



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 408 852 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1084/2000
(22) Anmeldetag: 23.06.2000
(42) Beginn der Patentdauer: 15.08.2001
(45) Ausgabetag: 25.03.2002

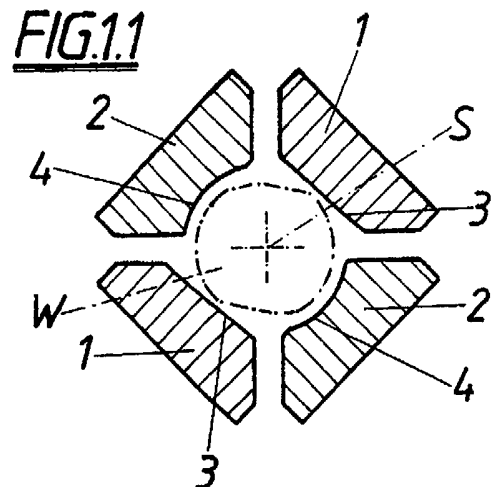
(51) Int. Cl.⁷: **B21J 7/14**

(73) Patentinhaber:
GFM BETEILIGUNGS- UND MANAGEMENT
GMBH & CO. KG
A-4400 STEYR, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM SCHMIEDEN EINES METALLENEN WERKSTÜCKES

AT 408 852 B

(57) Beim Schmieden eines metallenen Werkstückes (W) mit wenigstens vier paarweise einander gegenüberliegenden und gegeneinander um die Schmiedeachse (S) winkerversetzten Schmiedewerkzeugen (1, 2) wird das Werkstück (W) durch die verformenden, den Werkstückquerschnitt umfassenden Schmiedewerkzeuge (1, 2) bei jedem Schmiedehub unter Behinderung einer Breitung verformt und einem allseitigen hydrostatischen Druck ausgesetzt. Um neben einem guten Dichtschmieden wegen des allseitigen hydrostatischen Druckes auch eine Knetwirkung zur gewünschten Gefügeverbesserung zu erreichen, wird das Werkstück (W) vor dem endgültigen Umschließen des Werkstückquerschnittes und der damit verbundenen breitungsbehinderten Verformung bei jedem Schmiedehub durch eine ungleiche Verformungswirkung der gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare (1, 2) zusätzlich mit zumindest verringerter Breitungsbehinderung verformt.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Schmieden eines metallenen Werkstückes mit wenigstens vier paarweise einander gegenüberliegenden und gegeneinander um die Schmiedeachse winkelfersetzten Schmiedewerkzeugen, nach dem das Werkstück durch die gleichzeitig verformenden, den Werkstückquerschnitt umfassenden Schmiedewerkzeuge bei jedem Schmiedehub unter Behinderung einer Breitung verformt und einem allseitigen hydrostatischen Druck ausgesetzt wird.

Das Schmieden eines metallenen Werkstückes, insbesondere eines stranggegossenen Werkstückes, soll im wesentlichen einerseits die bei der Erstarrung der Metallschmelze entstehenden Lunker und Poren schließen und die auftretenden Seigerungen verringern und andererseits das Erstarrungsgefüge mit seiner groben Kristallstruktur aufbrechen und in einen feinkristallinen Zustand überführen, wobei ein Aufbau eines allseitig hydrostatischen Druckes für das Verdichten und damit für die Beseitigung von Hohlräumen und eine durchgreifende Verformung mit ihrer Zerstörung der groben Kristallstruktur für eine Rekristallisation und die davon abhängige Gefügeverbesserung verantwortlich sind.

Die bekannten Schmiedeverfahren lassen sich nun grundsätzlich in das Zweihämmerverfahren und das Vierhämmerverfahren unterteilen, wobei das Werkstück beim Zweihämmerverfahren zwischen zwei relativ zueinander umformenden Schmiedewerkzeugen und beim Vierhämmerverfahren zwischen wenigstens vier paarweise einander gegenüberliegenden und gegeneinander um die Schmiedeachse winkelfersetzten gleichzeitig umformenden Schmiedewerkzeugen geschmiedet wird.

Nach dem Zweihämmerverfahren kommt es durch die nur auf zwei einander gegenüberliegenden Werkstückseiten einwirkenden Schmiedewerkzeuge bei jedem Schmiedehub zu einer unbehinderten Breitung des Werkstückes, so daß das Material stark verformt und durchknetet wird, sich aber nur ein geringer hydrostatischer Druck aufbauen kann. Dieses Zweihämmerverfahren führt daher zu einer sehr guten Gefügeverbesserung aufgrund der mit der Verformung eingeleiteten Rekristallisation, doch tritt ein entsprechendes Dichtschmieden wegen des Fehlens eines höheren hydrostatischen Druckes erst nach mehreren Schmiededurchgängen, also erst nach großen Querschnittsreduktionen auf.

Nach dem Vierhämmerverfahren wiederum, demgemäß in der Schmiedeebene gleiche Schmiedewerkzeuge synchron arbeiten, umfassen die Schmiedewerkzeuge das Werkstück bei jedem Schmiedehub, wodurch kaum eine Breitung möglich ist und die Materialverformung im wesentlichen eine Werkstücklängung mit sich bringt, so daß wegen der schwachen Knetwirkung auch nur eine geringere Gefügeverbesserung erreicht werden kann. Außerdem ergeben sich aufgrund der weitgehend in Längsrichtung des Werkstückes auftretenden Verformung unterschiedliche mechanische Eigenschaften des Materials in Längs- und Querrichtung, wobei vor allem die Kerbschlagzähigkeit in Querrichtung absinkt. Allerdings wird durch die den Werkstückquerschnitt allseitig umfassenden Schmiedewerkzeuge ein hoher hydrostatischer Druck aufgebaut, der ein hervorragendes Dichtschmieden gewährleistet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art anzugeben, das auf rationelle Weise die Vorteile der Zwei- und Vierhämmerverfahren in sich vereinigt und beim Schmieden eines Werkstückes sowohl für eine gewünschte Gefügeverbesserung als auch für eine ausreichende Dichtschmiedung sorgt.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß das Werkstück vor dem endgültigen Umschließen des Werkstückquerschnittes und der damit verbundenen breitungsbehinderten Verformung bei jedem Schmiedehub durch eine ungleiche Verformungswirkung der gegeneinander winkelfersetzten Schmiedewerkzeugpaare zusätzlich mit zumindest verringerter Breitungsbehinderung verformt wird.

Bevor der Werkstückquerschnitt beim Schmieden durch die Schmiedewerkzeuge vollständig umschlossen wird, läßt sich das Werkstück aufgrund einer entsprechend ungleichen Verformungswirkung der jeweils gegeneinander winkelfersetzten Schmiedewerkzeugpaare innerhalb einer geeigneten Durchlaufzone konzentriert kneten und walken, da in dieser Durchlaufzone die Schmiedewerkzeugpaare den Werkstückquerschnitt nicht gleichmäßig erfassen und bearbeiten, sondern jeweils das eine Schmiedewerkzeugpaar in seiner Bearbeitungswirkung dem oder den anderen Schmiedewerkzeugpaaren voreilt und es daher nur zu einer verringerten oder zu gar keiner Breitungsbehinderung kommt. Es tritt bei jedem Schmiedehub eine tiefgreifende Verformung

als Voraussetzung für die gewünschte Rekristallisation des Materials auf. Die vollständige Umfassung des Werkzeugquerschnittes durch die Schmiedewerkzeuge am Ende des Schmiedehubes bzw. im Bereich des Endquerschnittes der Schmiedewerkzeuge führt dann bei jedem Schmiedehub auch zu einem allseitig wirkenden hohen hydrostatischen Druck, der die entsprechende Dichtschmiedung sicherstellt. Die erreichbare Höhe des hydrostatischen Druckes bleibt zwar geringer als die beim üblichen Vierhämmerverfahren, doch genügt sie durchaus zur Beseitigung der gußbedingten Hohlräume des Werkstückes. Der Verzicht auf übermäßige hydrostatische Druckhöhen erlaubt aber im Gegensatz zum bekannten Vierhämmerverfahren das gefügeverbessernde Werkstückverformen bei fehlender oder geringerer Brei- tungsbehinderung. Entscheidend für das Verfahren ist demnach die Kombination einer Verformung mit Brei- tungsbehinderung und hohem hydrostatischem Druckaufbau und einer Werkstückverformung ohne stärkere Brei- tungsbehinderung mit nur geringerem hydrostatischen Druckaufbau, wobei es in Durchlaufrichtung durch die Schmiedewerkzeuge je nach Werkstück und Material unterschiedliche Zonen dieser Verformungsarten geben kann. Lediglich die letzte Zone beim Werkstückaustritt aus den Schmiedewerkzeugen wird bevorzugt eine Zone mit brei- tungsbehinderter Verformung sein, um das auslaufende Werkstück kalibrieren zu können.

Um das Nebeneinander von Verformungen mit stärkerer oder geringerer Brei- tungsbehinderung zu erreichen, können sowohl die Schmiedewerkzeuge entsprechend abgestimmte Schlagflächenformen aufweisen als auch die Bewegungsabläufe der Schmiedewerkzeuge in geeigneter Weise beeinflußt werden und selbstverständlich lassen sich auch beide Maßnahmen miteinander kombinieren.

So wird beispielsweise die ungleiche Verformungswirkung der gegeneinander winkelve- rsetzten Schmiedewerkzeugpaare durch den Einsatz von Schmiedewerkzeugen mit unterschiedlich geformten, aber in den gleichen Endquerschnitt auslaufenden Schlagflächen erreicht, wodurch das eine Werkzeugpaar mit im Vergleich zu den Schlagflächen des anderen Werkzeugpaares ausgebauchten Schlagflächen bei synchronen Schmiedewerkzeugbewegungen zuerst auf das Werkstück aufsetzen und in der Zeit bis zum späteren Aufsetzen des anderen Werkzeugpaares das Material in der Zone dieser Ausbauchung mit freier Brei- tung verformen kann. Der bei allen Werkzeugen gleiche Endquerschnitt der Schlagflächen führt dann abschließend nicht nur zum Aufbau eines hohen allseitigen hydrostatischen Druckes, sondern auch zur Kalibrierung des die Werkzeuge verlassenden Werkstückes.

Eine weitere Möglichkeit einer ungleichen Verformungswirkung ergibt sich, wenn die gegeneinander winkelve- rsetzten Schmiedewerkzeugpaare von einer gleichen unteren Totpunktslage aus mit unterschiedlicher Hubhöhe hubbewegt werden, wodurch es wiederum trotz des gleichzeitigen Verformens der Schmiedewerkzeuge zu einem ungleichen Eintauchen in das Werkstück kommt. Die gemeinsame untere Totpunktslage bringt wiederum den erforderlichen hohen hydrostatischen Druck und die gewünschte Werkstückkalibrierung mit sich.

Werden die gegeneinander winkelve- rsetzten Schmiedewerkzeugpaare, die auch identisch ausgebildet sein können, einer unterschiedlichen, jeweils für sich ansteuerbaren Hubbewegung unterworfen, kann die Ungleichheit der Verformungswirkung dieser Werkzeugpaare innerhalb weiter Bereiche variiert und an die jeweiligen Schmiedeverhältnisse angepaßt werden.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch veranschaulicht, und zwar zeigen Fig. 1.1 bis Fig. 1.4 die Durchführung des erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens anhand von vier Werkzeugpositionen beim Schmiedehub im Querschnitt nach der Linie I-I der Fig. 3 bzw. Fig. 4,

Fig. 2.1 bis Fig. 2.3 eine abgeänderte Arbeitsweise gemäß diesem Schmiedeverfahren anhand dreier Werkzeugpositionen bei einem Schmiedehub ebenfalls im Querschnitt nach der Linie I-I der Fig. 3 bzw. Fig. 4,

Fig. 3 und 4 Axialschnitte nach den Linien III-III bzw. IV-IV der Fig. 1.4 bzw. 2.3 sowie Fig. 5 einen Querschnitt nach der Linie V-V der Fig. 3 bzw. Fig. 4.

Zum Schmieden eines metallenen Werkstückes W mit wenigstens vier paarweise einander gegenüberliegenden und gegeneinander um die Schmiedeachse S winkelve- rsetzten Schmiedewerkzeugen 1, 2 wird das Werkstück W durch die den Werkstückquerschnitt umfassenden Schmiedewerkzeuge 1, 2 bei jedem Schmiedehub unter Behinderung einer Brei- tung verformt und einem allseitigen hydrostatischen Druck ausgesetzt, so daß es zu einer guten Dichtschmiedung kommt.

Um dabei auch für eine gewünschte Gefügeverbesserung zu sorgen, wird das Werkstück W vor dem endgültigen Umschließen des Werkstückquerschnittes und der damit verbundenen breitungsbehinderten Verformung bei jedem Schmiedehub durch eine ungleiche Verformungswirkung der gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare 1, 2 zusätzlich mit zumindest verringerter Brei-

5 ter Breiungsbehinderung verformt.
Dazu werden beispielsweise, wie in den Fig. 1.1 - 1.4 angedeutet, Schmiedewerkzeugpaare 1, 2 mit unterschiedlich geformten, aber in den gleichen Endquerschnitt auslaufenden Schlagflächen 3, 4 verwendet, wodurch das eine Werkzeugpaar 1 mit seinen gegenüber dem anderen Werkzeugpaar 2 ausgebauchten Schlagflächen 3 bei synchronen Schmiedewerkzeugbewegungen

10 zuerst auf das Werkstück W aufsetzt und in der Zeit bis zum späteren Aufsetzen des anderen Werkzeugpaares 2 das Material des Werkstückes W in der Zone 5 dieser Ausbauchung mit freier Breitung verformen kann (Fig. 1.2, Fig. 1.3).
Eine andere Möglichkeit einer solchen ungleichen Verformungswirkung ergibt sich, wie in der Fig. 2.1 - 2.3 angedeutet, wenn die gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare 1, 2 gegenüber einer gleichen unteren Totpunktlage (Fig. 2.3) mit unterschiedlicher Hubhöhe hubbewegt werden (Fig. 2.1, 2.2), so daß es wiederum zu einem ungleichen Eintauchen der Schmiedewerkzeuge in das Werkstück W kommt. Dabei kann dieses Verfahren mit unterschiedlicher Hubhöhe mit Schmiedewerkzeugen 1, 2 sowohl gleicher als auch unterschiedlich ausgebildeter Schlag-

15 flächen 3, 4 durchgeführt werden.
Das Ende des Schmiedehubes (Fig. 1.4, 2.3) führt dann wegen der den Werkstückquerschnitt umfassenden Werkzeuge bei jedem Schmiedehub auch zu einem allseitig wirkenden hohen hydrostatischen Druck, der die entsprechende Dichtschmiedung sicherstellt. Im Bereich des Endquerschnittes der Schmiedewerkzeugpaare (Fig. 5) wird beim Werkstückaustritt aus den Schmiedewerkzeugen bevorzugt eine Zone 6 mit breitungsbehinderter und kalibrierender Verformung vorge-

25 sehen sein.

PATENTANSPRÜCHE:

- 30 1. Verfahren zum Schmieden eines metallenen Werkstückes mit wenigstens vier paarweise einander gegenüberliegenden und gegeneinander um die Schmiedeachse winkerversetzten Schmiedewerkzeugen, nach dem das Werkstück durch die gleichzeitig verformenden, den Werkstückquerschnitt umfassenden Schmiedewerkzeuge bei jedem Schmiedehub unter Behinderung einer Breitung verformt und einem allseitigen hydrostatischen Druck ausgesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück vor dem endgültigen Umschließen des Werkstückquerschnittes und der damit verbundenen breitungsbehinderten Verformung bei jedem Schmiedehub durch eine ungleiche Verformungswirkung der gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare zusätzlich mit zumindest verringerter Brei-
- 35 tungsbehinderung verformt wird.
- 40 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ungleiche Verformungswirkung der gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare durch den Einsatz von Schmiedewerkzeugen mit unterschiedlich geformten, aber in den gleichen Endquerschnitt auslaufenden Schlagflächen erreicht wird.
- 45 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare von einer gleichen unteren Totpunktlage aus mit unterschiedlicher Hubhöhe hubbewegt werden.
- 50 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gegeneinander winkerversetzten Schmiedewerkzeugpaare einer unterschiedlichen, jeweils für sich ansteuerbaren Hubbewegung unterworfen werden.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

FIG.1.1

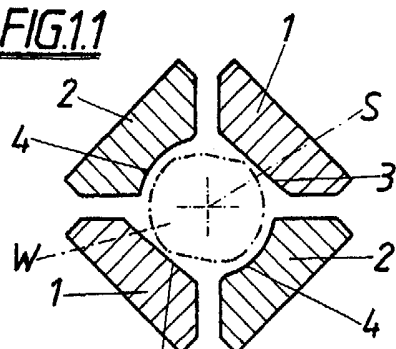


FIG.1.2

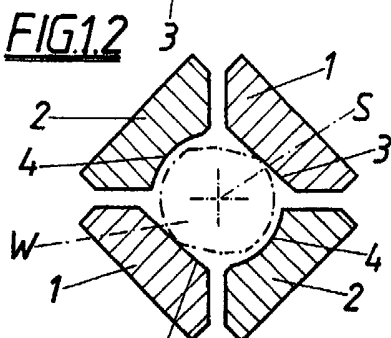


FIG.1.3

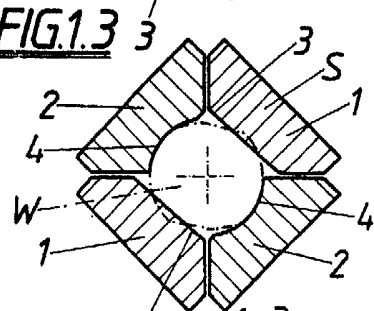


FIG.1.4

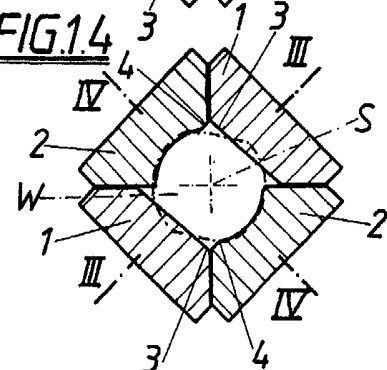


FIG.2.1

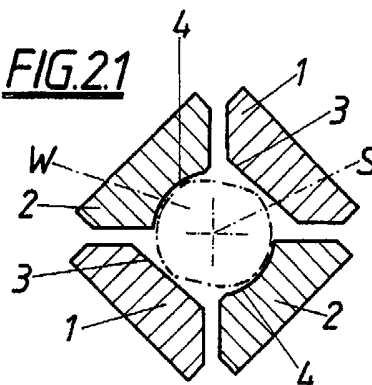


FIG.2.2

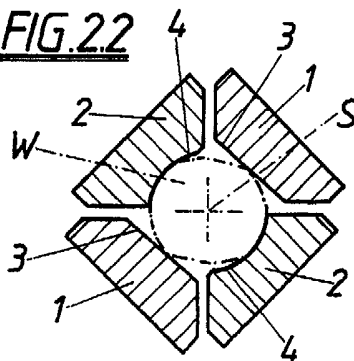


FIG.2.3

