(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 138 516 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.02.2006 Patentblatt 2006/08

(21) Anmeldenummer: **01107685.8**

(22) Anmeldetag: **28.03.2001**

(51) Int Cl.:
B41M 5/26 *(2006.01)* ***B44B 3/00*** *(2006.01)*
B44C 5/04 *(2006.01)* ***B44F 1/06*** *(2006.01)*
B44B 7/00 *(2006.01)* ***B23K 26/00*** *(2006.01)*
C03C 23/00 *(2006.01)* ***B29C 71/04*** *(2006.01)*

(54) **Verfahren zum Einbringen wenigstens einer Innengravur in einen flachen Körper und Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens**

Method for forming an internal engraved image in a flat body and apparatus for performing the method

Procédé pour former une gravure dans la masse d'un corps plat et appareil pour la réalisation dudit procédé

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

(30) Priorität: **29.03.2000 DE 10015702**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.10.2001 Patentblatt 2001/40

(73) Patentinhaber: **Vitro Laser GmbH**
32423 Minden (DE)

(72) Erfinder:
- **Wienkamp, Andreas**
32429 Minden (DE)
- **Renaud, Remy**
32479 Hille (DE)

(74) Vertreter: **Seewald, Jürgen et al**
Brümmerstedt Oelfke Seewald & König
Postfach 1026
30010 Hannover (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 743 128
WO-A-94/14567
DE-A- 3 147 385
DE-A- 4 126 626
DE-A- 4 407 547

- **DICKMANN K.: "Innenbearbeitung von Glas mit Nd:YAG-Laser" LASER MAGAZIN, Bd. H. 1, 1995, Seiten 16-19, XP002240507**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 138 516 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbringen wenigstens einer Innengravur in einen flachen Körper insbesondere aus transparentem Material, vorzugsweise in ein Flachglas, der eine mechanische Vorspannung aufweist bzw. der nachfolgend eine mechanische Vorspannung erhält.

[0002] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Einbringen wenigstens einer Innengravur in einen flachen Körper, insbesondere aus transparentem Material, vorzugsweise in ein Flachglas, der eine mechanische Vorspannung aufweist bzw. der nachfolgend eine mechanische Vorspannung erhält, umfassend wenigstens eine Strahlenquelle zum Erzeugen des Strahls hoher Leistungsdichte, eine Fokussieroptik zum Fokussieren des Strahls und eine Haltevorrichtung für den flachen Körper, insbesondere zur Durchführung des vorbezeichneten Verfahrens.

[0003] Flache Körper, vorzugsweise Flachgläser, werden für bestimmte Einsatzzwecke mechanisch vorgespannt. Durch das Vorspannen wird eine höhere mechanische Festigkeit erzielt. Das Vorspannen bewirkt zudem die Einstellung eines spezifischen krümeligen Bruchverhaltens, um eine Verletzungsgefahr bei Bruch des flachen Körpers zu verhindern.

[0004] Durch das Vorspannen werden in einem flachen Körper Abschnitte gegensätzlicher mechanischer Spannungen erzeugt. In der Regel stehen die Oberfläche bzw. die Oberflächen des flachen Körpers und die unmittelbar darunter liegenden Abschnitte unter Druckspannungen, während der Kernbereich des flachen Körpers unter Zugspannung steht.

[0005] Verfahren der eingangs genannten Gattung sind für die technische Kennzeichnung oder für die Dekoration von dreidimensionalen Körpern bekannt. Beispielsweise werden durch Innengravuren kompakte Glaskörper, wie Glaswürfel oder Glaskugeln, dekoriert oder gekennzeichnet.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einem Verfahren der eingangs genannten Gattung auch vorgespannte flache Körper bzw. für eine Vorspannung vorgesehene flache Körper insbesondere aus transparentem Material mit einer Innengravur zu versehen. Weiterhin soll eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens aufgezeigt werden.

[0007] Diese Aufgabe ist verfahrensseitig erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß für das Einbringen der Innengravur zumindestens ein Strahl mit hoher Leistungsdichte verwendet wird, der in einem Wirkvolumen unmittelbar unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers fokussiert wird.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird für das Einbringen der Innengravur ein Strahl hoher Leistungsdichte verwendet. Dieser Strahl, vorzugsweise ein Laserstrahl, wird in einem Wirkvolumen unmittelbar unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers fokussiert. Aus dem Wirkvolumen wird ein Innengravurpunkt ausgebildet. Aufgrund der Fokussierung unmittelbar unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers ist der hergestellte Innengravurpunkt gleichfalls unmittelbar unterhalb, der Oberfläche des flachen Körpers angeordnet. Die Innengravur wird dabei vorzugsweise aus mehreren, voneinander jeweils separaten Innengravurpunkten ausgebildet, wobei jeder Innengravurpunkt durch ein Wirkvolumen ausgebildet wird.

[0009] Durch das erfindungsgemäße Fokussieren des Strahls hoher Leistungsdichte unmittelbar unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers sind der bzw. sind die Innengravurpunkte in dem Abschnitt des flachen Körpers angeordnet, der unter Druckspannung steht. Es wird somit vermieden, Innengravurpunkte im Kernbereich des flachen Körpers, beispielsweise einer Flachglasscheibe, anzuordnen, der unter Zugspannung steht.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch bei einem flachen Körper anzuwenden, der nach einem Einbringen von Innengravurpunkten mechanisch vorgespannt wird. Auch bei diesem Körper ist nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugehen, sind also die Innengravurpunkte unmittelbar unterhalb seiner Oberfläche anzuordnen. Die Innengravurpunkte werden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren derart unmittelbar unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers angeordnet, daß sich die Innengravurpunkte innerhalb einer Schicht befinden, deren Dicke etwa 25 % der Gesamtdicke des Körpers beträgt. Der Strahl hoher Leistungsdichte wird somit derart fokussiert, daß die Wirkvolumina im oberen Viertel des zu behandelnden Körpers ausgebildet werden, wobei die Oberfläche des Körpers nicht verletzt wird.

[0011] Jeder Innengravurpunkt wird vorzugsweise mit einem Durchmesser ausgebildet, der etwa gleich dem Abstand einander benachbarter Gravurpunkte ist. Ein zu enges Anordnen einander benachbarter Innengravurpunkte würde zu einer Schwächung des gravierten Materials führen, die insbesondere bei einer Vorspannung zum Zerbrechen des Materials führen könnte. Dann würde nämlich eine lokale Zerstörung bei Auftreten von Zugspannungen weiter reißen und der Körper zerstört werden. Der Durchmesser eines Innengravurpunktes beträgt beispielsweise 100 bis 300 μm.

[0012] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können nach einer Weiterbildung der Erfindung wenigstens drei Innengravurpunkte dreidimensional zueinander angeordnet werden. Es ist somit möglich, neben zweidimensionalen auch dreidimensionale Innengravuren in einem flachen Körper auszubilden. Dabei ist darauf zu achten, daß sich sämtliche Innengravurpunkte einer dreidimensionalen Kennzeichnung innerhalb des Abschnittes befinden, der unter Druckspannungen steht.

[0013] Jeder Innengravurpunkt ist bei einer zweidimensionalen oder bei einer dreidimensionalen Innengravur unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers angeordnet. Bei zweidimensionalen Innengravuren ist vorzugsweise vorgesehen, daß jeder Innengravurpunkt in gleichem Abstand zur Oberfläche unterhalb der Oberflä-

che des flachen Körpers ausgebildet wird. Durch die Einstellung dieses gleichen Abstandes wird vorteilhaft vermieden, daß Innengravurpunkte innerhalb des Kernbereiches des flachen Körpers ausgebildet werden.

[0014] Vorrichtungsseitig ist die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung eine Meßeinrichtung zum Messen des Abstandes zwischen der Fokussieroptik und der Oberfläche des flachen Körpers aufweist.

[0015] Bei dem Einbringen einer Innengravur in einen flachen Körper ist es erforderlich, daß die Wirkvolumina, aus denen die Innengravurpunkte gebildet werden, in den Abschnitt der Druckspannung eingebracht werden. Dieser Abschnitt weist bei flachen Körpern, beispielsweise bei Flachglas, eine geringe Höhe von ca. ein Viertel der Dikke auf. Dadurch ist es erforderlich, den in diesem Abschnitt fokussierten Strahl hoher Leistungsdichte auch dann exakt in diesem Abschnitt zu halten, wenn die Oberfläche des flachen Körpers nicht plan ist. Um dieses Halten zu gewährleisten, ist die Meßeinrichtung zum Messen des Abstandes zwischen der Fokussieroptik und der Oberfläche des flachen Körpers vorgesehen. Mit dieser kann der Abstand zwischen der Fokussieroptik und der Oberfläche exakt gemessen werden und es kann bei Bedarf eine Korrektur des Abstandes erfolgen.

[0016] Korrekturen sind insbesondere dann notwendig, wenn die Oberfläche des flachen Körpers wesentlich von einer planen Oberfläche abweicht. Aufgrund einer Ausstattung von insbesondere Flachgläsern mit häufig großen Abmessungen und in Relation dazu kleiner Dikken treten Wölbungen und Biegungen des flachen Körpers insgesamt auf, die sich auf den Abstand zwischen der Oberfläche dieses flachen Körpers und der Fokussieroptik auswirken. Dieses Auswirken ist insbesondere dann zu beachten, wenn mehrere Innengravurpunkte ausgebildet werden und dabei der Strahl zu dem behandelnden flachen Körper relativ bewegt wird. Dieses Bewegen kann durch ein Bewegen der Fokussieroptik oder durch ein Bewegen des zu behandelnden flachen Körpers mit der Haltevorrichtung, z. B. mit einem Haltetisch, oder durch Bewegungen beider Baueinheiten zueinander erfolgen. Während des Einbringens der Innengravurpunkte wird der Abstand zwischen der Oberfläche des flachen Körpers und der Fokussieroptik fortlaufend gemessen und es wird bei auftretenden Abweichungen z. B. aufgrund von Wölbungen und Biegungen der vorbestimmte Abstand sofort wieder eingestellt.

[0017] Dieses Einstellen kann durch eine Veränderung des Abstandes zwischen Körperoberfläche und Fokussieroptik erfolgen oder auch durch eine Veränderung der Brennweite der Fokussieroptik erfolgen.

[0018] Die Meßeinrichtung ist beispielsweise der Fokussieroptik zugeordnet. Sie kann dabei eine berührungslos messende Meßeinrichtung sein, vorzugsweise eine Laser-Meßeinrichtung. Neben Flachgläsern können auch flache Scheiben aus Kunststoffen behandelt werden.

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung, aus denen sich weitere erfinderische Merkmale ergeben, sind in der Zeichnung dargestellt. Die beiden Figuren der Zeichnung zeigen Vorrichtungen zum Einbringen wenigstens einer Innengravur in einen flachen Körper.

[0020] Mit jeder Vorrichtung wird ein flacher Körper 1, der etwa plattenförmig ausgebildet ist, mit einer bzw. mehreren Innengravuren 2 versehen. Jede Innengravur 2 besteht aus mehreren jeweils voneinander separaten Innengravurpunkten, die in den gezeigten Ausführungsbeispielen etwa entlang einer Linie innerhalb des flachen Körpers 1 ausgebildet werden.

[0021] Zum Einbringen der Innengravur 2 in den flachen Körper 1 dient ein Strahl 3 hoher Energiedichte (Fig. 1) bzw. ein über Galvanometerspiegel abgelenkter Strahl 3 hoher Energiedichte (Fig. 2). Jeder Strahl 3 ist ein Laserstrahl und wird in einer schematisch dargestellten Laserstrahlquelle 4 erzeugt und über einen oder gegebenenfalls mehrere Umlenkspiegel 5 in Richtung des flachen Körpers 1 gelenkt. Im Lichtgang des Strahls 3 ist eine Stelleinrichtung 6 zur Veränderung der Brennweite des Strahls 3 angeordnet.

[0022] Bei der Vorrichtung nach Fig. 2 ist die Galvanospiegel-Anordnung 7 nachfolgend zur Stelleinrichtung 6 zur Veränderung der Brennweite angeordnet.

[0023] Vor Auftreffen des Strahls 3 auf den flachen Körper 1 wird der Strahl 3 durch eine Fokussieroptik 8 geführt. Mit dieser erfolgt ein Fokussieren des Strahls 3 derart, daß er in einem Bereich unmittelbar unterhalb der Oberfläche 9 des flachen Körpers fokussiert ist. Die Fokussieroptik 8 ist beispielsweise als Planfeldobjektiv (f-theta-Optik) oder als telezentrische Optik ausgebildet.

[0024] Jede der Vorrichtungen weist darüber hinaus eine Meßeinrichtung 10 auf, die der jeweiligen Fokussieroptik 8 zugeordnet ist. Mit dieser Meßeinrichtung 10 ist der Abstand z zwischen der Fokussieroptik 8 und der dieser zugekehrten Oberfläche 9 des flachen Körpers 1 fortlaufend meßbar. Die Meßeinrichtung 10 arbeitet vorzugsweise berührungslos.

[0025] Der flache Körper 1 ist jeweils auf einem nicht weiter dargestellten Tisch angeordnet. Mit den Pfeilen x und y ist dargestellt, daß der Körper 1 mit dem Tisch in einer horizontalen Ebene frei bewegbar ist. Zudem kann die Fokussieroptik 8 bezüglich der Oberfläche 9 des flachen Körpers 1 in Richtung des mit z gekennzeichneten Pfeils veränderlich angeordnet sein. Auch die Fokussieroptik 8 kann in einer zur Ebene des Tisches parallelen Ebene entsprechend den Pfeilen x und y frei bewegbar sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbringen wenigstens einer Innengravur in einen flachen Körper insbesondere aus transparentem Material, vorzugsweise in ein Flachglas, der eine mechanische Vorspannung aufweist bzw. der nachfolgend eine mechanische Vorspannung erhält,

dadurch gekennzeichnet,
daß für das Einbringen zumindestens ein Strahl (3) hoher Leistungsdichte verwendet wird, der in einem Wirkvolumen unmittelbar unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers (1) fokussiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Strahl (3) hoher Leistungsdichte in einer Schicht unterhalb der Oberfläche des flachen Körpers (1) fokussiert wird, wobei die Dicke dieser Schicht etwa 25 % der Gesamtdicke des Körpers (1) beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Innengravur (2) aus mehreren, voneinander jeweils separaten Innengravurpunkten gebildet wird, wobei jeder Innengravurpunkt aus einem Wirkvolumen ausgebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Innengravurpunkt mit einem Durchmesser ausgebildet wird, der etwa gleich dem Abstand einander benachbarter Gravurpunkte ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens drei Innengravurpunkte dreidimensional zueinander angeordnet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Innengravurpunkt unterhalb der Oberfläche (9) des flachen Körpers (1) in gleichem Abstand zu dieser Oberfläche (9) ausgebildet wird.

7. Vorrichtung zum Einbringen wenigstens einer Innengravur in einen flachen Körper insbesondere aus transparentem Material, vorzugsweise in ein Flachglas, der eine mechanische Vorspannung aufweist bzw. der nachfolgend eine mechanische Vorspannung erhält, umfassend wenigstens eine Strahlenquelle zum Erzeugen des Strahls hoher Leistungsdichte, eine Fokussieroptik zum Fokussieren des Strahls und eine Haltevorrichtung für den flachen Körper, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie eine Meßeinrichtung (10) zum Messen des Abstandes zwischen der Fokussieroptik (8) und der Oberfläche (9) des flachen Körpers (1) aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßeinrichtung (10) der Fokussieroptik (8) zugeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßeinrichtung (10) eine berührungslos messende Meßeinrichtung (10), vorzugsweise eine Laser-Meßeinrichtung (10), ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strahlenquelle eine Laserstrahlquelle (4) ist.

Claims

1. A process for introducing at least one internal engraving into a flat body consisting, in particular, of transparent material, preferably into a sheet glass, which exhibits a mechanical prestress or which is subsequently given a mechanical prestress,
characterised in that
for the purpose of introducing the engraving, use is made of at least one beam (3) of high power density which is focused in a working volume immediately below the surface of the flat body (1).

2. Process according to Claim 1, **characterised in that** the beam (3) of high power density is focused in a layer below the surface of the flat body (1), the thickness of this layer amounting to approximately 25% of the total thickness of the body (1).

3. Process according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the internal engraving (2) is formed from several internal-engraving points which are separate from one another, each internal-engraving point being formed from a working volume.

4. Process according to Claim 3, **characterised in that** each internal-engraving point is formed with a diameter that is approximately equal to the spacing of adjacent engraving points.

5. Process according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least three internal-engraving points are arranged three-dimensionally in relation to one another.

6. Process according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** each internal-engraving point is formed below the surface (9) of the flat body (1) at an equal spacing from this surface (9).

7. An apparatus for introducing at least one internal engraving into a flat body consisting, in particular, of transparent material, preferably into a sheet glass, which exhibits a mechanical prestress or which is subsequently given a mechanical prestress, comprising at least one source of radiation for generating the beam of high power density, focusing optics for focusing the beam, and a holding apparatus for the flat body, in particular for the purpose of implementing the process according to one of Claims 1 to 6,
characterised in that

said apparatus exhibits a measuring device (10) for measuring the spacing between the focusing optics (8) and the surface (9) of the flat body (1).

8. Apparatus according to Claim 7, **characterised in that** the measuring device (10) is assigned to the focusing optics (8).

9. Apparatus according to Claim 7 or 8, **characterised in that** the measuring device (10) is a measuring device (10) that measures in non-contacting manner, preferably a laser measuring device (10).

10. Apparatus according to one of Claims 7 to 9, **characterised in that** the source of radiation is a laser-beam source (4).

Revendications

1. Procédé de réalisation d'une gravure intérieure au moins dans un corps plat, en particulier en une matière transparente, de préférence dans un verre plat, lequel corps plat présente une précontrainte mécanique ou reçoit ultérieurement une précontrainte mécanique,
caractérisé en ce que
un faisceau (3) d'une puissance volumique élevée est employé pour la réalisation, faisceau qui est mis au point dans un volume efficace immédiatement au-dessous de la surface du corps plat (1).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le faisceau (3) de puissance volumique élevée est mis au point dans une couche au-dessous de la surface du corps plat (1), l'épaisseur de ladite couche correspondant à 25 % environ de l'épaisseur totale du corps (1).

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la gravure intérieure (2) est formée par plusieurs points de gravure intérieure respectivement séparés les uns des autres, chaque point de gravure intérieure étant conçu à partir d'un volume efficace.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** chaque point de gravure intérieure est conçu avec un diamètre qui est à peu près égal à la distance entre des points de gravure voisins.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins trois points de gravure intérieure sont disposés de manière tridimensionnelle les uns par rapport aux autres.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque point de gravure intérieure est conçu au-dessous de la surface (9) du corps plat (1) à distance égale par rapport à ladite surface (9).

7. Dispositif de réalisation d'une gravure intérieure au moins dans un corps plat, en particulier en une matière transparente, de préférence en un verre plat, lequel corps plat présente une précontrainte mécanique ou reçoit ultérieurement une précontrainte mécanique, comprenant au moins une source de faisceau pour la production du faisceau de puissance volumique élevée, une optique de mise au point pour la mise au point du faisceau et un dispositif de maintien pour le corps plat, en particulier pour la réalisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**
il présente un dispositif de mesure (10) pour mesurer la distance entre l'optique de mise au point (8) et la surface (9) du corps plat (1).

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure (10) est associé à l'optique de mise au point (8).

9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure (10) est un dispositif de mesure sans contact (10), de préférence un dispositif de mesure au laser (10).

10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** la source de faisceau est une source de faisceau laser.

Fig.1

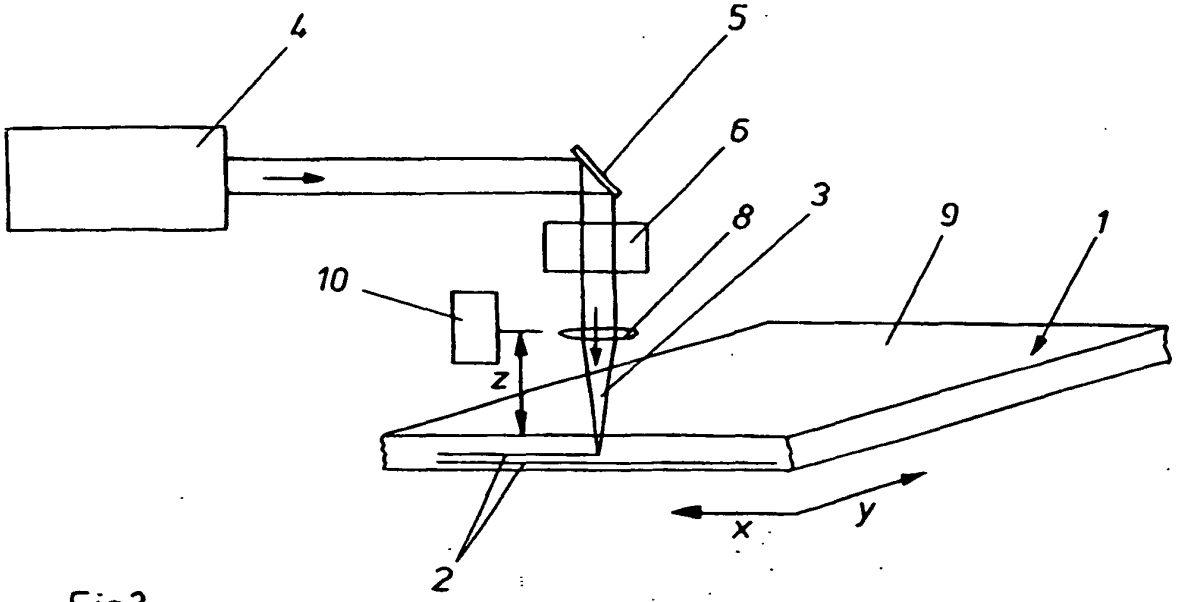


Fig.2

