



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 051 365 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.06.2002 Patentblatt 2002/23

(51) Int Cl.7: **C03C 23/00**, B41M 5/26,
B01J 19/12

(21) Anmeldenummer: **99964365.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/03719

(22) Anmeldetag: **23.11.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/32531 (08.06.2000 Gazette 2000/23)

(54) **VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG EINER MARKIERUNG IN EINEM GLASKÖRPER**

METHOD FOR MAKING A MARKING IN A GLASS BODY

PROCEDE POUR PRODUIRE UNE MARQUE DANS UN CORPS EN VERRE

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

(74) Vertreter: **Braun, Dieter, Dipl.-Ing. et al**
Hagemann, Braun & Held
Patentanwälte,
Hildesheimer Strasse 133
30173 Hannover (DE)

(30) Priorität: **02.12.1998 DE 19855623**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.11.2000 Patentblatt 2000/46

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 126 626

(73) Patentinhaber: **LPKF Laser & Electronics AG**
D-30827 Garbsen/OT Berenbostel (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no. 09, 30. September 1997 (1997-09-30) & JP 09 122940 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD), 13. Mai 1997 (1997-05-13)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1999, no. 09, 30. Juli 1999 (1999-07-30) & JP 11 119439 A (HITACHI LTD), 30. April 1999 (1999-04-30)

(72) Erfinder:

- **KICKELHAIN, Jörg**
D-31535 Neustadt (DE)
- **KUSNEZOW, Gennadij**
D-30853 Langenhagen (DE)
- **BIERE, Dieter**
D-32108 Bad Salzuflen (DE)

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 1 051 365 B1

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer unter der Oberfläche liegenden Markierung in einem Körper aus Glas, das eine Transmissionskurve mit einem Plateaubereich bei Wellenlängen, die größer als die von Röntgenstrahlen sind, aufweist, wobei auf eine Oberfläche des Körpers ein Laserstrahl gerichtet wird, der den Körper bis zu der vorbestimmten Tiefe der Markierung zu durchdringen vermag und ferner an dem vorbestimmten Ort der Markierung innerhalb des Glases fokussiert wird und eine solche Leistungsdichte aufweist, daß an dem Ort eine Markierung in Form einer sich durch eine verringerte Durchlässigkeit für elektromagnetische Strahlung auszeichnenden Materialveränderung entsteht, im wesentlichen ohne daß an der Oberfläche des Körpers eine irgendwie feststellbare Veränderung eintritt.

[0002] Aus der EP 0 543 899 B1 ist ein Verfahren zur Erzeugung einer Markierung in einem Glaskörper gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Bei diesem Verfahren wird Laserstrahlung mit einer solchen Energiedichte verwendet, daß an dem Fokus, also dort, wo die Markierung vorgenommen werden soll, die Energiedichte ausreicht, um bleibende Veränderungen innerhalb des Körpers, der aus Glas oder auch aus einem anderen Material bestehen kann, bewirkt werden. Dabei wird es als vorteilhaft beschrieben, wenn die Energiedichte am Fokus der Laserstrahlen wenigstens 10 J/cm² beträgt, da dies etwa die Schwelle für das Auftreten lokalisierter Ionisierung der Glasmoleküle ist. Gemäß dem bekannten Verfahren wird dazu Laserstrahlung mit einer Wellenlänge von 1,06 µm verwendet.

[0003] Nachteilig dabei ist, daß bei dieser im Infrarotbereich liegenden Wellenlänge der zugehörige Transmissionsgrad für Glas in dem Plateaubereich der Transmissionskurve des Glases liegt. Das bedeutet, daß bei dieser Wellenlänge die Transmission der Laserstrahlen durch den Glaskörper hindurch bei linearem Absorptionsverhalten annähernd maximal ist. Damit die gewünschte Veränderung des Glases im Fokusbereich des Laserstrahls - also das gewünschte nichtlineare Absorptionsverhalten - auftritt, muß wie oben dargelegt eine bestimmte Energiedichteschwelle überschritten werden. Diese Energiedichteschwelle ist jedoch, wenn die Laserstrahlung im Infrarotbereich liegt, sehr scharf, so daß ein abrupter Übergang von linearer Absorption hin zu der die Markierung bewirkenden nichtlinearen Absorption stattfindet. Hierin könnte die Tatsache begründet sein, daß bei dem bekannten Verfahren eine Veränderung des Glases über den eigentlichen Fokusbereich der Laserstrahlung hinaus stattfindet, was damit zusammenhängt, daß diese durch eine lokale Aufschmelzung des Glases erklärbare, bläschenartige Veränderung schlagartig, quasi explosionsartig, eintritt. Daraus resultiert die Notwendigkeit, daß die Markierung, die durch eine Aneinanderreihung dieser Markierungspunkte erzeugt wird, einen gewissen Mindestabstand von der

Oberfläche des Glaskörpers aufweisen muß, da sich die Markierungspunkte sonst von ihrem unterhalb der Oberfläche des Glaskörpers liegenden Zentrum bis zur Oberfläche erstrecken und dadurch ein Zerspringen des Glases an der Oberfläche hervorrufen. Bei dem bekannten Verfahren beträgt der Mindestabstand einer Markierung in einem Glaskörper von der Oberfläche etwa 1 mm, so daß der Glaskörper zur Vermeidung von Bruchgefahr insgesamt eine Dicke von mindestens 3 mm besitzen muß.

[0004] Weiterhin ist ein gattungsgemäßes Verfahren im Laser Magazin 1/95, Seiten 16 ff beschrieben worden. Dieses Verfahren, bei dem ebenfalls Laserstrahlen mit im Plateaubereich der Transmissionskurve des bearbeiteten Glases liegendem Transmissionsgrad verwendet wurden, zeigte bei Quarzglas in bezug auf die Ausdehnung des Aufschmelzungsbereiches die besten Ergebnisse, wobei ca. 100 µm erreicht wurden. Bei Verwendung anderer Prozeßparameter betrug die Ausdehnung des Aufschmelzungsbereiches auch mehrere Hundert Mikrometer. Dieses Verfahren weist somit grundsätzlich dieselben Nachteile wie das oben beschriebene bekannte Verfahren auf.

[0005] Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem die einzelnen, zusammen die Markierung ausmachenden Markierungspunkte mit einem sehr kleinen minimalen Durchmesser erzeugt werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Dadurch, daß eine Wellenlänge des Laserlichtes verwendet wird, bei der das Glas teildurchlässig ist und die kleiner als alle dem Plateaubereich entsprechenden Wellenlängen des Laserlichtes ist, ist erreicht, daß die Ausdehnung der Markierungspunkte im Glaskörper sehr gering gehalten werden kann. Dieser Effekt wurde überraschenderweise festgestellt. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, daß bei Wellenlängen, die einem Transmissionsgrad unterhalb des Plateauniveaus entsprechen, der Übergang von im wesentlichen linearer Absorption hin zu Absorption mit einem beträchtlichen Anteil nichtlinearer Absorption "weicher" ist, d. h. ein Energiedichtenbereich besteht, in dem der Anteil nichtlinearer Absorption allmählich zunimmt. Denn es wurde experimentell gefunden, daß erfindungsgemäß die Ausdehnung des Markierungspunktes durch entsprechende Einstellung der Energiedichte im Fokusbereich sehr gut kontrolliert werden kann und damit verbunden somit auch Glaskörper einer Dicke von nur 1 mm mit einer im Inneren liegenden Markierung versehen werden können.

[0007] Darüber hinaus weist das erfindungsgemäße Verfahren zur Glasinnenstrukturierung gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil auf, daß die Laserstrahlung aufgrund der geringeren verwendeten Wellenlängen besser fokussierbar ist und damit zusätzlich günstige Bedingungen geschaffen sind, die Ausdehnung des Fokus möglichst gering zu halten.

[0008] Vorzugsweise wird eine Wellenlänge für die Laserstrahlung gewählt, bei der der Transmissionsgrad 60 bis 95 % des Plateauniveaus beträgt.

[0009] Ferner ist im Rahmen der Erfindung vorzugsweise vorgesehen, daß die Laserstrahlung mittels eines Nd-YAG-Lasers erzeugt wird, wobei beispielsweise die dritte Harmonische oder auch die vierte Harmonische verwendet wird.

[0010] In der Regel wird die Wellenlänge im UV-Bereich liegen. Wichtig ist natürlich, daß die Wellenlänge so groß gewählt ist, daß eine Teildurchlässigkeit des Glaskörpers gegeben ist, bei der genügend Strahlungsintensität am gewünschten Markierungsort vorhanden ist.

[0011] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei auf die Figur Bezug genommen wird.

[0012] Die einzige Figur zeigt schematisch eine typische Transmissionskurve einer üblichen Glasart.

[0013] Der Plateaubereich der Transmissionskurve ist ungefähr durch die Transmissionswerte gebildet, die bei den Wellenlängen größer λ_3 gegeben sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß Laserstrahlung verwendet wird, die in Abhängigkeit von dem jeweils gewählten Glas eine Wellenlänge aufweist, die kleiner als λ_3 ist, bei der jedoch die Transmission nicht vernachlässigbar gering ist, was in der Figur für die Wellenlängen größer λ_0 der Fall ist. Ein bevorzugter Wellenlängenbereich ist beispielsweise der Bereich $\lambda_1 \leq \lambda \leq \lambda_2$.

[0014] Die Erfindung kann beispielsweise folgendermaßen ausgeführt werden:

[0015] Gewöhnliches Glas BK 7 in Form eines Plättchens einer Dicke von 1 mm wird mit Laserstrahlen mit einer Wellenlänge von 355 nm unter Verwendung eines Nd-YAG-Lasers bestrahlt. Dies geschieht derart, daß der Laserstrahl mit den üblichen Mitteln innerhalb des Glasplättchens fokussiert wird, wobei der Fokus 0,5 mm unterhalb der Oberfläche des Glasplättchens liegt. Der Laser wird mit einer Repetitionsrate von 5 kHz betrieben. Die Pulsdauer beträgt 100 ns, die Leistungsdichte im Fokus ca. 500 MW/cm².

[0016] Dabei entstehen Markierungspunkte, die etwa einen Durchmesser von nur 20 µm aufweisen. Die Markierungspunkte werden mit einem Abstand von 5 µm aneinandergereiht, um durch Überlappung eine fast kontinuierliche Linie zu ergeben. Die hierbei verwendete Leistungsdichte im Fokus ist deutlich geringer als die bei den bekannten Verfahren erforderliche Leistungsdichte.

[0017] Im obigen Ausführungsbeispiel kann gegebenenfalls die Repetitionsrate auch bis zu 10 kHz betragen.

[0018] Zum Vergleich wurde unter denselben äußeren Prozeßbedingungen Quarzglas Suprasil 1 bearbeitet. Im Gegensatz zu dem Glas BK 7 liegt jedoch bei diesem Quarzglas der zu der Wellenlänge 355 nm gehörige Transmissionsgrad im Plateaubereich. Infolgedessen konnte bei dem Quarzglas nicht eine solch feine

Strukturierung wie bei dem Glas BK 7 erreicht werden. Vielmehr war die Ausdehnung der Markierungspunkte bei dem Quarzglas deutlich größer als bei dem Glas BK7.

[0019] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Markierungen können z.B. zu Kennzeichnungs- oder auch zu Verzierungszwecken vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer unter der Oberfläche liegenden Markierung in einem Körper aus Glas, das eine Transmissionskurve mit einem Plateaubereich bei Wellenlängen, die größer als die von Röntgenstrahlen sind, aufweist, wobei auf eine Oberfläche des Körpers ein Laserstrahl gerichtet wird, der den Körper bis zu der vorbestimmten Tiefe der Markierung zu durchdringen vermag und ferner an dem vorbestimmten Ort der Markierung innerhalb des Glases fokussiert wird und eine solche Leistungsdichte aufweist, daß an dem Ort eine Markierung in Form einer sich durch eine verringerte Durchlässigkeit für elektromagnetische Strahlung auszeichnenden Materialveränderung entsteht, im wesentlichen ohne daß an der Oberfläche des Körpers eine irgendwie feststellbare Veränderung eintritt, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Wellenlänge des Laserlichtes verwendet wird, bei der das Glas teildurchlässig ist und die kleiner als alle dem Plateaubereich entsprechenden Wellenlängen des Laserlichtes ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wellenlänge innerhalb eines Wellenlängenbereiches liegt, bei dem ein Transmissionsgrad von 60 bis 95 % des Plateauniveaus gegeben ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Laserstrahl mittels eines Nd-YAG-Lasers erzeugt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die dritte Harmonische verwendet wird.

Claims

1. A method for the generation of a marking lying under the surface in a body of glass, which has a transmission curve with a plateau region at wavelengths which are greater than x-rays, whereby a laser beam is directed onto the surface of the body, which is able to penetrate the body up to the determined depth of the marking and further is focussed at the

predetermined place of the marking and has such a power density that at the place of the marking a material change occurs in the form of a reduced conductivity for electromagnetic radiation, essentially without any perceptible change occurring on the surface of the body, **characterised in that** a wavelength of the laser light is used, at which the glass is partially conductive and which is smaller than all the wavelengths corresponding to the plateau region.

5

10

2. A method according to Claim 1, **characterised in that** the wavelength lies within a wavelength region, at which a transmission coefficient of 60 to 95% of the level of the plateau is obtained.

15

3. A method according to Claim 1 or Claim 2, **characterised in that** the laser beam is created by an Nd-YAG laser.

20

4. A method according to Claim 3, **characterised in that** the third harmonic is used.

Revendications

25

1. Procédé d'obtention d'un repère (marquage), situé au-dessous de la surface dans un corps en verre, qui présente une courbe de transmission ayant une zone formant plateau à des longueurs d'onde qui sont supérieures à celles des rayons X, procédé dans lequel un faisceau laser est dirigé sur une surface du corps de manière à pouvoir pénétrer dans le corps jusqu'à la profondeur prédéterminée du repère et est, en outre, focalisé à l'emplacement prédéterminé du repère à l'intérieur du verre, le faisceau présentant une densité de puissance telle que soit obtenu, à cet emplacement, un repère sous la forme d'une modification de la matière se caractérisant par une transparence réduite au rayonnement électromagnétique, sensiblement sans que n'ait lieu, à la surface du corps, et ce d'une façon ou d'une autre, une modification décelable, **caractérisé en ce que** l'on utilise une longueur d'onde de la lumière laser, à laquelle le verre est semi-transparent et qui est inférieure à toutes les longueurs d'onde de la lumière laser, correspondant à la zone formant plateau.

30

35

40

45

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la longueur d'onde est située dans une gamme de longueurs d'onde, pour laquelle on obtient un facteur de transmission de 60 à 95 % du niveau du plateau.

50

55

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le faisceau laser est produit au moyen d'un laser YAG dopé au néodyme.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on utilise le troisième harmonique.

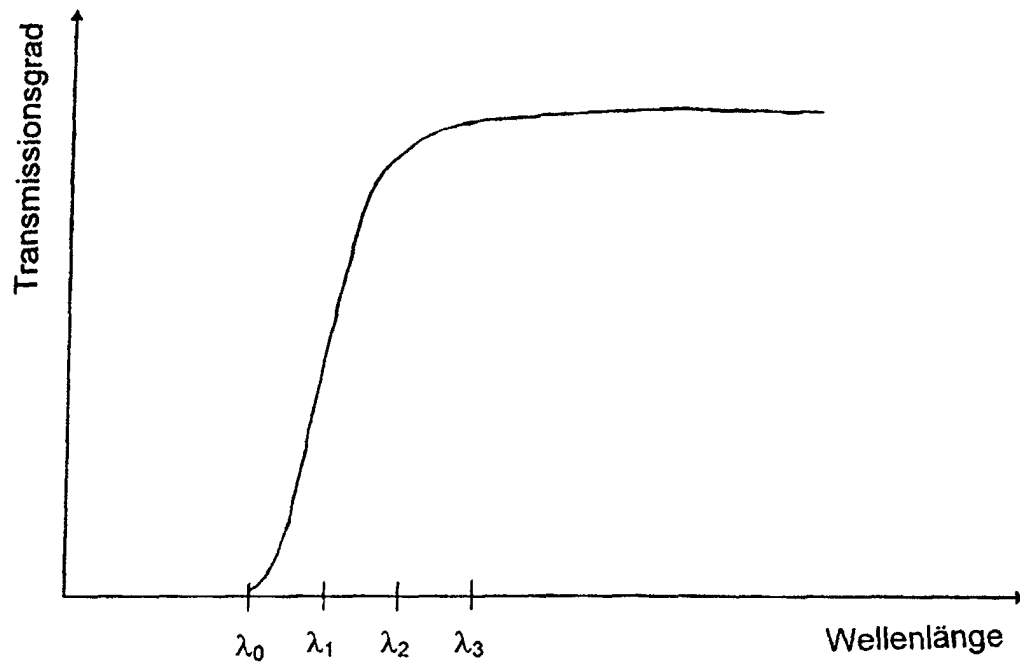


Fig.