(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
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/39920 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B23K 26/067, 26/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04097

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. November 2000 (21.11.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
60/167,921 29. November 1999 (29.11.1999) US

(71) Anmelder: **SIEMENS PRODUCTION AND LOGISTICS SYSTEMS AG** [DE/DE]; Gleiwitzer Strasse 555, 90475 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder: **HIGGINS, Leo**; 10603 Queensbury Cove, Austin, TX 78746 (US). **MAYER, Hans, Jürgen**; Gartenfeldstrasse 9 a, 68519 Viernheim (DE). **ROELANTS, Eddy**; Karel de Stoutelaan 139 a, B-8000 Brügge (BE). **SCHREINER, Alex**; Foxfire Drive, Austin, TX 78746 (US). **WIGGERMANN, Udo**; Rue du Rothbach, F-67500 Marienthal (FR).

(74) Anwalt: **ZEDLITZ, Peter**; Postfach 22 13 17, 80503 München (DE).

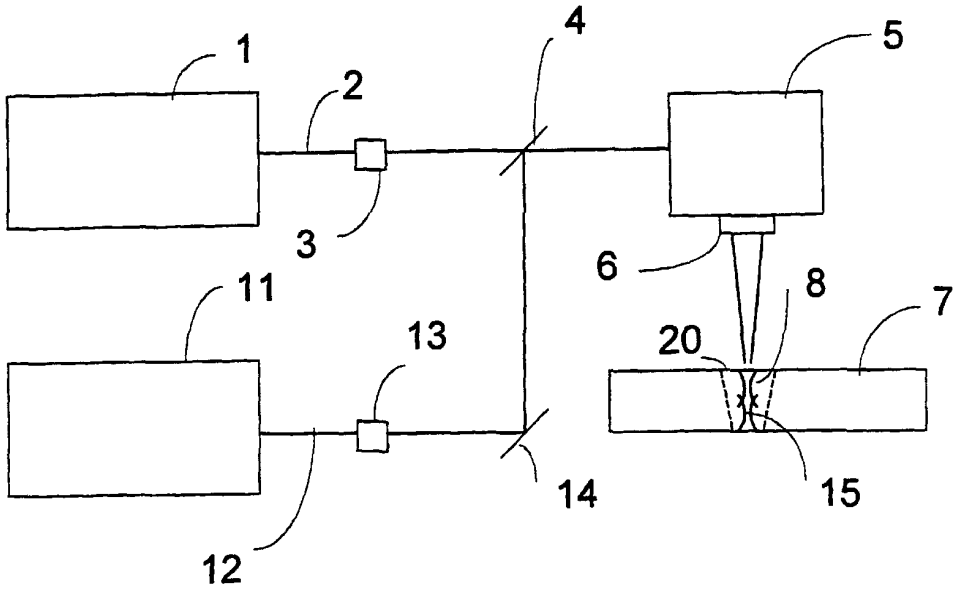
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CN, JP, KR, SG.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE FOR PROCESSING SUBSTRATES AND METHOD THEREFOR WHICH ENTAILS THE USE OF SUCH A DEVICE

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUM BEARBEITEN VON SUBSTRATEN UND VERFAHREN UNTER VERWENDUNG EINER SOLCHEN VORRICHTUNG



(57) **Abstract:** When focussing a laser beam (2) onto a substrate (7) for processing the substrate, the depth of field range (8), in which it is possible to work with the minimum amount of space, is predetermined by the optical units such as beam expanders (3), a deflecting unit (5) and an optical imaging device (6). In the case of thick substrates, in particular, it is difficult to bore fine holes. According to the invention, a second layer beam (12) is provided, which is expanded by a second beam expander (13), and is focussed onto the substrate (7) by the deflecting unit (5) and by the optical imaging device. The position and the length of the second depth of field range (15) can be varied by selecting the enlargement of the second beam expander (13) or by misalignment. By using both laser beams in succession, fine holes can also be bored into thick substrates (7).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/39920 A1

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

— *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei der Fokussierung eines Laserstrahls (2) auf ein Substrat (7) zur Substratbearbeitung ist durch die optischen Geräte wie Strahlaufweiter (3), Ablenkeinheit (5) und optische Abbildungsvorrichtung (6) der Tiefenschärfebereich (8) vorgegeben, in dem mit der minimalen Fleckweite gearbeitet werden kann. Vor allem bei dicken Substraten ist es dadurch schwierig, dünne Löcher zu bohren.Erfindungsgemäß ist ein zweiter Laserstrahl (12) vorgesehen, der über einen zweiten Strahlaufweiter (13) aufgeweitet wird und über die Ablenkeinheit (5) und die optische Abbildungsvorrichtung ebenfalls auf das Substrat (7) fokussiert wird. Durch Wahl der Vergrößerung des zweiten Strahlaufweiters (13) bzw. durch Dejustage läßt sich die Position und die Länge des zweiten Tiefenschärfebereichs (15) variieren. Durch Hintereinanderanwenden beider Laserstrahlen lassen sich dünne Löcher auch in dicke Substrate (7) bohren.

Beschreibung

Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten und Verfahren unter Verwendung einer solchen Vorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf ein Verfahren unter Verwendung einer solchen Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

Beim Bearbeiten von Substraten mittels Laserstrahlen, beispielsweise dem Strukturieren von metallisierten Substratoberflächen oder dem Bohren von Kontaktierungslöchern in Mehrlagensubstraten, werden in der Regel Standardlaser wie Nd:YAG-, Nd:YVO_4-, CO_2-, Argonionen- oder andere an sich bekannte Laser eingesetzt. Die Ausgangsstrahlen dieser Laser werden über einen Strahlaufweiter, eine Ablenkeinheit und eine optische Abbildungsvorrichtung, meistens eine f-theta-Linse mit einer Brennweite zwischen 150 mm und 50 mm auf das zu bearbeitende Substrat abgebildet.

Um eine möglichst große Energiedichte und eine hohe Auflösung beim Bearbeiten des Substrats zu erzielen, wird die Energie des Lasers dabei auf eine möglichst geringe Fläche, die sogenannte minimale Fleckweite (engl.:"spot size") fokussiert, die aufgrund des vom Strahlaufweiter als paralleles Strahlenbündel auf die optische Abbildungseinrichtung einfallenden Laserstrahls in der Brennebene der optischen Abbildungsvorrichtung zu finden ist. Vor und hinter der Brennebene ist die Fleckweite des Lasers größer und daher wird dort nur eine geringere Energiedichte erzielt. Der Abstand zwischen den Positionen vor und hinter der Brennebene der beiden Fleckweiten, die gerade noch für die Bearbeitung als ausreichend angesehen werden, wird im folgenden als Tiefenschärfe bezeichnet. Die Tiefenschärfe ergibt sich in bekannter Weise als Funktion der Wellenlänge des Laserlichtes, der Strahlaufweitung und der Brennweite der f-Theta-Linse. In den meisten Anwendungsfällen

variiert die Tiefenschärfe zwischen 1 und 5 mm bei einer Wellenlänge von 1064 nm und zwischen 0,1 und 1 mm bei einer Wellenlänge von 266 nm.

Bei der Durchbohrung von Substraten mit einer Dicke in der Größenordnung der Tiefenschärfe tritt nun das Problem auf, daß aufgrund der Verbreiterung der Fleckweite am Rand des Tiefenschärfebereichs das Loch nicht zylinderförmig, sondern stark konisch ausgeprägt ist, wobei die Konizität des Loches nicht eingestellt werden kann, da sie durch das verwendete Lasersystem vorgegeben ist.

Zur Veränderung des nutzbaren Tiefenschärfebereichs sind verschiedene Verfahren bekannt. Zum einen könnte eine längere Wellenlänge verwendet werden, allerdings treten dabei - abhängig vom Material des Substrats - teilweise zerstörerische und damit unerwünschte thermische Effekte auf. Eine andere Möglichkeit besteht in einer kleineren Strahlaufweitung vor der optischen Abbildungsvorrichtung, die zu einer größeren Tiefenschärfe aber auch zu einer größeren Fleckweite führt, die bei feinsten Strukturen bzw. Löchern nicht fein genug ist. Drittens bleibt die Verschiebung des Substrats in Richtung des Laserstrahls während des Strukturier- bzw. Bohrvorgangs, um so im Bereich der Tiefenschärfe zu bleiben. Allerdings sind die dafür notwendigen mechanischen Vorkehrungen zu langsam, um zu einem möglichst großen Durchsatz (beispielsweise mehr als 100 gebohrte Löcher pro Sekunde) zu gelangen.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung eine flexible, wenig aufwendige Vorrichtung zum Bohren von unterschiedlichen Substraten sowie ein Verfahren zur Verwendung einer solchen Vorrichtung anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren der eingangs

genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 7.

Durch die erfindungsgemäße Lösung sind zumindest zwei unterschiedliche Tiefenschärfebereiche sichergestellt, die für die Bearbeitung von unterschiedlichen Substraten herangezogen werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform nach Anspruch 2 sind die beiden Laserquellen identisch aufgebaut, wodurch die beiden Laserstrahlen die gleiche Wellenlänge aufweisen und die Ablenkeinheit und die optische Abbildungseinrichtung nur auf diese gemeinsame Wellenlänge auszulegen sind.

Die unterschiedliche Vergrößerung der Strahlaufweiter nach Anspruch 3 führt zu zwei unterschiedlichem Tiefenschärfebereichen, die sich beispielsweise zum Erzielen unterschiedlich konischer Löcher verwenden lassen.

In der vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung nach Anspruch 4 und dem angepaßten Verfahren nach Anspruch 7 wird der zweite Strahlaufweiter dejustiert, wodurch sich die Position des minimalen Flecks des zweiten Laserstrahls gegenüber dem des ersten Laserstrahls verschiebt. Dadurch lassen sich dünne Löcher durch dicke Substrate bohren, da die Divergenz des Strahles außerhalb des Tiefenschärfebereichs keine Rolle spielt.

Durch die variable Dejustierung des zweiten Strahlaufweiters gemäß Anspruch 5 läßt sich in vorteilhafter Weise die Vorrichtung an unterschiedlich dicke Substrate anpassen.

Durch die Verwendung von unterschiedlichen Wellenlängen gemäß Anspruch 8 lassen sich vor allem Mehrschichtsubstrate mit an die jeweiligen Schichten angepaßten Wellenlängen bearbeiten.

Eine zusätzliche Flexibilität des Verfahrens wird gemäß Anspruch 9 durch die Verwendung von gepulsten Laserstrahlen erzielt, wobei die Pulswiederholrate bzw. die Pulsenergien für die beiden Laser unterschiedlich eingestellt wird.

Anhand der Figuren der Zeichnung wird die Erfindung in einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Dabei zeigen
Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
Figur 2 einen Querschnitt durch ein Substrat mit mittels des ersten Laserstrahls gebohrten Sacklöchern,
Figur 3 einen Querschnitt durch ein Substrat, dessen Sacklöcher ausgehend von Figur 2 mit dem ersten Laserstrahl weitergebohrt bzw. mit einem zweiten Laserstrahl weitergebohrt wurden,
Figur 4a einen Strahlengang für den ersten Laserstrahl,
Figur 4b einen Strahlengang für den zweiten Laserstrahl mit dejustiertem zweiten Strahlaufweiter und
Figur 4c einen Strahlengang für den zweiten Laserstrahl mit einem zweiten Strahlaufweiter mit anderem Vergrößerungsfaktor.

In Figur 1 ist in einer schematischen Seitenansicht eine erfindungsgemäße Vorrichtung gezeigt. Dabei erzeugt eine erste Laserquelle 1 (beispielsweise ein Festkörperlaser wie Nd:YAG oder Nd:YVO_4, oder ein Gaslaser wie CO_2- oder Argonionen-Laser oder auch ein anderer geeigneter Laser) einen ersten Laserstrahl 2. Dieser erste Laserstrahl 2 wird mittels eines ersten Strahlaufweiters 3 aufgeweitet. In Figur 4a ist der erste Strahlaufweiter 3 im Strahlengang des ersten Laserstrahls 2 näher dargestellt. Der Strahlaufweiter umfaßt dabei eine erste Linse 24 und eine zweite Linse 25 und ist prinzipiell wie ein Kepler-Fernrohr aufgebaut, d.h. die Brennpunkte (f1: Brennweite der ersten Linse, f2: Brennweite der zweiten Linse) fallen zusammen. Fällt nun ein dünnes Strahlenbündel

26 paralleler Lichtstrahlen zunächst durch die erste Linse 24 mit kleiner Brennweite f1 und anschließend durch die zweite Linse 25 mit größerer Brennweite f2, so hat das Strahlenbündel 27 danach einen größeren Durchmesser, was durch den Vergrößerungsfaktor des Strahlaufweiters 3 angegeben ist.

Anschließend gelangt der erste Laserstrahl 2 durch einen teildurchlässigen Spiegel 4 zu einer Ablenkeinheit 5, die den ersten Laserstrahl 2 durch eine fokussierende Optik als optische Abbildungseinrichtung 6 auf das zu bearbeitende Substrat 7 fokussiert. Das Loch 20 wird dabei in der Regel durch eine spiral- oder kreisförmige Bewegung des Laserstrahls 2 über die Oberfläche des Substrats 7 erzeugt. Durch die Fokussierung wird der erste Laserstrahl 2 in der Ebene des Substrats bis auf eine minimale Fleckweite 9 fokussiert, wobei die vertikale Position 10 dieser minimalen Fleckweite 9 durch die Brennweite f3 der optischen Abbildungseinrichtung 6 gegeben ist. Als optische Abbildungseinrichtung 6 wird dabei eine sogenannte f-Theta-Linse eingesetzt, das heißt eine Linse, bei der die Ablenkung in der Substratebene proportional zum Winkel ist, um den der Laserstrahl 2 durch die Ablenkeinheit 5 abgelenkt wird. In Abhängigkeit von dem Durchmesser des Strahlenbündels, der verwendeten Wellenlänge des Laserstrahls 2 sowie der Brennweite der optischen Abbildungseinrichtung 6 ergibt sich ein erster Tiefenschärfebereich 8, der in den Figuren 1 und 4a schematisch skizziert ist. Außerhalb der Brennebene der optischen Abbildungseinrichtung 6 weitet sich der Fleck auf und damit wird der Durchmesser des gebohrten Lochs größer bzw. kann nicht mehr so fein strukturiert werden, wie mit der minimalen Fleckweite 9.

Erfindungsgemäß ist nun eine zweite Laserquelle 11 vorgesehen, die einen zweiten Laserstrahl 12 erzeugt. Dieser zweite Laserstrahl wird über einen zweiten Strahlaufweiter 13 aufgeweitet und über einen Spiegel 14 und den teildurchlässigen Spiegel 4 in den Strahlengang des ersten Laserstrahls 2 ein-

gekoppelt und gelangt so über die Ablenkeinheit 5 und die optische Abbildungseinrichtung 6 ebenfalls fokussiert auf das Substrat. Der teildurchlässige Spiegel 4 ist dabei für den ersten Laserstrahl 2 transparent und für den zweiten Laserstrahl 12 reflektierend ausgebildet.

Wie in Figur 4b dargestellt, wird der zweite Strahlaufweiter dabei so gewählt, daß der Tiefenschärfebereich 15 des zweiten Laserstrahls 12 in einer anderen Position 17 auftritt als der Tiefenschärfebereich 8 des ersten Laserstrahls. Eine solche Änderung der Position des Tiefenschärfebereichs läßt sich bei ansonsten identisch aufgebauten Laserquellen 1,11 beispielsweise dadurch erzielen, daß der zweite Strahlaufweiter 13 leicht dejustiert wird (die Entfernung der beiden Linsen 24,25 zueinander wird verändert), so daß das aus diesem Strahlaufweiter 13 austretende Strahlenbündel 28 nicht parallele Strahlen, sondern leicht divergierende bzw. konvergierende Strahlen beinhaltet. Die optische Abbildungsvorrichtung 6 bildet ein solches divergierendes bzw. konvergierendes Strahlenbündel 28 dann in einer Ebene hinter bzw. vor der Brennebene ab. Wird die Dejustage der beiden Linsen (24,25) zueinander variabel ausgebildet, so läßt sich der Tiefenschärfebereich (8,15) entsprechend verändern und auf den gewünschten Bearbeitungsprozeß optimal einstellen.

Durch einen veränderten Vergrößerungsfaktor des zweiten Strahlaufweiters 13 lassen sich ebenfalls unterschiedliche Tiefenschärfebereiche erzielen, wie in Figur 4c dargestellt ist. Ein größerer Vergrößerungsfaktor führt zu einem größeren Strahlquerschnitt des austretenden Strahlenbündels 29 und damit zu einer kleineren minimalen Fleckweite 16 und einem kleineren Tiefenschärfebereich 15. Durch einen ersten Strahlaufweiter 3 und einen zweiten Strahlaufweiter 13 mit unterschiedlichen Vergrößerungsfaktoren lassen sich somit beispielsweise Löcher mit unterschiedlich konischen Wänden bohren. Vor allem beim metallischen Beschichten von Löchern zum Erzielen von Durchkontaktierungen wird eine vorgegebene Koni-

zität gewünscht, um eine möglichst gut haftende Beschichtung zu erzielen.

In den Figuren 2 und 3 sind schematisch zwei Schritte eines Prozesses zum Bohren von Löchern in Substrate im Querschnitt dargestellt. Mit Hilfe des ersten Laserstrahls 2 werden dabei Sacklöcher 20 und 22 in das Substrat 7 bis zum Ende des Tiefenschärfebereichs des ersten Laserstrahls 2 gebohrt. Im zweiten Schritt kann nun durch die Verwendung eines zweiten Laserstrahls 12 mit einem zweiten Tiefenschärfebereich das rechte Loch 23 dünn weitergebohrt werden, während das linke Loch 21 mit dem ersten Laserstrahl 2 weitergebohrt und durch das Verlassen des Tiefenschärfebereichs breiter wurde.

Durch Verwendung unterschiedlicher Wellenlängen bzw. unterschiedlicher Pulswiederholraten oder Pulslängen der beiden Laserquellen 1,11 lassen sich die Parameter zum Strukturieren von Mehrschichtsubstraten besser auf die Materialeigenschaften der jeweiligen Schichten abstimmen.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und das Verfahren lassen sich somit dünnere Löcher in dicke Substrate bohren. Auch tiefe Strukturen in dicken Substraten lassen sich somit leichter realisieren.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten (7),
mit einer ersten Laserquelle (1) zum Erzeugen eines ersten Laserstrahls (2),
mit einem ersten Strahlaufweiter (3) im Strahlengang des ersten Laserstrahls (2),
mit einer Ablenkeinheit (5) und mit einer optischen Abbildungseinrichtung (6), die im Strahlengang des ersten Laserstrahls (2) hintereinander angeordnet sind und den ersten Laserstrahl (2) auf das Substrat (7) abbilden,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zweite Laserquelle (11) zum Erzeugen eines zweiten Laserstrahls (12) vorgesehen ist,
daß im Strahlengang des zweiten Laserstrahls (12) ein zweiter Strahlaufweiter (13) angeordnet ist,
daß eine Umlenkanordnung (4,14) im Strahlengang des zweiten Laserstrahls (12) derartig vorgesehen ist, daß der zweite Laserstrahl (12) ebenfalls über die Ablenkeinheit (5) und die optische Abbildungseinrichtung (6) auf das Substrat (7) abgebildet wird und
daß der erste und der zweite Strahlaufweiter (3,13) so ausgebildet sind, daß sich nach dem Fokussieren durch die optische Abbildungsvorrichtung (6) zumindest die Positionen (10,17) der minimalen Fleckweiten (9,16) in Strahlrichtung oder die minimalen Fleckweiten (9,16) selbst der beiden Laserstrahlen (2,12) unterscheiden.

2. Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten (7) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die erste und die zweite Laserquelle (1,11) identisch aufgebaut sind.

3. Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten (7) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß der zweite Strahlaufweiter (13) eine andere Vergrößerung als der erste Strahlaufweiter (3) aufweist und sich dadurch die minimale Fleckweiten (9,16) der beiden Laserstrahlen (2,12) unterscheiden.

4. Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zweite Strahlaufweiter (13) dejustiert ist, wodurch die Positionen (10,17) der minimalen Fleckweiten (9,16) des ersten und des zweiten Laserstrahls (2,12) zueinander verschoben sind.

5. Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten (7) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zweite Strahlaufweiter (13) variabel dejustierbar ist, wodurch die Position (17) der minimalen Fleckweite (16) des zweiten Laserstrahls (12) variabel veränderbar ist.

6. Vorrichtung zum Bearbeiten von Substraten (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umlenkanordnung aus einem Ablenkspiegel (14) und einem teildurchlässigen Spiegel (4) ausgebildet ist.

7. Verfahren zum Bearbeiten von Substraten (7) unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Positionen (10,17) der minimalen Fleckweiten (9,16) so gewählt werden, daß diese unterschiedlich tief im Substrat (7) liegen,
daß zunächst im wesentlichen bis zur Position (10) der minimalen Fleckweite (9) des ersten Laserstrahls (2) mit dem ersten Laserstrahl (2) ein Loch (22) in das Substrat (7) gebohrt wird,

daß anschließend das Loch (22,23) mit dem zweiten Laserstrahl (12) weitergebohrt wird.

8. Verfahren zum Bearbeiten von Substraten (7) nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die beiden Laserstrahlen (2,12) unterschiedliche Wellenlängen aufweisen.

9. Verfahren zum Bearbeiten von Substraten (7) nach einem der Ansprüche 6, 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Laserstrahlen (2,12) gepulst sind und zueinander unterschiedliche Pulsenergien und/oder zueinander unterschiedliche Pulswiederholraten eingestellt werden.

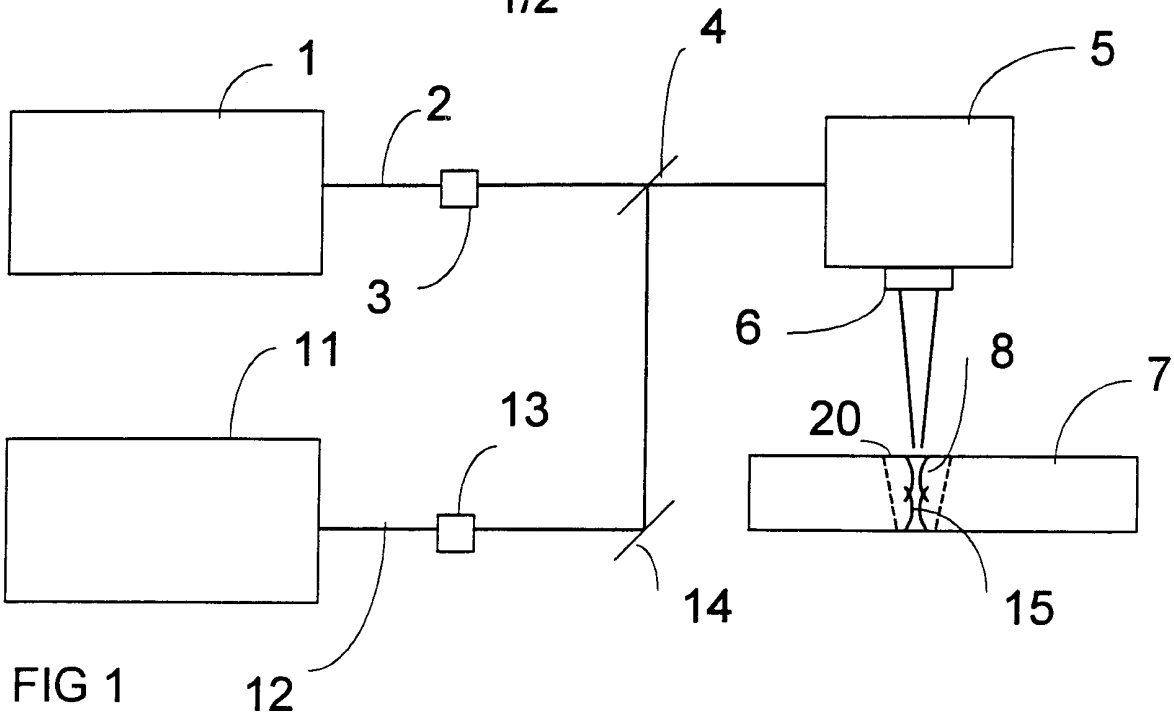


FIG 1

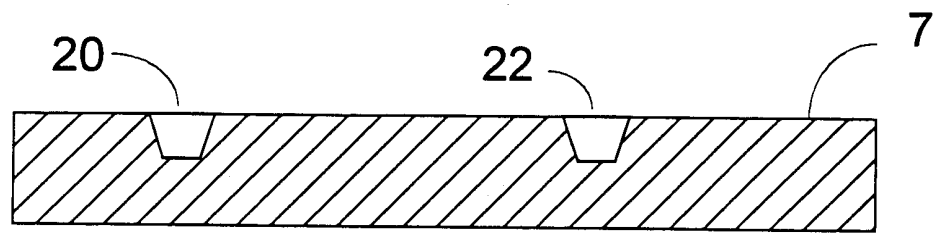


FIG 2

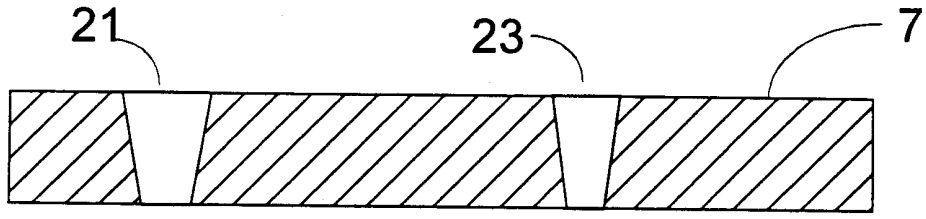


FIG 3

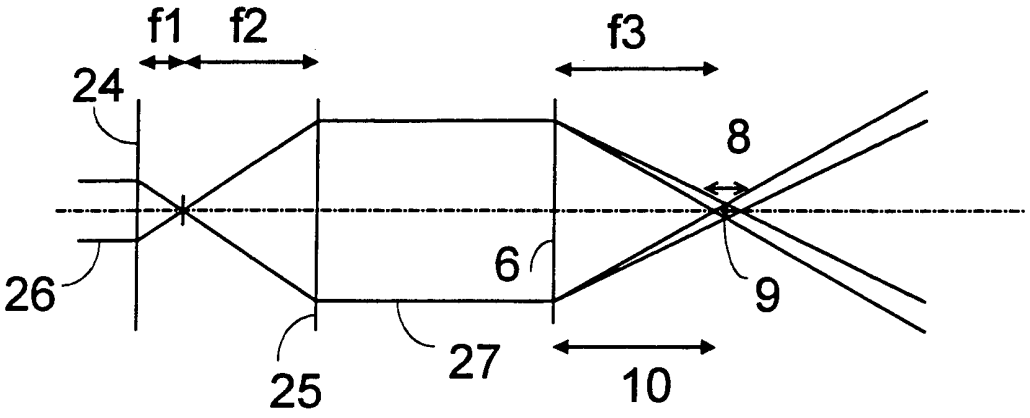


FIG 4a

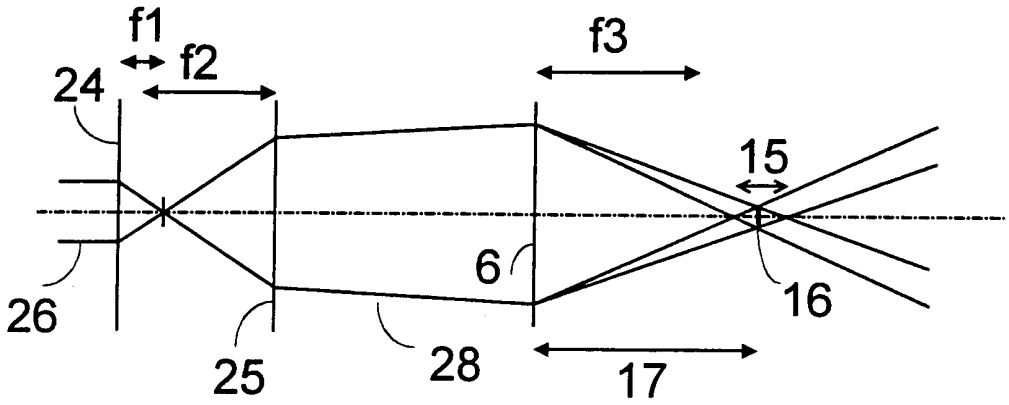


FIG 4b

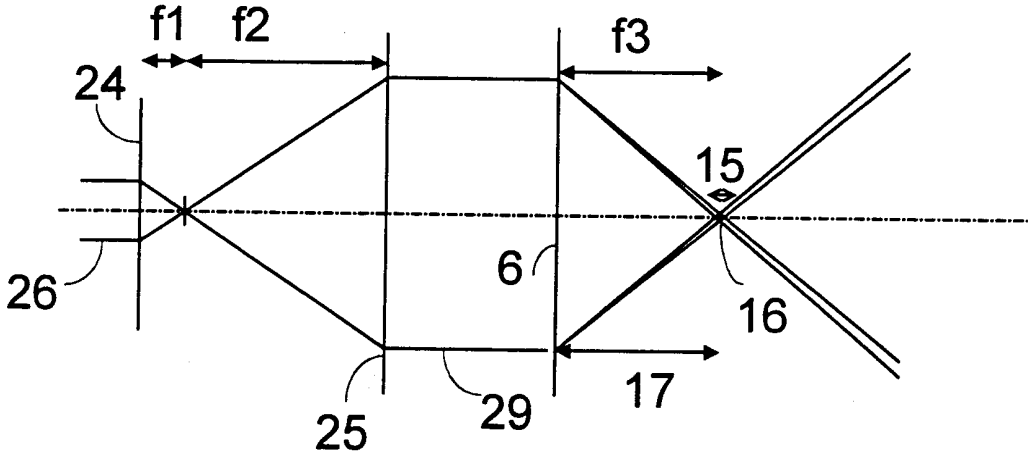


FIG 4c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No
PCT/DE 00/04097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23K26/067 B23K26/00

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)
IPC 7 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 40 34 745 A (UNIV SCHILLER JENA) 18 July 1991 (1991-07-18) column 5, line 1118 - line 56; figures	1-6
Y	GB 2 175 737 A (CONTROL LASER LIMITED) 3 December 1986 (1986-12-03) figure	1-6
A	DE 27 13 904 A (SIEMENS AG) 5 October 1978 (1978-10-05) claims; figures	7-9
P,X	DE 199 33 825 A (SUZUKI MOTOR CO) 10 February 2000 (2000-02-10) figures	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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
5 April 2001	18/04/2001

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Caubet, J-S

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internal Application No
PCT/DE 00/04097

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4034745 A	18-07-1991	DD 288933 A	11-04-1991
GB 2175737 A	03-12-1986	NONE	
DE 2713904 A	05-10-1978	NONE	
DE 19933825 A	10-02-2000	JP 2000042779 A	15-02-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interna ales Aktenzeichen
PCT/DE 00/04097

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23K26/067 B23K26/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 40 34 745 A (UNIV SCHILLER JENA) 18. Juli 1991 (1991-07-18) Spalte 5, Zeile 1118 - Zeile 56; Abbildungen	1-6
Y	GB 2 175 737 A (CONTROL LASER LIMITED) 3. Dezember 1986 (1986-12-03) Abbildung	1-6
A	DE 27 13 904 A (SIEMENS AG) 5. Oktober 1978 (1978-10-05) Ansprüche; Abbildungen	7-9
P,X	DE 199 33 825 A (SUZUKI MOTOR CO) 10. Februar 2000 (2000-02-10) Abbildungen	1-6

☐ 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
5. April 2001	18/04/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Caubet, J-S

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Interna. les Aktenzeichen
PCT/DE 00/04097

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4034745 A	18-07-1991	DD 288933 A	11-04-1991
GB 2175737 A	03-12-1986	KEINE	
DE 2713904 A	05-10-1978	KEINE	
DE 19933825 A	10-02-2000	JP 2000042779 A	15-02-2000