



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2017 Patentblatt 2017/45

(51) Int Cl.:
B21C 23/00 (2006.01) B21C 25/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16168592.0**

(22) Anmeldetag: **06.05.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **KRYSTIAN, Maciej**
1210 Wien (AT)
• **MINGLER, Bernhard**
1110 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Wirnsberger, Gernot**
Wirnsberger & Lerchbaum Patentanwälte OG
Mühlgasse 3
8700 Leoben (AT)

(71) Anmelder: **AIT Austrian Institute of Technology GmbH**
1220 Wien (AT)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM PLASTISCHEN UMFORMEN EINES WERKSTÜCKES AUS METALL ODER EINER METALLLEGIERUNG MITTELS ECAP**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP, umfassend mehr als zwei Kanäle (2, 3, 4), wobei ein Eingangskanal (2) und ein Ausgangskanal (3) vorgesehen sind, wobei diese mittelbar aneinander anschließen und etwa senkrecht zueinander angeordnet sind.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP, wobei das Werkstück ein- oder mehrmals durch eine Vorrichtung (1) mit mehr als zwei Kanälen (2, 3, 4) gepresst wird, wobei das Werkstück durch ein- oder mehrmaliges Durchpressen durch einen Eingangskanal (2) und einen mittelbar an den Eingangskanal (2) anschließenden und etwa senkrecht zu diesem angeordneten Ausgangskanal (3) plastisch umgeformt wird.

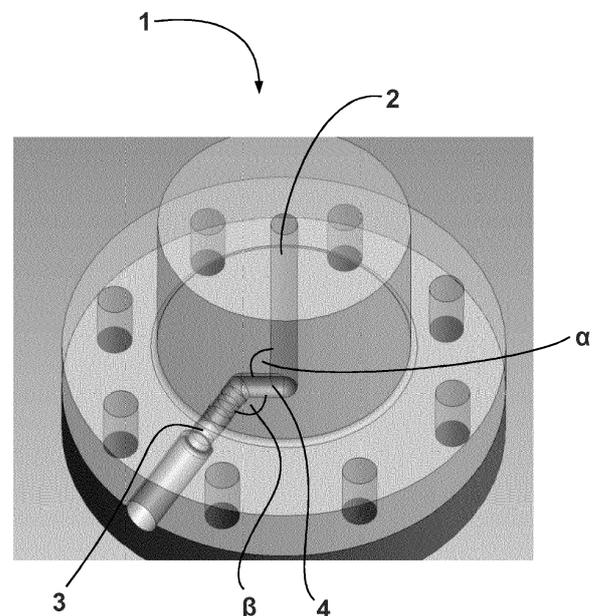


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP, umfassend mehr als zwei Kanäle.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP, wobei das Werkstück ein- oder mehrmals durch eine Vorrichtung mit mehr als zwei Kanälen gepresst wird.

[0003] Vorrichtungen zum plastischen Umformen eines Werkstückes, insbesondere aus einer Metalllegierung, mittels equal channel angular pressing (ECAP) sind aus dem Stand der Technik bekannt. Bekannte Vorrichtungen umfassen üblicherweise zwei Kanäle, wobei zwischen den Kanälen ein sogenannter Umformknick ausgebildet ist. Solche Vorrichtungen bzw. Verfahren eignen sich im Allgemeinen zum Umformen eines Werkstückes aus einer Metalllegierung wie einer Magnesiumlegierung, wobei in der Regel gute mechanische Kennwerte erzielt werden.

[0004] Bestimmte Magnesiumlegierungen werden beispielsweise zur Ausbildung von bioresorbierbaren Stents oder Osteosynthesekomponenten verwendet. Eine Magnesiumlegierung muss dabei mehrere Anforderungen erfüllen, um als Material für solche medizinische Implantate verwendet werden zu können. Neben einer hohen Biokompatibilität und einer niedrigen bzw. einer Anwendung angepassten Zersetzungsrates muss eine solche Legierung auch sehr gute mechanische Eigenschaften aufweisen, wie beispielsweise eine hohe Festigkeit. Bekannte ECAP-Vorrichtungen eignen sich zum Umformen eines Werkstückes aus einer Magnesiumlegierung für derartige Anwendungen, allerdings sind noch bessere mechanische Eigenschaften erwünscht.

[0005] ECAP-Vorrichtungen sowie Verfahren zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus einem Metall oder einer Metalllegierung sind beispielsweise aus dem Artikel Principles of equal-channel angular pressing as a processing tool for grain refinement (R. Z. Valiev, T. G. Langedon, Progr. Mat. Sci. 51 (2006) 881) bekannt.

[0006] Die RU 2 181 314 C2 offenbart eine Vorrichtung zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall. Die Vorrichtung umfasst zur Herstellung eines Werkstückes mit hoher Festigkeit drei Kanäle, wobei ein Eingangskanal und ein Ausgangskanal parallel zueinander angeordnet sind. Allerdings scheint auch mit dieser Vorrichtung kein Werkstück mit gewünschten mechanischen Eigenschaften herstellbar zu sein.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher insbesondere ein Werkstück aus einer Magnesiumlegierung effektiv und effizient umformbar ist.

[0008] Weiter ist es ein Ziel, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem ein Werkstück aus insbesondere einer Magnesiumlegierung unter Erreichung einer hohen Festigkeit umgeformt werden

kann.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art ein Eingangskanal und ein Ausgangskanal vorgesehen sind, wobei diese mittelbar aneinander anschließen und etwa senkrecht zueinander angeordnet sind.

[0010] Ein mit der Erfindung erzielter Vorteil ist insbesondere darin zu sehen, dass durch die Vorrichtung ein Werkstück aus Metall oder einer Metalllegierung, insbesondere aus einer Magnesiumlegierung, mit stark verbesserten mechanischen Eigenschaften herstellbar ist. Hierfür ist vorgesehen, dass sich verlängerte Längsachsen des Eingangskanals und des Ausgangskanals etwa unter einem rechten Winkel schneiden. Insbesondere ist ein Werkstück mit einer hohen Festigkeit herstellbar, wobei dieses bevorzugt mehrmals durch die Vorrichtung gepresst wird. Ein Umformen des Werkstückes umfasst somit ein mehrmaliges Durchpressen des Werkstückes durch die Vorrichtung. Im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Umformvorrichtungen ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Werkstück mit höherer Festigkeit erzeugbar, welches nach weiterer Bearbeitung z. B. als medizinisches Implantat verwendbar ist. Insbesondere ist dabei eine Anzahl der Pressvorgänge durch die Vorrichtung zur Erzeugung einer vorgegebenen Festigkeit herabgesetzt. Darüber hinaus ist auch eine maximal erreichbare Festigkeit des Werkstückes höher als durch plastisches Umformen mit einer aus dem Stand der Technik bekannten ECAP-Vorrichtung.

[0011] Es ist von Vorteil, wenn zumindest ein weiterer Kanal vorgesehen ist, wobei der Eingangskanal und der Ausgangskanal durch den zumindest einen weiteren Kanal miteinander verbunden sind. Die Vorrichtung ist somit für eine zweifache Umformung pro Pressvorgang ausgebildet. Das Werkstück wird zum Umformen desselben bevorzugt mehrmals durch die Vorrichtung gepresst. Es können auch mehrere Kanäle zwischen dem Eingangskanal und dem Ausgangskanal angeordnet sein. Dabei ist stets vorgesehen, dass der Eingangskanal etwa senkrecht zum Ausgangskanal ausgerichtet ist.

[0012] Vorteilhaft ist es, wenn jeweils zwei Kanäle einen Umformknick ausbildend zueinander angeordnet sind. Winkel von aufeinanderfolgenden Umformknicken können gleich oder unterschiedlich groß sein. So kann beispielsweise ein Winkel eines Umformknickes zwischen dem Eingangskanal und einem an diesen anschließenden weiteren Kanal etwa 75° bis 135°, insbesondere etwa 90° bis 120°, besonders bevorzugt etwa 90°, betragen. Ein Winkel eines Umformknickes zwischen dem weiteren Kanal und dem daran anschließenden Ausgangskanal kann dem Winkel des Umformknickes zwischen dem Eingangskanal und dem an diesen anschließenden weiteren Kanal entsprechen oder einen unterschiedlich großen Winkel aufweisen. Dieser kann beispielsweise etwa 105° bis 135°, insbesondere etwa 115° bis 125°, besonders bevorzugt etwa 120°, betragen. Es hat sich herausgestellt, dass eine solche Ausbildung

der Vorrichtung besonders günstig ist, um ein Werkstück aus einer Magnesiumlegierung mit einer besonders hohen Festigkeit herzustellen. Darüber hinaus ist ein Werkstück mit einem sehr feinen Korn herstellbar. Sind mehrere Kanäle zwischen dem Eingangskanal und dem Ausgangskanal angeordnet, kann ein Winkel eines Umformknickes zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kanälen jeweils gleich oder unterschiedlich groß sein.

[0013] Zweckmäßigerweise ist eine Heizeinrichtung vorgesehen. Die Heizeinrichtung ist dazu ausgebildet, die Vorrichtung und somit das Werkstück auf eine vorbestimmte Temperatur aufzuheizen, wobei diese an der Vorrichtung angeordnet ist. Insbesondere ist mit der Heizeinrichtung eine Temperatur bei jedem Durchpressen eines Werkstückes aus insbesondere einer Magnesiumlegierung durch die Vorrichtung erniedrigbar. So ist die Temperatur beispielsweise bei einem ersten Durchpressen des Werkstückes auf etwa 270 °C bis 380 °C, insbesondere auf etwa 300 °C bis 350 °C, einstellbar, wohingegen diese bei einem letzten Durchpressen auf etwa 190 °C bis 270 °C, insbesondere 220 °C bis 240 °C, einstellbar ist. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Heizvorrichtung die Temperatur bis zum letzten Durchpressen bis auf Raumtemperatur erniedrigt. Zwischen einem ersten und einem letzten Durchpressen des Werkstückes durch die Vorrichtung ist dieses beliebig oft durch dieselbe durchpressbar, wobei eine Temperatur der Heizeinrichtung stetig erniedrigt wird. Allgemein gilt, dass eine erfindungsgemäße Vorrichtung eine niedrigere Temperatur erfordert als bekannte Vorrichtungen, wodurch mit dieser ein Werkstück effektiver plastisch umformbar ist.

[0014] Das weitere Ziel wird erreicht, wenn bei einem Verfahren der eingangs genannten Art das Werkstück durch ein- oder mehrmaliges Durchpressen durch einen Eingangskanal und einen mittelbar an den Eingangskanal anschließenden und etwa senkrecht zu diesem angeordneten Ausgangskanal plastisch umgeformt wird.

[0015] Ein damit erzielter Vorteil ist insbesondere darin zu sehen, dass dadurch ein Werkstück mit hoher Festigkeit hergestellt wird. Darüber hinaus wird eine Neigung zur Rissbildung des Werkstückes durch das Durchpressen durch mehrere Kanäle gehemmt. Das Werkstück wird mittels ECAP bzw. equal channel angular pressing plastisch umgeformt. Zwischen dem Eingangskanal und dem Ausgangskanal sind ein oder mehrere weitere Kanäle angeordnet, wobei zwischen jeweils zwei Kanälen ein Umformknick ausgebildet wird. Dadurch wird das Werkstück bei jedem Durchpressen zumindest zweifach umgeformt. Der Ausgangskanal ist stets etwa senkrecht zum Eingangskanal angeordnet.

[0016] Es ist vorteilhaft, wenn das Werkstück vor jedem Einbringen in den Eingangskanal um eine Längsachse desselben gedreht wird. Das Werkstück wird dadurch in ein gleichmäßig festes sowie mit gleichmäßiger Kornfeinheit ausgestattetes Werkstück umgeformt. Darüber hinaus wird eine erreichbare Festigkeit desselben erhöht.

[0017] Günstig ist es, wenn das Werkstück bei jedem Durchpressen durch die Vorrichtung zumindest zweimal umgeformt wird. Dafür wird das Werkstück durch zumindest drei Kanäle gepresst, wobei der Eingangskanal und der Ausgangskanal stets senkrecht zueinander angeordnet sind. Insbesondere wird das Werkstück durch drei Kanäle gepresst.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn das Werkstück durch mehrere Kanäle gepresst wird, wobei zwischen jeweils zwei Kanälen ein Umformknick vorgesehen ist. Die Umformknicke können gleich oder verschieden große Winkel aufweisen. Beispielsweise können zwei Umformknicke zwischen drei Kanälen vorgesehen sein, wobei ein erster Umformknick einen Winkel von etwa 75° bis 135°, insbesondere etwa 90° bis 120°, besonders bevorzugt etwa 90°, und ein zweiter Umformknick einen gleich großen Winkel oder beispielsweise einen Winkel von etwa 105° bis 135°, insbesondere etwa 115° bis 125°, besonders bevorzugt etwa 120°, aufweisen kann. Bei einer ersten Umformung des Werkstückes wird durch den hohen hydrostatischen Druck aufgrund des Umformknickes von insbesondere etwa 90° eine Neigung zur Rissbildung im Werkstück gehemmt. Sind mehrere Kanäle zwischen dem Eingangskanal und dem Ausgangskanal angeordnet, kann ein Winkel eines Umformknickes zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kanälen jeweils gleich oder unterschiedlich groß sein.

[0019] Günstig ist es, wenn das Werkstück erwärmt wird, wobei eine Temperatur bei jedem Durchpressen des Werkstückes durch die Vorrichtung erniedrigt wird, um das Werkstück effizient umzuformen. Insbesondere wird das Werkstück mit einer Heizeinrichtung erwärmt. So wird eine Temperatur bei einem ersten Durchpressen eines Werkstückes aus insbesondere einer Magnesiumlegierung auf etwa 270 °C bis 380 °C, insbesondere auf etwa 300 °C bis 350 °C, eingestellt, wohingegen diese bei einem letzten Durchpressen auf etwa 190 °C bis 270 °C, insbesondere 220 °C bis 240 °C, eingestellt wird. Die Temperatur kann bis zum letzten Durchpressen auch bis auf Raumtemperatur erniedrigt werden. Zwischen einem ersten und einem letzten Durchpressen des Werkstückes durch die Vorrichtung wird dieses beliebig oft durch dieselbe gepresst, wobei eine Temperatur der Heizeinrichtung in Pressrichtung sinkt.

[0020] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen ergeben sich aus dem nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiel. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung;

Fig. 2 experimentelle Ergebnisse eines Zugversuches;

Fig. 3 experimentelle Ergebnisse eines Druckversuches;

Fig. 4 weitere experimentelle Ergebnisse eines Zugversuches;

Fig. 5 weitere experimentelle Ergebnisse eines Druckversuches;

Fig. 6 experimentelle Ergebnisse hoher Festigkeiten.

[0021] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP. Die Vorrichtung 1 umfasst einen Eingangskanal 2 und einen Ausgangskanal 3, wobei der Eingangskanal 2 und der Ausgangskanal 3 über einen weiteren Kanal 4 verbunden sind. Der Eingangskanal 2 und der Ausgangskanal 3 bzw. deren Längsachsen sind etwa senkrecht zueinander angeordnet. Zwischen dem Eingangskanal 2 und dem weiteren Kanal 4 ist ein Umformknick mit einem Winkel α von etwa 90° vorgesehen. Weiter ist zwischen dem weiteren Kanal 4 und dem Ausgangskanal 3 ein weiterer Umformknick ausgebildet, wobei dieser Umformknick einen Winkel β von etwa 120° aufweist. Die Vorrichtung 1 ist somit als Doppel-ECAP-Vorrichtung ausgebildet.

[0022] Grundsätzlich kann es auch günstig sein, wenn zwischen dem Eingangskanal 2 und dem Ausgangskanal 3 mehrere weitere Kanäle 4 vorgesehen sind, wobei zwischen jeweils zwei Kanälen 2, 3, 4 ein Umformknick ausgebildet ist.

[0023] In Fig. 2 und 3 sind experimentelle Ergebnisse eines Zugversuches und eines Druckversuches gezeigt. Dabei sind Daten A eines Werkstückes in einem Ausgangszustand, Daten B eines mit einer bekannten ECAP-Vorrichtung umgeformten Werkstückes und Daten C mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 umgeformten Werkstückes miteinander verglichen. Das Werkstück ist aus einer Magnesiumlegierung hergestellt und wird für die Daten B und Daten C jeweils mehrmals durch eine bekannte bzw. erfindungsgemäße Vorrichtung 1 gepresst. Sowohl der Zugversuch gemäß Fig. 2 als auch der Druckversuch gemäß Fig. 3 zeigen, dass das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 hergestellte Werkstück eine deutlich höhere Festigkeit aufweist. Das Werkstück wird sowohl beim Pressen durch die bekannte Vorrichtung als auch durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 erwärmt, wobei eine Temperatur zwischen einem ersten Durchpressen des Werkstückes bis zu einem letzten Durchpressen desselben von 350°C auf 290°C erniedrigt wird.

[0024] Entsprechende Daten A, B und C sind in Fig. 4 und 5 gezeigt, wobei wiederum ein aus einer Magnesiumlegierung hergestelltes Werkstück umgeformt bzw. vermessen wird. Die

[0025] Magnesiumlegierung unterscheidet sich jedoch in deren Zusammensetzung von der Magnesiumlegierung gemäß Fig. 2 und 3. Auch dabei ist ersichtlich, dass das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 plastisch umgeformte Werkstück eine deutlich höhere Festigkeit aufweist als ein mit einer ECAP-Vorrichtung mit zwei Kanälen hergestelltes Werkstück. Eine Temperatur wird hierbei von 300°C auf 220°C erniedrigt, wobei das Werkstück wieder mehrmals durch eine bekannte bzw. erfindungsgemäße Vorrichtung 1 gepresst wird. Die Daten A stammen wiederum aus dem unbehandelten Werkstück.

[0026] Fig. 6 zeigt experimentelle Ergebnisse eines mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 hergestellten Werkstückes 1 aus einer Magnesiumlegierung. Es sind sehr hohe Festigkeiten realisiert. Eine Zugfestigkeit des Werkstückes liegt bei etwa 468 MPa und eine Dehngrenze desselben bei etwa 413 MPa .

[0027] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 bzw. dem erfindungsgemäßen Verfahren ist ein Werkstück aus einem Metall oder einer Metalllegierung effizient herstellbar, welches eine hohe Festigkeit, ausreichende Duktilität, große Härte, gleichmäßige Kornfeinheit und wenig Neigung zur Rissbildung aufweist. Ein solches Werkstück eignet sich deshalb beispielsweise zur Herstellung eines Stents oder anderer medizinischer Implantate.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP, umfassend mehr als zwei Kanäle (2, 3, 4), **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Eingangskanal (2) und ein Ausgangskanal (3) vorgesehen sind, wobei diese mittelbar aneinander anschließen und etwa senkrecht zueinander angeordnet sind.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein weiterer Kanal (4) vorgesehen ist, wobei der Eingangskanal (2) und der Ausgangskanal (3) durch den zumindest einen weiteren Kanal (4) miteinander verbunden sind.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils zwei Kanäle (2, 3, 4) einen Umformknick ausbildend zueinander angeordnet sind.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Heizeinrichtung vorgesehen ist.
5. Verfahren zum plastischen Umformen eines Werkstückes aus Metall oder einer Metalllegierung mittels ECAP, wobei das Werkstück ein- oder mehrmals durch eine Vorrichtung (1) mit mehr als zwei Kanälen (2, 3, 4) gepresst wird, insbesondere durch eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück durch ein- oder mehrmaliges Durchpressen durch einen Eingangskanal (2) und einen mittelbar an den Eingangskanal (2) anschließenden und etwa senkrecht zu diesem angeordneten Ausgangskanal (3) plastisch umgeformt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück vor jedem Einbrin-

gen in den Eingangskanal (2) um eine Längsachse desselben gedreht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück bei jedem Durchpressen durch die Vorrichtung (1) zumindest zweimal umgeformt wird. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück durch mehrere Kanäle (2, 3, 4) gepresst wird, wobei zwischen jeweils zwei Kanälen (2, 3, 4) ein Umformknick vorgesehen ist. 10
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück erwärmt wird, wobei eine Temperatur bei jedem Durchpressen des Werkstückes durch die Vorrichtung (1) erniedrigt wird. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

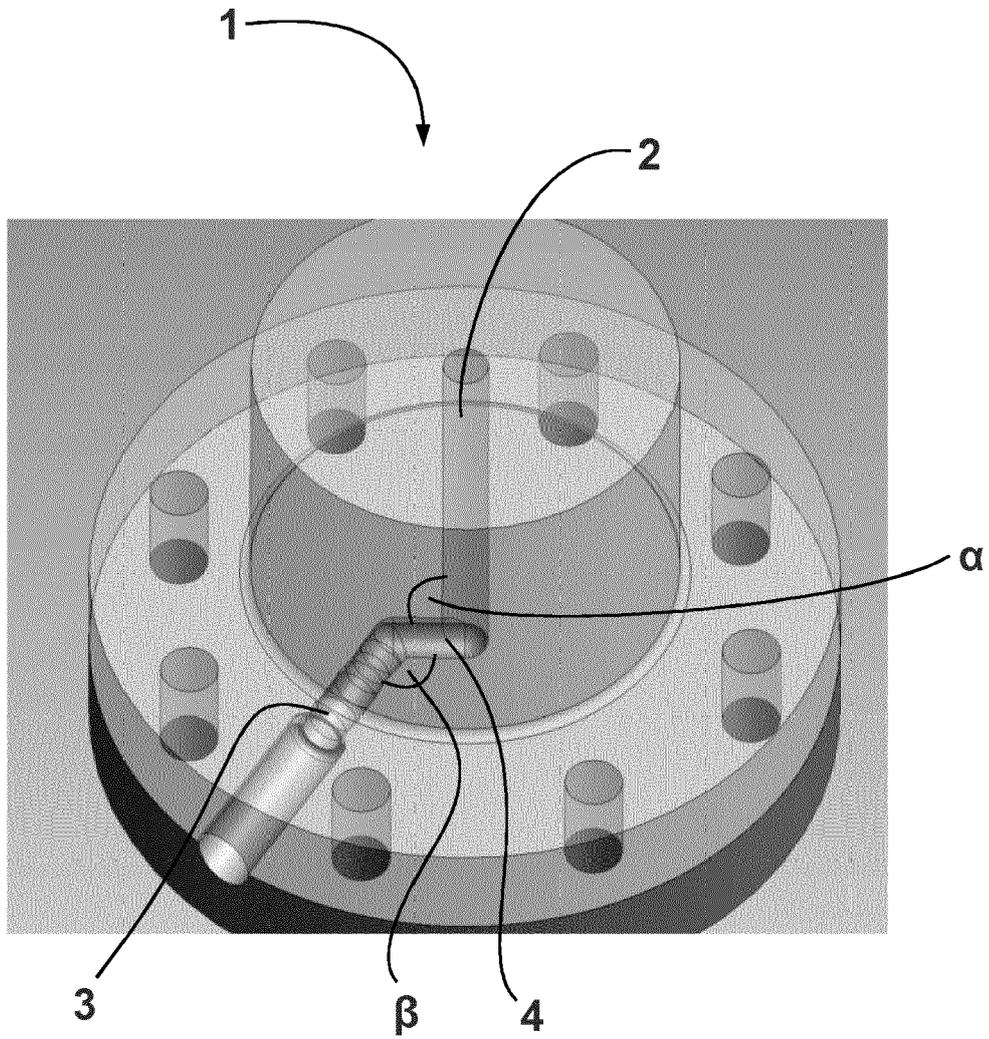


Fig. 1

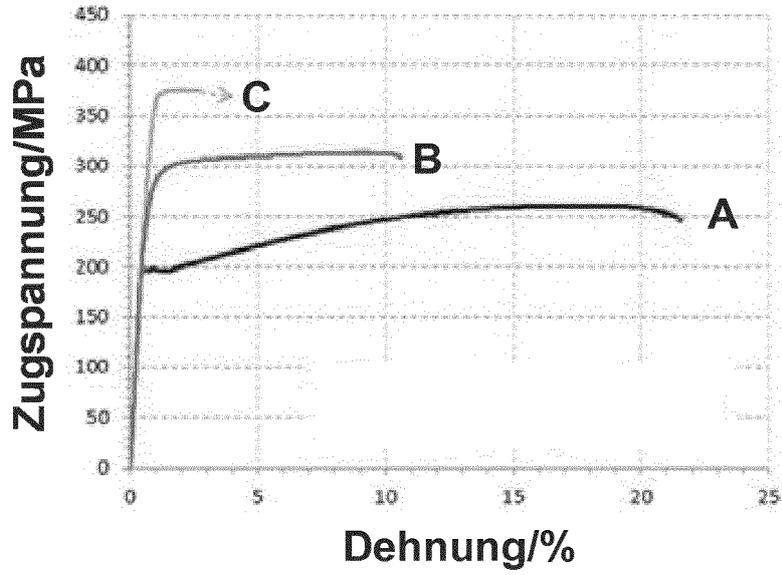


Fig. 2

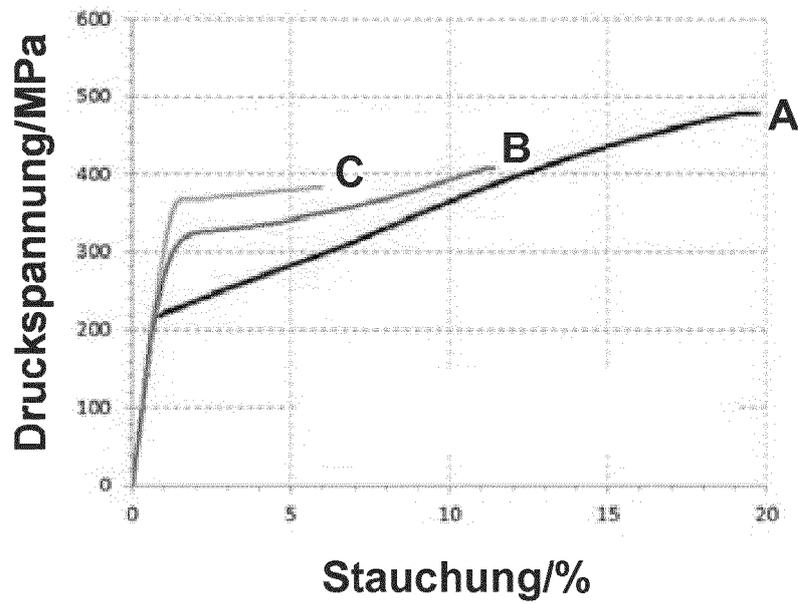


Fig. 3

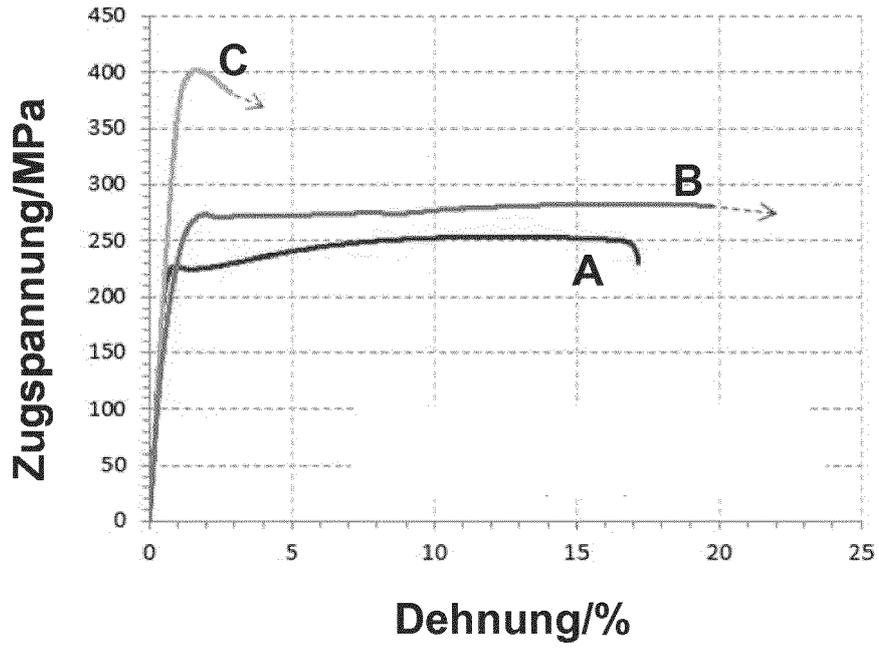


Fig. 4

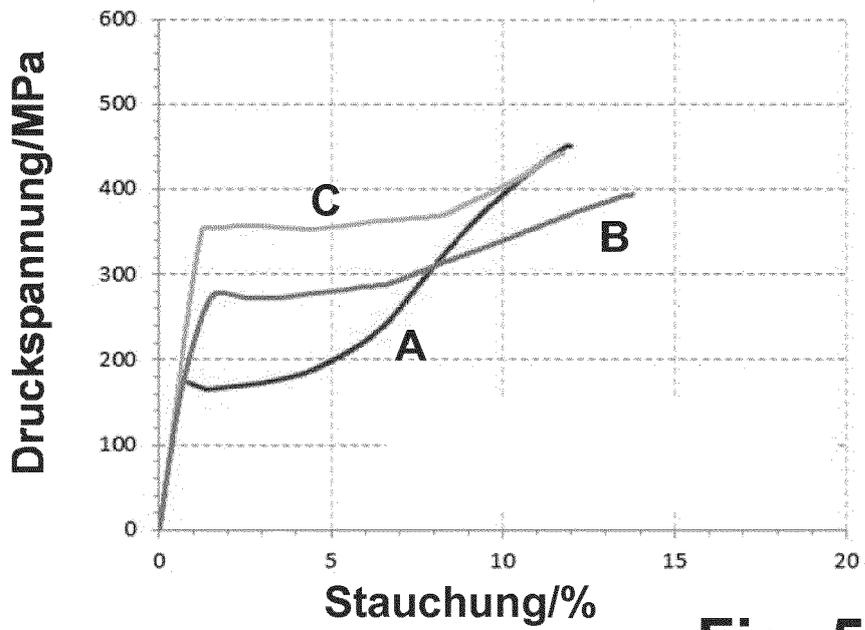


Fig. 5

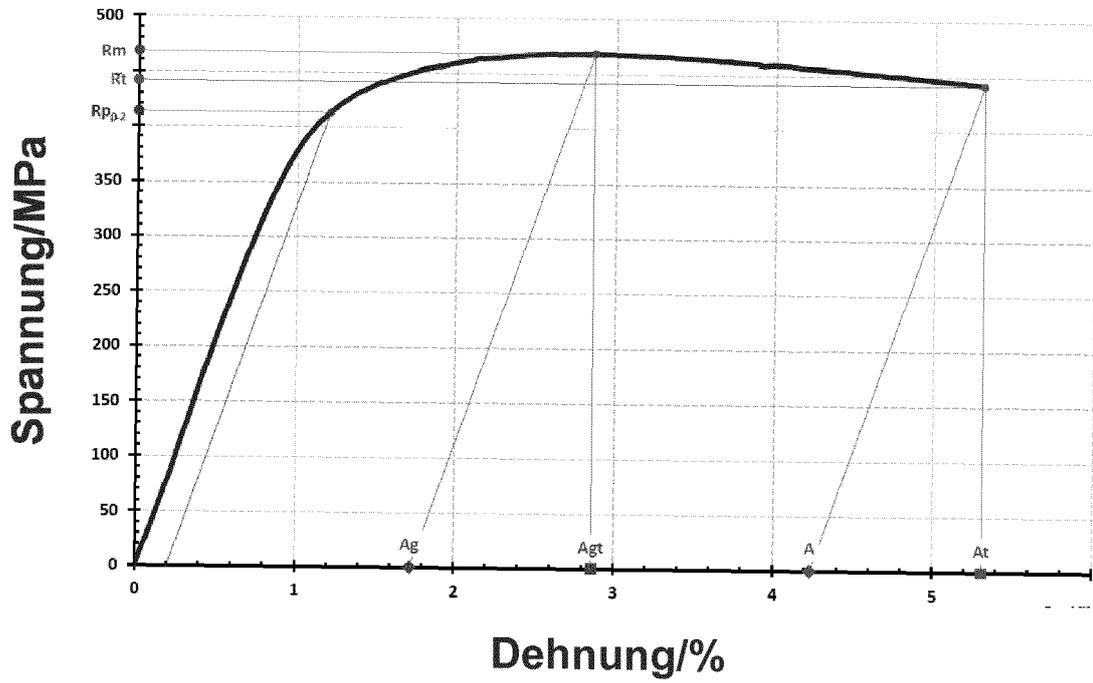


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 16 8592

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2005/039792 A1 (UNIV STRATHCLYDE [GB]; ROSOCHOWSKI ANDRZEJ [GB]) 6. Mai 2005 (2005-05-06)	1-3,5-8	INV. B21C23/00 B21C25/02
Y	* Seite 1, Zeilen 7-13; Abbildungen 1-9c * * Seite 1, Zeile 27 - Seite 2, Zeile 3 * * Seite 5, Zeile 25 - Seite 6, Zeile 3 *	9	
X	EP 1 972 391 A1 (JTEKT CORP [JP]; HASHIMOTO SATOSHI [JP]; VINOGRADOV ALEXEI [JP]) 24. September 2008 (2008-09-24) * Absätze [0001], [0134], [0135], [0138], [0141], [0144]; Abbildungen *	1-5,7,8	
E	WO 2016/145368 A1 (BOSTON SCIENT SCIMED INC [US]; EDICK JACOB DREW [US]; STINSON JONATHAN) 15. September 2016 (2016-09-15) * Seite 29, Absatz 3 - Seite 30, Absatz 1; Abbildung 5C *	1-3,5,7,8	
Y	WO 2012/071600 A1 (AIT AUSTRIAN INST TECHNOLOGY [AT]; KRYSTIAN MACIEJ [AT]; MINGLER BERNH) 7. Juni 2012 (2012-06-07) * Seite 4, Zeilen 24-33; Abbildung 1 *	9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		8. November 2016	Charvet, Pierre
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 : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 16 8592

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-11-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005039792 A1	06-05-2005	KEINE	
-----	-----	-----	-----
EP 1972391 A1	24-09-2008	EP 1972391 A1	24-09-2008
		EP 2823902 A2	14-01-2015
		EP 2823903 A2	14-01-2015
		JP 4686336 B2	25-05-2011
		JP 2007118063 A	17-05-2007
		US 2009120154 A1	14-05-2009
		WO 2007052654 A1	10-05-2007
-----	-----	-----	-----
WO 2016145368 A1	15-09-2016	US 2016263288 A1	15-09-2016
		WO 2016145368 A1	15-09-2016
-----	-----	-----	-----
WO 2012071600 A1	07-06-2012	AT 510770 A1	15-06-2012
		EP 2646591 A1	09-10-2013
		WO 2012071600 A1	07-06-2012
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- RU 2181314 C2 [0006]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **R. Z. VALIEV ; T. G. LANGEDON.** Principles of equal-channel angular pressing as a processing tool for grain refinement. *Progr. Mat. Sci.*, 2006, vol. 51, 881 [0005]