

(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  
12. April 2001 (12.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/26436 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H05K 3/00, B23K 26/00 (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03426 (81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, KR, SG, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 29. September 2000 (29.09.2000) (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 47 040.5 30. September 1999 (30.09.1999) DE
- Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.  
— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

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.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DE STEUR, Hubert [BE/BE]; Treinstraat 1, B-9031 Drogen (BE). HEERMAN, Marcel [BE/BE]; Azaleastrasse 6, B-9200 Merelbeke (BE). VAN PUymbROECK, Jozef [BE/BE]; Korenbloemstraat 17, B-8020 Oostkamp (BE).



WO 01/26436 A1

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR LASER DRILLING ORGANIC MATERIALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM LASERBOHREN VON ORGANISCHEN MATERIALIEN

(57) Abstract: In order to laser drill organic materials, especially for inserting pocket holes in dielectric layers, a frequency-doubled Nd vanadate laser is used that has the following parameters: pulse duration < 40 ns; pulse frequency ≥ 20 kHz, and wavelength = 532 nm.

(57) Zusammenfassung: Zum Laserbohren von organischen Materialien, insbesondere zum Einbringen von Sacklöchern in Dielektrikumsschichten, wird ein frequenzverdoppelter Nd-Vanadate-Laser mit folgenden Parametern verwendet: Pulsbreite < 40 ns, Pulsfrequenz ≥ 20 kHz, Wellenlänge = 532 nm.

## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Laserbohren von organischen Materialien

5

Aus der EP-A-0 164 564 ist es bekannt, in einem Laminat mit der Schichtenfolge Metall-Dielektrikum-Metall mit Hilfe eines Excimer-Lasers Sacklöcher zu erzeugen. Die oberste Metallschicht des Laminats wird hierbei als Lochmaske verwendet, deren Lochbild mittels Phototechnik übertragen und durch nachfolgendes Ätzen hergestellt wird. Das im Lochbereich dieser Maske freiliegende Dielektrikum wird dann durch die Einwirkung des Excimer-Lasers abgetragen, bis die unterste Metallschicht erreicht ist und den Abtragungsprozess beendet.

10

15

Mit dem bekannten Verfahren werden insbesondere bei der Herstellung mehrlagiger Leiterplatten die erforderlichen Durchkontaktierungslöcher in Form von Sacklöchern hergestellt.

20

Aus der DE-Z "Feinwerktechnik & Messtechnik 91 (1983) 2, S. 56-58 ist ein ähnliches Verfahren zur Herstellung mehrlagiger Leiterplatten bekannt, bei welchem die als Durchkontaktierungen dienenden Sacklöcher mit Hilfe eines CO<sub>2</sub>-Lasers erzeugt werden. Auch hier dient die oberste Kupferfolie als Lochmaske, bei der überall dort, wo der Laserstrahl ein Loch erzeugen soll, das Kupfer weggeätzt wird.

25

30

Aus der DE-A-197 19 700 sind auch bereits Einrichtungen zum Laserbohren von Laminaten bekannt, bei welchen zum Bohren der Metallschichten ein erster Laser mit einer Wellenlänge im Bereich von etwa 266 nm bis 1064 nm und zum Bohren der Dielektrikumsschichten ein zweiter Laser mit einer Wellenlänge im Bereich von etwa 1064 nm bis 10600 nm eingesetzt werden.

35

Aus der US-A-5 593 606 ist ein Verfahren zum Laserbohren von Laminaten bekannt, bei welchem zum Bohren der Metallschichten und zum Bohren der Dielektrikumsschichten ein einziger UV-Laser eingesetzt wird, dessen Wellenlängen unter 400 nm liegen

und dessen Pulsbreiten unter 100 ns liegen. Unter der Voraussetzung, dass kein Excimer-Laser verwendet wird, werden also Metall und organisches Material mit dem gleichen UV-Laser gebohrt.

5

Aus der DE-A-198 24 225 ist ein weiteres Verfahren zum Laserbohren von Laminaten bekannt, bei welchem zum Bohren der Metallschichten und zum Bohren der Dielektrikumsschichten beispielsweise auch ein SHG (zweite harmonische Generation)-YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 532 nm oder ein THG (dritte harmonische Generation)-YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 355 nm eingesetzt werden können.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass beim Laserbohren von organischen Materialien mit UV-Lasern, das heißt mit Wellenlängen unterhalb 400 nm, eine photochemische Zersetzung der organischen Materialien stattfindet. Hier kommt es also zu keinen Verbrennungen und aufgrund der allenfalls äußerst geringen thermischen Belastung kommt es bei Laminaten zu keiner Delamination. Im Gegensatz dazu findet beim Laserbohren von organischen Materialien mit CO<sub>2</sub>-Lasern eine thermische Zersetzung der organischen Materialien statt, das heißt es kann zu Verbrennungen kommen und bei Laminaten besteht die Gefahr einer Delamination. Im Vergleich zu UV-Lasern können mit CO<sub>2</sub>-Lasern beim Bohren von organischen Materialien jedoch erheblich kürzere Bearbeitungszeiten erzielt werden.

Aus der EP-A-0 478 313 ist das sogenannte SLC-Verfahren (Surface Laminar Circuit) bekannt, bei welchem zunächst auf einem Basissubstrat eine erste Verdrahtungsebene erzeugt wird. Auf diese erste Verdrahtungsebene wird dann durch Siebdruck oder durch Vorhanggießen eine dielektrische Schicht aus einem fotoempfindlichen Exopoxidharz aufgebracht. Auf fotolithografischem Wege durch Belichten und Entwickeln werden dann in der dielektrischen Schicht Sacklöcher hergestellt. Nach dem chemischen und galvanischen Verkupfern der Lochwände und der Oberfläche der dielektrischen Schicht wird die zweite

Verdrahtungsebene durch Strukturierung der abgeschiedenen Kupferschicht erzeugt. Durch alternierendes Aufbringen von fotoempfindlichen dielektrischen Schichten und Kupferschichten können dann in der geschilderten Weise weitere Verdrahtungsebenen hergestellt werden.

Der in den Ansprüchen 1 und 13 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, beim Laserbohren von organischen Materialien eine rasche Herstellung von Sack- oder Durchgangslöchern ohne thermische Schädigung des Materials zu ermöglichen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit frequenzverdoppelten Nd-Vanadate-Lasern mit einer Wellenlänge von 532 nm bei kurzen Pulsbreiten unter 40 ns Schichten aus organischem Material bei kurzen Bearbeitungszeiten und ohne die Gefahr von Verbrennungen bearbeitet werden können. Dabei werden für das Laserbohren des organischen Materials Pulsfrequenzen  $\geq 20$  kHz gewählt. Bei der Laserbearbeitung der organischen Materialien ergibt sich eine Kombination von photochemischer und thermischer Zersetzung, die im Vergleich zu UV-Lasern kürzere Bearbeitungszeiten ermöglicht und im Vergleich zu CO<sub>2</sub>-Lasern zu hohe thermische Belastungen vermeidet. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass mit dem gleichen Nd-Vanadate-Laser auch Metallschichten von Laminaten gebohrt werden können. Für das Bohren derartiger Metallschichten werden dann Pulsfrequenzen  $\geq 30$  kHz gewählt.

Der für das Bohren von organischen Materialien erfindungsgemäß ausgewählte frequenzverdoppelte ND-Vanadate-Laser ermöglicht sehr hohe Pulsfrequenzen, die sogar über 100 kHz liegen können bei geringen Pulsbreiten von weniger als 40 ns. Die hohen Pulsfrequenzen ermöglichen dabei eine rasche und effektive Bearbeitung der organischen Materialien, während durch die niedrigen Pulsbreiten eine sehr niedrige thermische Belastung gewährleistet wird. Mit anderen Lasern, die mit ähnlichen oder gleichen Wellenlängen arbeiten, kann eine derar-

tige Kombination von hohen Pulsfrequenzen und kurzen Pulsbreiten nicht realisiert werden. So können beispielsweise bei dem aus der DE-A-198 24 225 bekannten SHG-YAG-Laser bei höheren Pulsfrequenzen allenfalls Pulsbreiten von 70 bis 80 ns erzielt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Ansprüchen 2 bis 12 hervor.

10 Die Ausgestaltung nach Anspruch 2 ermöglicht durch Pulsbreiten von weniger als 30 ns eine noch geringere thermische Belastung der organischen Materialien oder ggf. der Lamine beim Laserbohren.

15 Bei Verwendung eines fokussierten Laserstrahls mit einem Spottdurchmesser zwischen 10  $\mu\text{m}$  und 100  $\mu\text{m}$  gemäß Anspruch 3 ergibt sich eine effektive Laserbearbeitung der organischen Materialien. Bei Verwendung von Spottdurchmessern zwischen 20  $\mu\text{m}$  und 50  $\mu\text{m}$  gemäß Anspruch 4 kann die Laserbearbeitung  
20 der organischen Materialien noch effektiver gestaltet werden.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 5 ermöglicht durch die höhere Absorption der Laserstrahlen im organischen Material eine erhebliche Steigerung der Bearbeitungsgeschwindigkeit. Die Zusatzstoffe sollen dabei einen deutlich höheren Absorptionsgrad für Laserstrahlen mit einer Wellenlänge von 532 nm aufweisen als das reine organische Material.

Die Weiterbildung nach Anspruch 6 ermöglicht eine besonders einfache und wirtschaftliche Steigerung des Absorptionsgrades des organischen Materials.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 7 ermöglicht durch die Auswahl von roten Zusatzstoffen eine Optimierung des Absorptionsgrades, da das grüne Licht der Wellenlänge 532 nm durch die Komplementärfarbe Rot besonders gut absorbiert wird.

Die Weiterbildung nach Anspruch 8 gibt für die Beimengung von Pigmenten als Zusatzstoff einen Mengenbereich an, der sich zur Steigerung des Absorptionsgrades ohne Beeinträchtigung der sonstigen Eigenschaften besonders gut bewährt hat. Der in 5 Anspruch 9 angegebene engere Mengenbereich ist dabei als optimal anzusehen.

Wird der Absorptionsgrad des organischen Materials durch die Beimengung von Zusatzstoffen gemäß Anspruch 10 auf mindestens 10 50 % gesteigert, so ergibt sich bereits eine beträchtliche Steigerung der Bearbeitungsgeschwindigkeit im organischen Material. Bei einer Steigerung des Absorptionsgrades auf mindestens 60 % gemäß Anspruch 11 bzw. auf mindestens 80% gemäß Anspruch 12 können die Bearbeitungszeiten für das Laser- 15 bohren des organischen Materials entsprechend weiter verringert werden.

In den nachfolgend beschriebenen Beispielen wurden die folgenden Lasertypen eingesetzt:

20

Laser I:

Diodengepumpter, frequenzverdoppelter Nd-Vanadate-Laser der Firma Spectra Physics, Mountain View, California, US.

Bezeichnung: T80-YHP40-532QW  
25 Wellenlänge: 532 nm  
Leistung: ca. 8,5 W  
Betriebsart: Monomode TEM<sub>00</sub>  
Pulsbreite: 20 ns bei Pulsfrequenz 10 kHz  
Pulsfrequenz: bis 200 kHz  
30 Feldgröße: 100x100 mm<sup>2</sup>.

Laser II:

Diodengepumpter, frequenzverdoppelter Nd-Vanadate-Laser der Firma Haas-Laser GmbH, Schramberg, DE.

35 Bezeichnung: keine, da Prototype  
Wellenlänge: 532 nm  
Leistung: ca. 4,0 W

Betriebsart: Monomode TEM<sub>00</sub>  
Pulsbreite: 25 ns bei Pulsfrequenz 10 kHz  
Pulsfrequenz: bis 200 kHz.  
Feldgröße: 100x100 mm<sup>2</sup>.

5

#### Beispiel 1:

Bei der Herstellung von Mehrlagenverdrahtungen werden auf die bereits fertig ausgebildeten Verdrahtungslagen durch Vorhanggießen oder durch Siebdruck dielektrische Schichten aus einem  
10 organischen Material in einer Stärke von beispielsweise 25 µm aufgebracht. Als organisches Material ist beispielsweise ein Epoxy-Material geeignet. In diese dielektrischen Schichten werden dann ohne Verwendung von Masken Sacklöcher einge-  
15 bracht, die später als Durchkontaktierungen zu den nächsten Verdrahtungslagen dienen.

Zum Einbringen von Sacklöchern in die dielektrischen Schichten wurde der Laser II eingesetzt. Bei Verwendung von zwei  
20 Galvanometerspiegeln zur Ablenkung des Laserstrahls kann eine Fläche von 10 cm x 10 cm bearbeitet werden. Weitere Parameter des Lasers werden wie folgt angegeben:

Pulsbreite: 30 ns  
Pulsfrequenz: 25 kHz

25

Mit einem Spotdurchmesser des fokussierten Laserstrahls von ca. 25 µm wurden die Sacklöcher an den vorgegebenen Stellen in die dielektrischen Schichten eingebracht. Dabei wurde eine Pulsfrequenz zwischen 10 und 20 kHz gewählt. Verbrennungen  
30 oder andere thermische Schädigungen konnten bei dem Einbringen der Sacklöcher vermieden werden.

#### Beispiel 2:

Mit dem Laser I wurden in das Epoxy-Material eines RCC-Materials (RCC = Resin Coated Copper Foil) Sacklöcher mit einem  
35 Durchmesser von 125 µm eingebracht. Das RCC-Material bestand aus einer 12 µm starken Kupferfolie und einer 60 µm starken

Dielektrikums-Schicht aus Epoxy-Material. Die Pulsfrequenz betrug 25 kHz. Die Pulslänge betrug 30 ns.

Bei Verwendung von zwei Galvanometerspiegeln zur Ablenkung  
5 des Laserstrahls in X-Richtung und in Y-Richtung wurde eine  
Fläche von 10cm x 10 cm bearbeitet. Zum Bohren des Epoxy-Ma-  
terials wurde der Laserstrahl 1,6 mm außer Fokus gestellt  
(OOF = Out of Focus) und in konzentrischen Kreisen im Lochbe-  
reich bewegt. Die Lineargeschwindigkeit des Laserstrahls be-  
10 trug 900 mm/s. Nach dem Durchbohren des Epoxy-Materials wurde  
die darunterliegende Kupferschicht nur geringfügig angegrif-  
fen.

Das Bohren des Epoxy-Materials erfolgte mit einer Geschwin-  
15 digkeit von 220 Löchern pro Sekunde.

#### Beispiel 3:

Abweichend vom Beispiel 2 wurde der Laser II mit den gleichen  
Laserparametern eingesetzt. Das Bohren des Epoxy-Materials  
20 erfolgte mit einer Geschwindigkeit von 122 Löchern pro Se-  
kunde.

#### Beispiel 4:

Abweichend vom Beispiel 2 wurden die Sacklöcher in ein 60 µm  
25 starkes FR4-Material (FR4 = level4 fire retardant epoxy-glass  
composition) eingebracht, auf welches einseitig eine 12 µm  
starke Kupferfolie auflaminiert war. Die Ergebnisse waren  
vergleichbar.

#### Beispiel 5:

Abweichend vom Beispiel 3 wurden die Sacklöcher in ein 60 µm  
starkes FR4-Material eingebracht, auf welches einseitig eine  
12 µm starke Kupferfolie auflaminiert war. Die Ergebnisse wa-  
ren vergleichbar.

Beispiel 6:

Abweichend vom Beispiel 2 wurden Sacklöcher mit einem Durchmesser von 100 µm hergestellt. Das Bohren des Epoxy-Materials erfolgte hier mit einer Geschwindigkeit von 382 Löchern pro  
5 Sekunde.

Beispiel 7:

Abweichend vom Beispiel 3 wurden Sacklöcher mit einem Durchmesser von 100 µm hergestellt. Das Bohren des Epoxy-Materials erfolgte hier mit einer Geschwindigkeit von 212 Löchern pro  
10 Sekunde.

Beispiel 8:

Abweichend vom Beispiel 2 wurden Sacklöcher mit einem Durchmesser von 75 µm hergestellt. Das Bohren des Epoxy-Materials erfolgte hier mit einer Geschwindigkeit von 800 Löchern pro  
15 Sekunde.

Beispiel 9:

Abweichend vom Beispiel 3 wurden Sacklöcher mit einem Durchmesser von 75 µm hergestellt. Das Bohren des Epoxy-Materials erfolgte hier mit einer Geschwindigkeit von 400 Löchern pro  
20 Sekunde.

Beispiel 10:

Abweichend vom Beispiel 2 wurde ein modifiziertes Epoxy-Material verwendet, welchem ca. 1,5 Gew.-% eines Zusatzstoffes beigemischt wurde. Bei dem Zusatzstoff handelte es sich um ein organisches rotes Pigment mit der Bezeichnung "1501 Fast Red"  
30 (C.I. Pigment Red 48:1) der Firma Xijingming, Shenzhou City, Hebei Province, P.R. China. Dieses Pigment ist ein Azo-Pigment auf der Basis eines Bariums Salzes. Die Geschwindigkeit für das Bohren des Epoxy-Materials konnte durch die verbesserte Absorption der Laserstrahlung auf 550 Löcher pro  
35 Sekunde gesteigert werden.

Beispiel 11:

Abweichend vom Beispiel 10 wurde als Zusatzstoff ein anorganisches rotes Pigment mit der Bezeichnung "Bayferrox™" (C.I. Pigment Rot 101) der Bayer AG, DE verwendet. Dieses Pigment  
5 ist ein Eisenoxidrotpigment. Die Ergebnisse waren vergleichbar.

Beispiel 12:

Abweichend vom Beispiel 10 wurde als Zusatzstoff ein polymerlöslicher Antrachinon-Farbstoff mit der Bezeichnung "Oracet™  
10 Gelb GHS (C.I. Solvent Gelb 163) der CIBA-GEIGY AG, CH verwendet. Die Steigerung der Geschwindigkeit für das Bohren des Epoxy-Materials fiel hier etwas geringer aus.

Beispiel 13:

Abweichend vom Beispiel 10 wurde der Laser II mit den gleichen Laserparametern eingesetzt. Die Geschwindigkeit für das Bohren des Epoxy-Materials konnte auf 306 Löcher pro Sekunde  
15 gesteigert werden.

20

Beispiel 14:

Abweichend vom Beispiel 10 wurden Sacklöcher mit einem Durchmesser von 100 µm hergestellt. Die Geschwindigkeit für das Bohren des Epoxy-Materials betrug 956 Löcher pro Sekunde.

25

Beispiel 15:

Abweichend vom Beispiel 13 wurden Sacklöcher mit einem Durchmesser von 100 µm hergestellt. Die Geschwindigkeit für das Bohren des Epoxy-Materials betrug 531 Löcher pro Sekunde.

30

Beispiel 16:

Abweichend vom Beispiel 4 wurde ein modifiziertes FR4-Material verwendet, bei welchem das Epoxy-Material anstelle der üblichen Glasfaserverstärkung mit ca. 50 Gew.-% Fasern eines  
35 Rubinglases verstärkt war. Dieses Rubinglas wurde durch Zusatz von 2 Gew.-% Selen, 1 Gew.-% Arsentrioxid und 0,5 Gew.-% Kohle zu einem Grundglas der Zusammensetzung  $\text{Na}_2\text{O-ZnO-4SiO}_2$

hergestellt. Die Geschwindigkeit für das Bohren dieses glasverstärkten Epoxy-Materials konnte um einen Faktor zwischen 2 und 2,5 gesteigert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Laserbohren von organischen Materialien, gekennzeichnet durch die Verwendung eines frequenzverdoppelten Nd-Vanadate-Lasers mit folgenden Laserparametern:
- Pulsbreite < 40 ns
  - Pulsfrequenz  $\geq$  20
  - Wellenlänge = 532 nm.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Pulsbreite < 30 ns verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein fokussierter Laserstrahl mit einem Spotdurchmesser zwischen 10  $\mu$ m und 100  $\mu$ m verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein fokussierter Laserstrahl mit einem Spotdurchmesser zwischen 20  $\mu$ m und 40  $\mu$ m verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem organischen Material Zusatzstoffe beigemischt werden, die Laserstrahlen mit einer Wellenlänge von 532 nm gut absorbieren.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzstoff mindestens ein anorganisches und/oder organisches Pigment und/oder mindestens ein polymerlöslicher Farbstoff und/oder mindestens ein faserförmiger Füllstoff verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzstoff mindestens ein anorganisches rotes Pigment und/oder ein organisches rotes Pigment und/oder ein polymerlöslicher roter Farbstoff verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem organischen Material zwischen 0,1 Gew.-% und 5,0 Gew.-% Pigmente beigemischt werden.

5 9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem organischen Material zwischen 1 Gew.-% und 2 Gew.-% Pigmente beigemischt werden.

10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Material durch die Beimischung der Zusatzstoffe einen Absorptionsgrad von mindestens 50 % für die Wellenlänge 532 nm der Laserstrahlung aufweist.

15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Material durch die Beimischung der Zusatzstoffe einen Absorptionsgrad von mindestens 60 % für die Wellenlänge 532 nm der Laserstrahlung aufweist.

20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Material durch die Beimischung der Zusatzstoffe einen Absorptionsgrad von mindestens 80 % für die Wellenlänge 532 nm der Laserstrahlung aufweist.

13. Einrichtung zum Laserbohren von organischen Materialien, mit einem frequenzverdoppelten Nd-Vanadate-Laser mit folgenden Laserparametern:

- 30
- Pulsbreite < 40 ns
  - Pulsfrequenz  $\geq$  20 kHz
  - Wellenlänge = 532 nm.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 00/03426

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H05K3/00 B23K26/00				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H05K 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, PAJ, INSPEC, IBM-TDB				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
A	T. R. FLETCHER: "EFFICIENT ABLATION OF AN ORGANIC POLYMER BY A LASER DRIVEN SHOCK WAVE" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol. 73, no. 10, 15 May 1993 (1993-05-15), pages 5292-5294, XP002159626 New York, USA the whole document  --- -/--	1, 2, 5-7		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.				
° Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</li> <li>*E* earlier document but published on or after the international filing date</li> <li>*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)</li> <li>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</li> <li>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>*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</li> <li>*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</li> <li>*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.</li> <li>* &amp; * document member of the same patent family</li> </ul> </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> <li>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</li> <li>*E* earlier document but published on or after the international filing date</li> <li>*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)</li> <li>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</li> <li>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*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</li> <li>*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</li> <li>*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.</li> <li>* &amp; * document member of the same patent family</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</li> <li>*E* earlier document but published on or after the international filing date</li> <li>*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)</li> <li>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</li> <li>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*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</li> <li>*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</li> <li>*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.</li> <li>* &amp; * document member of the same patent family</li> </ul>			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report			
7 February 2001	21/02/2001			
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  Mes, L			

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03426

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>MAKROPOULOU M I ET AL: "VIS AND UV LASER ABLATION OF POLYMERS"                      SECOND GR-I INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW LASER TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS, OLYMPIA, GREECE, 1-4 JUNI 1997, PROCEEDINGS OF THE SPIE, vol. 3423, 1998, pages 384-388, XP000866592                      The International Society for Optical Engineering, USA                      the whole document</p>	1-4, 13
A	<p>"WIRESTRIPPING PROCEDURE USING VISIBLE LASER RADIATION AND DYE-DOPED INSULATION" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, US, IBM CORP. NEW YORK, vol. 34, no. 12, 1 May 1992 (1992-05-01), page 378 XP000308558                      ISSN: 0018-8689                      the whole document</p>	1,5-12
A	<p>US 5 593 606 A (OWEN ET AL.)                      14 January 1997 (1997-01-14)                      cited in the application                      claims</p>	1-4
A	<p>US 4 839 497 A (SANKAR ET AL.)                      13 June 1989 (1989-06-13)                      claims 1,2,6,14</p>	1-4
A	<p>DE 197 19 700 A (SIEMENS AG)                      12 November 1998 (1998-11-12)                      cited in the application                      the whole document</p>	1,2
A	<p>DE 198 24 225 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 4 February 1999 (1999-02-04)                      cited in the application                      column 16, line 32 - line 67</p>	1
P,A	<p>GB 2 338 201 A (EXITECH LIMITED)                      15 December 1999 (1999-12-15)                      claims</p>	1,2,5-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03426

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5593606 A	14-01-1997	DE 19581694 T EP 0771243 A JP 10508798 T KR 258287 B WO 9602351 A US 5614114 A US 5841099 A	21-08-1997 07-05-1997 02-09-1998 01-06-2000 01-02-1996 25-03-1997 24-11-1998
US 4839497 A	13-06-1989	JP 2500891 T WO 8901842 A	29-03-1990 09-03-1989
DE 19719700 A	12-11-1998	NONE	
DE 19824225 A	04-02-1999	FR 2766654 A JP 11102992 A US 6117706 A	29-01-1999 13-04-1999 12-09-2000
GB 2338201 A	15-12-1999	WO 9965639 A	23-12-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03426

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 H05K3/00 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 H05K 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, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	T.R. FLETCHER: "EFFICIENT ABLATION OF AN ORGANIC POLYMER BY A LASER DRIVEN SHOCK WAVE" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd. 73, Nr. 10, 15. Mai 1993 (1993-05-15), Seiten 5292-5294, XP002159626 New York, USA das ganze Dokument --- -/--	1, 2, 5-7

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 nahelegend ist
- \*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Februar 2001	21/02/2001
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  Mes, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03426

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>MAKROPOULOU M I ET AL: "VIS AND UV LASER ABLATION OF POLYMERS"                      SECOND GR-I INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW LASER TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS, OLYMPIA, GREECE, 1-4 JUNI 1997, PROCEEDINGS OF THE SPIE, Bd. 3423, 1998, Seiten 384-388, XP000866592                      The International Society for Optical Engineering, USA                      das ganze Dokument</p>	1-4,13
A	<p>"WIRESTRIPPING PROCEDURE USING VISIBLE LASER RADIATION AND DYE-DOPED INSULATION" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN,US,IBM CORP. NEW YORK, Bd. 34, Nr. 12, 1. Mai 1992 (1992-05-01), Seite 378 XP000308558                      ISSN: 0018-8689                      das ganze Dokument</p>	1,5-12
A	<p>US 5 593 606 A (OWEN ET AL.)                      14. Januar 1997 (1997-01-14)                      in der Anmeldung erwähnt                      Ansprüche</p>	1-4
A	<p>US 4 839 497 A (SANKAR ET AL.)                      13. Juni 1989 (1989-06-13)                      Ansprüche 1,2,6,14</p>	1-4
A	<p>DE 197 19 700 A (SIEMENS AG)                      12. November 1998 (1998-11-12)                      in der Anmeldung erwähnt                      das ganze Dokument</p>	1,2
A	<p>DE 198 24 225 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 4. Februar 1999 (1999-02-04)                      in der Anmeldung erwähnt                      Spalte 16, Zeile 32 - Zeile 67</p>	1
P,A	<p>GB 2 338 201 A (EXITECH LIMITED)                      15. Dezember 1999 (1999-12-15)                      Ansprüche</p>	1,2,5-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03426

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5593606 A	14-01-1997	DE 19581694 T	21-08-1997
		EP 0771243 A	07-05-1997
		JP 10508798 T	02-09-1998
		KR 258287 B	01-06-2000
		WO 9602351 A	01-02-1996
		US 5614114 A	25-03-1997
		US 5841099 A	24-11-1998
US 4839497 A	13-06-1989	JP 2500891 T	29-03-1990
		WO 8901842 A	09-03-1989
DE 19719700 A	12-11-1998	KEINE	
DE 19824225 A	04-02-1999	FR 2766654 A	29-01-1999
		JP 11102992 A	13-04-1999
		US 6117706 A	12-09-2000
GB 2338201 A	15-12-1999	WO 9965639 A	23-12-1999