

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 743 128 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.11.1996 Patentblatt 1996/47

(51) Int. Cl.⁶: B23K 26/00, B44B 7/00

(21) Anmeldenummer: 96106863.2

(22) Anmeldetag: 01.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI SE

• Gulbinas, Jonas
Vilnius (LT)

(30) Priorität: 12.05.1995 LT 9500051

(74) Vertreter: Weber, Dieter, Dr. et al
Patentanwälte
Dr. Weber, Seiffert, Dr. Lieke
Postfach 61 45
65051 Wiesbaden (DE)

(71) Anmelder: NAICOTEC GmbH
35799 Merenberg (DE)

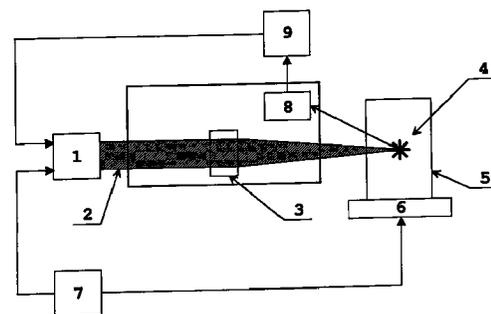
(72) Erfinder:
• Balickas, Stanislovas
Vilnius (LT)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Kennzeichnung von Erzeugnissen aus transparenten (festen) Werkstoffen mittels Laser

(57) Beschrieben werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kennzeichnung von Erzeugnissen aus transparenten Werkstoffen (5) mittels Laser (1), der ein Lichtstrahlenbündel (2) solcher Wellenlänge erzeugt, welches nicht vom Erzeugniswerkstoff (5) absorbiert wird, aus einer Fokussiereinrichtung (3), die das Laserstrahlenbündel (2) an der gewählten Stelle (4) im Inneren des Erzeugnisses (5) konzentriert und einer Einrichtung, die das Kennzeichnungssymbol formt, indem sie die Lage des Konzentrationsbereiches (4) im Inneren des Erzeugnisses (5) verändert.

Um es zu ermöglichen, kontrastreiche Kennzeichnungssymbole geringer Abmessungen im Inneren eines transparenten Werkstoffes (5) zu erzeugen sowie die Kennzeichnung in dünnen Wänden eines Erzeugnisses durchzuführen, ist erfindungsgemäß eine Einrichtung vorhanden, die eine Veränderung der Werkstoffbeständigkeit in einer ersten Etappe gegenüber der Laserstrahlung im Konzentrationsbereich (4) gewährleistet, und eine Einrichtung vorhanden, die eine Werkstoffzerstörung in der zweiten Etappe gewährleistet.

Fig. 1



EP 0 743 128 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur inneren Kennzeichnung von Erzeugnissen aus festen Werkstoffen mittels Laser, welche für die Kennzeichnung transparenter Werkstoffe verwendet werden können, wodurch man ein gut sichtbares, abriebfestes Kennzeichnungssymbol im Inneren des Erzeugnisses erhalten kann.

In der Erfindung gemäß der internationalen Anmeldung WO 92/03297 ist ein Laserkennzeichnungsverfahren beschrieben, das die Auswahl der Kennzeichnungsstelle im Inneren des zu kennzeichnenden Erzeugnisses, die Konzentration des vom Erzeugniswerkstoff nicht absorbierten Bündels von Laserstrahlen an der vorgesehenen Stelle, die Zerstörung des Erzeugniswerkstoffes im Konzentrationsbereich unter Einwirkung eines Strahlenbündels eines Hochenergielasers sowie bei Veränderung der Lage des Konzentrationsbereiches im Inneren des Erzeugnisses während der Einbringung der Kennzeichnung vorgesehener Form umfaßt.

In der genannten Erfindung ist ebenfalls eine Vorrichtung beschrieben, welche für die Realisierung des oben genannten Kennzeichnungsverfahrens vorgesehen ist, bestehend aus einem Laser, der ein Bündel von Hochenergielichtstrahlen erzeugt und eine Wellenlänge hat, die nicht vom Werkstoff des zu kennzeichnenden Erzeugnisses absorbiert wird, aus einer Fokussiereinrichtung, die das Bündel von Laserstrahlen im ausgewählten Bereich im Inneren des Erzeugnisses konzentriert, und einer Einrichtung, die die Lage des zu konzentrierenden Strahlenbereiches im Inneren des Erzeugnisses entsprechend ändert, um das Kennzeichen in vorgesehener Form erzeugen zu können.

Der Nachteil des bekannten Verfahrens und der Vorrichtung besteht darin, daß mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die erzeugte Kennzeichnung unscharf und deformiert sein kann, da während der Zerstörung des Werkstoffes im Inneren des Erzeugnisses der Werkstoff der Einwirkung des Strahlenbündels des Hochenergielasers, in dessen Querschnitt die Energiedichte gleichmäßig verteilt ist, ausgesetzt wird. (Die maximale Energiedichte des Bündels im gesamten Fokussierbereich darf nicht weniger als 10^7 J/cm² betragen, die Leistung darf nicht kleiner als 10^7 W/cm² und die Impulsdauer darf nicht kürzer als 10^{-6} s sein.)

Ein Strahlenbündel mit solcher Energie kann nicht nur die mechanischen Werkstoffeigenschaften im Fokussierbereich, mit deren Hilfe die Undurchsichtigkeit des zerstörten Werkstoffes entsteht und das Symbol sichtbar wird, verändern, sondern diese Einwirkung kann auch innere Spannungen erzeugen, die ihrerseits nicht kontrollierbare Risse um den Fokussierbereich oder fadenförmige, auf die Oberfläche vordringende Durchschläge entstehen lassen, wodurch die Symbolschärfe vermindert wird und die Form des Symbolen verzerrt wird.

In der Erfindung gemäß der internationalen Anmeldung WO 94/14567 ist ein Laserkennzeichnungsverfahren zur inneren Kennzeichnung von Erzeugnissen aus festen Werkstoffen beschrieben, das die Auswahl der Kennzeichnungsstelle im Inneren des zu kennzeichnenden Erzeugnisses, die Konzentration des vom Erzeugniswerkstoff nicht absorbierten Bündels von Laserstrahlen an der vorgesehenen Stelle, die Zerstörung des Erzeugniswerkstoffes im Konzentrationsbereich unter Einwirkung von Hochleistungsimpulsen eines Laserstrahlenbündels sowie die Veränderung der Lage des Konzentrationsbereiches im Inneren des Erzeugnisses während der Einbringung der Kennzeichnung vorgesehener Form umfaßt.

In der genannten Erfindung ist ebenfalls eine Vorrichtung beschrieben, welche für die Realisierung des oben genannten Kennzeichnungsverfahrens vorgesehen ist, bestehend aus einem Impulslaser, welcher die Impulse des Bündels von Hochenergielichtstrahlen erzeugt, aus einer Fokussiereinrichtung, die das Bündel von Laserstrahlen im ausgewählten Bereich im Inneren des Erzeugnisses konzentriert und einer Einrichtung, die die Lage des Konzentrationsbereiches der Strahlen im Inneren des Erzeugnisses entsprechend ändert, um ein Kennzeichen vorgesehener Form erzeugen zu können.

Der Nachteil des bekannten Verfahrens und der Vorrichtung besteht darin, daß mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die erzeugte Kennzeichnung unscharf und deformiert sein kann, da während der Zerstörung des Werkstoffes im Inneren des Erzeugnisses unter der Einwirkung der Impulse des Laserstrahlenbündels von hoher Leistung und gleicher Intensität über den gesamten Bündelquerschnitt (Impulsenergie - 50 MJ, Impulsdauer - 10^{-9} s und Impulsfrequenz - 1 Hz) nicht nur die mechanischen Eigenschaften des zerstörten Werkstoffes verändert werden können, wodurch die Undurchsichtigkeit des zerstörten Werkstoffes entsteht und das Symbol sichtbar wird, sondern diese Einwirkung kann auch innere Spannungen erzeugen, die ihrerseits nicht kontrollierbare Risse um den Konzentrationsbereich und fadenförmige, auf die Oberfläche vordringende Durchschläge entstehen lassen, wodurch die Erzeugung eines zerstörten kreisförmigen Bereiches kleiner Abmessungen unmöglich gemacht wird, was die Symbolschärfe mindert und die Form des Symbols verzerrt. Deshalb ist es nicht möglich, mittels dieses Verfahrens und dieser Vorrichtung Kennzeichnungssymbole sehr geringer Abmessungen zu erzeugen, innere Kennzeichnungen in sehr dünnen Bauteilen durchzuführen sowie kontrastreiche Beschriftungen zu erzielen.

Ziel der Erfindung ist es, ein Laserkennzeichnungsverfahren und eine Vorrichtung für transparente Werkstoffe zu entwickeln, die ermöglichen, kontrastreiche Kennzeichnungssymbole geringer Abmessungen im Inneren eines transparenten Werkstoffes zu erzeugen sowie die Kennzeichnung in dünnen Wänden eines Erzeugnisses durchzuführen.

Das Wesen der Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß mit diesem Laserkennzeichnungsverfahren eines Erzeugnisses aus transparentem Werkstoff, welches die Auswahl der Kennzeichnungsstelle im Inneren des Erzeugnisses, die Konzentration des vom Erzeugnis nicht absorbierten Laserstrahlenbündels an der ausgewählten Stelle, die Zerstörung des Erzeugniswerkstoffes im Konzentrationsbereich unter der Einwirkung von Impulsen des Laserstrahlenbündels sowie das Formen des Kennzeichnungssymbols mittels der Verschiebung des Konzentrationsbereiches im Inneren des Erzeugnisses umfaßt, der Zustand des zerstörten Werkstoffes im Konzentrierbereich im Inneren des Erzeugnisses in zwei Etappen erzielt wird: in der ersten Etappe wird die Beständigkeit des Werkstoffes im Konzentrationsbereich gegenüber den Laserstrahlen verändert und in der zweiten Etappe wird die Zerstörung des Werkstoffes im erwähnten Bereich durchgeführt.

Die beiden Einwirkungsetappen werden durch Einwirkung von mindestens zwei verschiedene Parameter aufweisenden Laserimpulsen auf den Werkstoff an der ausgewählten Stelle erzielt, wobei der erste oder mehrere erste Impulse die Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber den Laserstrahlen im Konzentrationsbereich verändern und der folgende oder mehrere folgende Impulse den Werkstoff im erwähnten Bereich zerstören.

Bei entsprechender Auswahl der Laserimpulsparameter, deren erste Gruppe die Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber Laserstrahlen verändert und deren folgende Impulsgruppe die Zerstörung des Werkstoffes im Konzentrationsbereich durchführt, besteht die Möglichkeit, die Energiedichte beider Impulsgruppen bedeutend zu verringern, um einen zerstörten, durch die zerstörte Werkstoffstruktur sichtbaren Werkstoffbereich zu erzeugen. Da die Größe der infolge der inneren Spannungen um den Konzentrationsbereich entstandenen Risse direkt proportional der Energiegröße des Laserimpulses ist, verringert sich somit bei Verringerung der Energiegröße dieser Impulse auch die Größe der erwähnten Risse. Durch die verringerte Rißgröße besteht die Möglichkeit, kreisförmige Bereiche kleinerer Abmessungen des zerstörten Werkstoffes zu erzeugen, sie näher beieinander zu formen und somit kontrastreiche Kennzeichnungssymbole im Inneren des Erzeugnisses zu erzielen.

Es ist möglich, die Abmessungen des Kennzeichnungssymbols weiter zu verringern und den Kontrast zu vergrößern, wenn das Laserbündel so geformt werden kann, daß die Intensität an seinen Rändern am größten und im Zentrum am geringsten ist, d.h. die Verteilung der Intensität im Bündel ringförmig ist.

Der erwähnte Effekt wird noch weiter erhöht, wenn die kürzeste Wellenlänge des Laserstrahles oder seiner Harmonischen, für die der Erzeugniswerkstoff transparent ist, gewählt wird.

Somit ist es möglich, mittels des vorgeschlagenen Laserkennzeichnungsverfahrens:

- verschiedene Kennzeichnungssymbole kleiner Abmessungen zu erzeugen (es ist möglich, die Bereiche des zerstörten Werkstoffes und die Zwischenräume zwischen ihnen in der Größenordnung einiger Zehner Mikrometer zu erzielen),
- die Kennzeichnungssymbole in dünnen Bauteilen, deren Dicke beispielsweise 0,5 mm nicht überschreitet, zu erzeugen,
- die Kennzeichnungssymbole in einer dünnen Schicht unter der Oberfläche zu erzeugen, zum Beispiel getempertes Glas zu kennzeichnen,
- kontrastreiche Kennzeichnungssymbole zu erzielen.

Eine der Varianten des vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, die Intensität eines oder einiger erster Laserimpulse so zu wählen, daß das Laserstrahlenbündel in seinem Konzentrationsbereich die Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber der Laserstrahlung verändert, und die Intensität eines oder einiger folgender Impulse kleiner als die des einen oder einiger erster Impulse gewählt wird, jedoch so, daß sie den Werkstoff in dem Bereich, in dem wegen der Einwirkung des ersten (der ersten) Impulses die Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber der Laserstrahlung sich verringerte, zerstören.

Das erfindungsgemäße Laserkennzeichnungsverfahren umfaßt ebenfalls Handlungen, durch welche nach Einschätzung derdurch die ersten (mindestens eines) Impulse erzielten Verringerung des Beständigkeitsgrades des Werkstoffes die Parameter der folgenden Impulse, d.h. die Energiedichte der Impulse (Intensität), die Impulsanzahl, die Impulsdauer und die Impulsfrequenz gewählt werden.

Ein derartiger Fall tritt dann auf, wenn die durch den ersten oder einige erste Impulse hervorgerufene Verringerung des Beständigkeitsgrades des Werkstoffes nach der Stärke (Intensität) der sich aus dem Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels ausbreitenden akustischen Welle bestimmt wird.

In einem anderen Fall wird die durch den ersten oder einige erste Impulse hervorgerufene Verringerung des Beständigkeitsgrades des Werkstoffes nach der Leuchtintensität des Konzentrationsbereiches des Laserstrahlenbündels bestimmt.

Die Form des zerstörten Werkstoffbereiches wird außerdem auch durch entsprechende Veränderung der Anzahl, der Intensität, der Dauer und der Wiederholfrequenz der Laserimpulse gesteuert.

Um die erwähnte Aufgabe in der vorgeschlagenen Vorrichtung, bestehend aus einem Impulslaser, der das Strahlenbündel mit solcher Wellenlänge generiert, die nicht vom Erzeugniswerkstoff absorbiert wird, aus einer Fokussiereinrichtung, die das Laserstrahlenbündel im Inneren des Werkstoffes an der ausgewählten Stelle konzentriert, und einer Einrichtung, die die Lage des Konzentrationsbereiches der Strahlen im Inneren des Erzeugnisses ändert, um ein Kennzeichnungssymbol im Inneren des Erzeugnisses erzeugen zu können, zu

lösen, wurde ein steuerbarer Wandler der Laserimpulsparameter, der die Impulsparameter in Abhängigkeit von der Veränderung der Werkstoffparameter im Konzentrationsbereich der Laserimpulse verändert, eingeführt.

Die vorgeschlagene Vorrichtung besitzt ein die Intensität des Strahlenbündels verteilendes Formierungssystem, welches sich auf der Strecke des Strahlenbündels zwischen dem Impuls laser und der Fokussiereinrichtung befindet und die Verteilung der Intensität des Laserstrahlenbündels in der Weise formt, daß die größte Intensität an den Rändern des Bündels und die geringste in seinem Zentrum zu finden ist.

Die vorgeschlagene Vorrichtung besitzt einen Impuls laser, der ein Strahlenbündel mit der kürzesten möglichen Wellenlänge aus dem Bereich, in dem der Erzeugniswerkstoff transparent ist, oder mit einer Wellenlänge der entsprechenden Harmonischen generiert.

In einer der Varianten der vorgeschlagenen Vorrichtung besteht das System zur Formierung der Intensität des Strahlenbündels aus einem Teleskop, das das Weine Laserstrahlenbündel verbreitert, sowie aus einem nicht transparenten scheibenförmigen Schirm, welcher den Zentralteil des verbreiterten Bündels verdeckt.

In einer anderen Variante der vorgeschlagenen Vorrichtung besteht das System zur Formierung der Intensität des Strahlenbündels aus zwei gleichen kegel förmigen optischen Teilen, die mit ihrer Kegelgrundfläche zueinander angeordnet sind.

In einer der Varianten der vorgeschlagenen Vorrichtung ist der steuerbare Wandler der Laserimpulsparameter ein Photowandler, der das Leuchten des Plasmas im Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels registriert und das elektrische Signal, das die Laserimpulsparameter in Abhängigkeit von der Leuchtintensität steuert, zum Steuerblock leitet.

In einer anderen Variante der vorgeschlagenen Vorrichtung ist der steuerbare Wandler der Laserimpulsparameter ein akustischer Wandler, der die sich aus dem Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels ausbreitende akustische Welle registriert und das elektrische Signal, das die Laserimpulsparameter in Abhängigkeit von der Intensität der akustischen Welle steuert, zum Steuerblock leitet.

In einer weiteren Variante der Vorrichtung ist ein Steuerblock vorhanden, der die Energiedichte (Intensität), die Dauer, die Anzahl, die Wiederhol frequenz der Laserimpulse in Abhängigkeit von den Werkstoffparametern im Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels regelt.

Die Erfindung wird durch die Zeichnungen näher erläutert, in denen die Skizzen der Vorrichtung dargelegt sind.

Figur 1 Skizze der ersten Variante der vorgeschlagenen Kennzeichnungsvorrichtung mittels Laser,

Figur 2 Skizze der zweiten Variante der vorgeschlagenen Kennzeichnungsvorrichtung mittels Laser,

Figur 3 Formierungssystem, das die Intensität des Laserstrahlenbündels verteilt,

Figur 4 Skizze der dritten Variante der vorgeschlagenen Kennzeichnungsvorrichtung mittels Laser.

Eine der Varianten der Vorrichtung, die das vorgeschlagene Verfahren realisiert, ist in der Figur 1 skizziert. Diese Vorrichtung besteht aus dem Impuls laser 1, einer sich auf der Strecke dessen Strahlenbündels 2 befindenden Fokussiereinrichtung 3 zur Konzentration des Laserstrahlenbündels 2 im ausgewählten Konzentrationsbereich 4, der sich im Inneren des transparenten, für die Kennzeichnung vorgesehenen Erzeugniswerkstoffes 5 befindet.

Die Vorrichtung besitzt eine bewegliche Plattform 6, auf der das Erzeugnis 5 befestigt wird und wodurch seine Position gemeinsam mit der Plattform 6 verändert werden kann. Mit der beweglichen Plattform 6 und dem Impuls laser 1 ist ein Controller 7 verbunden, um deren Funktionen entsprechend mit dem Ziel zu koordinieren, das Kennzeichnungssymbol gewünschter Form zu erzielen. Die Vorrichtung besitzt einen steuerbaren Wandler 8 der Impulsparameter, der beispielsweise ein Photowandler sein kann. Dieser Photowandler reagiert auf das Leuchten des Werkstoffes im Konzentrationsbereich 4 und ist durch den Steuerblock 9 mit dem Impuls laser 1 verbunden. Der Wandler 8 kann ebenfalls ein akustischer Wandler sein, der auf die sich von dem Werkstoff ausbreitenden akustischen Wellen im Konzentrationsbereich 4 reagiert und durch den Steuerblock 9 mit dem Impuls laser 1 verbunden ist.

Das zur Kennzeichnung ausgewählte Erzeugnis 5 aus transparentem Werkstoff kann aus transparentem bzw. farbigem Glas, aus optischem Kristall oder aus organischem Glas bestehen.

Der Erzeugniswerkstoff darf das Laserstrahlenbündel nicht absorbieren.

Laser 1 kann beispielsweise ein Festkörperimpuls laser, wie z.B. Nd-YAG-Laser sein oder ein frequenzvervielfacher Xenon-Fluorid-Eximer laser.

Andere Laserparameter werden in Abhängigkeit vom Werkstoff des Erzeugnisses 5 gewählt. Die Laser Ausgangsenergie muß annähernd 50 MJ, die Impulsfrequenz 1 Hz, die Impulsdauer 10^{-9} betragen.

Des weiteren wird die Wellenlänge des Laserstrahls bzw. seiner Harmonischen in dem Intervall gewählt, in welchem der Erzeugniswerkstoff transparent ist, im günstigsten Fall wird in diesem Intervall die kürzeste Wellenlänge gewählt.

Zuerst wird mittels der Fokussiereinrichtung 3 und der beweglichen Plattform 6 der Konzentrationsbereich 4 des Laserstrahlenbündels gewählt. Es werden ein oder einige erste Laserimpulse abgegeben, und deren Wirkung auf den Werkstoff im Konzentrationsbereich 4 zum Beispiel mittels eines optischen Wandlers 8 wird

registriert. Falls am Ausgang des optischen Wandlers 8 kein Signal zu verzeichnen ist, wird die Intensität der ersten Laserimpulse so lange erhöht, bis die Werkstoffveränderungen im Konzentrationsbereich entstehen, jedoch der Werkstoff noch nicht zerstört wird. Das am Ausgang des optischen Wandlers entstandene elektrische Signal wird dann zum Steuerblock weitergeleitet, der seinerseits die Parameter der nächsten Impulse so bestimmt, daß durch die Einwirkung der ersten Impulse der Werkstoff im Konzentrationsbereich zerstört wird, d.h. daß die Undurchsichtigkeit, feststellbar als Licht zerstreuer Bereich, geformt wird. In dem Falle, daß der steuerbare Parameter der Laserimpulse die Impulsintensität ist, ist die Intensität der folgenden Impulse geringer als die der ersten Impulse.

Nachdem die Zerstörung des Werkstoffes im Konzentrationsbereich erfolgt ist, leitet der Controller 7 das Signal an die bewegliche Plattform 6 weiter, und der Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels wird somit an eine andere Stelle im Erzeugnis entsprechend dem Kennzeichnungssymbol gerichtet. Analog zum beschriebenen Fall erfolgt dann die Zerstörung des Werkstoffes im neuen Konzentrationsbereich.

In der Figur 2 ist eine andere Variante der Vorrichtung dargestellt, die die gleichen Vorrichtungsdetails wie die in der Abbildung 2 dargestellte Vorrichtung besitzt, jedoch zusätzlich ein Formierungssystem 10 aufweist, das für die Verteilung der Intensität der Laserimpulse vorgesehen ist und sich auf der Strecke des Strahlenbündels 2 zwischen dem Impulslaser 1 und der Fokussiereinrichtung 3 befindet. Dieses für die Verteilung der Intensität zuständige Formierungssystem 10 verteilt die Intensität der Laserstrahlen im Strahlenbündel in der Weise, daß sich die größte Intensität an den Rändern des Bündels und die geringste in seinem Zentrum befindet. Bei einer derartigen Intensitätsverteilung ist das auf die Linse der Fokussiereinrichtung fallende Laserstrahlenbündel ringförmig, und bei einer Konzentration eines derartig geformten Bündels im ausgewählten Erzeugnisbereich sowie bei der Durchführung der oben beschriebenen Werkstoffzerstörung in zwei Etappen werden ein noch größerer Kontrast und geringere Abmessungen des Kennzeichnungssymbols erzielt, weil der erste oder mehrere erste Impulse die Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber den Laserstrahlen im Konzentrationsbereich verändern und der folgende oder mehrere folgende Impulse den Werkstoff im erwähnten Bereich zerstören.

Das Formierungssystem, das für die Verteilung der Intensität der Laserimpulse vorgesehen ist, ist in Figur 3 dargestellt. Das kleine, nicht verbreiterte Laserstrahlenbündel 2 gelangt in ein verbreiterndes Teleskop 11, in dessen Innerem durch den Kasten 12 dargestellte optische Bauteile angeordnet sind. Vorzugsweise handelt es sich dabei um eine bikonkave und eine bikonvexe Linse. Nachgeschaltet ist ein nicht transparenter, den Zentralteil des verbreiterten Bündels 2' verdeckender, scheibenförmiger Schirm 13. Dahinter befindet sich wie bei den anderen Ausführungsformen eine Fokussierein-

richtung 3, die vorzugsweise aus einer bikonvexen und einer plankonvexen Linse besteht. Durch diese wird das verbreiterte Strahlenbündel 2' in den Konzentrationsbereich fokussiert.

Unter dem Strahlengang mit den Laserstrahlenbündeln 2 und 2' sind in Strahlrichtung ein erster Bereich 14 und ein zweiter Bereich 15 gezeigt, in denen sich unterschiedliche Intensitätsverteilungen im Laserstrahl befinden. Trägt man gemäß dem allgemein mit 16 bezeichneten Diagramm über der Intensität I den Strahldurchmesser d auf, dann ergibt sich für den ersten Bereich 14 zwischen dem Impulslaser 1 und dem Schirm 13 eine Intensitätsverteilung im Strahl entsprechend der im Diagramm 16 dargestellten Form. Es handelt sich hier im wesentlichen um eine Art Gaußsche Verteilung. Durch den Schirm 13 wird aus dem Zentrum des verbreiterten Strahlenbündels 2' die Intensitätsspitze herausgenommen, so daß sich im zweiten Bereich 15 die allgemein mit 17 dargestellte Intensitätsverteilung ergibt. Dadurch wird die Intensitätsverteilung des auf die Fokussiereinrichtung 3 fallenden Laserstrahlenbündels 2' ringförmig.

Das Teleskop 11 der Figur 3 kann man auch durch eine andere Ausführungsvariante ersetzen. Bei diesem allgemein mit 10 bezeichneten Formierungssystem besteht vorzugsweise das Teleskop 11 aus zwei gleichen kegelförmigen, mit ihrer Kegelgrundfläche zueinander angeordneten optischen Teilen. Ein solches Formierungssystem benötigt nicht den Schirm 13.

Eine weitere Variante der Vorrichtung ist in Figur 4 dargestellt, bei welcher für die gleichen Teile die gleichen Bezugszahlen wie in den Figuren 1 und 2 verwendet sind. Die für die Veränderung der Lage des Konzentrationsbereiches vorgesehene Einrichtung ist hier aber nur für die x-Richtung eine bewegliche Plattform 6. Für die anderen beiden Richtungen y und z dient ein bewegliches Spiegelsystem, das im Gehäuse 18 dargestellt ist. Das Strahlenbündel 2 trifft nach Verlassen des Formierungssystems 10 auf einen ebenen, Hunderprozentspiegel 19 in z-Richtung. Der Spiegel 19 ist unter 45° angestellt und lenkt das Strahlenbündel dadurch in y-Richtung, senkrecht zur z-Richtung auf einen zweiten, ebenfalls ebenen Hunderprozentspiegel 20. Auch dieser Spiegel 20 ist unter 45° zur y-Richtung angestellt und lenkt das Strahlenbündel wieder in z-Richtung um. Von dort durchläuft das Strahlenbündel die Fokussiereinrichtung 3 zum Konzentrationsbereich 4 wie bei den anderen Ausführungsformen.

Wenn der erste Spiegel 19 in z-Richtung, d.h. in Richtung des ursprünglichen Strahlenbündels verschoben wird, wobei der zweite Spiegel 20 und die Fokussiereinrichtung 3 mitwandern, dann verschiebt sich der Konzentrationsbereich 4 ebenfalls in z-Richtung um denselben Betrag (in Figur 4 nach rechts). Bewegt man den zweiten Spiegel 20 in y-Richtung (ohne weitere Verschiebung des ersten Spiegels 19 aber mit gleichzeitiger Verschiebung der Fokussiereinrichtung), dann bewegt man damit auch den Konzentrationsbereich 4 um denselben Betrag in y-Richtung nach oben. Die

dritte x-Koordinate kann man durch die bewegliche Plattform 6 verstellen. Diese wird bei der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform linear senkrecht zur Papier-ebene in Blickrichtung oder in entgegengesetzter x-Richtung verschoben. Dadurch hat man eine dreidi-

5

imensionale Kennzeichnungsmöglichkeit.
Anstelle der Verwendung der beweglichen Plattform 6 bei der Ausführungsform nach Figur 4 kann man aber auch einen dritten ebenen Hundertprozent Spiegel (der nicht dargestellt ist) anstelle der Plattform 6 verwenden. Der Erwähnte dritte Spiegel wäre unter 45° zur y-Richtung und zur x-Richtung angestellt. Bewegt man diesen dritten Spiegel zusammen mit der Fokussiereinrichtung 3 in x-Richtung, d.h. entgegen der Blickrichtung des Betrachters der Figur 4, dann verschiebt sich der Konzentrationsbereich 4 ebenfalls in x-Richtung.

10

15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kennzeichnung von Erzeugnissen aus transparenten Werkstoffen mittels Laser, das die Auswahl der Kennzeichnungsstelle im Inneren des Erzeugnisses, die Konzentration des nicht vom Erzeugniswerkstoff absorbierten Laserstrahlenbündels an der vorgesehenen Stelle, die Zerstörung des Erzeugniswerkstoffes im Konzentrationsbereich unter Einwirkung von Impulsen des Laserstrahlenbündel und die Formierung des Kennzeichnungssymbols durch Veränderung der Lage des Konzentrationsbereiches im Inneren des Erzeugnisses umfaßt, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zustand des zerstörten Werkstoffes im Konzentrationsbereich durch Einwirkung auf den Werkstoff in zwei Etappen erreicht wird, wobei in der ersten Etappe eine Veränderung der Werkstoffbeständigkeit gegenüber Laserstrahlung im Konzentrationsbereich erfolgt und in der zweiten Etappe die Zerstörung des Werkstoffes im genannten Bereich stattfindet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Einwirkungsetappen auf den Werkstoff durch Einwirkung auf den Werkstoff von mindestens zwei Laserimpulsen unterschiedlicher Parameter an der ausgewählten Stelle erzielt werden, wobei der erste oder einige der ersten Impulse die Werkstoffbeständigkeit gegenüber der Laserstrahlung im Konzentrationsbereich verändern und der folgende oder einige folgende Impulse den Werkstoff im genannten Bereich zerstören.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Parameter der Laserimpulse die Intensität ist und die Intensität des ersten oder mehrerer erster Laserimpulse so gewählt wird, daß das Laserstrahlenbündel in dessen Konzentrationsbereich die Werkstoffbeständigkeit gegenüber der

20

25

30

35

40

45

50

55

Laserstrahlung verändert und die Intensität des folgenden oder mehrerer folgender Impulse geringer als die der ersten Impulse gewählt wird, jedoch so, daß die Werkstoffzerstörung in dem Bereich verringerter Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber der Laserstrahlung infolge der Einwirkung des ersten (der ersten) Impulses erfolgt.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Laserstrahlenbündel so geformt wird, daß die Intensität an dessen Rändern am größten und im zentralen Teil am geringsten ist.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die kürzeste mögliche Wellenlänge des Laserstrahls bzw. seiner Harmonischen gewählt wird, gegenüber welcher der Erzeugniswerkstoff transparent ist.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Einwirkung der ersten (mindestens einen) Impulse hervorgerufene Grad der Verringerung der Beständigkeit des Werkstoffes bestimmt wird, nach dessen Auswertung die Parameter der folgenden Impulse, d.h. Anzahl, Energie (Intensität), Dauer und Wiederholfrequenz gewählt werden.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der hervorgerufene Grad der Verringerung der Beständigkeit des Werkstoffes nach der ersten Etappe anhand der Stärke (Intensität) der sich aus dem Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels ausbreitenden akustischen Welle bestimmt wird.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Grad der Verringerung der Beständigkeit des Werkstoffes nach der ersten Etappe anhand der Leuchtintensität (Größe) des Konzentrationsbereiches des Laserstrahlenbündels bestimmt wird.
9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Form des zerstörten Werkstoffbereiches durch eine entsprechende Veränderung von Anzahl, Intensität, Dauer und Wiederholfrequenz der Laserimpulse gesteuert wird.
10. Eine Vorrichtung zur Kennzeichnung von Erzeugnissen aus transparenten Werkstoffen mittels Laser, bestehend aus einem Impulslaser, der ein Lichtstrahlenbündel solcher Wellenlänge generiert, welches nicht vom Erzeugniswerkstoff absorbiert wird, aus einer Fokussiereinrichtung, die das Laserstrahlenbündel an der gewählten Stelle im Inneren des Erzeugnisses konzentriert und einer Einrichtung, die das Kennzeichnungssymbol formt, indem sie die Lage des Konzentrationsbereiches im

Inneren des Erzeugnisses verändert, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Einrichtung vorhanden ist, die eine Veränderung der Werkstoffbeständigkeit in der ersten Etappe gegenüber der Laserstrahlung im Konzentrationsbereich gewährleistet, und daß eine Einrichtung vorhanden ist, die eine Werkstoffzerstörung in der zweiten Etappe im genannten Bereich gewährleistet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Einrichtungen, welche die Durchführung der ersten und der zweiten Etappe gewährleisten, ein steuerbarer Wandler der Laserimpulsparameter ist, welcher die Parameter der Laserimpulse entsprechend der Werkstoffparameter im Konzentrationsbereich verändert.
12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Intensität des Strahlenbündels verteilendes Formierungssystem vorhanden ist, welches sich auf der Strecke des Strahlenbündels zwischen dem Impulslaser und der Fokussiereinrichtung befindet und welches die Intensität des Laserstrahlenbündels so verteilt, daß die größte Intensität an den Rändern des Bündels und die geringste in dessen zentralem Teil ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Formierungssystem für die Verteilung der Intensität der Laserimpulse ein das kleine Laserstrahlenbündel verbreiterndes Teleskop sowie ein nicht transparenter, den Zentralteil des verbreiterten Bündels zudeckender scheibenförmiger Schirm ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das System zur Formierung der Intensität des Strahlenbündels aus zwei gleichen kegelförmigen optischen Teilen besteht, welche mit ihrer Kegelgrundfläche zueinander angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Impulslaser hat, welcher ein Strahlenbündel mit der kürzesten möglichen Strahlen- bzw. Harmonischenwellenlänge im Wellenlängenbereich generiert, in dem der Erzeugniswerkstoff transparent ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der steuerbare Wandler der Laserparameter ein steuerbarer Impulsintensitätswandler des Lasers ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der steuerbare Impulsintensitätswandler des Lasers ein Photowandler ist, der das Leuchten des Plasmas im Konzentrationsbe-

reich des Laserbündels registriert und ein elektrisches Signal zum Steuerblock weiterleitet, welcher die Intensität der Laserimpulse in Abhängigkeit von der Leuchtintensität steuert.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der steuerbare Impulsintensitätswandler des Lasers ein akustischer Wandler ist, der eine sich aus dem Konzentrationsbereich des Laserstrahlenbündels ausbreitende akustische Welle registriert und das elektrische Signal zum Steuerblock weiterleitet.

Fig. 1

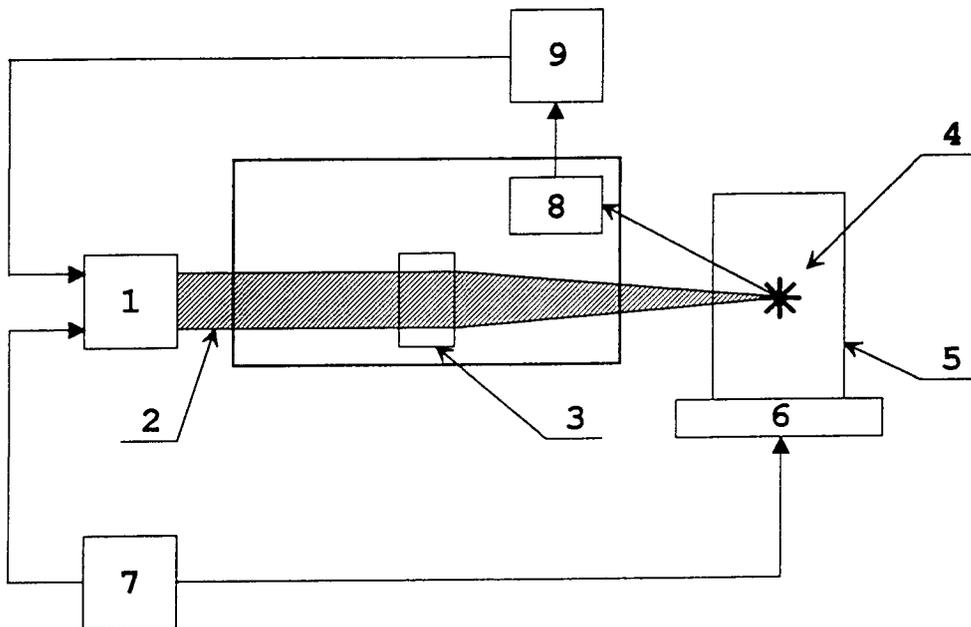


Fig. 2

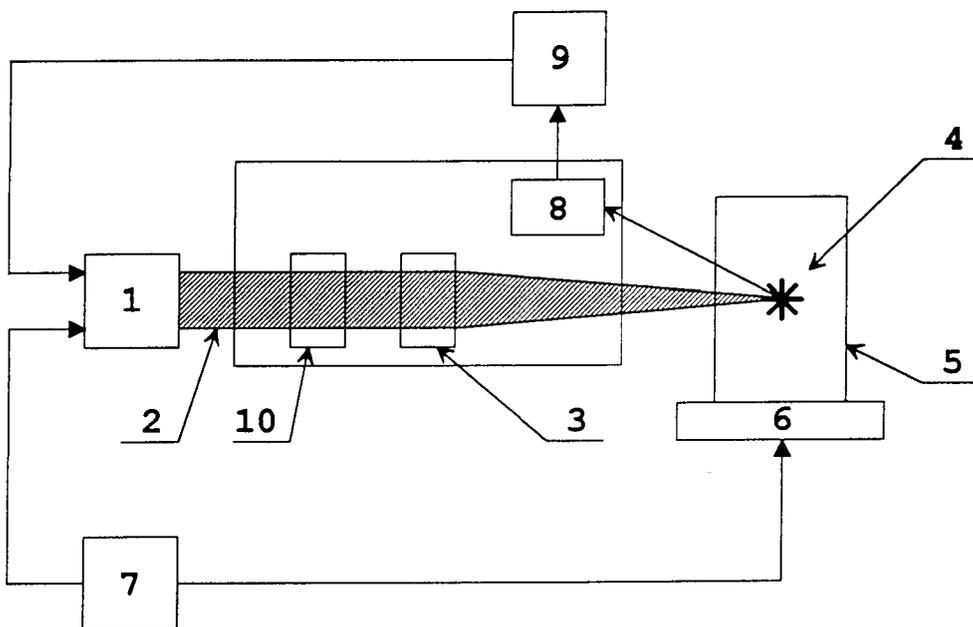


Fig. 3

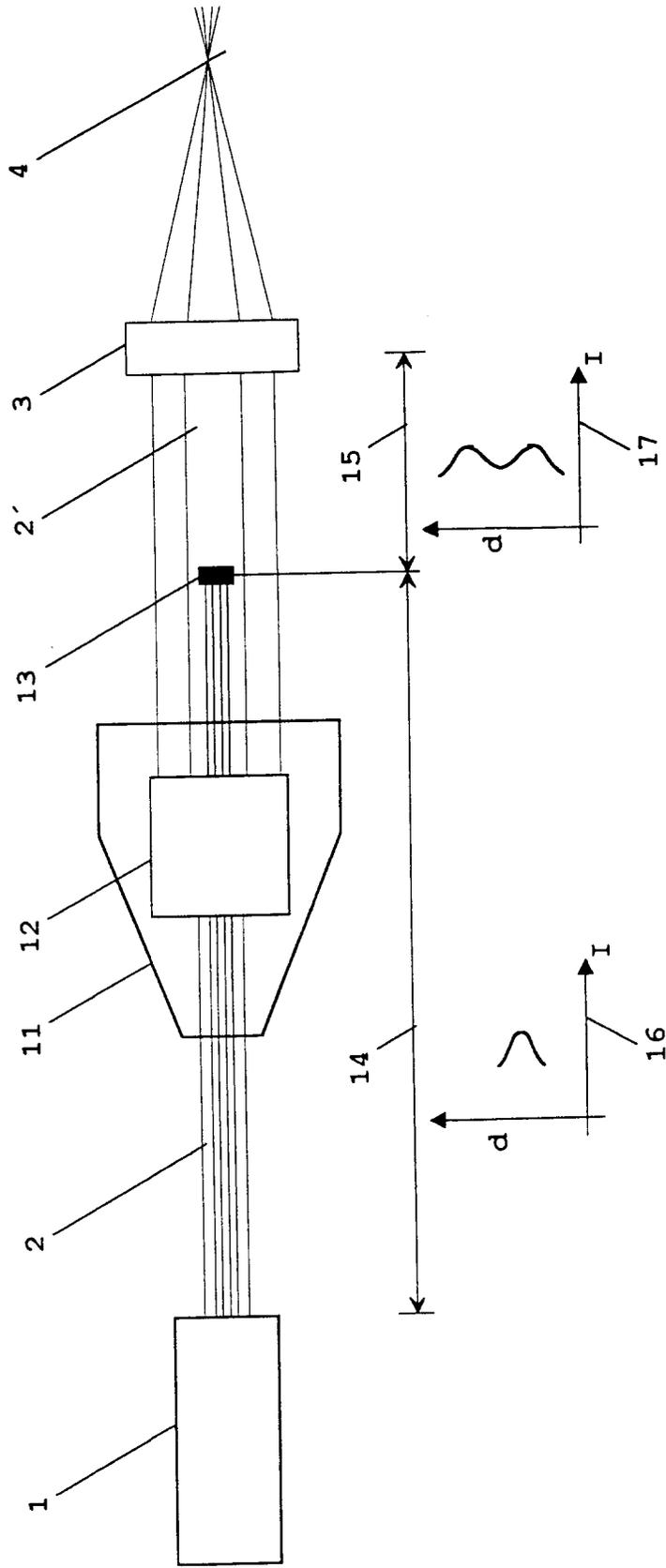
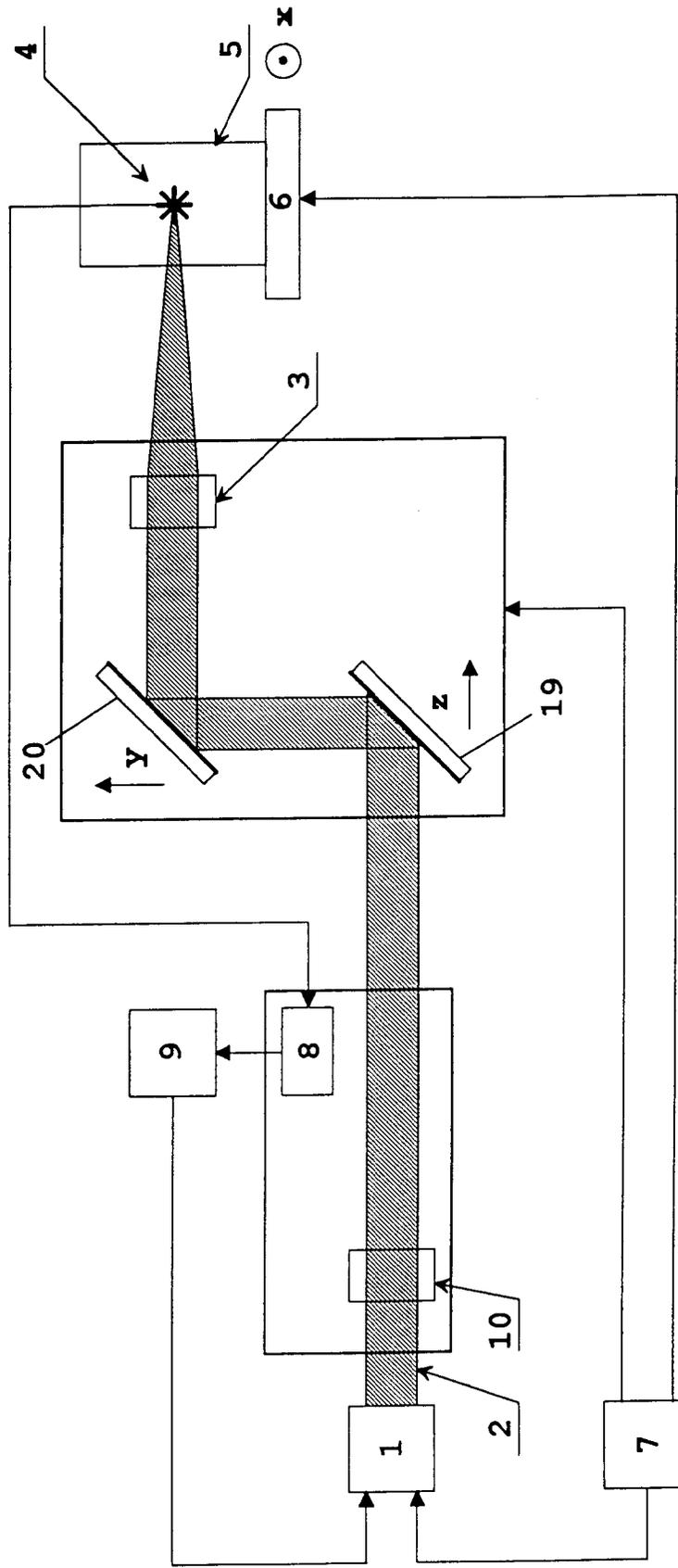


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 6863

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,P	DE-A-44 07 547 (D. SWAROVSKI & CO.) * Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 4, Zeile 45; Ansprüche 12-25; Abbildung 3 *	1-9	B23K26/00 B44B7/00
A,D	WO-A-94 14567 (FIREBIRD TRADERS LTD. ET AL.) * Ansprüche 1-16; Abbildungen 1-6 *	1-18	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 006, 31.Juli 1995 & JP-A-07 076167 (MIYACHI TECHNOS KK), 20.März 1995, * Zusammenfassung *	1-9	
A	EP-A-0 481 388 (GAO GESELLSCHAFT FÜR AUTOMATION UND ORGANISATION MBH) * Ansprüche 1-16; Abbildung 1 *	1-9	
A,D	WO-A-92 03297 (UNITED DISTILLERS PLC) * Ansprüche 1-18; Abbildung 1 *	1-18	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 278 (M-1268), 22.Juni 1992 & JP-A-04 071792 (FUJITSU LTD), 6.März 1992, * Zusammenfassung *	10-18	
A	US-A-4 092 528 (MERARD) * das ganze Dokument *	1-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchewort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	25.Juli 1996	Cuny, J-M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.92. (P04C03)