



(19) österreichisches
patentamt

(10) **AT 008 826 U1 2007-01-15**

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 363/04 (51) Int. Cl.⁷: B23K 26/24
(22) Anmeldetag: 2004-05-17
(42) Beginn der Schutzdauer: 2006-11-15
(45) Ausgabetag: 2007-01-15

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
REINZ-DICHTUNGS-GMBH
D-89233 NEU-ULM (DE).

(54) **VERFAHREN ZUM VERBINDEN METALLISCHER BAUTEILE MITTELS LASERSCHWEISSEN**

(57) Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier übereinanderliegender metallischer Bauteile über mindestens eine Schweißverbindung mittels Laserschweißens, wobei der Laserstrahl im Bereich der Schweißverbindungsstelle so geführt wird, daß sich eine mehrfach umeinander gewundene Schweißbahn ergibt.

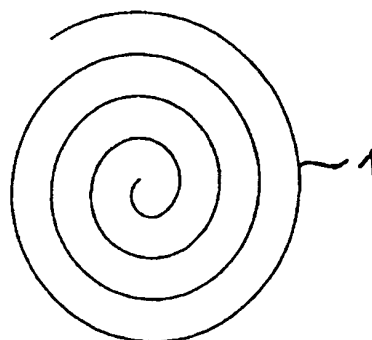


Fig. 1

AT 008 826 U1 2007-01-15

DVR 0078018

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden übereinanderliegender metallischer Bauteile mittels Laserschweißens. Die Erfindung eignet sich besonders zum Verbinden von Bauteilen, die zumindest in dem Bereich, in dem sie verschweißt werden sollen, mit einer elektrisch nicht leitenden Beschichtung versehen sind. Ein Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Herstellung metallischer Flachdichtungen wie Zylinderkopf- oder Krümmerdichtungen.

In derartigen metallischen Flachdichtungen müssen zum Beispiel im Falle mehrlagiger Dichtungen die einzelnen Dichtungslagen untereinander verbunden werden. Gängige Verfahren zum Verbinden einzelner Bauteile einer metallischen Flachdichtung sind das Nieten, Clinchen (Durchsetzfügen), Verklammern oder Verschweißen.

Wenn im Bereich der Verbindungsstelle auch nur eine der Lagen mit einer elektrisch nicht leitenden Beschichtung versehen ist, kann das Kontaktschweißen (Punkt- oder Buckelschweißen) als Verbindungstechnik nicht eingesetzt werden, da zwischen den zu verbindenden Bauteilen keine elektrische Leitfähigkeit erzielt werden kann. Eine partielle Entfernung der Beschichtung, wie sie in der DE 102 37 313 A1 beschrieben wird, ist jedoch in der Regel zu aufwendig und zu teuer. Aus diesem Grund ist für metallische Flachdichtungen, in denen häufig mit Kunststoff oder anderen Nichtleitern beschichtete Dichtungslagen miteinander verbunden werden müssen, von der Anmelderin in der DE 198 35 848 A1 vorgeschlagen worden, die einzelnen Dichtungslagen in einem Laserschweißverfahren miteinander zu verbinden. Dabei werden, um mehr als zwei übereinander angeordnete Dichtungslagen miteinander verbinden zu können, stirnseitige Flächen der Dichtungslagen miteinander verschweißt, wobei die Schweißverbindung entweder am Dichtungsrand oder in Durchgangsöffnungen erzeugt wird, die zumindest durch einen Teil der Dichtungslagen hindurchgehen.

Während mit dem in der DE 198 35 848 A1 vorgeschlagenen Verfahren mehr Dichtungslagen miteinander verschweißt werden können, als dies zuvor möglich war, ist die Haftung der miteinander verschweißten Dichtungslagen nicht immer völlig zufriedenstellend. Außerdem ergibt sich das Problem, daß im Bereich der Schweißstelle während des Schweißvorgangs Material verspritzt und auf der Oberfläche angehäuft wird. Diese Ablagerungen werden häufig als "Schweißperlen" bezeichnet. Diese Schweißperlen haften oft wenig fest an der Dichtungslage an und können daher beim Betrieb der Dichtung abfallen, somit zum Beispiel in den Motorraum gelangen und dort zu Beschädigungen führen oder aber undefiniert auf der Dichtfläche zu liegen kommen und dort Undichtigkeiten hervorrufen. Gelegentlich können auch besonders dicke Ablagerungen wegen der Dickenerhöhung der Dichtung problematisch sein. Ähnliche Probleme treten auch bei der Verbindung anderer Bauteile als in Motordichtungen auf.

Es bestand demnach ein Bedarf an einem Verfahren zur Verbindung metallischer Bauteile, das die oben genannten Nachteile nicht aufweist. Insbesondere bestand ein Bedarf an einem Verfahren, das es auf einfache und kostengünstige Weise ermöglicht, vor allem beschichtete metallische Lagen untereinander zu verbinden und eine zuverlässige und reproduzierbare Verbindung dieser Lagen zu ergeben, ohne daß es dabei zu nur locker angebundenen Ablagerungen im Bereich der Verbindungsstelle kommt. Aufgabe der Erfindung ist es, ein solches Verfahren anzugeben.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1. Weitere Verfahrensvarianten sind in den Unteransprüchen beschrieben.

In ihrem breitesten Aspekt betrifft die Erfindung demnach ein Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier übereinanderliegender metallischer Bauteile über mindestens eine Schweißverbindung mittels Laserschweißens. Dabei wird der Laserstrahl im Bereich der Schweißverbindungsstelle so geführt, daß sich eine mehrfach umeinander gewundene Schweißbahn ergibt. Das Führen des Laserstrahls in mehreren Windungen umeinander erhöht die Festigkeit der Schweißverbindung gegenüber einer linienförmigen Führung oder einem reinen

Punktschweißen. Außerdem wird dadurch die Bildung von Schweißperlen deutlich reduziert. Unter "umeinander gewunden" soll hier verstanden werden, dass sich, ausgehend von der Mitte der Schweißverbindungsstelle radial nach außen, an wenigstens einer Position in Umfangsrichtung mindestens zwei Schweißbahnen benachbart zueinander befinden. Bei der Schweißverbindungsstelle im erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich also um eine Art "ausgedehnter Punktschweißverbindung" mit gewundener statt nur punktueller oder geradliniger Führung der Schweißbahn bzw. des Laserstrahls, der die Schweißbahn erzeugt.

Die gewundene Schweißbahn kann beispielsweise die Form einer Spirale aufweisen, die dadurch erzeugt wird, daß der Laserstrahl spiralförmig von innen nach außen oder von außen nach innen geführt wird. Die Spirale kann im wesentlichen rund sein, aber auch jede andere regelmäßige oder unregelmäßige, abgerundete oder eckige Form aufweisen. Aufgrund der leichteren Ausführbarkeit sind gerundete Formen im allgemeinen bevorzugt. Dabei kommen neben in etwa kreisförmigen hauptsächlich auch elliptische Spiralförmigkeiten in Frage. Ebenfalls bevorzugt ist es, wenn die einzelnen Windungen der Spirale sich in ihrer Form gleichen und im wesentlichen mit einem gleichbleibenden Abstand zueinander verlaufen. Möglich sind aber auch unregelmäßige Formen. Zudem können sich benachbarte Windungen zumindest abschnittsweise überlagern.

In einer anderen Variante wird der Laserstrahl mäandrierend geführt, wobei sich die Windungen nach innen einkrümmen. Insgesamt ergibt sich damit eine der erwähnten Spirale ähnliche Form, wobei jedoch im Bereich der Verbindungsstelle mehrere Kehrtwendungen des Laserstrahls bzw. der Schweißbahn vorhanden sind. Für die Form und Lage der einzelnen Windungen zueinander gilt das gleiche wie für die Spirale.

Form und Größe der Schweißverbindungsstelle richten sich nach der Art der gewünschten Schweißverbindung. Abhängig davon und von der Querschnittsfläche des Laserstrahls wird eine im erfindungsgemäßen Verfahren erzeugte Spirale bzw. mäandrierende Spirale 2 bis 6 Windungen umfassen. Unter der Anzahl der Windungen wird hier die Zahl der benachbarten Schweißbahnen verstanden, die sich ergibt, wenn man von der Mitte der Schweißverbindungsstelle an der Stelle mit der größten Anzahl von Schweißbahnen radial nach außen zählt.

Der Querschnitt des Laserstrahls wird auf an sich bekannte Weise mittels der Optik der Laservorrichtung auf das gewünschte Maß eingestellt. Dabei muß der Querschnitt nicht notwendigerweise kreisförmig sein. Beispielsweise können auch elliptische Querschnitte verwendet werden, die durch schräges Einstrahlen des Laserstrahls erhalten werden können. Außerdem kann die Fokusposition auf ebenfalls an sich bekannte Weise auf die gewünschte Eindringtiefe justiert werden.

Die Bewegung des Laserstrahls über die Fläche der Schweißverbindungsstelle erfolgt zweckmäßig über die Optik der Laservorrichtung, da so die schnellste und genaueste Steuerung sowohl der Laserstrahlgeschwindigkeit als auch der Richtungsgebung möglich sind. Es ist aber auch jede andere übliche Steuerung denkbar wie die Bewegung des Lasers an sich oder die Einleitung des Laserstrahls in bewegliche Glasfasern. Wie erwähnt, ist es grundsätzlich möglich, die Schweißbahnen von innen nach außen laufend zu erzeugen oder auch umgekehrt von außen nach innen. Sollen beschichtete metallische Bauteile miteinander verschweißt werden, kann es günstiger sein, einen Verlauf von innen nach außen zu wählen. Der Grund für das bessere Schweißergebnis liegt möglicherweise darin, daß das freigesetzte Beschichtungsmaterial in diesem Fall besser nach außen austreten kann und so die Ausbildung der Schweißverbindung nicht beeinträchtigt.

Die Laserparameter - Laserleistung, Querschnittsfläche des Laserstrahls, Geschwindigkeit der Laserstrahlführung und Fokussierung - können bei der Erzeugung einer Schweißverbindung im erfindungsgemäßen Verfahren konstant bleiben. In diesem Fall wird der Laserstrahl bevorzugt, aber nicht notwendigerweise, kontinuierlich die gewählte Schweißbahn entlang geführt. Es ist

jedoch auch denkbar, die Einstrahlung, beispielsweise an Wendepunkten der Schweißbahn, zu unterbrechen und anschließend die Einstrahlung fortzusetzen.

In einer Weiterbildung der Erfindung werden die Laserparameter im Verlauf der Erzeugung einer Schweißverbindung variiert. Insbesondere wird die Leistungsdichte, also die eingestrahlte Leistung pro Fläche, im Verlauf der Erzeugung der Schweißbahn geändert. Beispielsweise wird hierzu die Laserleistung im Verlauf der Erzeugung der Schweißbahn variiert und insbesondere zumindest in einem Abschnitt der Schweißbahn kontinuierlich erhöht oder erniedrigt. Es ist aber auch eine stufenweise Änderung der Laserleistung möglich, indem die Schweißbahn in mehrere Abschnitte unterteilt wird, in denen der Laser mit unterschiedlicher Leistung betrieben wird. Es können auch Zyklen kontinuierlich oder diskontinuierlich an -und absteigender Laserleistung definiert werden. Zweck einer derartigen Änderung der Laserleistung kann sein, daß durch Einstrahlung höherer Energie an besonders kritischen Stellen eine verbesserte Festigkeit der Schweißverbindung erzielt wird. Im Verlauf der Abarbeitung der einzelnen Abschnitte kann die Einstrahlung von Energie in die Verbindungsstelle zwischenzeitlich unterbrochen werden, um die Einstellung der Laserparameter vorzunehmen.

Die Größe der Schweißverbindungsstelle richtet sich hauptsächlich nach der Art der zu verschweißenden Bauteile. Üblicherweise besitzt eine erfindungsgemäß erzeugte Schweißverbindungsstelle einen Durchmesser von 0,5 bis 5 mm und insbesondere von 1 bis 3 mm. Die Anzahl der benötigten Schweißverbindungsstellen wird auf übliche Weise unter Berücksichtigung der Größe der Bauteile und der gewünschten Festigkeit der Verbindungen festgelegt. Geschweißt werden können alle schweißbaren metallischen Materialien, wie insbesondere Stahl.

Wenn auf dem eigentlichen Bauteil kein geeigneter Platz zum Anbringen der Schweißverbindung zur Verfügung steht, kann zu diesem Zweck auch an einem Randabschnitt des Bauteils ein Vorsprung, nachfolgend als Schweißlasche bezeichnet, vorgesehen werden. Diese Schweißlasche kann beispielsweise durch Herausprägen aus dem Bauteil erzeugt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zum Schweißen einer Vielzahl unterschiedlich ausgebildeter Bauteile. Besonders gut geeignet ist das erfindungsgemäße Verfahren, um wenigstens zwei und insbesondere zwei bis sechs übereinanderliegende metallische Lagen (Metallbleche) miteinander zu verschweißen. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet ist das Verschweißen metallischer Dichtungslagen einer metallischen Flachdichtung und insbesondere einer Zylinderkopf- oder Krümmerdichtung. Auch solche Bauteile können verschweißt werden, die auf wenigstens einer Oberfläche zumindest abschnittsweise eine elektrisch nicht leitende Beschichtung, beispielsweise aus Kunststoff, aufweisen.

Als Laservorrichtung können grundsätzlich alle zum Schweißen geeigneten Laser verwendet werden, also beispielsweise Gaslaser wie CO₂-Laser, Halbleiterlaser wie Diodenlaser oder Festkörperlaser wie Nd:YAG-Laser. Bevorzugt werden gepulste Laser eingesetzt.

Mit den bislang verfügbaren Lasern können in der Regel nicht mehr als zwei übereinander angeordnete metallische Lagen miteinander verschweißt werden. Um dennoch eine zuverlässige Verbindung zwischen mehr als zwei aufeinander liegenden Blechen zu erreichen, ist es zweckmäßig, die dritte und jede weitere Metallage im Bereich der Schweißverbindungsstelle mit einer Durchgangsöffnung zu versehen. Diese Durchgangsöffnung kann beispielsweise eingestanzt werden. Bei drei Lagen zum Beispiel erfolgt das Verschweißen aller drei Lagen miteinander in die Durchgangsöffnung der dritten Lage hinein. Der innere Rand der Durchgangsöffnung wird dabei analog dem in der DE 198 35 848 A1 beschriebenen Verfahren mit der darunterliegenden, mittleren Lage verschweißt, die wiederum im selben Schritt an die erste Lage angeschweißt wird. Grundsätzlich ist es auch möglich, in der mittleren Lage eine zur Durchgangsöffnung der dritten Lage korrespondierende Durchgangsöffnung vorzusehen und die Schweißverbindung durch beide Durchgangsöffnungen hindurch auszuführen. Dies könnte bei einer sehr dicken mittleren Schicht zu Erhöhung der Festigkeit der Verbindung nützlich sein.

Wenn jedoch die Laserleistung ausreicht, eine zuverlässige Schweißverbindung zwischen mittlerer und erster Schicht zu erzielen, ohne daß die mittlere Schicht eine Durchgangsöffnung aufweist, ist dies wegen des geringeren Aufwandes im allgemeinen bevorzugt.

- 5 Weist der Schichtaufbau vier oder mehr metallische Lagen auf, werden die keine Durchgangs-
öffnung im Bereich der Schweißverbindungsstelle aufweisenden Metallagen ebenfalls zweck-
mäßig durch die Durchgangsöffnung(en) der wenigstens einen weiteren Metallage miteinander
verschweißt. Dabei können einerseits durch mehrere Lagen hindurch Durchgangsöffnungen bis
10 auf die unterste oder zweitunterste Lage hinunterführen, wobei, wenn mehrere Schweißverbin-
dungsstellen erzeugt werden, die Anzahl der übereinanderliegenden Öffnungen nicht an jeder
Stelle gleich sein muß. Bei dieser Anordnung können an den unterschiedlichen Verbindungs-
stellen jeweils verschiedene Metallagen miteinander verschweißt werden. Dies kann die Festig-
keit des Verbundes erhöhen. Die Durchgangsöffnungen können von einer Seite des Mehrla-
genaufbaues oder auch von den zwei gegenüberliegenden Oberflächen in das Innere des
15 Verbundes geführt sein. In letzterem Fall würden dann auch die Schweißvorgänge teilweise von
der ersten und teilweise von der zweiten Oberfläche aus durchgeführt werden.

- In welcher Richtung der Schweißvorgang mit dem Erzeugen der gewundenen Schweißbahn in
die Durchgangsöffnungen geführt wird, ist grundsätzlich gleichgültig. Entweder wird beispiels-
weise der Laserstrahl über den Randbereich der äußersten mit einer Durchgangsöffnung ver-
sehenen Metallage in die Durchgangsöffnung(en) hinein auf die Oberfläche der an die Durch-
gangsöffnung(en) anliegenden Metallage geführt oder in umgekehrter Richtung von der inneren
Metallage durch die darüberliegenden Durchgangsöffnungen nach oben an die Oberfläche.

- 25 Die Durchgangsöffnungen, durch die der Schweißvorgang ausgeführt wird, sollten einen
Durchmesser haben, der wenigstens dem Durchmesser der Schweißverbindungsstelle ent-
spricht. Dabei ist es aber nicht notwendig, daß alle Durchgangsöffnungen den gleichen Durch-
messer haben. Insbesondere können übereinanderliegende Durchgangsöffnungen benachbar-
ter Metallagen unterschiedliche, insbesondere nach außen zunehmende, Durchmesser aufwei-
sen. Diese Metallagen können dann in einem dem in der DE 198 35 84 8 A1 analogen Vorge-
hen aneinander geschweißt werden.

- 35 Durch das Führen der Schweißbahnen in Windungen können bei geeignet gewählter Laserlei-
stung und Fokussierung Spritzer beim Schweißen und das Ablagern von Schweißperlen stark
reduziert werden. Zusätzliche Verbesserungen lassen sich erreichen, wenn während des
Schweißvorganges im Bereich der Schweißverbindungsstelle die umgebende Atmosphäre
abgesaugt und/oder ein Gasstrom auf die Schweißverbindungsstelle gerichtet wird. Der Gas-
strom kann Luft oder ein Inertgas sein, wie es auch bisher bei Schweißvorgängen eingesetzt
wird.

- 40 Alternativ oder ergänzend zu dieser Maßnahme kann im Anschluß an die Erzeugung der
Schweißverbindung der Laserstrahl mehrfach linienförmig über die Schweißverbindungsstelle
geführt werden. Eventuell doch vorhandene Schweißspritzer im Bereich der Schweißverbin-
dungsstelle werden dadurch eingeebnet und an das metallische Bauteil angeschweißt, so daß
45 eine Verunreinigung mit abfallenden Schweißperlen vermieden wird. Bevorzugt wird dabei die
Schweißverbindungsstelle im wesentlichen über ihre gesamte Fläche mit einer Gitterlinien- oder
Rasterstruktur überzogen, also mit einer Vielzahl im wesentlichen parallel oder überkreuz ver-
laufender Schweißlinien.

- 50 Diese Linienstruktur wird bevorzugt mit möglichst hoher Leistung des Laserstrahls erzeugt.
Beispielsweise beträgt die Laserleistung bei der Erzeugung der Schweißverbindung etwa 1/4
bis 1/2 und insbesondere etwa 1/3 der Laserleistung beim linienförmigen Überschweißen. Auch
die Geschwindigkeit, mit der der Laserstrahl beim Überschweißen geführt wird, liegt vorteilhaft
höher als beim Erzeugen der Schweißverbindung. Bevorzugt ist die Geschwindigkeit des La-
serstrahls bei Erzeugung der Schweißverbindung 1/20 bis 1/50 der Geschwindigkeit des Laser-
55

strahls beim linienförmigen Überschweißen. Geeignete Geschwindigkeiten für das Überschweißen liegen zum Beispiel zwischen 200 mm/s und 1500 mm/s, geeignete Laserleistungen hierbei zwischen 500 und 3000 W.

- 5 Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert werden. Die Zeichnungen geben lediglich einige mögliche Ausführungsformen wieder, ohne daß die Erfindung auf diese beschränkt wäre. In den Zeichnungen zeigen schematisch:

- 10 Fig. 1 eine Draufsicht auf einen möglichen Verlauf einer Schweißbahn im erfindungsgemäßen Verfahren;
Fig. 2 eine Draufsicht auf einen anderen möglichen Verlauf einer Schweißbahn im erfindungsgemäßen Verfahren;
Fig. 3a eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäß hergestellte Schweißverbindung zwischen zwei aufeinanderliegenden metallischen Lagen;
15 Fig. 3b eine Draufsicht auf die Rückseite der in Fig. 3a gezeigten Schweißverbindung;
Fig. 4 eine Draufsicht auf eine weitere erfindungsgemäß hergestellte Schweißverbindung mit überschweißter Verbindungsstelle;
Fig. 5 eine Draufsicht auf eine weitere erfindungsgemäß hergestellte Schweißverbindung mit überschweißter Verbindungsstelle;
20 Fig. 6 eine Draufsicht auf eine weitere erfindungsgemäß hergestellte Schweißverbindung zwischen mehreren aufeinanderliegenden metallischen Lagen in eine Durchgangsöffnung hinein;
Fig. 7 eine Draufsicht auf eine weitere erfindungsgemäß hergestellte Schweißverbindung zwischen mehreren aufeinanderliegenden metallischen Lagen in eine Durchgangsöffnung hinein und mit überschweißter Verbindungsstelle;
25 Fig. 8a eine Teildraufsicht auf eine Zylinderkopfdichtung im Bereich benachbarter Brennraumöffnungen;
Fig. 8b eine Schnittansicht der Zylinderkopfdichtung gemäß Fig. 8a entlang der Linie Y-Y;
Fig. 8c eine Detailansicht der Fig. 8a im Bereich um die Durchgangsöffnung 7 und
Fig. 9 eine stark vereinfachte Anordnung einer Laservorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Falle des Verschweißens mehrerer Dichtungslagen einer Zylinderkopfdichtung.
30

Die Fig. 1 und 2 verdeutlichen schematisch zwei der Möglichkeiten, wie der Laserstrahl im erfindungsgemäßen Verfahren geführt werden kann, um eine gewundene Schweißbahn zu
35 ergeben. In Fig. 1 besitzt die Schweißbahn 1 die Form einer Spirale mit 4 Windungen (von der Mitte der Schweißverbindungsstelle radial nach außen gezählt). Diese Spirale kann von innen nach außen oder von außen nach innen geführt werden. Sie kann außerdem mit über den gesamten Verlauf konstanter oder sich ändernder Leistungsdichte des Laserstrahls erzeugt werden. Ebenso kann, falls gewünscht, die Eindringtiefe sich über den Verlauf der Spirale ändern. Zudem kann die Spirale kontinuierlich ohne Absetzen des Laserstrahls gefahren werden
40 oder mit Unterbrechungen und erneutem Ansetzen des Laserstrahls, so daß sich eine in Segmente aufgeteilte Spirale ergibt (wird später weiter erläutert).

Fig. 2 zeigt eine andere Möglichkeit einer gewundenen Laserschweißbahn 1, die man als mäandrierende Spirale bezeichnen könnte. Innerhalb der Schweißbahn finden mehrere Richtungswechsel statt, wobei hier die Richtungswechselpunkte 2 an einer offenen Seite der mäandrierenden Spirale liegen. Sie könnten aber auch an so angeordnet sein, daß sie von einer weiter außen liegenden Schweißbahn eingeschlossen werden, so daß sich eine geschlossene Form der mäandrierenden Spirale ergeben würde. Insgesamt weist die mäandrierende Spirale
45 hier vier Windungen auf (erneut vom Mittelpunkt an der Stelle mit den meisten Windungen radial nach außen gezählt).

Die Fig. 3a und 3b zeigen Mikrofotografien von Schweißverbindungsstellen 3, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurden. Zwei Stahlbleche wurden unter Verwendung
55 einer spiralförmigen Schweißbahn ähnlich der in Fig. 1 miteinander verschweißt. Fig. 3a zeigt

die Seite des Bleches, auf das der Laserstrahl projiziert wurde, Fig. 3b die rückwärtige Seite des darunterliegenden zweiten Bleches. Die spiralförmige Schweißbahn ist in mehrere Segmente oder Abschnitte unterteilt, in denen die Windungen der Spirale mit jeweils unterschiedlicher Leistung des Laserstrahls abgefahren wurden. Die Bewegung des Laserstrahls erfolgte dabei
5 beginnend in der Mitte der Spirale nach außen. Am Ende eines jeden Abschnitts wurde die Lasereinstrahlung unterbrochen, die Laserparameter wurden neu eingestellt, und im nächsten Abschnitt wurde die Lasereinstrahlung mit den neuen Laserparametern fortgesetzt. Die einzelnen Abschnitte mit jeweils geänderten Laserparametern sind von I bis V fortlaufend bezeichnet. Fig. 3b zeigt die Rückseite der Schweißverbindungsstelle 3 auf dem zweiten Blech. Wie zu
10 erkennen, zeichnen sich nur noch die inneren Abschnitte der Schweißbahn auf der Rückseite ab, bei denen der Energieeintrag am höchsten war.

Fig. 4 zeigt eine Mikrofotografie einer Schweißverbindungsstelle 3 mit ebenfalls spiralförmiger Schweißbahn in Draufsicht auf die Schweißoberseite. Zum Einebnen von während des Schweißens entstandenen Spritzern oder Schweißperlen ist hier über die Schweißverbindungsstelle in
15 einem weiteren Arbeitsschritt ein Liniengitter 4 aus einer Vielzahl paralleler Schweißlinien 5 gelegt. Dieses Liniengitter wird mit derselben Laservorrichtung wie die Schweißverbindungsstelle hergestellt. Jedoch wird der Laserstrahl auf eine deutlich höhere Leistung eingestellt und mit erheblich höherer Geschwindigkeit geführt als beim Arbeiten der Spirale. Die Laserleistung
20 beim Überschweißen ist beispielsweise etwa dreimal so hoch und die Geschwindigkeit ca. 20mal so groß wie beim Spiralschweißen.

Fig. 5 zeigt ein anderes Beispiel einer mit einem Liniengitter 4 überschweißten Schweißverbindung 3, wobei hier aber das übergeschweißte Liniengitter 4 eine in etwa ovale Form besitzt.

Die Mikrofotografie der Fig. 6 zeigt eine Schweißverbindungsstelle 3 mit spiralförmiger Schweißbahn in einem Verbund mehrerer Blechlagen, beispielsweise dreier Blechlagen. Um die unteren Blechlagen noch sicherer anschweißen zu können, ist in die oberste der Blechlagen
25 6 eine Durchgangsöffnung 7 eingestanzt worden. Die spiralförmige Schweißbahn 1 verläuft vom Rand der Durchgangsöffnung 7 in der oberen Blechlage 6 in die Durchgangsöffnung 7 hinein auf die darunterliegende Blechlage 8, unter der - im Foto nicht sichtbar - die dritte Blechlage angeordnet ist. Auf diese Weise werden alle drei Blechlagen im Bereich der Durchgangsöffnung 7 sicher und dauerhaft miteinander verschweißt. Die spiralförmige Schweißbahn weist erneut
30 fünf Abschnitte auf, wie dies bereits in Zusammenhang mit Fig. 3a beschrieben wurde.

Fig. 7 zeigt eine der Schweißverbindung in Fig. 6 entsprechende Schweißverbindungsstelle und deren Umgebung. Nach dem spiralförmigen Schweißen wurde die Schweißverbindungsstelle 3 - ähnlich wie in Fig. 4 - mit einem Liniengitter 4 übergeschweißt, um eventuell vorhandene
35 Schweißperlen einzuebnen.

Fig. 8a bis 8c schließlich verdeutlichen die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens am Beispiel einer Zylinderkopfdichtung 9. Gezeigt ist in Fig. 8a die Draufsicht auf einen Teilbereich der Dichtung, dort, wo zwei Brennraumöffnungen 10 aneinandergrenzen. Die Brennraumöffnungen 10 werden von Sicken 11 umgeben, die sich im Bereich zwischen den Brennraumöffnungen zu einer einzigen Sicke vereinigen. Die dargestellte Dichtung besteht aus fünf Blechlagen 12 bis 16, wie sich aus Fig. 8c entnehmen läßt, die eine Schnittansicht entlang der
40 Linie Y-Y der Fig. 8a ist.

Die fünf Blechlagen 12 bis 16 werden an verschiedenen Stellen durch Schweißen miteinander verbunden. Gezeigt ist hier der Bereich um eine der Schweißverbindungsstellen. Um alle fünf Lagen miteinander verschweißen zu können, ist in die zwei obersten Blechlagen 12 und 13 jeweils eine Durchgangsöffnung 7 eingestanzt. Durch diese Öffnungen 7 hindurch kann die Laserschweißverbindung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden. Fig. 8c
50 verdeutlicht schematisch einen möglichen Verlauf der Schweißbahn in die Durchgangsöffnung 7 hinein. Die Schweißbahn 1 ist erneut spiralförmig gestaltet, wobei ein Teil der Spirale auf der
55

Oberfläche der oberen Dichtungslage 12 verläuft, der andere Teil der Spirale aber an den Rändern der Durchgangsöffnungen 7 in den Platten 12 und 13 hinunter auf die Oberfläche des Bleches 14 verläuft. Bei ausreichend hoher Laserleistung können auch die unteren Bleche 15 und 16 in einem einzigen erfindungsgemäßen Schweißvorgang an die darüberliegenden Bleche 12 bis 14 angeschweißt werden. Die fertige Schweißverbindung sieht zum Beispiel aus wie diejenige, die in Fig. 6 gezeigt ist, oder - nach einem zusätzlichen linienförmigen Überschweißen - wie diejenige der Fig. 7.

Fig. 9 illustriert stark vereinfacht einen möglichen Aufbau einer Laservorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Laservorrichtung kann dabei grundsätzlich dem Stand der Technik entsprechen und wird daher hier nicht im Detail wiedergegeben. Verschweißt werden sollen im dargestellten Fall zwei übereinander angeordnete Lagen einer metallischen Zylinderkopfdichtung 9, die hier auf einer geeigneten Unterlage 17 angeordnet ist. Zum Verschweißen wird ein gebündelter Laserstrahl 18 in Windungen, beispielsweise wie in Fig. 1 dargestellt, über die Dichtungsoberfläche geführt. Die Bewegung des Laserstrahls 18 erfolgt dabei durch Bewegen des beweglichen Spiegels 19, auf den der Laserstrahl 18 über eine Linse 20 ausgestrahlt wird. Die Beweglichkeit des Spiegels 19 ist dabei derart, daß der Laserstrahl über die gesamte Fläche der Zylinderkopfdichtung 9 geschwenkt werden kann, wie durch die gestrichelten Linien angedeutet. So können an jeder Stelle der Dichtung, falls gewünscht, Schweißverbindungen erzeugt werden.

Ansprüche:

1. Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier übereinanderliegender metallischer Bauteile über mindestens eine Schweißverbindung mittels Laserschweißens, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Laserstrahl im Bereich der Schweißverbindungsstelle so geführt wird, daß sich eine mehrfach umeinander gewundene Schweißbahn ergibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Laserstrahl spiralförmig von innen nach außen oder von außen nach innen geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Laserstrahl mäanderförmig geführt wird, wobei sich die Windungen nach innen einkrümmen.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Spirale bzw. mäandrierende Spirale 2 bis 6 Windungen umfaßt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Laserleistung im Verlauf der Erzeugung der Schweißbahn geändert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Schweißbahn in mehrere Abschnitte unterteilt wird, in denen der Laser mit unterschiedlicher Leistungsdichte betrieben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Laserleistung zumindest in einem Abschnitt der Schweißbahn kontinuierlich erhöht oder erniedrigt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Schweißverbindungsstelle einen Durchmesser von 0,5 bis 5 mm und insbesondere von 1 bis 3 mm besitzt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, daß bis zu sechs übereinanderliegende metallische Lagen miteinander verschweißt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, daß es zum Verschweißen metallischer Bauteile einer metallischen Flachdichtung und insbesondere einer Zylinderkopf- oder Krümmerdichtung eingesetzt wird.
- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*, daß wenigstens eines der Bauteile auf wenigstens einer Oberfläche zumindest abschnittsweise eine elektrisch nicht leitende Beschichtung aufweist.
- 10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, *dadurch gekennzeichnet*, daß es zur Verbindung wenigstens dreier übereinanderliegender Metallagen verwendet wird und daß die dritte und jede weitere Metallage im Bereich der Schweißverbindungsstelle mit einer Durchgangsöffnung versehen ist.
- 15 13. Verfahren nach Anspruch 12, *dadurch gekennzeichnet*, daß die keine Durchgangsöffnung im Bereich der Schweißverbindungsstelle aufweisenden Metallagen durch die Durchgangsöffnung(en) der wenigstens einen weiteren Metallage miteinander verschweißt werden.
- 20 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, *dadurch gekennzeichnet*, daß es zum Verschweißen von vier oder mehr Metallagen eingesetzt wird und daß Durchgangsöffnungen an mehreren Stellen einer Metallage vorhanden sind, um jeweils verschiedene Metallagen miteinander zu verschweißen.
- 25 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Laserstrahl über den Randbereich der äußersten mit einer Durchgangsöffnung versehenen Metallage in die Durchgangsöffnung(en) hinein auf die Oberfläche der an die Durchgangsöffnung(en) anliegenden Metallage oder in umgekehrter Richtung geführt wird.
- 30 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, *dadurch gekennzeichnet*, daß übereinanderliegende Durchgangsöffnungen benachbarter Metallagen unterschiedliche Durchmesser aufweisen.
- 35 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Durchmesser der Durchgangsöffnungen wenigstens dem Durchmesser der Schweißverbindungsstelle entspricht.
- 40 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, *dadurch gekennzeichnet*, daß während des Schweißvorganges im Bereich der Schweißverbindungsstelle die umgebende Atmosphäre abgesaugt und/oder ein Gasstrom auf die Schweißverbindungsstelle gerichtet wird.
- 45 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, *dadurch gekennzeichnet*, daß im Anschluß an die Erzeugung der Schweißverbindung der Laserstrahl mehrfach linienförmig über die Schweißverbindungsstelle geführt wird.
- 50 20. Verfahren nach Anspruch 19, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Schweißverbindungsstelle im wesentlichen über ihre gesamte Fläche mit einer Gitterlinien- oder Rasterstruktur überzogen wird.
- 55 21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Linienstruktur mit möglichst hoher Leistung des Laserstrahls erzeugt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Laserleistung bei der Erzeugung der Schweißverbindung bei $1/4$ bis $1/2$ und insbesondere etwa $1/3$ der Laserleistung beim linienförmigen Überschweißen liegt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Geschwindigkeit des Laserstrahls bei Erzeugung der Schweißverbindung $1/20$ bis $1/50$ der Geschwindigkeit des Laserstrahls beim linienförmigen Überschweißen ist.

5

Hiezu 9 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

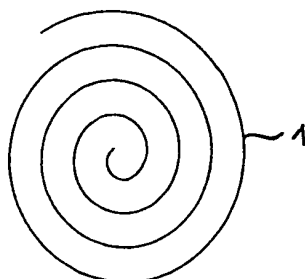


Fig. 1

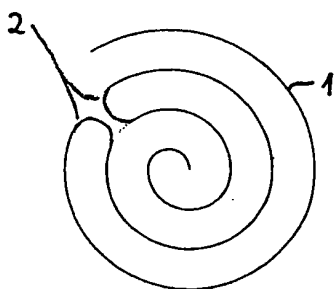


Fig. 2



Fig. 3a

II

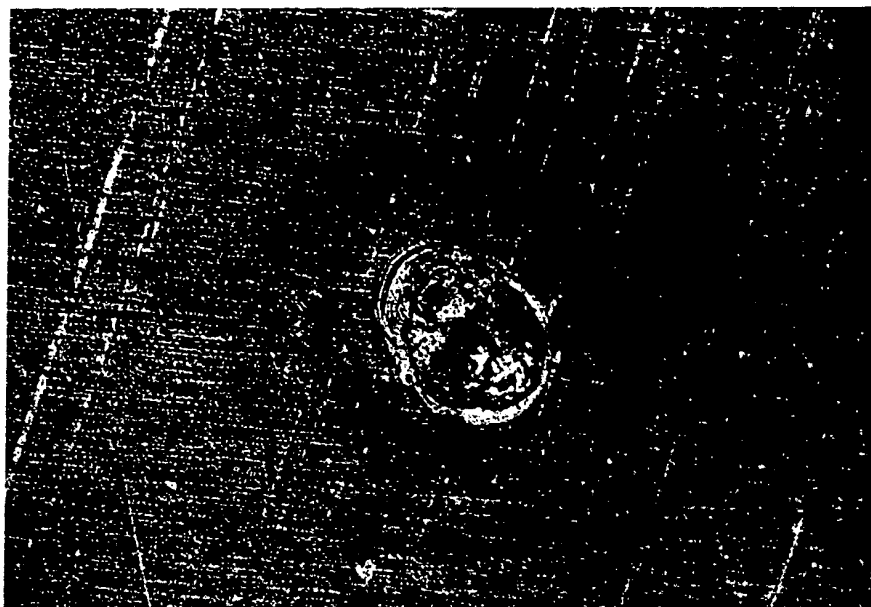


Fig. 3b

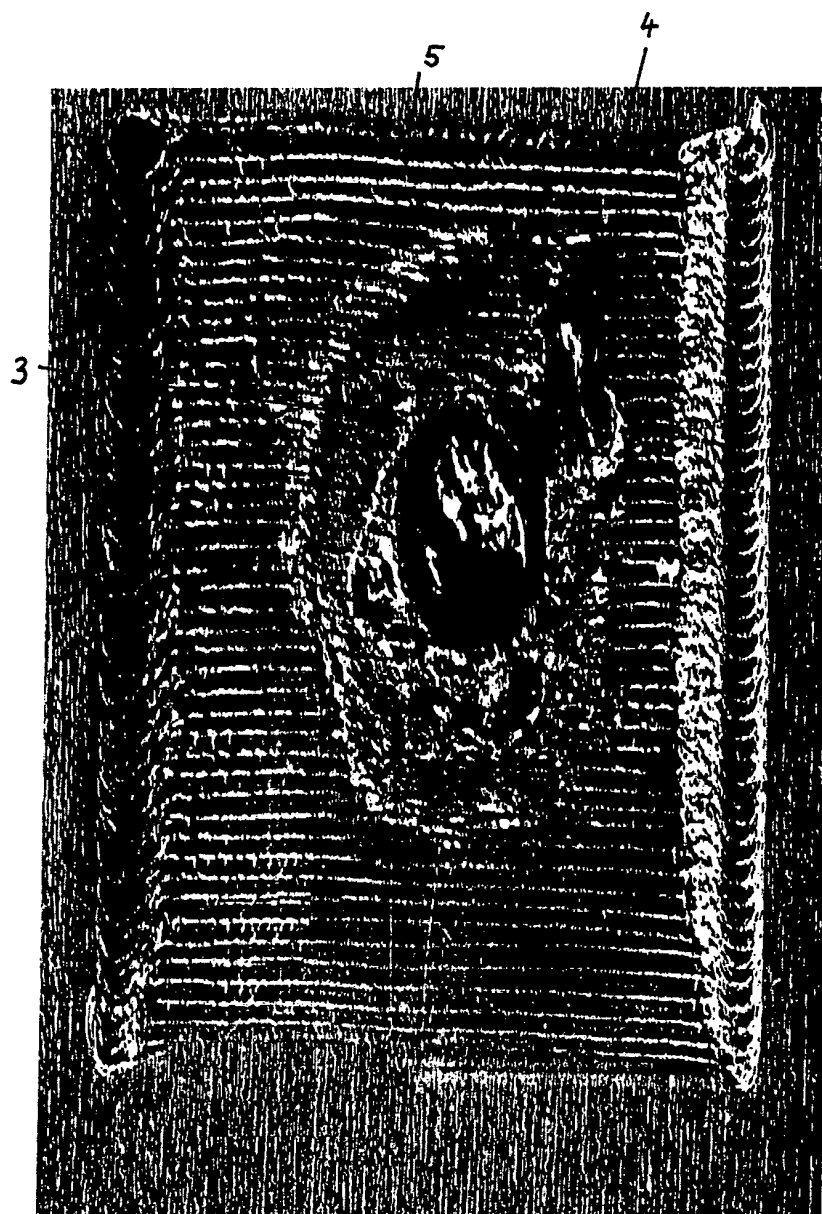


Fig. 4



österreichisches
patentamt

Blatt: 5

AT 008 826 U1 2007-01-15

Int. Cl.⁷: B23K 26/24



Fig. 5

4

3

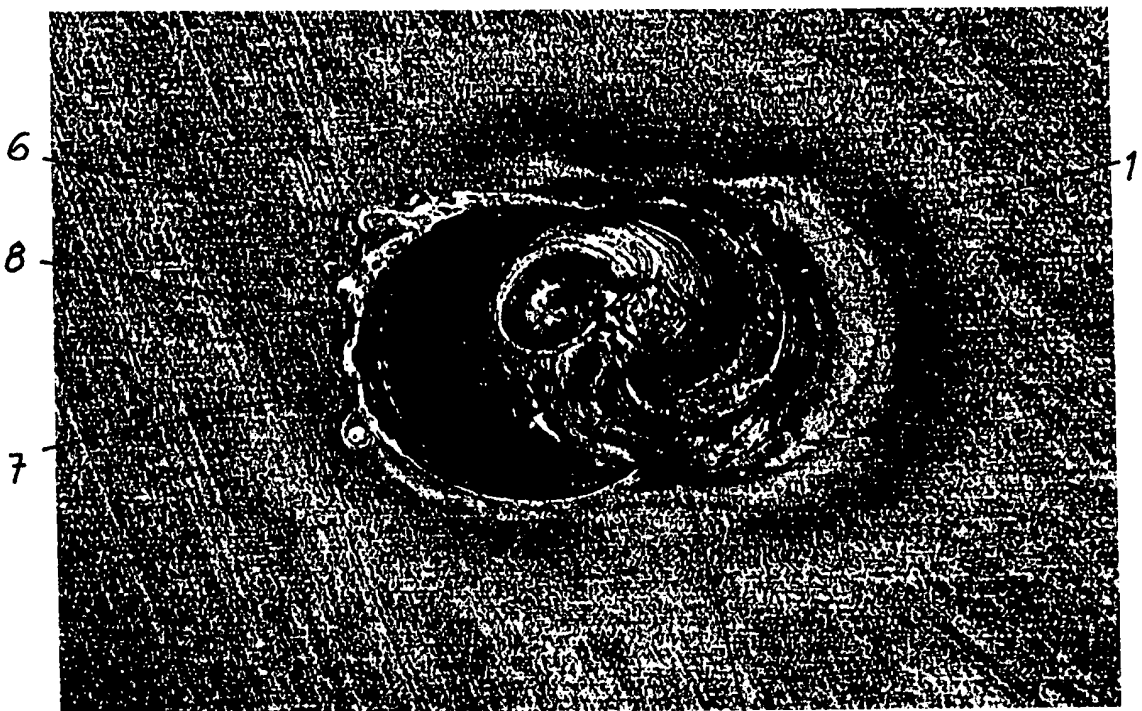


Fig. 6



Fig. 7

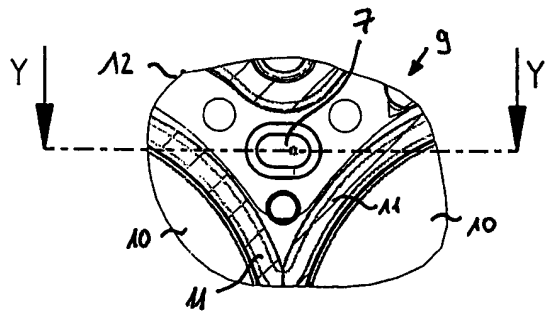


Fig. 8a

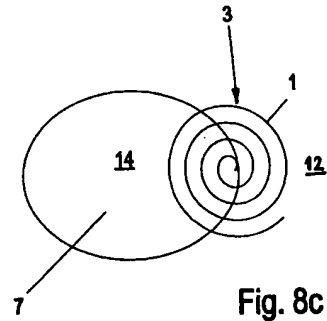


Fig. 8c

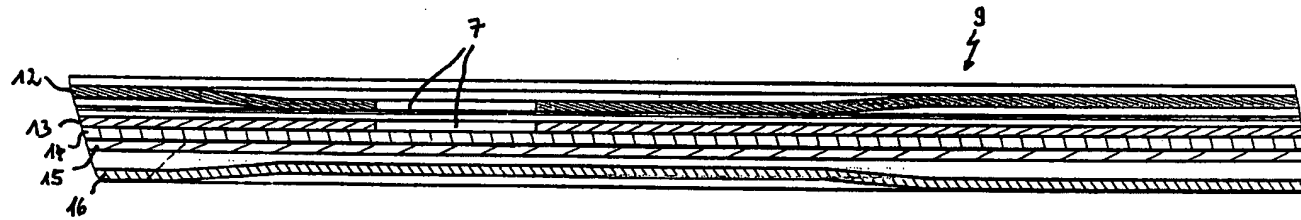


Fig. 8b

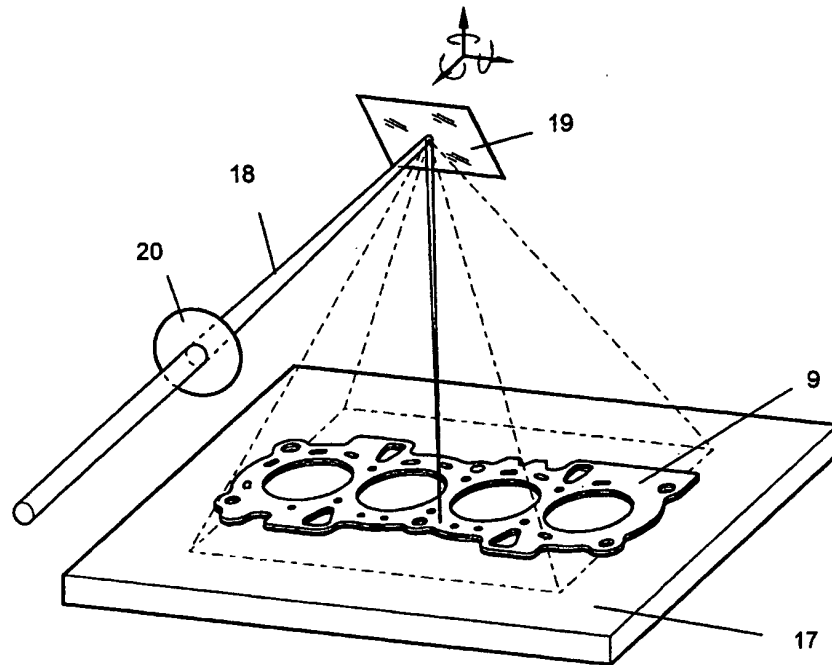


Fig. 9

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B23K 26/24 (2006.01)		AT 008 826 U1
Recherchierte Prüfsubstanz (Klassifikation): B23K, FT: 3J040		
Konsultierte Online-Datenbank: wpi, epodoc, paj		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 17.05.2004 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrundeliegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	JP 7332500 A (NIHON METAL GASKET) 22. Dezember 1995 (22.12.1995) (Abstract) [online] [ermittelt am 10.05.2006] Ermittelt in: EPOQUE, Datenbank Epodoc	1 - 23
A	EP 0 486 817 A1 (TAIHO KOGYO CO.) 27. Mai 1992 (27.05.1992) Zusammenfassung, Fig. 1	1 - 23
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist.		
Datum der Beendigung der Recherche: 10. Mai 2006	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dipl.-Ing. PAVDI

Hinweis

Die **Kategorien** der angeführten Dokumente dienen in Anlehnung an die Kategorien der Entgegenhaltungen bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik.

Bitte beachten Sie, dass nach der **Zahlung der Veröffentlichungsgebühr** die **Registrierung** erfolgt und die **Gebrauchsmusterschrift veröffentlicht** wird, auch wenn die Neuheit bzw. der erforderliche erfinderische Schritt nicht gegeben ist. In diesen Fällen könnte ein allfälliger **Antrag auf Nichtigkeitsklärung** (kann von jedermann gestellt werden) zur Löschung des Gebrauchsmusters führen. Auf das Risiko allfälliger im Fall eines Nichtigkeitsantrags anfallender Prozesskosten (die gemäß §§ 40 bis 55 Zivilprozessordnung zugesprochen werden) darf hingewiesen werden.

Ländercodes von Patentschriften (Auswahl, weitere Codes siehe **WIPO ST. 3.**)

AT = Österreich; **AU** = Australien; **CA** = Kanada; **CH** = Schweiz; **DD** = ehem. DDR; **DE** = Deutschland; **EP** = Europäisches Patentamt; **FR** = Frankreich; **GB** = Vereinigtes Königreich (UK); **JP** = Japan; **RU** = Russische Föderation; **SU** = Ehem. Sowjetunion; **US** = Vereinigte Staaten von Amerika (USA); **WO** = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI);

Die genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 bis 12 Uhr 30, Dienstag von 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamtes betriebenen Kopierstelle können **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Über den Link <http://at.espacenet.com/> können **Patentveröffentlichungen am Internet** kostenlos eingesehen werden.

Auf Bestellung gibt die von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamtes betriebene Serviceabteilung gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentedokumenten allfällige veröffentlichte **"Patentfamilien"** (den selben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt.

Auskünfte und Bestellmöglichkeit zu den Serviceleistungen erhalten Sie unter der Telefonnummer
+43 1 534 24 - 738 bzw. 739

Schriftliche Bestellungen:

per FAX Nr. + 43 1 534 24 – 737 oder per E-Mail an Kopierstelle@patentamt.at