

**AT 412 422**



(19)

**REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt**

(10) Nummer:

**AT 412 422 B**

(12)

# **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: A 29/2003  
(22) Anmeldetag: 10.01.2003  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.07.2004  
(45) Ausgabetag: 25.02.2005

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **G01N 3/04**

G01N 3/62, 3/08

(73) Patentinhaber:

ARC  
LEICHTMETALLKOMPETENZZENTRUM  
RANSHOFEN GMBH  
A-5282 RANSHOFEN, OBERÖSTERREICH  
(AT).

(72) Erfinder:

REITER JOSEF  
EGGELSBERG, OBERÖSTERREICH (AT).  
FRAGNER WERNER  
KEMATEN/KREMS, OBERÖSTERREICH  
(AT).

## **(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG VON MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN VON WERKSTOFFEN**

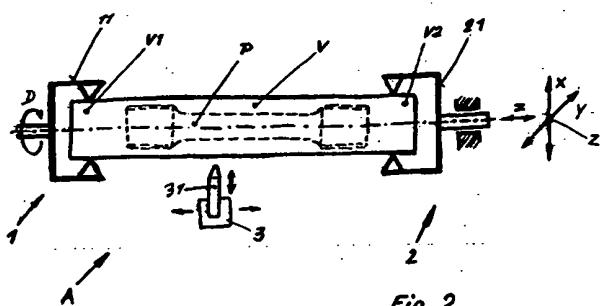
**B**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von mechanischen Eigenschaften sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von Proben aus einem Proben-Vormaterial.

demselben im Wesentlichen drehachs-parallel und/oder drehachs-normal lage-einstellbar und -festlegbar und in Richtung der Drehachse (Z) frei verschiebbar ausgebildet ist.

Um eine Zwillingssbildung in der kristallinen Struktur des Werkstoffes, die auch bei geringen Zug-, Druck-, bzw. Schubkräften entsteht und rückklappbar zu vermeiden und den Bauschringeffekt auszuschalten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Proben (P) im Wesentlichen verformungsfrei und unter Vermeidung von Spannungen, insbesondere im Wesentlichen druckspannungsfrei, erstellt werden, indem das Vorprobenmaterial (V) mit einem Ende (V1) in den dreh-antriebbaren Werkstückträger (1) einer Probenbearbeitungseinrichtung A und mit dem anderen Ende (V2) gemäß der durch die Spannfutterfestlegung des Probematerials (V) gegebenen Drehachse (Z) in ein axial verschiebbares Spannmittel (21) eingespannt wird.

Die Vorrichtung ist gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass sie durch eine an sich bekannte Probendrehreinrichtung (A) gebildet ist, deren Reitstock (2) ein freilaufendes Spannmittel (21) aufweist, welches in



**Fig. 2**

**Bestimmung von mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen, die eine hexagonal dichte Kugelpackung als Atomstruktur besitzen**

Verfahren zur Herstellung von Proben für die Bestimmung von mechanischen Eigenschaften, insbesondere des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens des Werkstoffes von Bauteilen aus Metallen oder Legierungen, welche eine hexagonale bzw. hexagonal dichteste Kugelpackung als Atomstruktur besitzen, wobei ein Probe-Vormaterial aus dem zu untersuchenden Bauteil herausgearbeitet und aus demselben die Proben spanabhebend erstellt werden.

Die mechanischen Eigenschaften kennzeichnen das Verhalten von Werkstoffen gegenüber äußeren Beanspruchungen, wobei drei Stadien unterschieden werden können:

- 10 1. Reversible Verformung: Vollständiger Rückgang einer Formänderung bei Entlastung (Elastizität)
2. Irreversible Verformung: Bleibende Formänderung auch nach Entlastung (Plastizität)
3. Bruch: Trennung des Werkstoffs in Folge der Bildung und Ausbreitung von Rissen in makroskopischen Bereichen.

15 Die Grundlage für eine Dimensionierung von Bauteilen und die Abschätzung der Belastbarkeit von Konstruktionen bilden obige mechanische Eigenschaften, die mit Hilfe von Spannungs-Verformungs-Diagrammen, zum Beispiel aus Zug- oder Druckversuchen, experimentell bestimmt werden.

20 Die Festigkeitswerte hängen von der Mikrostruktur der Werkstoffe ab. Für fehlerfreie Kristalle kann aus den Bindungsenergien abgeschätzt werden, dass die maximale theoretische Trennfestigkeit von Kristallgitterebenen etwa den Wert  $E/15$  aufweist. ( $E$  = Elastizitätsmodul). Die gemessenen Festigkeiten metallischer Werkstoffe liegen weit unter diesem Niveau und zwar bis um einen Faktor  $10^5$ . Die gegenüber fehlerfreien Kristallen niedrigen Festigkeiten sind im Vorhandensein von Versetzungen begründet, wobei der Grundvorgang der Kristallplastizität im Abgleiten von Versetzungen besteht. Die beim Einsetzen einer plastischen Verformung (Fließgrenze) gemessenen Schubspannungen stimmen zumeist gut mit den theoretisch berechneten Spannungen zur Bewegung der Versetzungen überein.

25 Die meisten Metalle kristallisieren in einer der folgenden Strukturen:

- hexagonal (dichteste) Kugelpackung
- kubisch (dichteste) Kugelpackung, üblicherweise "kubisch flächenzentriertes Gitter" genannt und
- kubisch raumzentriertes Gitter

30 Zu den Elementen mit einer hexagonal dichten Kugelpackung zählen die Metalle Beryllium, Magnesium, Zink, Titan und Zirkon.

35 Bei einer Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von einer hexagonal dichten Kugelpackung als Atomstruktur aufweisenden Werkstoffen bzw. Metallen und Legierungen konnten auch bei sorgsamst durchgeführten Zugversuchen oft keine eindeutigen Ergebnisse zur Beschreibung der Materialkennwerte gefunden werden. Die Kennwerte wie Festigkeit, Dehngrenze und dergleichen bilden jedoch, wie früher erwähnt, eine Grundlage für eine Dimensionierung von Bauteilen.

40 Hier will die Erfindung den Mangel einer streuwertbehafteten Feststellung der mechanischen Kennwerte von Werkstoffen mit einer hexagonal dichten Kugelpackung als Atomstruktur beheben und setzt sich zum Ziel, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchem mit hoher Genauigkeit und frei von unerwünschten Einflüssen das Spannungs-Dehnungs-Verhalten eines Metallteiles ermittelt werden kann.

45 Dieses Ziel wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch erreicht, dass die Proben im Wesentlichen verformungsfrei und unter Vermeidung von Spannungen, insbesondere im Wesentlichen druckspannungsfrei, erstellt werden, indem das Vorprobenmaterial mit einem Ende in den dreh-anreibbaren Werkstückträger bzw. in ein Spannfutter einer Probenbearbeitungseinrichtung und mit dem anderen Ende gemäß der durch die Spannfutterfestlegung des Probematerials gegebenen Drehachse in ein, insbesondere freilaufendes, axial verschiebbables Spannmittel eingespannt wird.

50 Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass exakt die dem Teilwerkstoff anhaftenden Eigenschaften bestimmt werden können und dadurch das Teilverhalten im praktischen Einsatz und/oder die Belastungsgrenzen des Teiles genau vorhersehbar sind. Es wurde gefunden, dass Werkstoffe mit einer hexagonal dichten Kugelpackung als Atomstruktur

Kristalle bilden, die schon bei geringen Zug-, Druck-, bzw. Schubkräften bei plastischer Verformung Zwillinge bilden. Weiters hängt auch, wie sich zeigte, das Fließverhalten bzw. die Fließspannung von der vorhergehenden Verformung des Materials ab (Bauschingereffekt).

Für Werkstoffe mit hexagonal dichter Kugelpackung als Atomstruktur, zum Beispiel Magnesium

- 5 und Magnesiumlegierungen, die auf Grund ihres geringen Gewichtes einen besonderen Stellenwert als Strukturmaterial haben, fehlt vielfach noch ein Verständnis für ein plastisches Materialverhalten. Eine genaue Kenntnis dieses Verformungsverhaltens ist einerseits von wissenschaftlicher Bedeutung, andererseits von wirtschaftlichem Interesse, zum Beispiel im Hinblick auf Sicherheitsbauteile aus Magnesiumlegierungen. Die Erfindung stellt nun ein wichtiges Werkzeug für die Materialforschung, insbesondere das Umformverhalten betreffend, dar.

10 Das Probenvormaterial wird mit einem Ende in einen antreibbaren Werkstückträger bzw. in ein Spannfutter einer Probenbearbeitungseinrichtung eingespannt und die Einspannung am gegenüberliegenden Ende gemäß der durch die Spannfurtterfestlegung des Probematerials gegebenen Drehachse erfolgt in einem insbesondere freilaufenden, achsial verschiebbaren Spannmittel.

15 Das achsial verschiebbare Spannmittel kann zwar zur Vermeidung von Torsionsspannungen im Probenmaterial synchron zum Spannfutter angetrieben sein, werden jedoch kleine Späne, was hinsichtlich der Erwärmung des Probenmaterials vorteilhaft ist, abgenommen, so erscheint ein derartiger Antrieb nicht erforderlich.

20 Ein achsfluchtendes Einspannen, wie das gemäß der Erfindung vorgesehen ist, verhindert eine Biegewechselbelastung des Werkstoffes bei der Probebearbeitung.

Weil nun eine Zwillingsbildung im Gefüge und eine Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften temperaturabhängig sind, kann es günstig sein, wenn die spanabhebende Bearbeitung des Vormaterials bzw. die Erstellung der Probe ohne wesentliche Temperaturerhöhung derselben erfolgt.

Auch ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Herstellung von Proben 25 aus einem Probe-Vormaterial, zur Bestimmung von mechanischen Eigenschaften, insbesondere des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens des Werkstoffes von Bauteilen aus Metallen oder Legierungen, welche eine hexagonale bzw. hexagonal dichteste Kugelpackung als Atomstruktur besitzen, zu erstellen.

30 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass sie durch eine an sich bekannte Probendreheinrichtung gebildet ist, deren Reistock ein freilaufendes Spannmittel aufweist, welches in demselben im Wesentlichen drehachs-parallel und/oder drehachs-normal lage-einstellbar und -festlegbar und in Richtung der Drehachse frei verschiebbar ausgebildet ist.

35 Eine derartige erfindungsgemäße Vorrichtung hat die Vorteile einer simplen und zielführenden Konzeption sowie einer einfachen und zeitsparenden Handhabung. Wirtschaftlich sind damit Zug- bzw. Druckproben zu fertigen, welche einen im Vergleich mit dem Teil, aus welchem diese genommen wurden, unveränderten Materialzustand aufweisen.

Im Folgenden wird die Erfindung an Hand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Normprobe

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung, schematisch

40 In Fig. 1 ist eine Normprobe gezeigt, welche für Werkstoffuntersuchungen einsetzbar ist. An den Probenköpfen sind mit unterbrochenen Strichen die für eine Herstellung nach üblicher Technologie erforderlichen Körnerbohrungen dargestellt, die zur Zentrierung in einer Probendreheinrichtung nach dem Stand der Technik dienen. Es versteht sich von selbst, dass Fig. 1 nur ein Beispiel einer verwendbaren Probenform zeigt.

45 Fig. 2 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Einrichtung A zur Herstellung von Proben P. In einem Spannfutter 1 ist mittels Klemmen 11 ein Probenvormaterial V an einem Ende V1 festgelegt, wobei das Spannfutter 1 antreibbar, zumindest in eine Drehrichtung D, ausgebildet ist.

Nach einem Festlegen im Spannfutter 1 des Probenvormaterials V, aus welchem eine Probe P (strichliert dargestellt) herauszudrehen ist, ergibt sich eine Drehachse Z, wobei erfindungsgemäß in einem gegenüberliegenden Spannmittel 21 Klemmbacken derart in eine X- und Y-Richtung an das Ende V2 des Probenvormaterials angestellt werden, dass bei einer Drehbewegung keinerlei Biegebeanspruchung des Vormaterials erfolgt. Das Spannmittel 21 ist in Richtung der Drehachse Z frei verschiebbar gelagert, sodass bei einer achsstabilen Führung und Bearbeitung des Vormaterials als V mittels eines im Werkzeugträger 3 gespannten Werkzeuges 31 keine axialen Druckkräfte und/oder Biegewechselkräfte gebildet werden.

**PATENTANSPRÜCHE:**

1. Verfahren zur Herstellung von Proben (P) für die Bestimmung von mechanischen Eigenschaften, insbesondere des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens, des Werkstoffes von Bauteilen aus Metallen oder Legierungen, welche eine hexagonale bzw. hexagonal dichteste Kugelpackung als Atomstruktur besitzen, wobei ein Probe-Vormaterial (V) aus dem zu untersuchenden Bauteil herausgearbeitet und aus demselben die Proben (P) spanabhebend erstellt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Proben (P) im Wesentlichen verformungsfrei und unter Vermeidung von Spannungen, insbesondere im Wesentlichen druckspannungsfrei, erstellt werden, indem das Vorprobenmaterial (V) mit einem Ende (V1) in den dreh-antreibbaren Werkstückträger (1) bzw. in ein Spannfutter (11) einer Probearbeitungseinrichtung (A) und mit dem anderen Ende (V2) gemäß der durch die Spannfutterfestlegung des Probematerials (V) gegebenen Drehachse (Z) in ein, insbesondere freilaufendes, axial verschiebbares Spannmittel (21) eingespannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch Abnahme kleiner Späne die spanabhebende Bearbeitung des Vormaterials (V) bzw. die Erstellung der Probe (P) ohne wesentliche Erhöhung von deren Temperatur vorgenommen wird.
3. Vorrichtung zur Herstellung von Proben (P) nach Anspruch 1 oder 2 aus einem Probe-Vormaterial (V) zur Bestimmung von mechanischen Eigenschaften, insbesondere des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens des Werkstoffes von Bauteilen aus Metallen oder Legierungen, welche eine hexagonale bzw. hexagonal dichteste Kugelpackung als Atomstruktur besitzen, dadurch gekennzeichnet, dass sie durch eine an sich bekannte Probendrehrichtung (A) gebildet ist, deren Reitstock (2) ein freilaufendes Spannmittel (21) aufweist, welches in demselben im Wesentlichen drehachs-parallel und/oder drehachs-normal lage-einstellbar und -festlegbar und in Richtung der Drehachse (Z) frei verschiebbar ausgebildet ist.

**HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN**

30

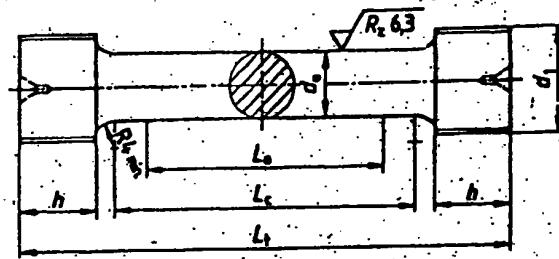
35

40

45

50

55



$d_0 = 6.0\text{mm}$   
 $d_1 = 10.0\text{mm}$   
Gewinde M10  
 $L_0 = 20.0\text{mm}$   
 $L_c = 24.0\text{mm}$   
 $L_t = 50.0\text{mm}$

Fig. 1

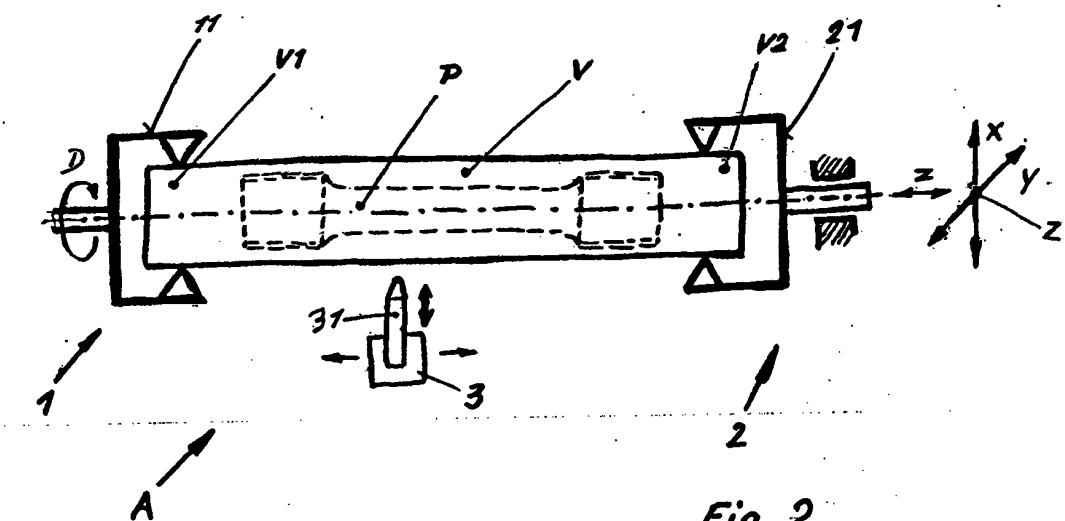


Fig. 2