

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 382 125
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90102152.7

(51) Int. Cl.⁵: C21D 1/09

(22) Anmeldetag: 03.02.90

(30) Priorität: 08.02.89 DE 3903616

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.08.90 Patentblatt 90/33(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE(71) Anmelder: HPO HANSEATISCHE PRÄZISIONS-
UND ORBITTECHNIK GMBH
Fahrenheitstrasse 1
D-2800 Bremen 33(DE)(72) Erfinder: Fetting, Rudolf, Dipl.-Ing.
Vor dem Heisterbusch 7
D-2820 Bremen 77(DE)(74) Vertreter: Eisenführ, Speiser & Strasse
Martinistrasse 24
D-2800 Bremen 1(DE)

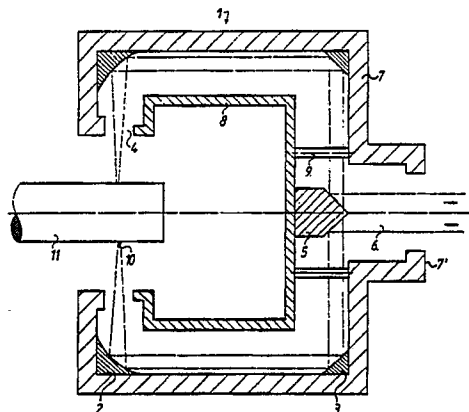
(54) Verfahren und Einrichtung zum thermischen Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken, insbesondere von Wellenenden, mittels einer Laserquelle, bei dem ggf. unter Relativbewegung von Werkstück und Laserquelle, die zu härtende Werkstückoberfläche bereichsweise durch Laserstrahlung erwärmt wird. Erfindungsgemäß wird die Laserstrahlung im wesentlichen gleichmäßig in einer Härtezone eingestrahlt, die sich in einer Hauptrichtung wenigstens annähernd über die gesamte zu härtende Werkstückoberfläche erstreckt.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum thermischen Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken, insbesondere von Wellenenden, mit

einer Laserquelle zur Abgabe von Laserstrahlung auf die zu härtende Werkstückoberfläche und ggf. mit Einrichtungen zur Relativbewegung von Laserquelle und Werkstück; erfindungsgemäß vorgesehene Spiegeleinrichtungen formen die von Laserquelle abgegebene Laserstrahlung zu einem flächigen Strahl um und richten diesen auf eine Härtezone, die sich in einer Hauptrichtung wenigstens annähernd über die gesamte zu härtende Werkstückoberfläche erstreckt.

So wird eine wesentlich homogenere Erwärmung der Werkstückoberfläche erreicht, die Härteschwankungen aufgrund übermäßiger oder mangelnder Aufhärtung ausschließt.



EP 0 382 125 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum thermischen Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken der in den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche angegebenen Art.

Das thermische Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken, insbesondere Wellenenden wird meist dann eingesetzt, wenn die Werkstücke für eine wirtschaftliche Härtung im Ofen zu groß sind oder ein Durchhärten zu lange dauert. Insbesondere für die Härtung von Wellenenden sind daher Anlagen entwickelt worden, mittels derer die Oberfläche durch einen fokussierten Laserstrahl erhitzt und gehärtet wird.

Bei solchen Anlagen wird das Werkstück (Wellenende) gedreht und gleichzeitig senkrecht zur Drehrichtung vorgeschoben; der punktförmige Laserstrahl beschreibt dabei auf dem Umfang des Wellenendes eine spiralförmige oder streifenförmige Bahn und erzeugt eine entsprechende Aufhärtungszone. In Überlappungsbereichen kommt es dabei zu einer weiteren Aufhärtung; zwischen den Bahnwindungen kann andererseits die Erwärmung unzureichend sein. Insgesamt wird ein oberflächlich gehärtetes Wellenende erhalten, das periodische Inhomogenitäten der Oberflächenhärte aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Einrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die eine homogenere Oberflächenhärtung ermöglichen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß statt einer punktförmigen Erwärmung der Oberfläche eine gleichmäßige Erwärmung in einer Härtezone erreicht wird, wobei sich die Härtezone in einer Hauptrichtung wenigstens annähernd über die gesamte zu härtende Werkstückoberfläche erstreckt. Wenn diese Härtezone nicht schon den gesamten zu härtenden Bereich abdecken kann, kann durch eine Relativbewegung von Werkstück und Laserquelle erreicht werden, daß die Härtezone ohne irgendwelche ungleichmäßigen Erwärmungen über die gesamte zu härtende Werkstückoberfläche wandert, bis die gesamte Oberfläche gleichmäßig gehärtet ist. Übermäßige Aufhärtungen werden genauso vermieden wie zu geringe Aufhärtungen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und der Einrichtung sind in den Unteransprüchen definiert.

Insbesondere für zylindrische Wellenenden wird man vorteilhaft vorsehen, daß die Härtezone ringartig über den Umfang verläuft, so daß ein einfacher Axialvorschub der Welle die gleichmäßige Oberflächenhärtung des gesamten Wellenendes ermöglicht.

Dabei kann vorteilhaft vorgesehen werden, die

zur Einstrahlung der Laserstrahlung in die Härtezone dienenden Spiegeleinrichtungen dauern unter Schutzgas zu halten, was Verschmutzungen verhindert.

Für viele Härtereianwendungen muß der Laserstrahl nicht unbedingt fokussiert sein; die erfindungsgemäßen Maßnahme lassen sich so ohne weiteres für einen großen Bereich von Werkstückdurchmessern einsetzen. Die gewünschte Härte kann dadurch eingestellt werden, daß Werkstückdimensionen, Rotation und Translation des Werkstücks und Leistung des Lasers, üblicherweise eines CO₂-Lasers, aufeinander abgestimmt werden. Da sich bei der erfindungsgemäßen Einrichtung der Ringspiegel, der die Laserstrahlung auf die Härtezone reflektiert, leicht auswechseln läßt, lassen sich zusätzliche Durchmesserbereiche abdecken.

Im folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt eine schematische Schnittansicht eines Härtekopfs beim Härten eines Wellenendes.

Der Härtekopf 1 hat ein, beispielsweise im wesentlichen zylindrisches, Außengehäuse 7, in dem Spiegeleinrichtungen 2, 3, 5 angeordnet sind.

Das Außengehäuse 7 hat eine Öffnung, durch die ein oberflächlich zu härtendes Wellenende 11 in das Innere des Härtekopfes 1 eingeführt werden kann.

Dieser Öffnung gegenüberliegend hat das Außengehäuse 7 eine weitere Öffnung 7', durch die ein Laserstrahl 6 von einer nicht gezeigten Laserquelle außerhalb des Härtekopfes 1 in Pfeilrichtung eintritt. Wie die Zeichnung veranschaulicht, fällt der Laserstrahl 6 entlang der Hauptachse des Wellenendes 11 ein.

Innerhalb des Außengehäuses 7 befindet sich ein Innengehäuse 8, das mittels Haltestangen 9 am Außengehäuse 7 befestigt ist.

Zwischen dem Innengehäuse 8 und dem Außengehäuse 7 verbleibt ein Raum, in dem die noch näher zu beschreiben den Spiegeleinrichtungen 2, 3, 5 angeordnet sind. In diesen Zwischenraum kann ein Schutzgas eingeführt werden, das Verschmutzungen der Spiegeleinrichtungen verhindert.

Die Spiegeleinrichtungen umfassen zunächst einen Kegelspiegel 5, der so am Innengehäuse 8 befestigt ist, daß er mit seiner Kegelspitze auf der Hauptachse des Wellenendes 11 und damit auch des Laserstrahls 6 liegt. Der Kegelspiegel 5 wendet seine Kegelspitze der (nicht gezeigten) Laserquelle zu, die als handelsübliche CO₂-Laserquelle ausgebildet ist und an der Öffnung 7' des Außengehäuses angeflanscht werden kann.

Der Laserstrahl 6 trifft auf den Kegelspiegel 5 und wird auf dessen kegeligem Umfang auswärts abgelenkt. Im Ausführungsbeispiel ist der Kegelspiegelwinkel des Kegelspiegels 5 so gewählt, daß diese

Ablenkung unter einem rechten Winkel erfolgt. Der Laserstrahl bildet nach der Ablenkung durch den Kegelspiegel 5 eine ebene scheibenförmige Fläche senkrecht zur genannten Hauptachse.

Radial weiter auswärts von der Hauptachse befindet sich im Außengehäuse 7 ein ringförmiger Umlenkspiegel 3 mit einer ebenen Spiegelfläche, die zur Hauptachse unter einem 45° -Winkel geneigt ist. Der vom Kegelspiegel 5 kommende Strahl wird durch den ringförmigen Umlenkspiegel 3 umgelenkt, so daß ein zylinderförmiger Hohlstrahl entsteht. Dieser läuft durch den Zwischenraum zwischen Außengehäuse 7 und Innengehäuse 8 in Richtung auf das Wellenende 11 zu. Der Hohlstrahl trifft auf einen asphärischen Ringspiegel 2, der ebenfalls im Außengehäuse 7 angeordnet ist und den Strahl einwärts auf das Wellenende 11 umlenkt. Dabei konvergiert der Strahl, so daß er den ringförmigen Umfangsbereich des Wellenendes 11, in den er fällt, stark erwärmen kann. Dadurch wird auf diesem Umfangsbereich eine Härtezone 10 gebildet, die sich ringartig geschlossen über den gesamten Umfang des Wellenendes erstreckt. An jedem Ort der Härtezone ist die einfallende Strahlungsintensität und damit die Erwärmung gleich, da die Spiegeleinrichtungen 2, 3, 5 den einfallenden Laserstrahl 6 völlig gleichmäßig aufteilen und umlenken.

Nahe der den Eintritt des Wellenendes 11 in den Härtekopf 1 gestattenden Öffnung treten Außengehäuse 7 und Innengehäuse 8 nahe zusammen, so daß ein Ringspalt 4 gebildet wird. Durch diesen Ringspalt 4 fällt der konvergierende Strahl vom asphärischen Ringspiegel 2 auf die Härtezone. Die Ausbildung dieses relativ engen Ringspalt 4 hat den Effekt, ein Durchströmen des Zwischenraumes zwischen Außengehäuse 7 und Innengehäuse 8 mit einem Schutzgas zu ermöglichen, um die Spiegeleinrichtungen 2, 3, 5 vor Verschmutzungen zu schützen, ohne andererseits allzu viel Schutzgas zu verbrauchen. Gasverluste können weiter eingeschränkt werden, indem der Ringspalt 4 in nicht gezeigter Weise mit einem Verschuß, beispielsweise einem Lamellenverschuß versehen wird, der sich bei Einschalten der Einrichtung und damit Durchströmung mit Schutzgas öffnet und ansonsten geschlossen bleibt.

Im Betrieb wird das Wellenende 11 in Richtung seiner Hauptachse gleichmäßig in den Härtekopf 1 hineingeschoben, so daß die Härtezone 10 ausgehend vom freien Ende der Welle über den gesamten zu härtenden Oberflächenbereich des Wellenendes 11 wandert. Die Vorschubgeschwindigkeit des Wellenendes 11 wird man so wählen, daß unter Berücksichtigung der Leistung der Laserquelle die gewünschte Aufhärtung erzielt wird.

Die Haltestangen 9, die Innengehäuse 8 und Außengehäuse 7 verbinden, können aus Material

bestehen, das für die Infrarotstrahlung des CO₂-Lasers nicht durchlässig ist. Das könnte zu Inhomogenitäten führen, indem ein Teil des Strahlengangs abgeschattet wird. Dies läßt sich jedoch leicht dadurch ausgleichen, daß das Wellenende 11 zusätzlich zu seiner Vorschubbewegung langsam gedreht wird.

Alternativ dazu läßt sich eine schattenfreie Härtezone dadurch erhalten, daß der ringförmige Umlenkspiegel 3 und asphärische Ringspiegel 2 mit periodischen Verzerrungen bzw. Formabweichungen ausgebildet werden, die in Zahl, Position und Form auf die Haltestangen 9 abgestimmt sind und die Schattenbildung vermeiden. In diesem Fall müßte das Wellenende 11 nicht gedreht werden.

Eine weitere Alternative zur Vermeidung von Inhomogenitäten in der Härtezone besteht darin, die Verbindungselemente zwischen Außengehäuse 7 und Innengehäuse 8 aus infrarotdurchlässigem Material auszubilden; beispielsweise läßt sich ein zylindrischer Abstands- und Haltering aus IR-durchlässigem Material (beispielsweise Silizium) statt der Haltestangen 9 einsetzen.

Es versteht sich, daß sich die erfindungsgemäße Einrichtung in vielen Punkten ohne weiteres abwandeln läßt. Die Ringspiegel lassen sich auswechselbar ausbilden; insbesondere durch Auswechslung des asphärischen Ringspiegels gegen einen anderen mit anderer Spiegel flächenkrümmung läßt sich so leicht der Konvergenzgrad des Laserstrahls für andere Werkstückdurchmesser einrichten. Außerdem muß der Strahlengang nicht notwendigerweise an Kegelspiegel 5 und Umlenkspiegel 3 rechtwinklige Richtungsänderungen aufweisen.

Ansprüche

1. Verfahren zum thermischen Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken, insbesondere von Wellenenden, mittels einer Laserquelle, bei dem, ggf. unter Relativbewegung von Werkstück und Laserquelle, die zu härtende Werkstückoberfläche bereichsweise durch Laserstrahlung erwärmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung im wesentlichen gleichmäßig in einer Härtezone eingestrahlt wird, die sich in einer Hauptrichtung wenigstens annähernd über die gesamte zu härtende Werkstückoberfläche erstreckt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Härtezone sich ringartig geschlossen über den Werkstückumfang erstreckt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Relativbewegung von Werkstück und Laserquelle erzeugt wird, deren Richtung normal zur Hauptrichtung der Här-

tezone ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Härtezone unter einem Schutzgas gehalten wird.

5. Einrichtung zum thermischen Oberflächenhärten von metallenen Werkstücken, insbesondere von Wellenenden, mit einer Laserquelle zur Abgabe von Laserstrahlung auf die zu härtende Werkstückoberfläche und ggf. mit Einrichtungen zur Relativbewegung von Laserquelle und Werkstück, gekennzeichnet durch Spiegeleinrichtungen (2, 3, 5), die die von der Laserquelle abgegebene Laserstrahlung (6) zu einem flächig verbreiterten Strahl umformen und auf eine Härtezone (10) richten, die sich in einer Hauptrichtung wenigstens annähernd über die gesamte zu härtende Werkstückoberfläche erstreckt.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserquelle bezüglich des Werkstückes (11) so angeordnet ist, daß sie ihre Laserstrahlung (6) entlang einer gedachten Werkstückachse abstrahlt, und daß die Spiegeleinrichtungen einen in dieser Werkstückachse angeordneten Kegelspiegel (5) mit der Laserquelle zugewandter Kegelspitze umfassen, der die Laserstrahlung (6) auswärts in einer Scheibenfläche um die Werkstückachse ausbreitet, sowie einen in der Scheibenflächenebene angeordneten, zu dieser geneigten, ringförmigen ebenen Umlenkspiegel (3), der die Laserstrahlung zu einem Hohlstrahl umformt, und einen weiteren ringförmigen, asphärischen Spiegel (2) umfaßt, der den Hohlstrahl konvergierend einwärts auf die Härtezone (10) reflektiert.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch Einrichtungen zur Relativbewegung von Werkstück (11) und Spiegeleinrichtungen (2, 3, 5) entlang der gedachten Werkstückachse sowie ggf. Einrichtungen zur Relativverdrehung von Werkstück (11) und Spiegeleinrichtungen (2, 3, 5) um diese Werkstückachse.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegeleinrichtungen (2, 3, 5) in einem Außengehäuse (7) angeordnet sind, das eine Öffnung zum wenigstens teilweisen Eintritt des Werkstücks (11) aufweist.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Außengehäuse (7) außerdem eine Öffnung (7') zum Eintritt der Laserstrahlung von der außerhalb des Außengehäuses (7) angeordneten Laserquelle aufweist.

10. Einrichtung nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch Einrichtungen zur Zuführung eines Schutzgases in das Außengehäuse (7).

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

gekennzeichnet durch ein im Außengehäuse (7) einwärts vom Strahlengang vorgesehenes Innengehäuse (8), das mit dem Außengehäuse (7) nahe der Härtezone (10) einen Ringspalt (4) bildet.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch Einrichtungen zur Zuführung eines Schutzgases in den Raum zwischen Außengehäuse (7) und Innengehäuse (8).

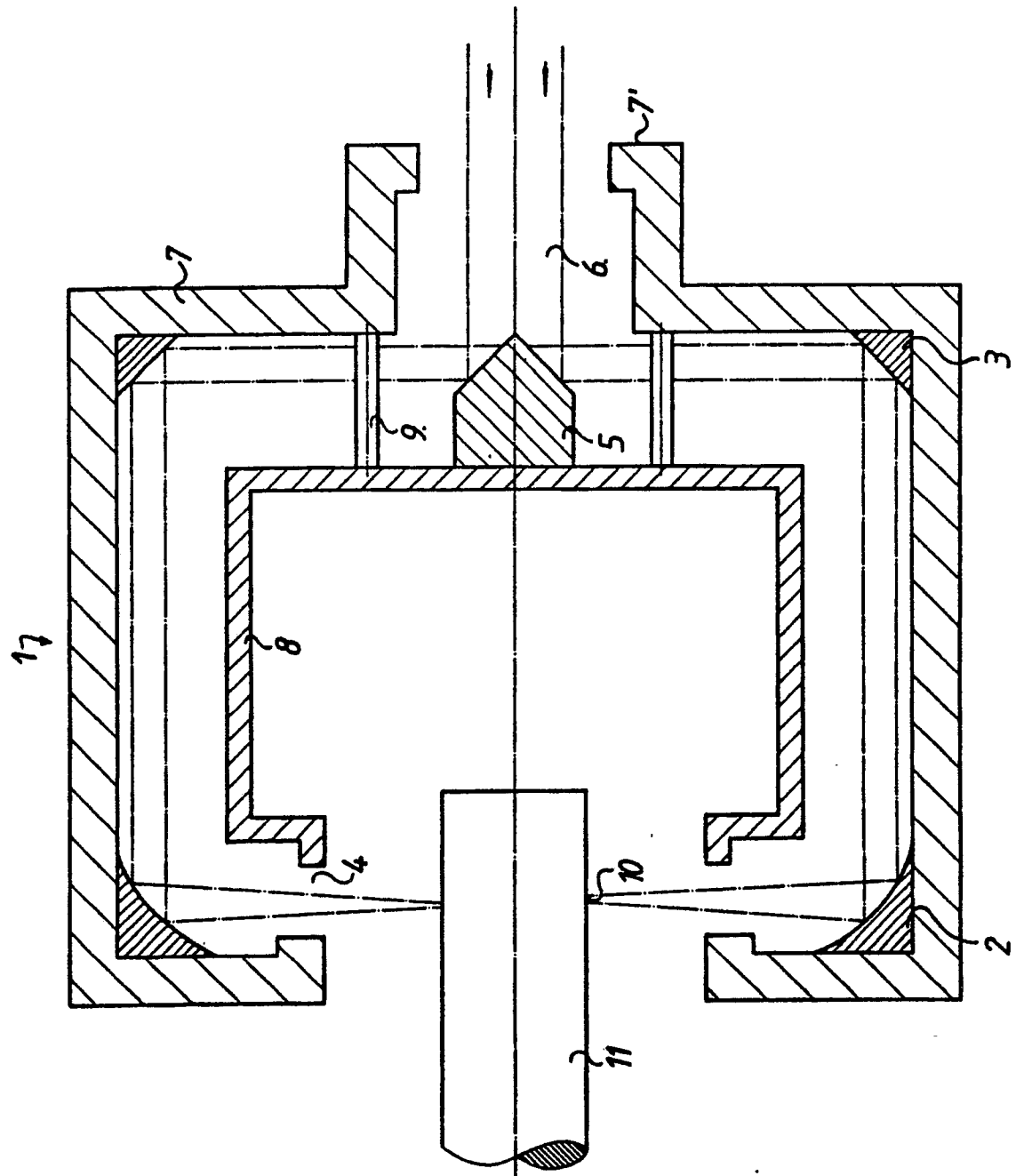
13. Einrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringspalt (4) mit einem Verschuß, insbesondere einem Lamellenverschuß, versehen ist, der den Ringspalt (4) bei Nichtbetrieb der Härteeinrichtung absperrt und ihn bei Betrieb der Härteeinrichtung freigibt.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kegelspiegel (5) am Innengehäuse (8) befestigt ist.

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Innengehäuse (8) durch den Strahlengang querende Elemente (9) am Außengehäuse befestigt ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente aus einem für die Laserstrahlung durchlässigen Material bestehen und insbesondere einen Abstands- und Haltering aus IR-durchlässigem Material umfassen.

17. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausbildung der Elemente (9) aus für die Laserstrahlung wenig oder nicht durchlässigem Material die Spiegeleinrichtungen, insbesondere die ebenen Umlenkspiegel (2, 3) in Strahlungsrichtung hinter den Elementen (9), periodische Verzerrungen aufweisen, deren Anzahl und Position der der Elemente (9) entspricht und die die Schattenbildung durch die Elemente (9) ausgleichen.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-4 456 811 (HELLA et al.) * Anspruch 1 * ---	1	C 21 D 1/09
A	DD-A- 249 428 (JENAER GLASWERK) * Figur 3 * ---	1	
A	US-A-4 197 157 (HAGGERTY) * Figur 28 * ---	1	
A	EP-A-0 281 686 (JAPAN TOBACCO) * Figur 3 * ---		
A	DE-B-2 326 296 (SIEMENS AG) * Spalte 4 * ---		
A	METALS HANDBOOK Band 4, 9. Auflage, 1981, ASM, Ohio, US; "Localized Heat Treating" * Seiten 515,516 * -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C 21 D 1/09
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 17-05-1990	Prüfer SUTOR W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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 T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			