(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
29. Juli 2010 (29.07.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/083948 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 5/40 (2006.01) *H01S 3/0941* (2006.01)
G01R 31/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/000103

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Januar 2010 (12.01.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 005 999.7
23. Januar 2009 (23.01.2009) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **TRUMPF LASER GMBH + CO. KG** [DE/DE]; Aichhalder Strasse 39, 78713 Schramberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **NOTHEIS, Thomas, Konrad** [DE/DE]; Rappenreutegasse 28, 78713 Schramberg (DE). **FLAIG, Rainer** [DE/DE]; Eschbachstrasse 33, 78664 Eschbronn (DE). **LIERMANN, MArtin** [DE/DE]; Rutentalstrasse 14, 78052 Villingen Schwenningen (DE). **KILLI, Alexander** [DE/DE]; Ernst-Hohner-Strasse 4, 78647 Trossingen (DE).

(74) Anwälte: **SCHIZ, Jochen** et al.; Kohler Schmid Möbus, Ruppmannstrasse 27, 70565 Stuttgart (DE).

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

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD FOR DETERMINING THE DEGRADATION AND/OR EFFICIENCY OF LASER MODULES AND LASER UNIT

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER DEGRADATION UND/ODER EFFIZIENZ VON LASERMODULEN UND LASEREINHEIT

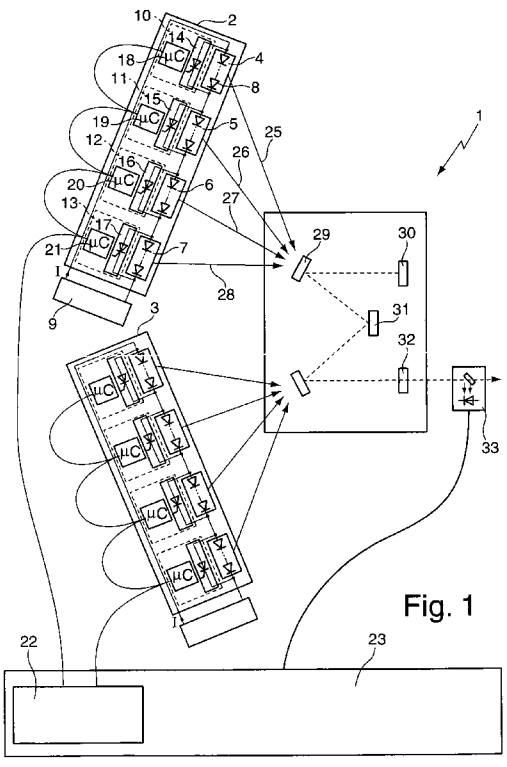


Fig. 1

(57) **Abstract**: A method for determining the degradation and/or efficiency of a laser unit (2, 3) having a plurality of laser modules (4-7) connected in series, wherein a bypass system (10-13) by which the associated laser module (4-7) can be bypassed is connected in parallel to each laser module (4-7), comprises the following steps: a. determining a first laser power for a first number of laser modules (4-7); b. activating the bypass system (10-13) of at least one laser module (4-7) of the first number of laser modules (4-7) such that at least one laser module (4-7) is bypassed; c. determining a second laser power for a second number of laser modules (4-7), wherein the second number equals the first number without the bypassed laser modules (4-7); d. determining the difference between the first and second laser power.

(57) **Zusammenfassung**: Ein Verfahren zur Bestimmung der Degradation und/oder Effizienz einer Lasereinheit (2,3) mit mehreren in Reihe geschalteten Lasermodulen (4-7), wobei jedem Lasermodul (4-7) eine Bypassanordnung (10-13) parallel geschaltet ist, durch die das zugeordnete Lasermodul (4-7) überbrückbar ist, umfasst die Verfahrensschritte: a. Bestimmen einer ersten Laserleistung für eine erste Anzahl von Lasermodulen (4-7); b. Aktivieren der Bypassanordnung (10-13) zumindest eines Lasermoduls (4-7) der ersten Anzahl von Lasermodulen (4-7), so dass zumindest ein Lasermodul (4-7) überbrückt ist; c. Bestimmen einer zweiten Laserleistung für eine zweite Anzahl von Lasermodulen (4-7), wobei die zweite Anzahl der ersten Anzahl ohne die überbrückten Lasermodule (4-7) entspricht; d. Bestimmen der Differenz aus erster und zweiter Laserleistung.

WO 2010/083948 A1

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Verfahren zur Bestimmung der Degradation und/oder Effizienz von Lasermodulen und Lasereinheit

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Degradation und/oder Effizienz von Lasermodulen einer Lasermodulanordnung mit mehreren in Reihe geschalteten Lasermodulen, wobei jedem Lasermodul eine Bypassanordnung parallel geschaltet ist, durch die das zugeordnete Lasermodul überbrückbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Lasereinheit mit einer Leistungsversorgung, an die mehrere in Reihe geschaltete Lasermodule angeschlossen sind, wobei jedes Lasermodul zumindest eine Laserdiode umfasst und jedem Lasermodul eine ansteuerbare Bypassanordnung zugeordnet ist.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Um hohe Ausgangsleistungen zu erzielen, müssen Lasermodule mit hohen Strömen versorgt werden. Daher ist es vorteilhaft, die Lasermodule in Reihe an eine Leistungsversorgung anzuschließen. Somit ist der Strom für alle Lasermodule gleich. Die Spannungen addieren sich. Die Reihenschaltung hat den Nachteil, dass bei einem Modulausfall auch die anderen Module mit ausfallen.

Allerdings können die Lasermodule nicht nur ganz ausfallen sondern kann aufgrund von Degradation ihre Leistung soweit abnehmen, dass sie ausgetauscht werden müssen. Es ist daher vorteilhaft, die optische Leistung der einzelnen Module zu messen, um so bestimmen zu können, welche Module ausgetauscht werden müssen.

Üblicherweise werden hierfür Strom-, Spannungs-, Temperatur- und Kühlwasserdurchflussmesseinrichtungen für die einzelnen Lasermodule vorgesehen, um so rechnerisch die optische Leistung, die der elektrischen Leistung minus der thermischen Leistung entspricht, zu bestimmen. Somit kann eine Degradation des Lasermoduls mehr oder weniger genau bestimmt werden.

Die elektrische und thermische Leistungsmessung sind jedoch sehr kostenintensiv. Werden diese Messeinrichtungen aus Kostengründen jedoch nicht realisiert, ist es nicht mehr möglich, die Degradation der einzelnen Lasermodule auf einfache Art und Weise zu bestimmen. Die Lasermodule müssten dann experimentell getauscht werden, um gealterte Module extern herauszumessen. Dies wäre wiederum zeit- und kostenintensiv.

Aus der EP 1 481 453 B1 ist eine Diodenlaseranordnung bekannt, bei der in Reihe geschalteten Diodenlasern jeweils eine Bypassanordnung elektrisch parallel geschaltet ist, die im Normalbetrieb hochohmig ist und den ihr parallel geschalteten Diodenlaser im Falle eines hochohmigen Defekts dieses Diodenlasers niederohmig überbrückt. Weiterhin ist vorgesehen, gezielt einige der Diodenlaser kurz zu schließen, um bei Ausfall eines oder mehrerer Diodenlaser eine entsprechende Anzahl dieser kurzgeschlossenen Diodenlaser durch Öffnen der Bypassanordung zuzuschalten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Lasereinrichtung bereitzustellen, mit denen auf kostengünstige Art und Weise die Degradation bzw. Effizienz einzelner Lasermodule bestimmt werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren der Eingangs genannten Art mit den Verfahrensschritten:

a. Bestimmen einer ersten Laserleistung für eine erste Anzahl von Lasermodulen;
b. Aktivieren der Bypassanordnung zumindest eines Lasermoduls der ersten Anzahl von Lasermodulen, so dass zumindest ein Lasermodul überbrückt ist;
c. Bestimmen einer zweiten Laserleistung für eine zweite Anzahl von Lasermodulen, wobei die zweite Anzahl der ersten Anzahl ohne die überbrückten Lasermodule entspricht;
d. Bestimmen der Differenz aus erster und zweiter Laserleistung.

Es versteht sich, dass diese Verfahrensschritte nicht notwendigerweise in der oben angegebenen Reihenfolge durchlaufen werden müssen. Beispielsweise ist es auch möglich, zunächst die Laserleistung für eine geringere Anzahl von in Reihe geschalteten Lasermodulen zu erfassen, dann ein weiteres Lasermodul, das bis dahin durch die Bypassanordnung überbrückt war, zuzuschalten und anschließend die Laserleistung für diese höhere Anzahl von Lasermodulen zu bestimmen und anschließend die Differenz zu ermitteln. Dadurch, dass für eine der Laserleistungsbestimmungen ein Lasermodul oder eine Gruppe von Lasermodulen überbrückt wird, kann aus einem Vergleich mit der ermittelten Laserleistung, wenn diese Lasermodule nicht überbrückt sind, die Effizienz bzw. Degradation der Lasermodule ermittelt werden. Die Degradation kann somit ausschließlich aufgrund von Laserleistungsmessungen, unabhängig von einer Temperatur- oder elektrischen Leistungsmessung erfolgen. Die Laserleistungsmessung kann beispielsweise optisch erfolgen.

Wie bereits erwähnt, kann gemäß einer Verfahrensvariante aus der Differenz der Laserleistungen die Degradation und/oder Effizienz des oder der überbrückten Lasermodule bestimmt werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn nacheinander die einzelnen Lasermodule überbrückt und die Laserleistung bestimmt wird. Somit erhält man Daten für alle Lasermodule einer Lasereinheit. Die Degradation jedes einzelnen Lasermoduls kann frühzeitig erkannt werden und gegebenenfalls ein Austausch des entsprechenden Lasermoduls erfolgen.

Der Laserleistungsabfall kann für jedes überbrückte Lasermodul erfasst werden und daraus kann Degradation und/oder Effizienz des Lasermoduls ermittelt werden.

Gemäß einer Verfahrensvariante kann vorgesehen sein, dass die Degradation und/oder Effizienz jedes Lasermoduls in vorgegebenen Abständen automatisch ermittelt wird. Beispielsweise kann alle zweihundert Betriebsstunden jedes Lasermodul für eine Laserleistungsbestimmung überbrückt werden.

Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Degradation und/oder Effizienz jedes Lasermoduls durch einen Benutzer ausgelöst ermittelt wird. Die Laserleistung wird üblicherweise für eine Laserleistungsregelung ohnehin ständig erfasst. Wenn sich daraus ergibt, dass die Laserleistung nachlässt, so ist dies ein Hinweis darauf, dass die Effizienz zumindest eines Lasermodules nachlässt. Um dieses Lasermodul zu identifizieren, kann die Bestimmung der Degradation der Lasermodule manuell ausgelöst werden.

Außerdem kann bei Leistungsverlust automatisch die Degradation und/oder Effizienz der Lasermodule ermittelt werden. Bevorzugt startet dieser Vorgang in den Bearbeitungspausen.

Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Degradation und/oder Effizienz jedes Lasermoduls über seine Lebensdauer protokoliert wird. Dadurch können statistische Daten ermittelt werden.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Lasereinheit der eingangs genannten Art, wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, über die Bypassanordnungen zur gezielten Überbrückung der Lasermodule ansteuerbar sind. Dadurch ist es möglich, gezielt

eines oder mehrere der Lasermodule zu überbrücken, um die Degradation und/oder Effizienz dieses Lasermoduls zu ermitteln.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Bypassmodul einen Mikro-Controller aufweist. Der Mikro-Controller kann mit einer Leistungsversorgung und der Steuereinrichtung in Verbindung stehen. Durch den Mikro-Controller kann die Bypassanordnung gesteuert werden. Insbesondere kann der Mikro-Controller einen Datenspeicher aufweisen. Über den Mikro-Controller kann die Bypassanordnung identifiziert werden.

Zumindest ein Bypassmodul kann einen Optokoppler oder Impulsüberträger zur Ansteuerung eines dem Lasermodul parallel geschalteten Schaltelements aufweisen. Das Schaltelement kann beispielsweise ein Thyristor sein oder einen solchen umfassen. Auch weitere Halbleiterschalter, wie MOSFETS, Bipolar-Transistoren, etc., sind als Schaltelemente oder Bestandteile von Schaltelementen denkbar. Durch die Verwendung eines Optokopplers ist eine galvanisch getrennte Ansteuerung möglich.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Bypassmodul einen Detektor zur Erfassung des Ausfalls des zugeordneten Lasermoduls aufweist. Wenn der Detektor den Ausfall des Lasermoduls erkennt, kann die Bypassanordnung gezielt angesteuert werden, so dass das Lasermodul überbrückt wird und die Lasereinheit funktionsfähig bleibt.

Derselbe Detektor kann dazu verwendet werden oder es kann ein alternativer Detektor vorgesehen sein, um die Überbrückung des zugeordneten Lasermoduls zu erfassen.

Die Steuereinrichtung kann in einer Lasersteuerung und – regelung integriert sein.

Im den Rahmen der Erfindung fällt außerdem ein Laser mit einer erfindungsgemäßen Lasereinheit.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigt, sowie aus den Ansprüchen. Die dort gezeigten Merkmale sind nicht notwendig maßstäblich zu verstehen und derart dargestellt, dass die erfindungsgemäßen Besonderheiten deutlich sichtbar gemacht werden können. Die verschiedenen Merkmale können je einzelnen für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen bei Varianten der Erfindung verwirklicht sein.

In der schematischen Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Scheibenlasers mit zwei Lasereinheiten;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Diodenlasers mit zwei Lasereinheiten;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Bypassanordnung .

Die Figur 1 zeigt einen als Scheibenlaser ausgebildeten Laser 1, der zwei Lasereinheiten 2, 3 umfasst. Die Lasereinheiten 2, 3 sind identisch aufgebaut, so dass nur die Lasereinheit 2 im Folgenden beschrieben wird.

Die Lasereinheit 2 weist im Ausführungsbeispiel vier in Reihe geschaltete Lasermodule 4–7 auf, wobei jedes Lasermodul 4-7 eine oder mehrere in Reihe geschaltete Laserdioden 8 aufweist. Die Lasermodule 4-7 sind an eine gemeinsame Leistungsversorgung 9 angeschlossen, so dass durch alle Lasermodule 4-7 derselbe Strom fließt. Der Spannungsabfall an den Lasermodulen 4-7 kann unterschiedlich sein. Jedem Lasermodul 4-7 ist eine Bypassanordnung 10-13 zugeordnet, durch die das zugeordnete Lasermodul 4-7 überbrückt werden kann, wenn das Schaltelement

14-17 leitend geschaltet wird. Jede Bypassanordnung 10-13 weist einen Mikro-Controller 18 -21 auf. Die Mikro-Controller 18-21 der Lasereinheit 2 sind an eine Steuereinrichtung 22 angeschlossen, die Bestandteil einer Lasersteuerung und – regelung 23 ist. Die Mikro-Controller 18-21 können parallel an die Steuereinrichtung 22 angeschlossen sein oder wie dargestellt in Serie miteinander verbunden sein.

Die Lasereinheiten 2, 3 dienen im Ausführungsbeispiel als Pumpeinheiten, wobei die Lasermodule 4-7 als Pumpmodule dienen. Durch die Lasermodule 4-7 wird Pumplicht erzeugt, was durch die Pfeile 25-28 angedeutet ist. Das Pumplicht regt ein laseraktives Medium 29 an und das erzeugte Laserlicht wird gegebenenfalls nach Umlenkungen durch die Spiegel 30, 31 durch einen Auskoppelspiegel 32 ausgegeben. Die ausgegebene Laserleistung wird durch eine Leistungsmesseinrichtung 33 erfasst und an die Lasersteuerung und – regelung 23 übergeben. Die gemessene Laserleistung kann zum einen zur Regelung der Laserleistung und zum anderen zur Bestimmung der Degradation einzelner Lasermodule 4-7 verwendet werden.

Um die Degradation eines Lasermoduls 4-7 zu bestimmen, kann zunächst die Laserleistung erfasst werden, wenn sämtliche Lasermodule 4-7 aktiv, d.h. nicht durch ein Schaltelement 14-17 überbrückt sind. Anschließend kann gezielt eines der Lasermodule 4-7 durch ein Schaltelement 14-17 überbrückt werden, so dass durch eine zweite, geringere Anzahl von Lasermodulen 4-7 Pumplicht erzeugt wird. Auch für diesen Zustand wird die Laserleistung erfasst. Durch Vergleich der beiden erfassten Laserleistungen kann auf die Degradation des überbrückten Lasermoduls 4-7 geschlossen werden.

Bei Verwendung eines Thyristors als Schaltelement wird die Modulüberbrückung gelöst, indem die Stromversorgung mit Hilfe der Steuereinheit 22 kurz ausgeschaltet wird, um so den Haltestrom des Thyristors zu unterschreiten.

In der Figur 2 ist ein als Diodenlaser ausgebildeter Laser 40 gezeigt. Die Lasereinheiten 2,3 entsprechen denen des vorhergehenden Ausführungsbeispiels. Das von den Laserdioden 8 erzeugte Laserlicht wird über Fasern 41-44 einem Combiner 45 zugeführt. In einem Combiner 46 wird das von den beiden

Lasereinheiten 2, 3 erzeugte Laserlicht gekoppelt und anschließend ausgegeben. Die Laserleistung wird wiederum durch eine Messeinrichtung 33 erfasst.

Die Messeinrichtung kann wie in Figur 2 gezeigt am Laserausgang sitzen, aber auch nach jedem Lasermodul 4-7.

In der Figur 3 ist eine Bypassanordnung 10 detailierter dargestellt. Der Mikro – Controller 18 der Bypassanordnung 10 ist über eine Schnittstelle 50 mit einer Spannungsversorgung und der Steuereinheit 22 verbunden. Der Mikro-Controller 18 umfasst einen Datenspeicher. Zur gezielten Abschaltung des zugeordneten Lasermoduls 4, also der Leitendschaltung des Schaltelements 14, ist ein Optokoppler 51 vorgesehen, der durch den Mikro-Controller 18 ansteuerbar ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst das Schaltelement 14 einen Thyristor 52.

An das Schaltelement 14 ist ein Detektor 53, insbesondere zur Spannungsmessung, angeschlossen, über den erkannt werden kann, ob eine gezielte Überbrückung mittels des Mikro-Controllers 18 des Lasermoduls 4 stattgefunden hat. Ein Abbrandschutz 54 ist ebenfalls vorgesehen und steht mit dem Mikro-Controller 18 in Verbindung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Degradation und/oder Effizienz von Lasermodulen (4-7) einer Lasereinheit (2, 3) mit mehreren in Reihe geschalteten Lasermodulen (4-7), wobei jedem Lasermodul (4-7) eine Bypassanordnung (10-13) parallel geschaltet ist, durch die das zugeordnete Lasermodul (4-7) überbrückbar ist, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:
   a. Bestimmen einer ersten Laserleistung für eine erste Anzahl von Lasermodulen (4-7);
   b. Aktivieren der Bypassanordnung (10-13) zumindest eines Lasermoduls (4-7) der ersten Anzahl von Lasermodulen (4-7), so dass zumindest ein Lasermodul (4-7) überbrückt ist;
   c. Bestimmen einer zweiten Laserleistung für eine zweite Anzahl von Lasermodulen (4-7), wobei die zweite Anzahl der ersten Anzahl ohne die überbrückten Lasermodule (4-7) entspricht;
   d. Bestimmen der Differenz aus erster und zweiter Laserleistung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Differenz die Degradation und/oder Effizienz des oder der überbrückten Lasermodule (4-7) bestimmt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nacheinander die einzelnen Lasermodule (4-7) überbrückt und die Laserleistung bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserleistungsabfall für jedes überbrückte Lasermodul (4-7) erfasst wird und daraus die Degradation und/oder Effizienz des Lasermoduls (4-7) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Degradation und/oder Effizienz jedes Lasermoduls (4-7) in vorgegebenen Abständen automatisch ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Degradation und/oder Effizienz jedes Lasermoduls (4-7) durch einen Benutzer ausgelöst ermittelt wird oder dass die Degradation und/oder Effizienz der Lasermodule (4-7) bei Leistungsabfall der Laserleistung automatisch ausgelöst ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Degradation und/oder Effizienz jedes Lasermoduls (4-7) über seine Lebensdauer protokolliert wird.

8. Lasereinheit (2, 3) mit einer Leistungsversorgung (9), an die mehrere in Reihe geschaltete Lasermodule (4-7) angeschlossen sind, wobei jedes Lasermodul (4-7) zumindest eine Laserdiode (8) umfasst und jedem Lasermodul (4-7) eine ansteuerbare Bypassanordnung (10-13) zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinrichtung (22) vorgesehen ist, über die die Bypassanordnungen (10-13) zur gezielten Überbrückung der Lasermodule ansteuerbar sind.

9. Lasereinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Bypassanordnung (10-13) einen Mikro-Controller (18-21) aufweist.

10. Lasereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Bypassanordnung (10-13) einen Optokoppler (51) zur Ansteuerung eines dem Lasermodul (4-7) parallel geschalteten Schaltelements (14-17) aufweist.

11. Lasereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Bypassanordnung (10-13) einen Detektor (53) zur Erfassung der Überbrückung des zugeordneten Lasermoduls (4-7) aufweist.

12. Lasereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (22) in einer Lasersteuerung und –regelung (23) integriert ist.

13. Laser (1, 40) mit zumindest einer Lasereinheit (2, 3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 12.

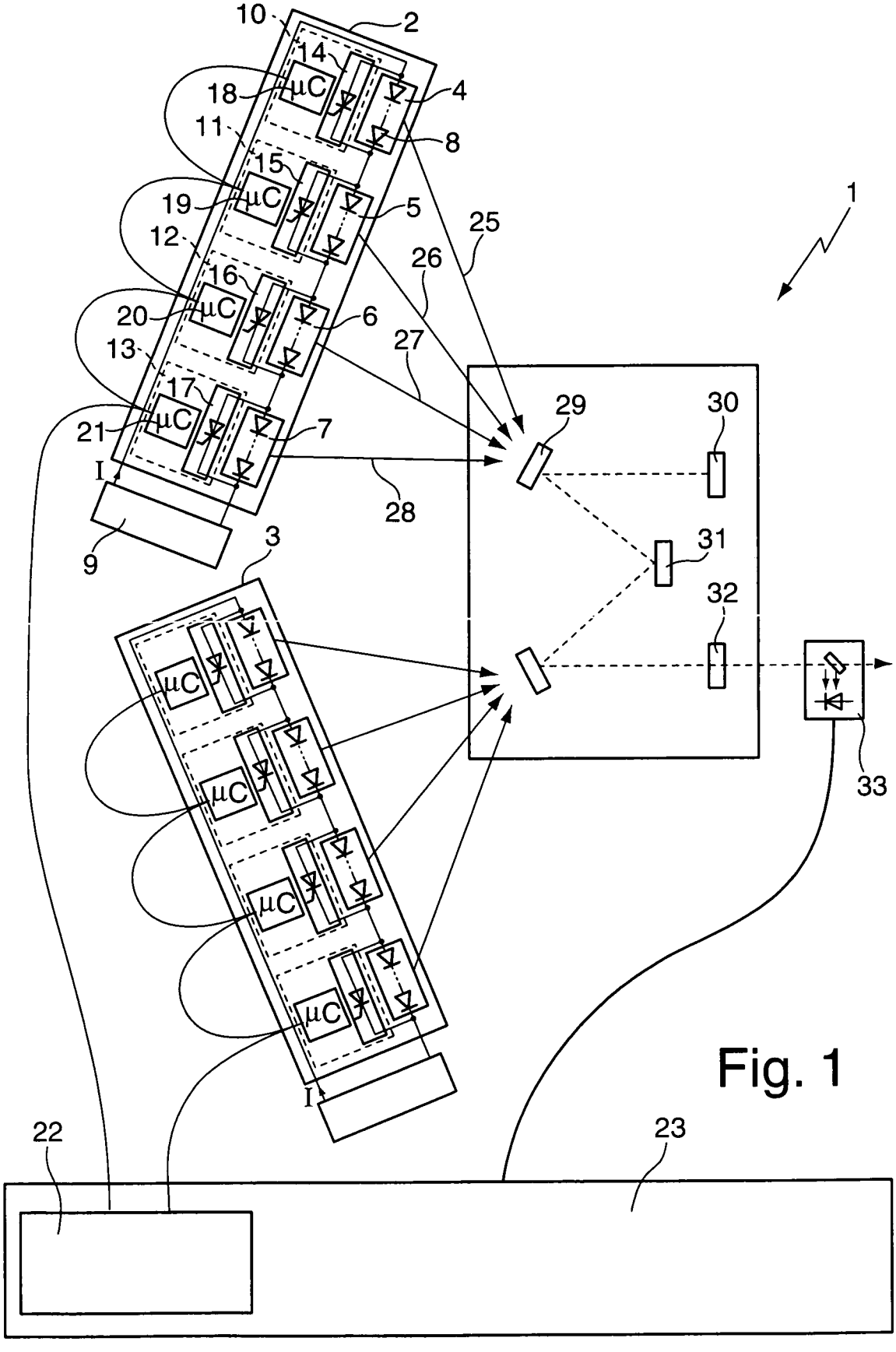

10
2
14
18
μC
4
11
8
15
19
μC
5
12
16
20
μC
6
13
17
21
μC
7
I
9
28
3
μC
μC
μC
μC
I
1
25
26
27
29
30
31
32
33
22
23

Fig. 1

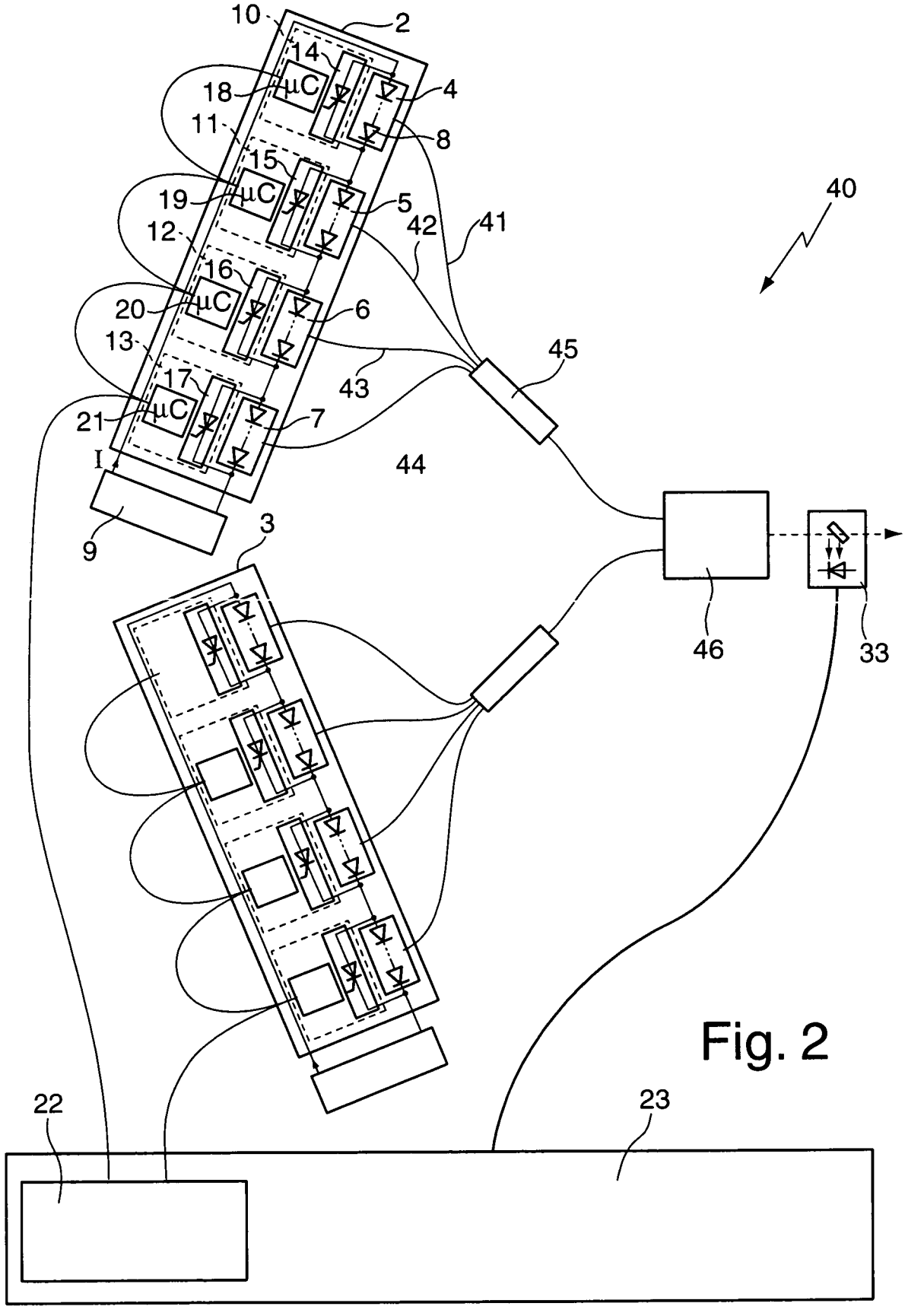

10
2
14
18
µC
4
11
8
15
19
µC
5
12
42
41
40
16
20
µC
6
13
45
17
43
21
µC
7
I
44
9
3
46
33
22
23

Fig. 2

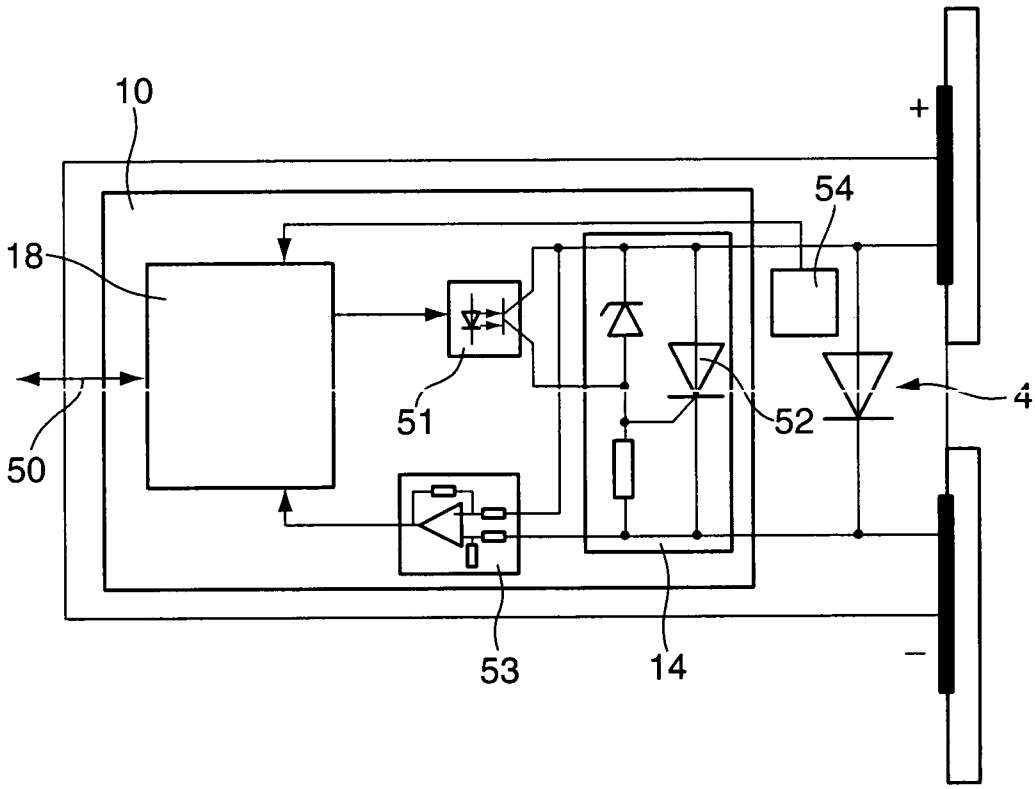


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/000103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01S5/40 G01R31/26
ADD. H01S3/0941

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)
H01S H01L G01R

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, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 481 453 B1 (ROFIN SINAR LASER GMBH [DE]; FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 6 July 2005 (2005-07-06) cited in the application	8
A	paragraphs [0019] - [0022]; figure 1	1
X	JP 2007 327753 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP) 20 December 2007 (2007-12-20)	8
A	abstract; figure 1	1
X	DE 11 2004 002892 T5 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 25 October 2007 (2007-10-25)	8,13
A	paragraphs [0030] - [0033]; figure 1	1
X,P	EP 2 034 572 A1 (IIE GES FUER INNOVATIVE INDUST [DE]) 11 March 2009 (2009-03-11)	8
A,P	paragraphs [0029] - [0034]; figure 1	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 February 2010	02/03/2010

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, Fax: (+31–70) 340–3016	Gnugesser, Hermann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/000103

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004 014917 A (NIPPON ELECTRIC CO) 15 January 2004 (2004-01-15) abstract; figures 1-3	1,8,13
A	JP 2004 207420 A (TOSHIBA CORP) 22 July 2004 (2004-07-22) abstract	1,8,13
A	JP 2001 267678 A (CANON KK) 28 September 2001 (2001-09-28) abstract; figure 1	1,8,13
A	EP 0 955 619 A1 (SAGEM [FR]) 10 November 1999 (1999-11-10) paragraphs [0015] - [0043]; figure 1	1,8,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2010/000103

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1481453 B1	06-07-2005	AT 299305 T	15-07-2005
		DE 10209374 A1	31-07-2003
		WO 03075423 A1	12-09-2003
		EP 1481453 A1	01-12-2004
		JP 2005530332 T	06-10-2005
		US 2005018726 A1	27-01-2005
JP 2007327753 A	20-12-2007	NONE	
DE 112004002892 T5	25-10-2007	WO 2006061891 A1	15-06-2006
		JP 4274244 B2	03-06-2009
		TW 254502 B	01-05-2006
		US 2007160098 A1	12-07-2007
EP 2034572 A1	11-03-2009	NONE	
JP 2004014917 A	15-01-2004	NONE	
JP 2004207420 A	22-07-2004	NONE	
JP 2001267678 A	28-09-2001	JP 3634713 B2	30-03-2005
EP 0955619 A1	10-11-1999	FR 2778481 A1	12-11-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/000103

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01S5/40 G01R31/26
ADD. H01S3/0941

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01S H01L G01R

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, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 481 453 B1 (ROFIN SINAR LASER GMBH [DE]; FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 6. Juli 2005 (2005-07-06) in der Anmeldung erwähnt	8
A	Absätze [0019] - [0022]; Abbildung 1	1
X	JP 2007 327753 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP) 20. Dezember 2007 (2007-12-20)	8
A	Zusammenfassung; Abbildung 1	1
X	DE 11 2004 002892 T5 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 25. Oktober 2007 (2007-10-25)	8,13
A	Absätze [0030] - [0033]; Abbildung 1	1
X,P	EP 2 034 572 A1 (IIE GES FUER INNOVATIVE INDUST [DE]) 11. März 2009 (2009-03-11)	8
A,P	Absätze [0029] - [0034]; Abbildung 1	1

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
24. Februar 2010	02/03/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gnugesser, Hermann

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/000103

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2004 014917 A (NIPPON ELECTRIC CO) 15. Januar 2004 (2004-01-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3	1,8,13
A	JP 2004 207420 A (TOSHIBA CORP) 22. Juli 2004 (2004-07-22) Zusammenfassung	1,8,13
A	JP 2001 267678 A (CANON KK) 28. September 2001 (2001-09-28) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,8,13
A	EP 0 955 619 A1 (SAGEM [FR]) 10. November 1999 (1999-11-10) Absätze [0015] - [0043]; Abbildung 1	1,8,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/000103

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1481453 B1	06-07-2005	AT 299305 T	15-07-2005
		DE 10209374 A1	31-07-2003
		WO 03075423 A1	12-09-2003
		EP 1481453 A1	01-12-2004
		JP 2005530332 T	06-10-2005
		US 2005018726 A1	27-01-2005
JP 2007327753 A	20-12-2007	KEINE	
DE 112004002892 T5	25-10-2007	WO 2006061891 A1	15-06-2006
		JP 4274244 B2	03-06-2009
		TW 254502 B	01-05-2006
		US 2007160098 A1	12-07-2007
EP 2034572 A1	11-03-2009	KEINE	
JP 2004014917 A	15-01-2004	KEINE	
JP 2004207420 A	22-07-2004	KEINE	
JP 2001267678 A	28-09-2001	JP 3634713 B2	30-03-2005
EP 0955619 A1	10-11-1999	FR 2778481 A1	12-11-1999