, Christoph  
[DE/DE]; Binderweg 2, 83043 Bad Aibling (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/002840

(74) Anwalt: BECKORD, Klaus; Marktplatz 17, 83607  
Holzkirchen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. April 2008 (10.04.2008)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,  
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,  
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,  
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,  
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 018 402.8 17. April 2007 (17.04.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): PANASONIC ELECTRIC WORKS EUROPE AG  
[DE/DE]; Rudolf-Diesel-Ring 2, 83607 Holzkirchen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR INCORPORATING A STRUCTURE INTO A SURFACE OF A TRANSPARENT WORKPIECE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM EINBRINGEN EINER STRUKTUR IN EINE OBERFLÄCHE EINES TRANSPAREN-  
TEN WERKSTÜCKS

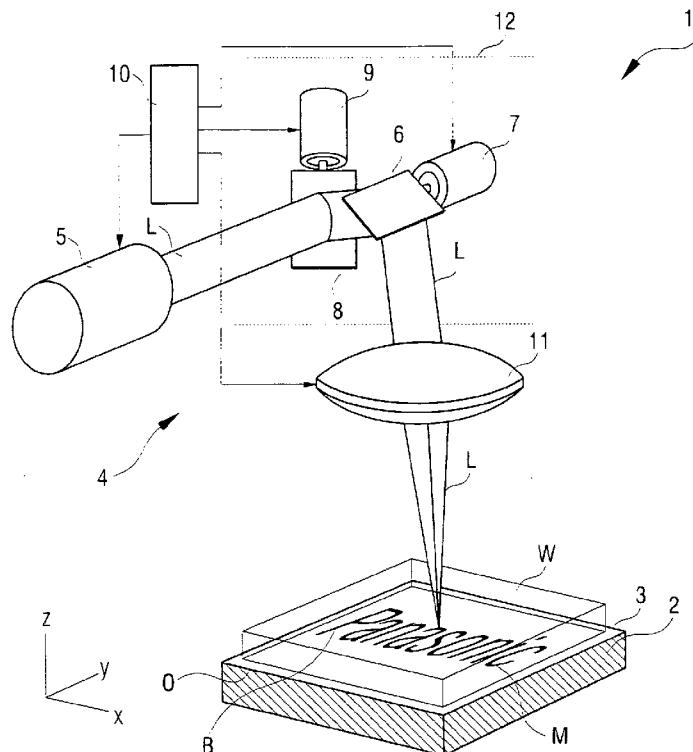


FIG 1

**(57) Abstract:** The invention relates to a method for incorporating a structure (M) into a surface (O) of a workpiece (W) that is transparent in a certain wavelength range. For this purpose the surface (O) to be structured is brought into contact with a target surface (3) containing a target material by means of a laser beam (2), the wavelength of which is within the certain wavelength range, energy is introduced at least at one position through the workpiece (W) and into the boundary region (G) of the surface (O) of the surface (O) to be structured and the target surface (3) such that target material is deposited at the respective position in and/or on the surface (O) to be structured. For this purpose a pulsed laser beam (L) having a pulse repetition rate of more than 10 kHz is used, which is focused such that the focus is positioned on or under the target surface, wherein the laser beam has a power density in the focus of more than 2000 W/mm<sup>2</sup>. The invention further relates to a device (1) for introducing a structure (M) into a surface (O) of a workpiece (W) transparent in a certain wavelength range.

WO 2008/125273 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben wird ein Verfahren zum Einbringen einer Struktur (M) in eine Oberfläche (O) eines in einem bestimmten Wellenlängenbereich transparenten Werkstücks (W). Dabei wird die zu strukturierende Oberfläche (O) mit einer ein Targetmaterial enthaltenden Targetoberfläche (3) in Kontakt gebracht Mittels eines Laserstrahls (2), dessen Wellenlänge in dem bestimmten Wellenlängenbereich liegt, wird durch das Werkstück (W) hindurch zumindest an einer Position derart Energie in den Grenzbereich (G) der zu strukturierenden Oberfläche (O) des Werkstücks (W) und der Targetoberfläche (3) eingebracht, dass sich an der betreffenden Position Targetmaterial in und/oder auf der zu strukturierenden Oberfläche (O) ablagert. Dabei wird ein gepulster Laserstrahl (L) mit einer Pulswiederholrate von mehr als 10 kHz verwendet, der so fokussiert wird, dass sich der Fokus auf oder unter der Targetoberfläche befindet, wobei der Laserstrahl im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als 2000 W/mm<sup>2</sup> aufweist. Darüber hinaus wird eine Vorrichtung (1) zum Einbringen einer Struktur (M) in eine Oberfläche (O) eines in einem bestimmten Wellenlängenbereich transparenten Werkstücks (W) beschrieben.

## **Verfahren zum Einbringen einer Struktur in eine Oberfläche eines transparenten Werkstücks**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbringen einer Struktur in eine Oberfläche eines in einem bestimmten Wellenlängenbereich transparenten Werkstücks, bei dem die zu strukturierende Oberfläche mit einer ein Targetmaterial enthaltenden Targetoberfläche in Kontakt gebracht wird und mittels eines Laserstrahls, dessen Wellenlänge in dem bestimmten Wellenlängenbereich liegt, durch das Werkstück hindurch zumindest an einer Position derart Energie in den Grenzbereich der zu strukturierenden Oberfläche des Werkstücks und der Targetoberfläche eingebracht wird, dass sich an der betreffenden Position Targetmaterial in der zu strukturierenden Oberfläche ablagert. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

15 Durch Einbringen einer geeigneten Struktur in eine Werkstückoberfläche kann das betreffende Werkstück beispielsweise markiert werden. Hierfür stehen inzwischen handelsübliche Laserbeschriftungs- bzw. Laserkennzeichnungssysteme zur Verfügung, mit denen es möglich ist, als Markierung verschiedene Strukturen, beispielsweise eine Beschriftung, eine maschinenlesbare Kodierung wie z. B. einen Barcode oder ein anderes beliebiges graphisches Element in die Oberfläche des betreffenden Werkstücks einzubringen. Dabei können mit solchen Systemen die verschiedensten Materialien, insbesondere auch transparente Materialien wie Glas oder Plexiglas, markiert werden, sofern geeignete Laser verwendet werden. Normalerweise wird dabei zur Markierung von transparenten Materialien ein Laserstrahl verwendet, dessen Licht möglichst gut von dem transparenten Material absorbiert wird. Beispielsweise hat Glas einen Transmissionsbereich für Lichtwellenlängen zwischen ca. 180 nm und ca. 2.500 nm. Daher werden derzeit zur Glasmarkierung u. a. CO<sub>2</sub>-Laser mit einer Wellenlänge von 10.600 nm, 9.600 nm oder 9.300 nm verwendet. Die Funktionsweise ist

dabei so, dass der Laser an der zu markierenden Stelle in oder auf der Oberfläche des betreffenden Werkstücks fokussiert wird und dadurch an dieser Stelle möglichst viel Energie in das Werkstück eingebracht wird.

Dies führt dazu, dass lokal begrenzt an der betreffenden Stelle im

- 5 Werkstückmaterial sogenannte „Mikrocracks“ entstehen, die dann im transparenten Material sichtbar sind. Alternativ kann auch in der Oberfläche eine Gravur eingefügt werden. Dabei wird lokal Material aus der Oberfläche des zu markierenden Werkstücks entfernt. Um die Sichtbarkeit zu erhöhen, kann diese Gravur beispielsweise mit einem
- 10 undurchsichtigen Material ausgelegt werden. Die Einbringung dieses Materials in eine Gravur erfordert aber einen zusätzlichen Arbeitsgang. Weitere mögliche Markierungsverfahren sind herkömmliche Druckverfahren, mit denen ein Schriftzug oder ein sonstiges graphisches Element auf die Oberfläche aufgebracht wird. Ein Nachteil dieser
- 15 Druckverfahren besteht darin, dass die Markierung relativ leicht zerstörbar ist.

In der DE 195 17 625 A1 wird als Alternative ein Verfahren der eingangs genannten Art beschrieben, bei dem zur musterförmigen Bedruckung einer Oberfläche eines festen transparenten Substrats, beispielsweise Glas, eine ein Pigment enthaltende Schicht auf die betreffende Oberfläche aufgebracht wird. Diese Schicht wird dann durch das Substrat hindurch mit einem Laser derart bestrahlt, dass sich das Schichtmaterial auf die Substratoberfläche überträgt. Die so gefertigten Bedruckungen haften sehr stark auf der Oberfläche und sind gegenüber Säuren und Basen beständig, wobei in dieser Schrift angenommen wird, dass beim Bedruckungsvorgang vermutlich auch Partikel des Schichtmaterials in die Oberfläche hineindiffundieren.

- 30 Außerdem wird in der WO 95/25639 ein ähnliches Verfahren beschrieben, bei dem eine Markierung auf einem transparenten Werkstück erzeugt wird, indem mit einem Laser durch das Werkstück hindurch lokal Energie in ein Target eingebracht wird, so dass das Targetmaterial verdampft und

sich lokal auf der zu markierenden Oberfläche des transparenten Werkstücks ablagert. Das Target liegt bei diesem Prozess nicht direkt an der zu markierenden Oberfläche an, sondern wird beispielsweise in einem Abstand von 0,1 mm von der zu markierenden Oberfläche positioniert, um  
5 beste Ergebnisse bei dieser Aufdampfungsmethode zu erreichen.

- In der DE 196 37 255 C1 wird ein weiteres ähnliches Verfahren beschrieben, bei dem eine zu beschriftende Oberfläche eines transparenten Materials in einem kurzen Abstand von einem  
10 Substratmaterial positioniert wird, das aus keramischen Substratteilchen und einem Bindemittel besteht. Durch das transparente Material wird das Substratmaterial lokal mit einem Laser bestrahlt. Dabei wird der Laser auf der zu beschriftenden Oberfläche fokussiert. Die im Substratmaterial eingebrachte Laserenergie sorgt für eine Verdampfung des Bindemittels.  
15 Dabei frei werdende Substratteilchen können auf die zu beschriftende Oberfläche in den Fokus des Laserstrahls gelangen und werden dort aufgrund der hohen Energiedichte angesintert.

Da ein Ansintern von Substratteilchen bei späteren Nachbehandlungen  
20 des transparenten Materials nachteilig sein könnte, wird in der DE 10 2006 029 941 A1 ein verändertes Verfahren vorgeschlagen. Dabei wird als Substrat ausschließlich ein Metall oder ein Halbmetall wie Silizium eingesetzt. Dieses wird entweder in unmittelbarem Kontakt mit der zu beschriftenden Oberfläche oder vorzugsweise in einem kurzen Abstand zu  
25 dieser positioniert. Der wiederum durch das transparente Material hindurch auf das Substrat gerichtete Laserstrahl wird dabei so eingestellt, dass Teilchen des Substrats verdampfen und an der zu beschriftenden Oberfläche kondensieren, wobei keine Diffusion von Partikeln des Substratmaterials in das transparente Material erfolgt. Hierzu wird mit  
30 einem gepulsten Laserstrahl mit einer Pulswiederholrate von maximal 1 kHz, einer mittleren Leistung von 8,4 W oder 12 W, einem Fokusdurchmesser von 42 µm und einer Ablenk-Geschwindigkeit von 50 mm/s gearbeitet. Der Laserstrahl wird dabei bevorzugt auf die zu beschriftende

Oberfläche des transparenten Materials fokussiert. Bei einer Variante des Verfahrens wird zusätzlich das transparente Material in der zu beschriftenden Oberfläche lokal abgetragen und/oder angeschmolzen. Hierzu wird beispielsweise mit einem Laserstrahl mit einer

- 5 Pulswiederholrate von maximal 0,4 kHz, einer mittleren Leistung von 12 W, einem Fokusdurchmesser von 42 µm und einer Ablenk-Geschwindigkeit von nur 20 mm/s gearbeitet.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein alternatives Verfahren  
10 und eine entsprechende Vorrichtung zum Einbringen einer besonders stabilen Struktur in die Oberfläche eines transparenten Werkstücks anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 sowie  
15 durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 14 gelöst.

Erfindungsgemäß wird also bei einem Verfahren der eingangs genannten Art ein gepulster Laserstrahl mit einer Pulswiederholrate von mehr als 10 kHz verwendet. Dieser wird so fokussiert, dass sich der Fokus auf oder  
20 unter der Targetoberfläche befindet, wobei der Laserstrahl im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als 2000 W/mm<sup>2</sup> aufweist. Die Leistungsdichte ist dabei die mittlere Laserleistung im Verhältnis zur Fokusfläche.

Durch die Fokussierung auf die Targetoberfläche oder im Target,  
25 beispielsweise knapp unter der Targetoberfläche, wird ein größerer Teil der Energie in das Target eingebracht. Weiterhin wird mit einer erheblich höheren Pulswiederholrate als bei dem genannten Stand der Technik gearbeitet, wobei gleichzeitig eine hohe Leistungsdichte erzeugt wird. Die Pulse sind dabei wegen der hohen Pulswiederholrate entsprechend relativ  
30 kurz. Durch die kurzen, aber intensiven Laserpulse gelangen somit die Targetpartikel im Mittel mit einer relativ hohen Energie auf die Oberfläche des transparenten Werkstücks und können somit in diese eindringen.

Abweichend von dem oben genannten Stand der Technik wird also hier ganz gezielt versucht, neben dem Aufbringen von Targetmaterial auf die Werkstückoberfläche auch eine möglichst gute Diffusion von Targetmaterial in die Werkstückoberfläche zu erreichen, und das

- 5 Verfahren gerade nicht so eingestellt, dass sich Targetmaterial möglichst ausschließlich auf der Oberfläche des zu strukturierenden Materials abschlägt.

Bei verschiedenen Experimenten hat sich herausgestellt, dass es mit  
10 diesem Verfahren besonders gut möglich ist, Targetmaterial auf und in die Oberfläche des transparenten Werkstücks so einzubringen, dass sich dadurch eine dauerhafte Struktur erzeugen lässt, welche gut sichtbar ist und nur äußerst schwer (z. B. durch ein Abschleifen oder Ausschleifen der Oberfläche) entfernt werden kann.

- 15 Eine geeignete Vorrichtung zum Einbringen einer Struktur in eine Werkstückoberfläche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren benötigt neben einer ein Targetmaterial enthaltenden Targetoberfläche, welche beispielsweise an die zu strukturierende Oberfläche des Werkstücks  
20 angelegt werden kann oder auf welche das Werkstück aufgelegt wird, eine geeignete Laserstrahlerzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Laserstrahls, dessen Wellenlänge in dem Wellenlängenbereich liegt, in dem das Werkstück transparent ist. Die Laserstrahlerzeugungseinrichtung muss so ausgebildet und angeordnet sein, dass durch ein die  
25 Targetoberfläche kontaktierendes Werkstück hindurch mittels des Laserstrahls zumindest an einer Position derart Energie in den Grenzbereich der zu strukturierenden Oberfläche des Werkstücks und der Targetoberfläche einbringbar ist, dass sich an der betreffenden Position Targetmaterial in der zu strukturierenden Oberfläche ablagert. Dabei ist  
30 die Laserstrahlerzeugungseinrichtung erfindungsgemäß so ausgebildet, dass sie einen gepulsten Laserstrahl mit einer Pulswiederholrate von mehr als 10 kHz erzeugt und eine Fokussiereinrichtung, z. B. ein geeignetes Objektiv, und eine Steuereinrichtung aufweist, welche den

Laserstrahl beim Strukturierungsprozess auf oder knapp unter der Targetoberfläche fokussiert, wobei der Laserstrahl im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als 2000 W/mm<sup>2</sup> aufweist.

- 5 Hierzu kann die Vorrichtung bzw. die Laserstrahlerzeugungseinrichtung eine geeignete Steuereinrichtung aufweisen, welche nicht nur für die gewünschte Einstellung der Fokussierungsparameter, wie Position und Durchmesser des Fokus, sorgt, sondern auch für die Einstellung weiterer Laserparameter wie Pulswiederholrate oder Leistung. Diese
- 10 Steuereinrichtung kann aus einer zentralen Steuereinheit bestehen oder aus mehreren Steuereinheiten, die in geeigneter Weise zur Kommunikation miteinander verbunden sind.

Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der  
15 Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung. Dabei kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch entsprechend den abhängigen Verfahrensansprüchen weitergebildet sein und umgekehrt.

- 20 Das Verfahren kann zur Einbringung einer Struktur in Oberflächen verschiedenster transparenter Materialien wie verschiedene Gläser, Plexiglas etc. eingesetzt werden. Besonders bevorzugt eignet es sich zur Einbringung von Strukturen in Oberflächen von Glaswerkstücken, da dies mit anderen Mitteln nur sehr schwer möglich ist und die mit Hilfe des
- 25 erfindungsgemäßen Verfahrens geschaffenen Strukturen in Glasmaterialien besonders haltbar sind.

Auch als Targetmaterialien können verschiedenste Materialien eingesetzt werden. In Experimenten hat sich herausgestellt, dass sich Metalle wie  
30 Kupfer, Aluminium, insbesondere Titanal (eine spezielle Aluminiumlegierung), Titan etc. sehr gut eignen. Ganz besonders gut eignen sich Stähle, bevorzugt rostfreie Stähle wie z. B. V2A, bei denen auch mit einer

geringeren Laserleistung eine sehr gute optische Erkennbarkeit der Struktur erreicht werden kann.

- Das Targetmaterial kann besonders bevorzugt auch in Form einer Folie,
- 5 z. B. als Metallfolie oder metallhaltige bzw. pigmenthaltige Folie, vor dem Strukturierungsprozess auf die Werkstückoberfläche aufgebracht und anschließend wieder entfernt werden. Ganz besonders bevorzugt kann es sich um eine selbsthaftende Folie handeln.
- 10 Sofern es sich bei dem Targetmaterial um ein leitfähiges Material handelt, können mit diesem Verfahren auch beliebige leitfähige Strukturen auf eine Glasoberfläche bzw. eine Oberfläche eines sonstigen transparenten Materials aufgebracht werden.
- 15 Ein bevorzugter Einsatz der Erfindung ist die eingangs erläuterte Markierung von Werkstücken mit Strukturen in Form von Schriftzeichen, Logos usw. Alternativ oder zusätzlich können die auf die erfindungsgemäße Weise eingebrachten Strukturen aber auch völlig anderen Zwecken dienen. Beispielsweise können aus rein optischen 20 Gründen bzw. Designgründen künstlerische Verzierungen, flächige Strukturen, fotografische Abbildungen etc. in die Oberfläche eingebracht werden.

Ein bevorzugtes weiteres Anwendungsbeispiel ist die Aufbringung von 25 technischen Leiterbahnstrukturen, wie z. B. Antennenstrukturen oder Heizleitern, was insbesondere für Kraftfahrzeugscheiben interessant ist.

Die Wellenlänge des Laserstrahls – d. h. die Wellenlänge des Lichts dieses Laserstrahls – sollte vorzugsweise in einem Bereich von ca. 30 180 nm bis ca. 2.500 nm, besonders bevorzugt in einem Bereich von ca. 300 nm bis ca. 1.800 nm liegen. Insbesondere bei der Markierung von Glaswerkstücken hat sich der Einsatz eines Lasers mit einer Wellenlänge von ca. 1.060 nm bewährt. Ein Laser mit einer solchen Wellenlänge ist

beispielsweise ein sog. FAYb-Laser (Fiber Amplified Ytterbium Laser). Gut einsetzbar sind auch Nd-YAG-Laser (Neodym dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser) mit Wellenlängen von 1.064 nm oder 532 nm.

- 5    Weiterhin weist die Laserstrahlerzeugungseinrichtung bevorzugt eine Strahlführungseinrichtung auf, um den Laserfokus entlang einer gemäß einem Strukturierungsbild vorgegebenen Strukturierungsspur zu bewegen. Das heißt, der Laser wird punktuell entlang dieser Strukturierungsspur, beispielsweise entlang eines Schriftzugs, mit einer vorgegebenen
- 10   Vorschubgeschwindigkeit schrittweise oder kontinuierlich verfahren, um so das gewünschte Strukturierungsbild zu erzeugen.

Vorzugsweise erfolgt der Vorschub mit einer Vorschubgeschwindigkeit von mehr als 70 mm/s, besonders bevorzugt von mehr als 100 mm/s, je 15 nach konkreter Anwendung gegebenenfalls sogar noch erheblich höher.

- Eine solche Strahlführungseinrichtung kann auf beliebige Weise aufgebaut sein. Beispielsweise kann der Laser über einen Lichtleiter geführt werden und dieser Lichtleiter wird durch geeignete Stelleinrichtungen passend justiert. Die Strahlführungseinrichtung kann aber ebenso in üblicher Weise mit Ablenkeinheiten aufgebaut sein, beispielsweise mit zwei Umlenkspiegeln, Prismen oder dergleichen. Um mit einem solchen System dafür zu sorgen, dass der Fokus des Laserstrahls jeweils in einer Ebene direkt auf oder unter der Targetoberfläche bleibt, muss die Fokussiereinrichtung entsprechend ausgestaltet sein. Hierzu bietet es sich z. B. an, ein Planfeld-Objektiv mit einer F-Theta-Linse oder Ähnliches einzusetzen. Ein solches F-Theta-Objektiv fokussiert den Laserstrahl auf eine plane Bildfeldebene. Dabei besteht eine exakte Proportionalität zwischen dem Einfallswinkel des Strahls und der Position des fokussierten Bildpunkts im Bildfeld, d. h. in der Ebene, in der die Strukturierung erfolgen soll. Ebenso können auch geeignete 3D-Objektive eingesetzt werden, z. B. wenn die zu strukturierende Oberfläche gekrümmmt ist. Geeignete Ablenkeinheiten mit

integrierten Fokussierobjektiven sind beispielsweise für die Verwendung in üblichen Laserbeschriftungs- bzw. Laserkennzeichnungsvorrichtungen im Handel erwerbar. Diese können auch für die erfindungsgemäße Vorrichtung verwendet werden. Ebenso können auch die für diese

5 Einrichtungen vorgesehenen Steuerungen verwendet werden. Erforderlich ist jedoch, dass ein geeigneter Laser verwendet wird, welcher eine Wellenlänge aufweist, in der das zu strukturierende Material transmissiv ist, und dass die Steuerung derart eingestellt, ggf. auch für eine automatische Steuerung entsprechend programmiert ist, dass der Fokus

10 sich nicht in dem zu strukturierenden Werkstück selbst, sondern z. B. auf oder knapp unter der Targetoberfläche befindet.

Wie bereits eingangs erläutert, wird erfindungsgemäß der Strukturierungsprozess bewusst so ausgelegt, dass Partikel des Targetmaterials möglichst gut in die zu strukturierende Oberfläche des transparenten Werkstücks hinein diffundieren. Bevorzugt erfolgt daher die Strukturierung so, dass Partikel des Targetmaterials zumindest an einer Stelle mit der größten Eindringtiefe – z. B. bei einer Punktmarkierung im Mittelpunkt der Punktmarkierung oder einer Linienmarkierung entlang

15 einer Mittellinie der Linienmarkierung – mindestens ca. 15 µm, vorzugsweise mindestens ca. 30 µm tief in die zu strukturierende Oberfläche eindringen. In den bisher durchgeführten Testmarkierungen hat sich gezeigt, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne weiteres eine Eindringtiefe der Targetpartikel in die Werkstückoberfläche

20 von bis zu 30 µm und mehr erreichbar ist.

Vorzugsweise sollte dazu möglichst kurzzeitig eine hohe Energie im Target eingebracht werden. Dabei wird der Laserstrahl bevorzugt so gesteuert, dass die Temperatur in der zu strukturierenden Oberfläche

25 auch während der Strukturierung unterhalb der Schmelztemperatur des Werkstückmaterials liegt, und zwar auch im unmittelbaren Grenzbereich zur Targetoberfläche, in der sich gerade der Laserstrahlfokus befindet. D. h. die Werkstückoberfläche soll nicht lokal angeschmolzen werden. Bei

-10-

Glas liegt die Schmelztemperatur je nach Glastyp zwischen ca. 1.000 °C und ca. 1.600 °C.

Andererseits sollte die Temperatur in der gerade zu markierenden

- 5 Werkstückoberfläche auch nicht zu gering sein, da eine höhere Temperatur die Diffusion begünstigt. Besonders bevorzugt ist eine Temperatur oberhalb von ca. 600°C.

Die Einstellung der optimalen Bedingungen erfolgt durch die Justage 10 verschiedener Parameter, die zum einen die vom Laserstrahl in das Target eingebrachte Energie und zum anderen die Zeit determinieren, in der diese Energie eingebracht wird.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Laserstrahl im Fokus 15 eine möglichst hohe Leistungsdichte aufweist. Daher wird der Laserstrahl vorzugsweise so eingestellt, dass er im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als ca. 3 kW/mm<sup>2</sup> aufweist, besonders bevorzugt mehr als ca. 10 kW/mm<sup>2</sup>, ganz besonders bevorzugt sogar mehr als ca. 100 kW/mm<sup>2</sup>.

20 Hierzu muss zum einen der Fokussdurchmesser ausreichend gering sein. Vorzugsweise wird ein Fokussdurchmesser eingestellt, der kleiner als 60 µm, besonders bevorzugt kleiner als 40 µm, ist. In Tests wurden beispielsweise hervorragende Markierungen mit einem Fokussdurchmesser von nur ca. 30 µm erzielt.

25 Zum anderen muss die mittlere Leistung des Lasers ausreichend hoch sein. Vorzugsweise sollte diese höher als 10 W sein. Bevorzugt wird ein Laser eingesetzt, dessen mittlere Leistung zwischen 10 W und 50 W einstellbar ist. Bei einem Fokussdurchmesser von ca. 60 µm reicht eine 30 Leistung von 12 W aus, um im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als 4 kW/mm<sup>2</sup> zu erreichen.

Neben der eingebrachten Leistung spielen aber für das Temperaturverhalten im Target – und somit auch in der angrenzenden Werkstückoberfläche – auch die bereits oben definierte Vorschubgeschwindigkeit sowie die Pulswiederholrate des Laserstrahls eine Rolle.

- 5 Erfindungsgemäß wird mit einer relativ hohen Pulswiederholrate oberhalb von 10 kHz gearbeitet. Vorzugsweise wird eine Pulswiederholrate von mehr als 20 kHz, besonders bevorzugt zwischen 20 kHz und 100 kHz, gewählt. Dies entspricht einer Pulswiederholzeit zwischen 10 µs und 50 µs.

10

- Entsprechend dieser kurzen Pulswiederholzeit müssen auch die Laserpulse selbst relativ kurz sein. Die Pulsdauer der Laserpulse ist vorzugsweise kürzer als 100 ns, besonders bevorzugt kürzer als 20 ns. Da eine möglichst kurze Pulsdauer vorteilhaft ist, wäre eine Pulsdauer im ps-Bereich oder darunter ganz besonders bevorzugt.

- 15 Die kurzen Pulsdauern führen bei einer gegebenen mittleren Leistung zu einer entsprechend hohen Laserpulsspitzenleistung (auch „Laser Peak Power“ genannt). Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise mit Laserpulsspitzenleistung größer als 10 kW, besonders bevorzugt größer als 25 kW, gearbeitet. Es wird folglich dafür gesorgt, dass möglichst viel Energie in möglichst kurzer Zeit in das Targetmaterial eingebbracht wird, um so einerseits die Partikel des Targetmaterials mit ausreichender Energie auszustatten und andererseits die Temperatur im zu markierenden Werkstück auch lokal in den gewünschten Temperaturgrenzen zu halten und so eine möglichst gute Diffusion von Targetpartikeln in die Werkstückoberfläche zu erreichen.

- 20 Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand eines Ausführungsbeispiels noch einmal näher erläutert. Hieraus ergeben sich noch weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei der Markierung eines Glaswerkstücks,
- 5 Figur 2 einen Schnitt durch das Glaswerkstück mit dem darunter befindlichen Target beim Einbringen der Markierung,
- Figur 3 einen Schliff durch ein mit dem erfindungsgemäßen Verfahren markiertes Glaswerkstück im Bereich der Markierung, zur 10 Bestimmung der Eindringtiefe der Targetpartikel.

Im Folgenden wird – ohne die Erfindung auf diesen Einsatz zu beschränken – davon ausgegangen, dass das Einbringen der Struktur in die Oberfläche zur Markierung des Werkstücks dient. Wie erwähnt können 15 mit dem erfindungsgemäßen Verfahren genauso auch Strukturen für andere Zwecke wie z. B. technische Leiterbahnstrukturen oder graphische Flächen in die Oberfläche eingebracht werden.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer 20 erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich im Wesentlichen um eine herkömmliche Laserbeschriftungseinrichtung, welche – wie nachfolgend erläutert wird – für eine Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend modifiziert wurde.

25 Ein wesentlicher Punkt ist hierbei, dass sich unterhalb des zu markierenden Werkstücks W ein Target 2, beispielsweise eine Stahlplatte 2 oder eine Stahlfolie, befindet, auf welche das zu markierende Werkstück W mit der zu markierenden Oberfläche O aufgelegt wird. Die Oberfläche der Stahlplatte 2 oder Stahlfolie, auf der die zu markierende Oberfläche O 30 des Werkstücks möglichst großflächig innerhalb des Bereichs aufliegt, in dem die Markierung M anzubringen ist, bildet die Targetoberfläche 3.

Weiterhin wird eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung 4 mit einer Laserstrahlquelle 5 verwendet, welche einen Laserstrahl L mit einer Wellenlänge erzeugt, in dem das zu markierende Werkstück W transmissiv ist. Der Transmissionsbereich von Glas liegt zwischen 180 nm 5 und 2.500 nm. Daher wird vorzugsweise hier ein FAYb-Laser mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 1.060$  nm eingesetzt.

Die Laserstrahlerzeugungseinrichtung 4 weist neben der Laserstrahlquelle 5 eine Strahlführungseinrichtung 12 in Form einer Ablenkeinheit 12 mit 10 zwei über Ansteuermotoren 7, 9 angetriebenen Ablenkspiegeln 6, 8 auf, welche für eine Verkippung des Laserstrahls L in zwei senkrechte Richtungen sorgen. Angekoppelt an diese Strahlführungseinrichtung 12 bzw. Ablenkeinheit 12 ist eine Fokussierungseinrichtung 11, beispielsweise ein Planfeld-Objektiv bzw. F-Theta-Objektiv 11 mit einer 15 F-Theta-Linse. In Figur 1 ist die Fokussierungseinrichtung 11 nur durch die F-Theta-Linse schematisch dargestellt. Die Ablenkeinheit 12 kann gemeinsam mit diesem F-Theta-Objektiv 11 als eine Einheit ausgebildet sein. Sinn des F-Theta-Objektivs 11 ist es, den unter einem bestimmten Winkel von den Ablenkspiegeln 6, 8 abgelenkten Laserstrahl L in eine 20 planparallele, sich in dem in Figur 1 dargestellten Koordinatensystem in der x- und y-Richtung erstreckende Ebene, welche hier bevorzugt genau auf der Targetoberfläche 3 liegt, zu fokussieren. Dabei wird je nach Einstellung der Ablenkspiegel 6, 8 ein anderer Punkt in dieser x-y-Ebene 25 getroffen. Auf diese Weise kann durch Verstellen der Ansteuermotoren 7, 9 bzw. der Ablenkspiegel 6, 8 der Fokus F des Laserstrahls L in beliebiger Weise entlang einer bestimmten, durch das Markierungsbild B, hier beispielsweise den Schriftzug „Panasonic“, vorgegebenen Markierungs- 30 spur zu bewegen. Hierbei ist es möglich, den Laserstrahl L durch geeignete Blenden oder Ähnliches kurzfristig auszublenden, um beispielsweise bei voneinander unabhängigen Buchstaben eines solchen Schriftzugs von einem Buchstaben zum nächsten zu springen, ohne dass in diesem Bereich eine Markierung erfolgt.

Die komplette Ablenkeinheit 12 mit dem F-Theta-Objektiv 11 kann auch eine handelsübliche Einheit sein, wie sie bei bisherigen Laserbeschriftungssystemen eingesetzt wird. Angesteuert werden die Laserstrahlquelle 5 und die Ablenkeinheit 12 mit dem F-Theta-Objektiv 11 über eine Steuereinheit 10. Auch hierbei kann eine handelsübliche Steuereinheit 10 verwendet werden, welche entsprechend programmiert werden muss, damit der Fokus F, welcher von der Steuereinheit 10 automatisch eingestellt werden kann, wie vorgesehen auf die Targetoberfläche 3 oder knapp unterhalb der Targetoberfläche 3 eingestellt wird.

Es wird so lokal in dem Bereich, in dem sich der Laserstrahl L aktuell befindet, bzw. auch um diesen Bereich herum, Energie in den Grenzbereich G der zu strukturierenden Oberfläche O des Werkstücks W und der Targetoberfläche 3, d. h. sowohl in das Target als auch in die Werkstückoberfläche O, eingebracht, wobei der größte Teil der Energie zunächst im Fokus F auf der Targetoberfläche 3 eingebracht wird. Dadurch wird das Metall so stark erhitzt, dass Metallpartikel sich auf der Glasoberfläche O niederschlagen und auch in diese eindringen. Dies ist schematisch in Figur 2 dargestellt.

Versuche haben gezeigt, dass an einer Markierung die Eindringtiefe t der Metallpartikel in ein Glassubstrat mehr als 30 µm betragen kann. Figur 3 zeigt ein Schliffbild (500-fache Vergrößerung), aus dem die Diffusionskanäle und die Eindringtiefe erkennbar sind. An einer Stelle wurde die Eindringtiefe t vermessen. Sie beträgt hier ca. 48 µm.

Für diese Versuche wurde ein FAYb-Laser mit einer durchschnittlichen Leistung von 12 Watt verwendet. Hierbei handelt es sich um einen gepulsten Laser mit einer Laserspitzenleistung von bis zu 20 kW bei einem 20 ns langen Puls. Die Pulswiederholzeit kann bei diesem System von 10 µs bis 50 µs eingestellt werden. Der Laser ist ein sogenannter „Single Mode Laser“ (Mode TEM00) und hat einen Güteparameter  $M^2 =$

1.4. Bei den Tests wurde das Objektiv 190 mm von der Targetoberfläche  
3 positioniert und der Fokus F direkt auf die Targetoberfläche 3 eingestellt.  
Der Strahldurchmesser d beträgt im Fokus F dann ca. 60 µm (siehe Figur  
2). Der Laser hat bei dieser Einstellung im Fokus eine Leistungsdichte von  
5 ca. 4.000 W/mm<sup>2</sup>.

Insbesondere mit verschiedenen Metallen wurden Versuche durchgeführt,  
die zu besonders gut lesbaren Markierungen geführt haben. So wurden  
zum einen Versuche mit Kupfer und mit Titanal als Targetmaterial  
10 durchgeführt, wobei die Laserleistung jeweils 10 Watt, die Vorschub-  
geschwindigkeit jeweils 70 mm/s und die Pulswiederholzeit jeweils 50 µs  
betrug. Die Markierung M war bei diesen Bedingungen bei beiden  
Targetmaterialien gut lesbar. Bei einem weiteren Versuch wurde als  
Targetmaterial Aluminium verwendet. Bei einer Laserleistung von 10 Watt  
15 und einer Vorschubgeschwindigkeit von 80 mm/s sowie einer  
Pulswiederholzeit von 50 µs wurde auch hier eine recht gut lesbare  
Markierung erzeugt.

Dabei hat sich herausgestellt, dass grundsätzlich auch Metallfolien,  
20 beispielsweise Alufolie, als Targetmaterialien geeignet sind. So wurden  
gut lesbare Markierungen bei einer Verwendung von Alufolie mit einer  
Laserleistung von 5 Watt, einer Vorschubgeschwindigkeit von 1.000 mm/s  
und einer Pulswiederholzeit von 50 µs erzielt. Die Verwendung von  
Metallfolie ist unter bestimmten Produktionsbedingungen vorteilhaft, wenn  
25 eine spezielle Positionierung des zu markierenden Werkstücks auf einer  
Targetoberfläche zu aufwändig ist und sich innerhalb des  
Produktionsgangs eine Metallfolie relativ einfach auf das Werkstück  
aufbringen lässt.

30 Die besten Ergebnisse wurden mit Stahl erreicht. Dabei wurden mit einer  
Leistung von nur 8 Watt und einer Vorschubgeschwindigkeit von 150  
mm/s bei einer Pulswiederholzeit von 50 µs besonders gut lesbare  
Markierungen erzeugt.

Die so markierten Werkstücke wurden dann hinsichtlich einer Zerstörbarkeit der Markierungen getestet. Dabei hat sich herausgestellt, dass sich die Markierungen weder durch Reinigungs- bzw. Scheuermittel 5 noch durch Abkratzen mit einer Klinge oder Ähnlichem erheblich beschädigen ließen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich also auf einfache Weise sehr gut haltbare Strukturen für beliebige Funktionen insbesondere 10 in Glasoberflächen erzeugen, wobei vorteilhafterweise relativ einfach modifizierte herkömmliche Laserbeschriftungssysteme nutzbar sind.

Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den in den Figuren dargestellten Vorrichtungen sowie den im 15 Zusammenhang damit erläuterten konkreten Verfahren lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in vielfacher Hinsicht variiert werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es wird außerdem der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass die Verwendung der unbestimmten Artikel „ein“ bzw. 20 „eine“ nicht ausschließt, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Einbringen einer Struktur (M) in eine Oberfläche (O)  
5 eines in einem bestimmten Wellenlängenbereich transparenten Werkstücks (W), bei dem die zu strukturierende Oberfläche (O) mit einer ein Targetmaterial enthaltenden Targetoberfläche (3) in Kontakt gebracht wird und mittels eines Laserstrahls (2), dessen Wellenlänge in dem bestimmten Wellenlängenbereich liegt, durch das Werkstück  
10 (W) hindurch zumindest an einer Position derart Energie in den Grenzbereich (G) der zu strukturierenden Oberfläche (O) des Werkstücks (W) und der Targetoberfläche (3) eingebracht wird, dass sich an der betreffenden Position Targetmaterial in der zu strukturierenden Oberfläche (O) ablagert,  
15 dadurch gekennzeichnet, dass ein gepulster Laserstrahl (L) mit einer Pulswiederholrate von mehr als 10 kHz verwendet wird, der so fokussiert wird, dass sich der Fokus auf oder unter der Targetoberfläche befindet, wobei der Laserstrahl im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als 2000 W/mm<sup>2</sup> aufweist.  
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (W) aus Glas besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Targetmaterial ein Metall ist.  
25
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Targetmaterial ein Stahl ist.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur (M) zur Markierung des Werkstücks (W) ausgebildet ist.

-18-

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fokus (F) des Laserstrahls (L) entlang einer gemäß einem Strukturierungsbild (B) vorgegebenen Strukturierungs-spur mit einer Vorschubgeschwindigkeit von mehr als 70 mm/s,  
5 besonders bevorzugt von mehr als 100 mm/s. bewegt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturierung so erfolgt, dass Partikel des Targetmaterials zumindest an einer Stelle mindestens ca. 15 µm,  
10 vorzugsweise mindestens ca. 30 µm tief in die zu strukturierende Oberfläche eindringen.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl so gesteuert wird, dass die  
15 Temperatur in der zu strukturierende Oberfläche bei der Strukturierung unterhalb der Schmelztemperatur des Werkstückmaterials liegt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
20 gekennzeichnet, dass der Laserstrahl im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als ca. 3 kW/mm<sup>2</sup>, vorzugsweise mehr als ca. 10 kW/mm<sup>2</sup>, besonders bevorzugt mehr als ca. 100 kW/mm<sup>2</sup>, aufweist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
25 gekennzeichnet, dass der Fokussdurchmesser kleiner als 60 µm, vorzugsweise kleiner als 40 µm, ist.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
30 gekennzeichnet, dass die Pulswiederholrate mehr als 20 kHz beträgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Pulsdauer der Laserpulse kürzer als 100 ns,  
vorzugsweise kürzer als 20 ns, ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserpulsspitzenleistung größer als 10 kW, vorzugsweise größer als 25 kW, ist.

5

14. Vorrichtung (1) zum Einbringen einer Struktur (M) in eine Oberfläche (O) eines in einem bestimmten Wellenlängenbereich transparenten Werkstücks (W), umfassend

- eine ein Targetmaterial enthaltende Targetoberfläche (3) zur Kontaktierung der zu strukturierenden Oberfläche (O) des Werkstücks (W),
  - eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung (4) zur Erzeugung eines Laserstrahls (L), dessen Wellenlänge in dem bestimmten Wellenlängenbereich liegt, wobei die Laserstrahlerzeugungseinrichtung (4) so ausgebildet und angeordnet ist, dass durch ein die Targetoberfläche (3) kontaktierendes Werkstück (W) hindurch mittels des Laserstrahls (L) zumindest an einer Position derart Energie in den Grenzbereich (G) der zu strukturierenden Oberfläche (O) des Werkstücks (W) und der Targetoberfläche (3) einbringbar ist, dass sich an der betreffenden Position Targetmaterial in der zu strukturierenden Oberfläche (O) ablagert, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahlerzeugungseinrichtung (4) so ausgebildet ist, dass sie einen gepulsten Laserstrahl (L) mit einer Pulswiederholrate von mehr als 10 kHz erzeugt, und eine Fokussiereinrichtung (11) und eine Steuereinrichtung (10) aufweist, welche den Laserstrahl (L) beim Strukturierungsprozess auf oder knapp unter der Targetoberfläche (3) fokussiert, wobei der Laserstrahl im Fokus eine Leistungsdichte von mehr als 2000 W/mm<sup>2</sup> aufweist.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahlerzeugungseinrichtung (4) eine Strahlführungseinrichtung (12) aufweist, um den Laserfokus (F) entlang einer gemäß einem

-20-

Strukturierungsbild (B) vorgegebenen Strukturierungsspur zu bewegen.

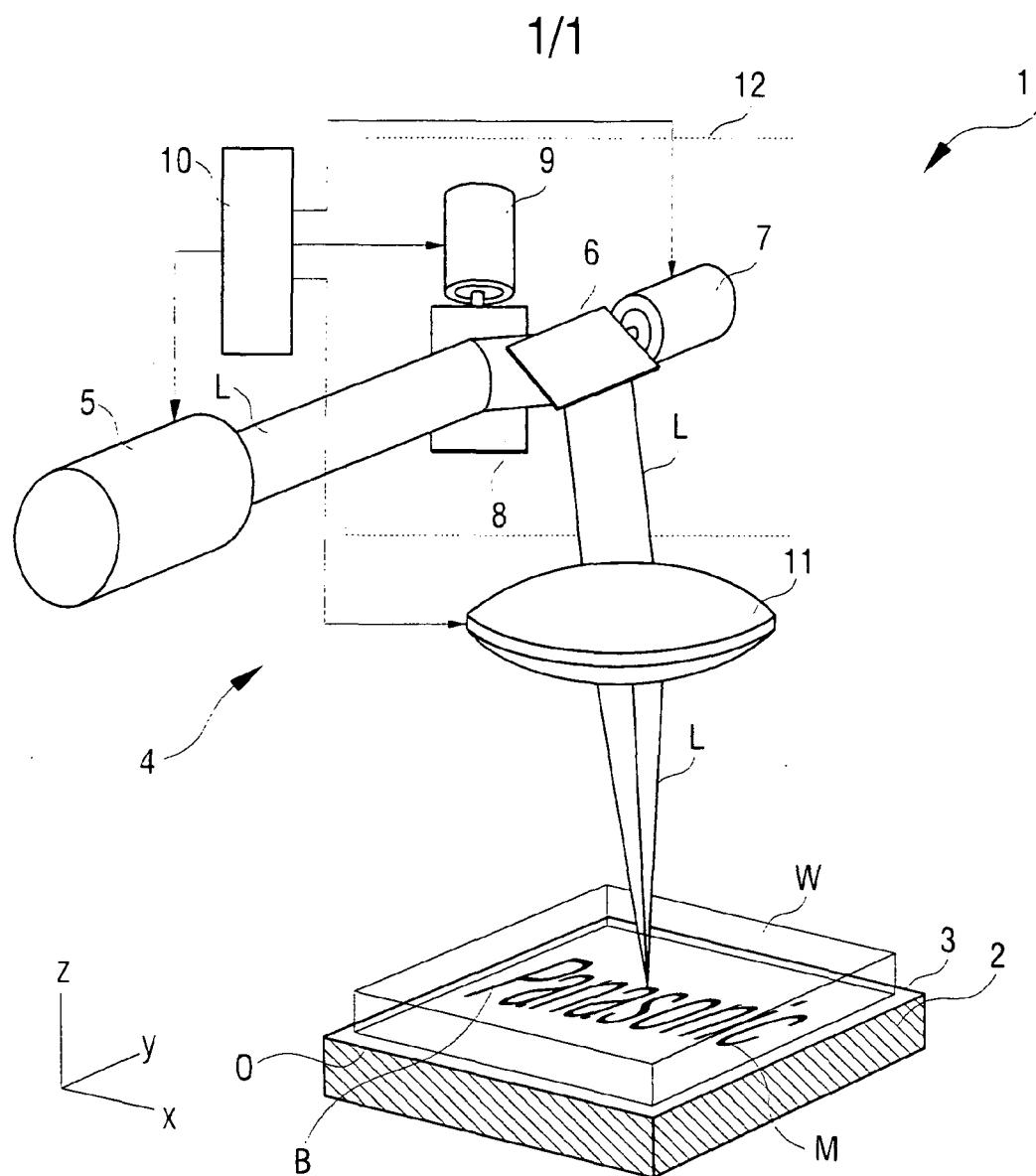


FIG 1

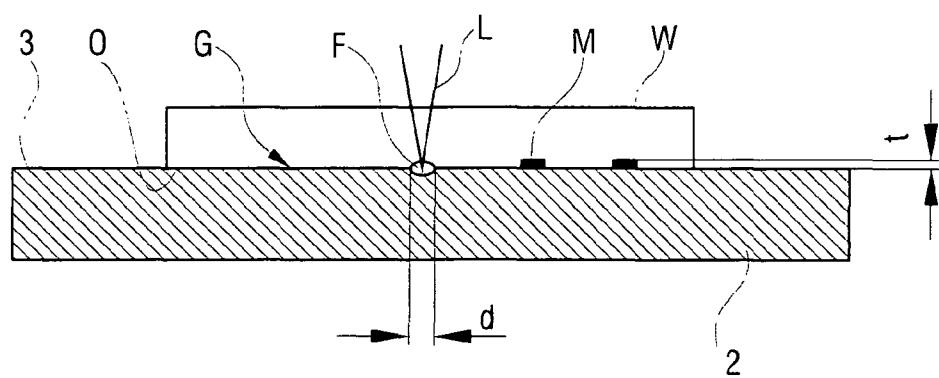


FIG 2

2/2

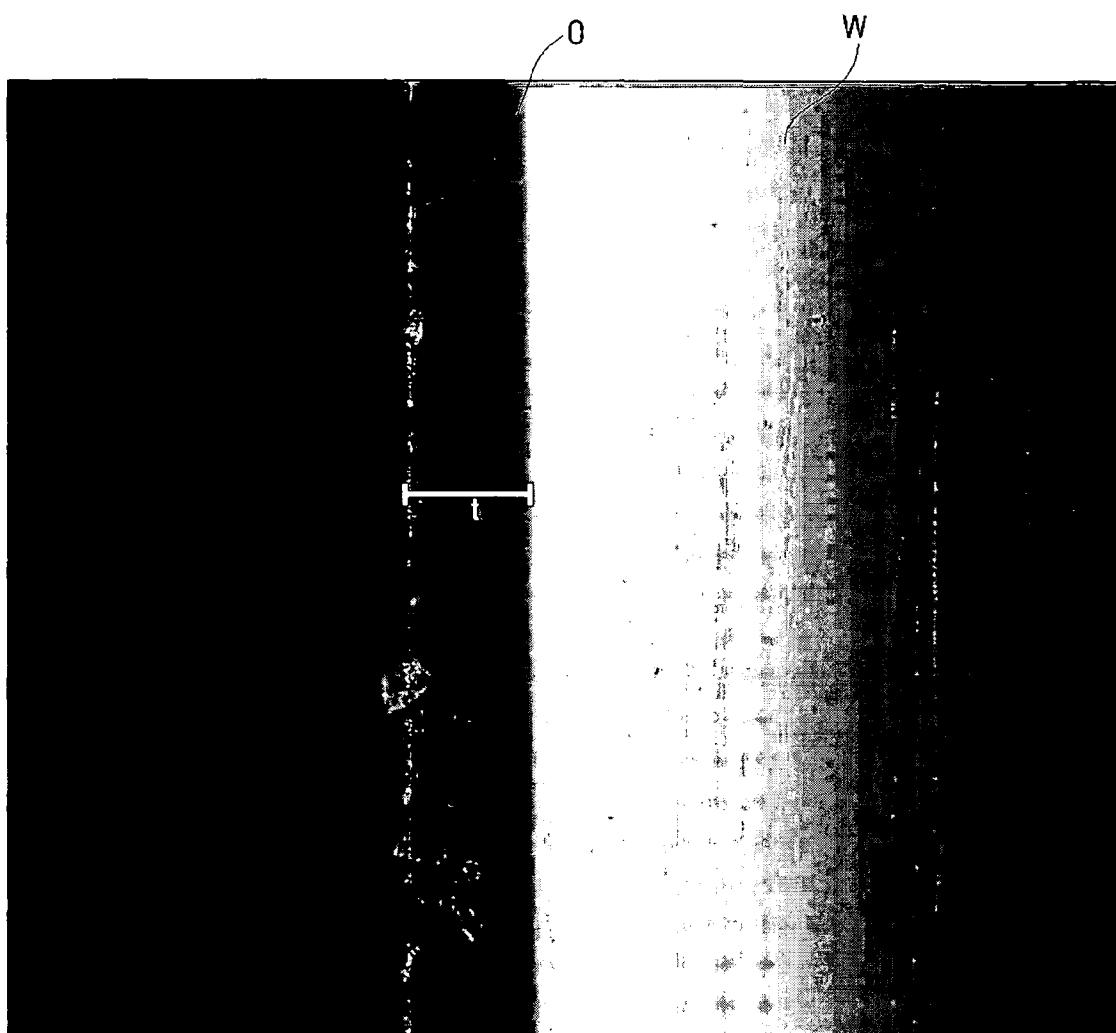


FIG 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/002840

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. B23K26/00 B23K26/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/188399 A1 (SMART DONALD V [US]) 30 September 2004 (2004-09-30) paragraph [0110] - paragraph [0146]; figures 5,7	14,15
A	paragraph [0116] - paragraph [0135]; figures 11a,11b	2,3,9-12
X	WO 03/022506 A (U C LASER LTD [IL]) 20 March 2003 (2003-03-20) claim 19; figure 2	14,15
X	US 5 761 111 A (GLEZER ELI NATHAN [US]) 2 June 1998 (1998-06-02) claim 32; figure 1A	14,15
		-/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the International search report
3 Juli 2008	11/07/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Concannon, Brian

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/002840

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/051706 A1 (BOVATSEK JAMES [US] ET AL) 8 March 2007 (2007-03-08) paragraph [0081] – paragraph [0084]; claims 5,8; figures 6a,6b	1,2,5,8, 12,14,15
A	EP 0 761 337 A (CALSONIC CORP [JP]; CALTEC CORP [JP]) 12 March 1997 (1997-03-12) the whole document	1,14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/002840

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2004188399	A1	30-09-2004	NONE			
WO 03022506	A	20-03-2003	NONE			
US 5761111	A	02-06-1998	NONE			
US 2007051706	A1	08-03-2007	NONE			
EP 0761337	A	12-03-1997	DE DE JP JP	69609460 D1 69609460 T2 3616679 B2 9072688 A	31-08-2000 21-12-2000 02-02-2005 18-03-1997	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/002840

**A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. B23K26/00 B23K26/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
**B23K**

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal, WPI Data**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/188399 A1 (SMART DONALD V [US]) 30. September 2004 (2004-09-30) Absatz [0110] - Absatz [0146]; Abbildungen 5,7	14, 15
A	Absatz [0116] - Absatz [0135]; Abbildungen 11a, 11b	2, 3, 9-12
X	WO 03/022506 A (U C LASER LTD [IL]) 20. März 2003 (2003-03-20) Anspruch 19; Abbildung 2	14, 15
X	US 5 761 111 A (GLEZER ELI NATHAN [US]) 2. Juni 1998 (1998-06-02) Anspruch 32; Abbildung 1A	14, 15
		-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

3. Juli 2008

11/07/2008

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Concannon, Brian

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/002840

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/051706 A1 (BOVATSEK JAMES [US] ET AL) 8. März 2007 (2007-03-08) Absatz [0081] – Absatz [0084]; Ansprüche 5,8; Abbildungen 6a,6b -----	1,2,5,8, 12,14,15
A	EP 0 761 337 A (CALSONIC CORP [JP]; CALTEC CORP [JP]) 12. März 1997 (1997-03-12) das ganze Dokument -----	1,14

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/002840

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004188399	A1	30-09-2004	KEINE	
WO 03022506	A	20-03-2003	KEINE	
US 5761111	A	02-06-1998	KEINE	
US 2007051706	A1	08-03-2007	KEINE	
EP 0761337	A	12-03-1997	DE 69609460 D1 DE 69609460 T2 JP 3616679 B2 JP 9072688 A	31-08-2000 21-12-2000 02-02-2005 18-03-1997