



(10) **DE 10 2011 004 246 B4** 2012.09.06

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 004 246.6**  
(22) Anmeldetag: **16.02.2011**  
(43) Offenlegungstag: **18.08.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.09.2012**

(51) Int Cl.: **B23K 26/38 (2011.01)**  
**B23K 26/08 (2012.01)**  
**B26D 3/16 (2006.01)**  
**B23P 13/04 (2011.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2010-031284 16.02.2010 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Weickmann & Weickmann, 81679, München, DE**

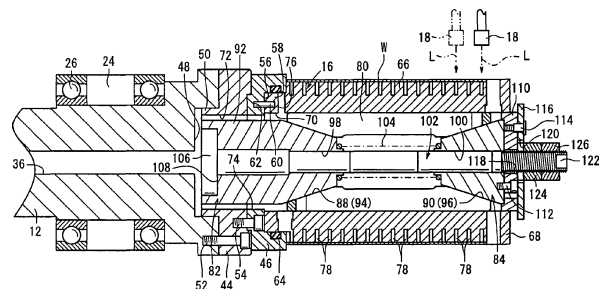
(72) Erfinder:  
**Nakajima, Katsuyuki, Tochigi, JP; Nemoto,  
Akihiro, Tochigi, JP; Higuchi, Akinori, Tochigi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>199 01 530</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2007 / 0 125 756</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>2 216 127</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>2005 297 074</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>57- 177 896</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>59 - 062 879</b>	<b>U</b>

(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren eines Metallrings und Verwendung des Metallrings**

(57) Hauptanspruch: Herstellungsverfahren eines Metallrings zum Schneiden eines hohlen zylindrischen Werkstücks (W) aus Metall durch einen Laserstrahl (L), welcher durch eine Laserstrahlquelle (18) appliziert wird, in eine Mehrzahl von Metallringen, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Einsetzen einer Seitenwand eines Halteelements (16), welches als eine Kühleinrichtung zum Kühlen des zylindrischen Werkstücks (W) dient, in ein Durchgangsloch des zylindrischen Werkstücks (W); Umformen des zylindrischen Werkstücks (W) in eine im Wesentlichen kreisförmige Form durch Verlagerung der Seitenwand des Halteelements (16) zu einer Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks (W) hin, um die Innenwand zu drücken; und Schneiden des zylindrischen Werkstücks (W), welches in die im Wesentlichen kreisförmige Form umgeformt wurde, durch den Laserstrahl (L), während ein Kühlmittel zwischen der Seitenwand des Halteelements (16) und der Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks (W) zugeführt wird.



**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung:**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren eines Metallrings zum Schneiden eines hohlen zylindrischen Werkstücks aus Metall, unter Einwirkung eines Laserstrahls, in eine Mehrzahl von Metallringen.

**Beschreibung der verwandten Technik:**

**[0002]** Ein Kraftübertragungsriemen, welcher für ein stufenlos verstellbares Getriebe für ein Fahrzeug verwendet wird, setzt einen laminierten Ring ein, welcher durch Laminieren einer Mehrzahl von Metallringen bereitgestellt ist. Wie in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 2005-297074 beschrieben, werden die Metallringe, die in dem laminierten Ring verwendet werden, hergestellt durch: Schweißen von zwei entgegengesetzten Enden einer rechteckigen dünnen Metallplatte, um eine zylindrische Trommel (zylindrisches Werkstück) zu bilden; und anschließend Schneiden der Trommel in Ringe von einer vorbestimmten Breite. In manchen Fällen wird nach dem Schweißen ein Lösungsglühverfahren auf die Trommel angewendet, um eine innere Qualität der Trommel zu verbessern.

**[0003]** Es war bisher üblich, die Trommel mit einer Schneidevorrichtung, wie beispielsweise eine Schleifscheibe, ein Schneidewerkzeug oder dergleichen, zu schneiden. Es wurden auch Versuche unternommen, einen Laserstrahl einzusetzen, um eine hohle zylindrische Trommel zu schneiden, wie in der japanischen Patentschrift Nr. 63-053912 und in der japanischen Gebrauchsmusteroffenlegungsschrift Nr. 59-062879 offenbart.

**[0004]** Wie oben beschrieben kann, wenn zwei entgegengesetzte Enden einer dünnen Metallplatte geschweißt werden, das dadurch erhaltene zylindrische Werkstück bedingt durch die Schweißhitze eine Verzerrung aufweisen. Bekanntlich kann ein Laserstrahl nur eine beschränkte Tiefe eines Objektes schneiden. Dementsprechend ist, wenn die Trommel stark verzerrt ist, der Abstand von einer Innenwand zu einer Außenwand des zylindrischen Werkstücks (d. h. Dicke) nicht leicht innerhalb einer Fokustiefe des Laserstrahls angeordnet. Folglich kann ein Teil der Trommel nicht geschnitten werden. Ferner wird, wenn ein Lösungsglühverfahren auf die geschweißte Trommel wie oben beschrieben angewendet wird, die Verzerrung verstärkt.

**[0005]** Wenn die Trommel geschnitten wird, ohne die Verzerrung zu korrigieren, bleibt die Verzerrung in dem hergestellten Metallring erhalten. Mit anderen

Worten kann ein Metallring ohne große Verzerrung nicht leicht erhalten werden.

**[0006]** EP 2 216 127 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Schneiden hohlzylindrischer Werkstücke mit einem gekühlten drehbaren Werkstückhalter. Ein Kühlmittel wird durch Kühlkanäle und Verzweigungen durch den Werkstückhalter geleitet.

**ÜBERSICHT DER ERFINDUNG**

**[0007]** Eine allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Herstellungsverfahren eines Metallrings bereitzustellen, welches dazu imstande ist, ein hohles zylindrisches Werkstück in eine im Wesentlichen kreisförmige Form umzuformen und somit das zylindrische Werkstück leicht zu schneiden.

**[0008]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Herstellungsverfahren eines Metallrings bereitzustellen, welches dazu imstande ist, einen verzerrungsfreien Metallring leicht zu erhalten.

**[0009]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Herstellungsverfahren eines Metallrings bereitgestellt zum Schneiden eines hohlen zylindrischen Werkstücks aus Metall durch einen Laserstrahl, welcher durch eine Laserstrahlquelle appliziert wird, in eine Mehrzahl von Metallringen, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Einsetzen einer Seitenwand eines Halteelements, welches als eine Kühleinrichtung zum Kühlen des zylindrischen Werkstücks dient, in ein Durchgangsloch des zylindrischen Werkstücks; Umformen des zylindrischen Werkstücks in eine im Wesentlichen kreisförmige Form durch Verlagerung der Seitenwand des Halteelements zu einer Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks hin, um die Innenwand zu drücken; und Schneiden des zylindrischen Werkstücks, welches in die im Wesentlichen kreisförmige Form umgeformt wurde, durch den Laserstrahl, während ein Kühlmittel zwischen der Seitenwand des Halteelements und der Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks zugeführt wird. Es sei angemerkt, dass der Begriff „im Wesentlichen kreisförmige Form“ gemäß der vorliegenden Erfindung jede Form umfasst, welche keine Schwierigkeiten in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks durch den Laserstrahl verursacht.

**[0010]** Gemäß der Erfindung wird die Seitenwand des Halteelements zu der Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks hin verlagert (d. h. der Durchmesser des Halteelements wird vergrößert), so dass das zylindrische Werkstück umgeformt wird, um einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufzuweisen. Mit einer derartigen Anordnung kann, auch dann, wenn das zylindrische

Werkstück aufgrund des Schweißens zum Bilden des zylindrischen Werkstücks eine Verzerrung aufweist, die groß genug ist, um Schwierigkeiten in dem Schritt des Schneidens durch den Laserstrahl zu verursachen, das zylindrische Werkstück in eine im Wesentlichen kreisförmige Form umgeformt werden, um die Verzerrung zu korrigieren.

**[0011]** Da eine derartig große Verzerrung, welche Schwierigkeiten in dem Schritt des Schneidens durch den Laserstrahl verursacht, nicht länger in dem umgeformten zylindrischen Werkstück vorhanden ist, kann die Entfernung von der Innenwand zu der Außenwand (d. h. Dicke) des zylindrischen Werkstücks leicht innerhalb einer Fokustiefe des Laserstrahls angeordnet werden. Dementsprechend kann das zylindrische Werkstück während der nachfolgenden Laserbearbeitung leicht geschnitten werden.

**[0012]** Mit anderen Worten kann, da das zylindrische Werkstück durch den Laserstrahl geschnitten wird, nachdem das zylindrische Werkstück durch Vergrößerung des Durchmessers des Halteelements derart umgeformt wurde, dass es eine im Wesentlichen kreisförmige Form aufweist, das zylindrische Werkstück leicht geschnitten werden und somit kann ein Metallring leicht hergestellt werden.

**[0013]** Ferner kann, das das zylindrische Werkstück umgeformt wurde, ein Metallring ohne eine große Verzerrung erhalten werden.

**[0014]** Ferner kann, da die Seitenwand des Halteelements als eine Kühleinrichtung dient, das zylindrische Werkstück effizient gekühlt werden. Insbesondere wird ein Teil des zylindrischen Werkstücks, welcher durch den Laserstrahl bestrahlt wird, durch den Laserstrahl erwärmt, während die Temperatur bedingt durch die Wärmeleitung in den übrigen Teilen des zylindrischen Werkstücks nicht steigen kann. Dementsprechend wird der Teil des zylindrischen Werkstücks, welcher von dem Teil, welcher geschnitten werden soll, verschieden ist, vom Schmelzen abgehalten, wobei damit ein Erzeugen von geschmolzenem Metall und damit von Schlacke wesentlich reduziert wird.

**[0015]** Zusätzlich kann, da sich das zylindrische Werkstück durch Kühlen zusammenzieht, die auf dem zylindrischen Werkstück erzeugte Verzerrung weiterhin korrigiert werden.

**[0016]** Wenn das zylindrische Werkstück durch den Laserstrahl geschnitten wird, ist es bevorzugt, dass das zylindrische Werkstück mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 30 bis 200 m/Min gedreht wird. Durch die innerhalb des obigen Bereichs liegende Umfangsgeschwindigkeit kann genügend Energie eingesetzt werden, um das zylindrische Werkstück zu schneiden. Mit anderen Worten kann das zylindrische

Werkstück leicht geschnitten werden. Ferner wird, da eine kleinere Menge von geschmolzenem Metall pro Zeiteinheit erzeugt wird, eine kleinere Menge von Schlacke erzeugt.

**[0017]** Im Übrigen kann das zylindrische Werkstück durch beispielsweise Schweißen von zwei entgegengesetzte Enden einer rechteckigen Metallplatte in eine zylindrische Form gebildet werden. Das zylindrische Werkstück wird gebildet, bevor es durch das Halteelement gehalten wird.

**[0018]** Ferner ist es bevorzugt, eine Saugereinheit bereitzustellen zum Ansaugen eines Kühlmittels, welches durch einen Schnittabschnitt ausgelaufen ist, wenn das zylindrische Werkstück geschnitten wird. Durch Ansaugen des Kühlmittels kann das Kühlmittel und somit das geschmolzene Metall oder die Schlacke, die in dem Kühlmittel enthalten sind, aus dem Schnittabschnitt leicht entfernt werden.

**[0019]** In dem Obigen ist es bevorzugt, dass eine Transfermittel-Abgabereinheit ferner vorgesehen ist, wobei die Transfermittel-Abgabereinheit ein Transfermittel abgibt, um das Kühlmittel, welches durch den Schnittabschnitt ausgelaufen ist, zu der Saugereinheit hin zu transferieren. Mit der obigen Anordnung können das Kühlmittel und das geschmolzene Metall oder die Schlacke, welche in dem Kühlmittel enthalten sind, ferner effizient aus dem Schnittabschnitt entfernt werden.

**[0020]** Es ist bevorzugt, dass die Laserstrahlquelle derart angeordnet ist, dass das zylindrische Werkstück von stromabwärts nach stromaufwärts in einer Richtung geschnitten wird, in welche das Kühlmittel zugeführt wird.

**[0021]** Wenn das zylindrische Werkstück vom stromaufwärts in der Richtung geschnitten wird, in welche das Kühlmittel zugeführt wird, kann das gesamte Kühlmittel, welches in einem Umfangskanal fließt, durch den Schnittabschnitt auslaufen. Folglich läuft das Kühlmittel nicht an dem nächsten Schnittabschnitt aus (d. h. stromabwärts in der Richtung angeordnet, in welche das Kühlmittel zugeführt wird), und somit kann das geschmolzene Metall oder die Schlacke nicht leicht entfernt werden. Im Gegensatz dazu, erreicht im Falle, dass das zylindrische Werkstück vom stromabwärts in der Richtung geschnitten wird, in welche das Kühlmittel zugeführt wird, auch dann, wenn das Kühlmittel durch den Schnittabschnitt ausläuft, das Kühlmittel notwendigerweise den nächsten Schnittabschnitt (d. h. angeordnet stromaufwärts in der Richtung, in welche das Kühlmittel zugeführt wird), wobei das Kühlmittel zwangsläufig an den nächsten Schnittabschnitt ausläuft. Somit kann das geschmolzene Metall oder die Schlacke leicht an dem nächsten Schnittabschnitt entfernt werden.

**[0022]** In dem Obigen wird der Metallring vorzugsweise für einen Kraftübertragungsriemen eines stufenlos verstellbaren Getriebes eines Fahrzeugs verwendet.

**[0023]** Die obigen und weiteren Objektmerkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Figuren, in welcher eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mittels eines erläuternden Beispiels gezeigt ist, deutlicher.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0024]** [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht, teilweise im Querschnitt, einer Schneidevorrichtung für ein zylindrisches Werkstück, zur Ausführung eines Herstellungsverfahrens eines Metallrings, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0025]** [Fig. 2](#) ist eine Seitenansicht im Querschnitt von Hauptteilen der Schneidevorrichtung für ein zylindrisches Werkstück aus [Fig. 1](#);

**[0026]** [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht, welche eine Gesamtheit des Halteelements schematisch darstellt;

**[0027]** [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht, welche eine Gesamtheit eines in das Halteelement einzufügenden Druckelements zeigt;

**[0028]** [Fig. 5](#) ist eine vordere Seitenansicht der Schneidevorrichtung für ein zylindrisches Werkstück aus [Fig. 1](#); und

**[0029]** [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht im Querschnitt der Hauptteile der Schneidevorrichtung für ein zylindrisches Werkstück, in welcher Durchmesser des Druckelements und des Halteelements aus dem in [Fig. 2](#) gezeigten Zustand vergrößert sind.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0030]** Ein Herstellungsverfahren eines Metallrings gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden detailliert in Verbindung mit einer Schneidevorrichtung für ein zylindrisches Werkstück zur Ausführung des Verfahrens mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

**[0031]** [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht, teilweise im Querschnitt, einer Schneidevorrichtung **10** für ein zylindrisches Werkstück zur Ausführung des Herstellungsverfahrens eines Metallrings, gemäß der bevorzugten Ausführungsform. [Fig. 2](#) ist eine Seitenansicht im Querschnitt eines Hauptteils der Werkstück-Schneidevorrichtung **10**. Die Schneidevorrichtung **10** für

ein zylindrisches Werkstück umfasst: einen Motor **14** zum Drehen einer Spindel **12**; ein Halteelement **16**, welches mit der Spindel **12** verbunden ist und zusammen mit der Spindel **12** dreht; und einen Arbeitskopf **18** (siehe [Fig. 2](#)), welcher als eine Laserstrahlquelle zum Applizieren eines Laserstrahls **L** auf einen vorbestimmten Punkt auf einem hohlen zylindrischen Werkstück **W** dient, welches durch das Halteelement **16** gehalten wird.

**[0032]** Die Schneidevorrichtung **10** für ein zylindrisches Werkstück umfasst: eine Basis (nicht gezeigt); und eine erste Basisplatte **20** und eine zweite Basisplatte **22** (gezeigt in [Fig. 1](#)), welche auf der Basis angeordnet sind. Der Motor **14** ist durch die erste Basisplatte **20** gestützt. Andererseits ist ein Spindel-Stützelement **24**, in welchem die Spindel **12** eingefügt wird, auf der zweiten Basisplatte **22** angeordnet. Eine Lagerung **26** ist derart zwischen dem Spindel-Stützelement **24** und der Spindel **12** angeordnet, dass die Spindel **12** durch das Spindel-Stützelement **24** drehbar getragen ist.

**[0033]** Ein erstes Riemenrad **30** ist äußerlich auf einer Drehwelle **28** des Motors **14** angeordnet. Andererseits ist ein zweites Riemenrad **32** äußerlich auf einem Endabschnitt der Spindel **12** angeordnet. Ein Steuerriemen **34** ist zwischen dem ersten Riemenrad **30** und dem zweiten Riemenrad **32** gewunden. Somit beginnt die Spindel **12** unter Einwirkung des Motors **14** zu drehen, wie weiter unten beschrieben.

**[0034]** Die Spindel **12** ist als ein Hohlkörper vorgesehen. Insbesondere hat die Spindel **12** ein Innenloch **36**, welches sich länglich darin erstreckt.

**[0035]** Das Innenloch **36** ist an beiden länglichen Enden der Spindel **12** offen. Ein Stutzen **40** eines Rohranschlusstutzens **38** ist in einer der Öffnungen eingefügt. Ein Luftzufuhrrohr (nicht gezeigt), welches mit einem Hauptkörper **41** des Rohranschlusstutzens **38** über einen Rohranschluss **42** verbunden ist, ist mit einer Zufuhrquelle für komprimierte Luft verbunden, um komprimierte Luft als Kühlmittel zuzuführen. Mit anderen Worten durchläuft die komprimierte Luft, welche durch die Zufuhrquelle für komprimierte Luft zugeführt wird, das Luftzufuhrrohr und den Rohranschluss **42** und strömt anschließend in das Innenloch **36**. Wie aus dem Obigen ersichtlich, dient das Innenloch **36** als ein Fließkanal für komprimierte Luft.

**[0036]** Der Stutzen **40** des Rohranschlusstutzens **38** weist eine abgeschnittene, konische Form auf und ist relativ zum Hauptkörper drehbar.

**[0037]** Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist das Halteelement **16** mit der Spindel **12** mittels des ersten Verbindungselements **44** und des zweiten Verbindungselements **46** verbunden. Insbesondere ist ein abgestufter Abschnitt **48** an einem Endabschnitt der Spindel **12** vor-

gesehen. Ein zylindrischer Vorsprung **50** des ersten Verbindungselements **44** ist in den abgestuften Abschnitt **50** eingefügt und ein erster Verbindungsbolzen **52**, welcher von einer Endfläche des ersten Verbindungselements **44** eingefügt ist, ist in den Endabschnitt der Spindel **12** eingeschraubt.

**[0038]** Ein zweiter Verbindungsbolzen **54**, welcher von einer Endfläche des zweiten Verbindungselements **46** eingeführt ist, steht mit einem Ende des ersten Verbindungselements **44** durch Einschrauben in Eingriff. Im Übrigen ist der zweite Verbindungsbolzen **54** relativ zum ersten Verbindungsbolzen **52** radial nach innen angeordnet.

**[0039]** Ein ringförmiges Einführloch **56** ist in einem Endabschnitt des zweiten Verbindungselements **46** gebildet. Andererseits, wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt, ist ein Abschnitt von kleinem Durchmesser **58**, welcher einen kleineren Durchmesser aufweist als der andere Abschnitt, auf einem Endabschnitt des Halteelements **16** vorgesehen. Der Abschnitt von kleinem Durchmesser **58** ist in das Einführloch **56** eingefügt. Ein Verbindungsstift **60**, welcher sich zu einem Boden des Einführlochs **56** hin erstreckt, ist in dem Abschnitt von kleinem Durchmesser **58** eingebettet. Der Verbindungsstift **60** ist in einem Passloch **62** eingepasst, welches am Boden des Einführlochs **56** vorgesehen ist, um das zweite Verbindungselement **46** mit dem Halteelement **16** zu verbinden.

**[0040]** Ein Abdichtelement **64** ist an einer Innenwand des Einführlochs **56** vorgesehen. Das Abdichtelement **64** dichtet eine Lücke zwischen dem zweiten Verbindungselement **46** und dem Halteelement **16** ab, um das Austreten der komprimierten Luft zu verhindern.

**[0041]** Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, ist das Halteelement **16** ein Hohlkörper, welcher aufweist: den Abschnitt von kleinem Durchmesser **58**; einen im Wesentlichen zylindrischen Halteabschnitt **66**, welcher einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der des Abschnitts von kleinem Durchmesser **58**; und einen Anschlagabschnitt **68**, welcher einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der des Halteabschnitts **66**. insbesondere ist das Halteelement **16** mit einem Einführ-Durchgangsloch **70** vorgesehen, welches sich in einer Längsrichtung des Halteelements **16** erstreckt. Im Übrigen steht das Einführ-Durchgangsloch **70** in Verbindung mit Verbindungslöchern **72** und **74**, welche das erste Verbindungselement **44** beziehungsweise das zweite Verbindungselement **46** durchdringen.

**[0042]** Das Halteelement **16** ist mit einer Mehrzahl von Radialkanälen **76** vorgesehen, welche sich von dem Einführ-Durchgangsloch **70** zu einer Seitenwand (Außenwand) radial erstrecken. Mit anderen Worten sind die Radialkanäle **76** in Verbindung mit dem Einführ-Durchgangsloch **70**.

**[0043]** Jeder der Radialkanäle **76** erstreckt sich entlang einer Längsrichtung des Halteelements **16**. Einer der Radialkanäle **76**, welcher von dem Abschnitt mit kleinem Durchmesser **58** zu einem Teil des Anschlagabschnitts **68** herausgeschnitten ist, ist dem anderen von den Radialkanälen **76** benachbart vorgesehen, welcher von dem Anschlagabschnitt **68** zu einem Teil des Abschnitts von kleinem Durchmesser **58** herausgeschnitten ist.

**[0044]** Eine Mehrzahl von Umfangskanälen (Kühlmittelkanälen) **78** erstreckt sich in Umfangsrichtung auf der Seitenwand des Halteabschnitts **66** des Halteelements **16**, um die benachbarten Radialkanäle **76** zu verbinden. Wie aus den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ersichtlich, reichen die Umfangskanäle **78** nicht bis zum Einführ-Durchgangsloch **70**. Mit anderen Worten sind die Umfangskanäle **78** nicht in direkter Verbindung mit dem Einführ-Durchgangsloch **70**, sondern stehen mit dem Einführ-Durchgangsloch **70** nur über die Radialkanäle **76** in Verbindung.

**[0045]** Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist ein Druckelement **80** in das Innere des derart angeordneten Halteelements **16** eingesetzt. Ferner werden ein erstes Durchmesser-Veränderungselement **82** und ein zweites Durchmesser-Veränderungselement **84** in das Innere des Druckelements **80** eingesetzt. Ein vorbestimmter Abstand ist vorgesehen zwischen: dem ersten Durchmesser-Veränderungselement **82**; und den Verbindungslöchern **72**, **74** der ersten und zweiten Verbindungselemente **44**, **46** und des Einführ-Durchgangslochs **70** des Halteelements **16**.

**[0046]** Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist das Druckelement **80** ein Hohlkörper. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, ist eine Mehrzahl von (vier in der vorliegenden Ausführungsform) Schlitzen **86**, welche von der Innenwand zu der Außenwand durchdringen, auf dem Druckelement **80** in Längsrichtung vorgesehen. Die Schlitze **86** umfassen erste Schlitze, welche sich von einem linken Ende zu einem rechten Ende in [Fig. 4](#) erstrecken, und zweite Schlitze, welche sich von dem rechten Ende zu dem linken Ende erstrecken, die abwechselnd angeordnet sind.

**[0047]** Bedingt durch das Vorhandensein der Schlitze **86**, verursacht das Druckelement **80** leicht eine elastische Verformung.

**[0048]** Zwei erste Nocken **88** und **90**, welche in Durchmesser derselben in eine Richtung progressiv abnehmen (d. h. verjüngen), die sich von den linken und rechten Enden weg trennt, sind auf einer Innenwand des Druckelements **80** vorgesehen (siehe insbesondere [Fig. 2](#)). Im Übrigen hat das Druckelement **80** einen konstanten inneren Durchmesser an oder nahe einem Mittelabschnitt desselben über eine vorbestimmte Länge.



[0049] Andererseits weist das erste Durchmesser-Veränderungselement **82** einen zylindrischen Abschnitt **92** und einen zweiten Nocken **94** auf, welcher sich allmählich in Durchmesser in eine Richtung reduziert (verjüngt), in welche es in das Druckelement **80** einzusetzen ist. Der zweite Nocken **94** wird in das Druckelement **80** eingesetzt, unter Beibehaltung des gleitbaren Kontakts mit dem ersten Nocken **88**.

[0050] Das zweite Durchmesser-Veränderungselement **84** ist näherungsweise als ein Kegelstumpf gebildet, mit einer Seitenwand, die in eine Richtung, in welche es in das Druckelement **80** einzufügen ist, sich verjüngt. Die Seitenwand dient als ein Nocken, welcher in gleitbarem Kontakt mit dem ersten Nocken **90** steht. Die Seitenwand wird als ein zweiter Nocken **96** bezeichnet.

[0051] Das erste Durchmesser-Veränderungselement **82** und das zweite Durchmesser-Veränderungselement **84** sind jeweils in Längsrichtung durch Einführlöcher **98** und **100** durchdrungen. Eine Verbindungsstange **102** ist in die Einführlöcher **98** und **100** eingesetzt. Ferner ist eine Spiralfeder **104** zwischen dem ersten Durchmesser-Veränderungselement **82** und dem zweiten Durchmesser-Veränderungselement **84** angeordnet, zum elastischen Vorspannen des ersten Durchmesser-Veränderungselements **82** und des zweiten Durchmesser-Veränderungselements **84** in eine Richtung, in welche diese voneinander zu trennen sind.

[0052] Ein breiter Flansch **106** ist auf einem linken Ende der Verbindungsstange **102** (in [Fig. 2](#)) vorgesehen. Eine Endfläche des Flansches **106** ist in einem abgestuften Aufnahmeabschnitt **108** aufgenommen, welcher an einem Ende des zylindrischen Abschnitts **92** des ersten Durchmesser-Veränderungselements **82** bereitgestellt ist.

[0053] Das zweite Durchmesser-Veränderungselement **84** weist an einem Boden desselben (rechtes Ende in [Fig. 2](#)) einen Scheibenkörper **110** auf. Der Scheibenkörper **110** weist einen Durchmesser auf, welcher dem Durchmesser des Einführ-Durchgangslochs **70** des Halteelements **16** entspricht, und ist in das Loch **70** eingesetzt. Der Scheibenkörper **110** und das zweite Durchmesser-Veränderungselement **84** sind mittels eines dritten Verbindungsbolzens **112** miteinander verbunden.

[0054] Ein scheibenförmiges Abdeckelement **116** ist mit einer Außenseite (rechtes Ende in [Fig. 2](#)) des Scheibenkörpers **110** mittels eines vierten Verbindungsbolzens **114** verbunden. Der Durchmesser des Abdeckelements **116** ist größer als der Durchmesser des Einführ-Durchgangslochs **70**. Mit anderen Worten kann das Abdeckelement **116** nicht in das Einführ-Durchgangsloch **70** eingesetzt werden.

[0055] Löcher für Vorsprünge **118** bzw. **120** erstrecken sich durch den Scheibenkörper **110** und das Abdeckelement **116**.

[0056] Der rechte Endabschnitt (in [Fig. 2](#)) der Verbindungsstange **102** steht nach außen durch das Einführloch **100** des zweiten Durchmesser-Veränderungselements **84** und die Löcher für Vorsprünge **118** und **120** des Scheibenkörpers **110** und des Abdeckelements **116** vor. Ein Gewindeabschnitt **122** ist auf dem rechten vorstehenden Endabschnitt vorgesehen. Zwei Befestigungsmuttern **124** und **126** sind auf den Gewindeabschnitt **122** geschraubt. Die Durchmesser der Befestigungsmuttern **124** und **126** sind kleiner als der Durchmesser des Lochs **120** und sind größer als der Durchmesser des Lochs **118**.

[0057] In der obigen Anordnung, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, sind eine Abgabedüse **128** (Abgabeeinrichtung) zur Abgabe von Argongas, Stickstoffgas, komprimierter Luft oder dergleichen und eine Saugdüse **130** (Saugeinheit) zum Ansaugen des obigen Gases nahe einem Außenumfang des zylindrischen Werkstücks W einander gegenüberliegend angeordnet.

[0058] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, liegt der Arbeitskopf **18** dem Halteelement **16** gegenüber, wobei er zu einer stromabwärtigen Seite hin in einer Drehrichtung relativ zu einer Linie versetzt ist, welche sich von einem Drehmittelpunkt O des Halteelements **16** erstreckt, d. h. ein Durchmesser des Halteelements **16** (virtuelle Linie M1). Mit anderen Worten bildet eine virtuelle Achsenlinie M2 des Laserstrahls L einen Winkel  $\theta$  relativ zu der virtuellen Linie M1. In der folgenden Beschreibung wird der Einfachheit halber der Winkel  $\theta$  als ein Einfallswinkel bezeichnet.

[0059] Als Nächstes wird im Folgenden ein Herstellungsverfahren eines Metallrings gemäß der vorliegenden Ausführungsform detailliert beschrieben, in Beziehung zu einer Funktionsweise der Schneidevorrichtung **10** für ein zylindrisches Werkstück der obigen Anordnung.

[0060] Um einen Metallring zur Herstellung eines Kraftübertragungsriemens zum Einsatz in einem stufenlos verstellbaren Getriebe zu produzieren, wird zunächst eine rechteckige dünne Metallplatte ausgeschnitten. Die rechteckige dünne Metallplatte wird gebogen und entgegengesetzte Enden derselben werden geschweißt und miteinander verbunden, wodurch das zylindrische Werkstück W (zylindrischer Körper) erhalten wird. Im Übrigen liegt die Dicke der dünnen Metallplatte üblicherweise in einem Bereich von ungefähr 0,3 bis 0,4 mm. Die dünne Metallplatte ist vorzugsweise aus Maraging-Stahl hergestellt.

[0061] Um das zylindrische Werkstück W zu schneiden, wird die Seitenwand des Halteelements **16** von der Seite des Abschnitts mit kleinem Durchmesser **58**

her in das Durchgangsloch des zylindrischen Werkstücks W eingesetzt. Die Verlagerung des zylindrischen Werkstücks W wird durch den Anschlagabschnitt **68** des Halteelements **16** gestoppt, wodurch das zylindrische Werkstück W an dem Halteabschnitt **66** positioniert wird. Ein kleiner Abstand wird zwischen der Außenwand des Halteabschnitts **66** und der Innenwand des zylindrischen Werkstücks W gebildet.

**[0062]** Anschließend wird das Halteelement **16** mit dem zweiten Verbindungselement **46** über den Verbindungsstift **60** derart verbunden, dass das zylindrische Werkstück W durch die Schneidevorrichtung **10** für ein zylindrisches Werkstück gehalten wird.

**[0063]** Wie oben beschrieben, kann das zylindrische Werkstück W aufgrund von Schweißhitze verzerrt werden. Dementsprechend wird in der vorliegenden Ausführungsform der Durchmesser des Halteelements **16** vergrößert, um das zylindrische Werkstück W zu drücken.

**[0064]** insbesondere werden die Befestigungsmuttern **124** und **126** in eine Befestigungsrichtung geschraubt. Somit werden die Befestigungsmuttern **124** und **126** zu dem zweiten Durchmesser-Veränderungselement **84** hin verlagert. Da die Durchmesser der Befestigungsmuttern **124** und **126** größer als der Durchmesser des Lochs **118** sind, drücken die Befestigungsmuttern **124** und **126** den Scheibenkörper **110**, um das zweite Durchmesser-Veränderungselement **84** zu dem ersten Durchmesser-Veränderungselement **82** hin zu drücken.

**[0065]** Gleichzeitig wird, wenn die Befestigungsmuttern **124** und **126** geschraubt werden, der Gewindeabschnitt **122** der Verbindungsstange **102** nach rechts in [Fig. 2](#) gezogen. Somit wird die Verbindungsstange **102** zu dem zweiten Durchmesser-Veränderungselement **84** hin verlagert.

**[0066]** Wie oben beschrieben, ist der Flansch **106** der Verbindungsstange **102** in dem abgestuften Aufnahmeabschnitt **108** des ersten Durchmesser-Veränderungselements **82** gelagert. Dementsprechend wird das erste Durchmesser-Veränderungselement **82** von der Verbindungsstange **102** gezogen, welche zu dem zweiten Durchmesser-Veränderungselement **84** hin verlagert wird. Mit anderen Worten wird das erste Durchmesser-Veränderungselement **82** zu dem zweiten Durchmesser-Veränderungselement **84** hin zusammen mit der Verbindungsstange **102** verlagert.

**[0067]** Insbesondere werden, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, sowohl das erste Durchmesser-Veränderungselement **82** als auch das zweite Durchmesser-Veränderungselement **84** in Längsrichtung verlagert, um tief in das Druckelement **80** eingesetzt zu werden, begleitend zur Kompression der Sprungfeder **104**. Die Ver-

lagerung bringt die jeweiligen zweiten Nocken **94** und **96** des ersten und des zweiten Durchmesser-Veränderungselements **82** und **84** in Kontakt mit den ersten Nocken **88** und **90** des Druckelements **80** an Abschnitten mit größeren Durchmessern. Folglich werden die ersten Nocken **88** und **90** durch die zweiten Nocken **94** und **96** gedrückt. Die durch die zweiten Nocken **94** und **96** angewandte Druckkraft ist nach außen in eine radiale Richtung des Druckelements **80** gerichtet.

**[0068]** Die Druckkraft vergrößert den Durchmesser des Druckelements **80**. Der Grund dafür ist, dass das Druckelement **80** radial nach außen durch die ersten Nocken **88** und **90** gedrückt wird, welche auf der Innenwand davon vorgesehen sind. Wie oben beschrieben vergrößert sich, da sich das Druckelement **80** leicht elastisch verformt, der Durchmesser ebenfalls leicht.

**[0069]** Das vergrößerte Druckelement **80** drückt im Wesentlichen gleichmäßig den Halteabschnitt **66** des Halteelements **16** radial nach außen. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, ist das Halteelement **16** mit der Mehrzahl der Radialkanäle **76** und der Umfangskanäle **78** bereitgestellt. Somit ist das Halteelement **16** ebenfalls reich an Elastizität. Insbesondere verformt sich das Halteelement **16** leicht elastisch, wenn es durch das Druckelement **80** gedrückt wird, und erhöht sich dadurch im Durchmesser im Wesentlichen gleichförmig.

**[0070]** Zum Beispiel berührt dann, wenn das zylindrische Werkstück W derart verzerrt ist, dass es einen unregelmäßigen inneren Durchmesser aufweist, die Seitenwand des Halteabschnitts **66** als erstes einen Teil des zylindrischen Werkstücks W mit dem kleinsten Innendurchmesser in dem Durchmesser-Vergrößerungsprozess. Andererseits bleiben die anderen Teile des zylindrischen Werkstücks W mit einem Durchmesser größer als der des Teils mit dem kleinsten Innendurchmesser von der Seitenwand des Halteabschnitts **66** weg beabstandet.

**[0071]** Wenn der Halteabschnitt **66** sich weiter im Durchmesser vergrößert, vergrößert sich auch der Teil mit dem kleinsten Innendurchmesser im Durchmesser. Dann berührt die Seitenwand des Halteabschnitts **66** einen anderen Teil des zylindrischen Werkstücks W mit einem leicht größeren Innendurchmesser.

**[0072]** Wenn der Halteabschnitt **66** weiterhin im Durchmesser vergrößert wird, vergrößert sich auch der Teil mit dem kleinsten Innendurchmesser weiterhin im Durchmesser, und der Teil mit dem leicht größeren Innendurchmesser vergrößert sich ebenfalls im Durchmesser. Auf diese Weise tritt, wenn der Halteabschnitt **66** progressiv im Durchmesser größer wird, die Seitenwand des Halteabschnitts **66** schließ-

lich in Kontakt mit einem Teil des zylindrischen Werkstücks W mit dem größten inneren Durchmesser.

**[0073]** Zu diesem Zeitpunkt sind der Teil mit dem kleinsten Innendurchmesser und der Teil mit einem etwas größeren Innendurchmesser auf ungefähr denselben Innendurchmesser wie der größte Innendurchmesser vergrößert. Mit anderen Worten wird das zylindrische Werkstück W umgeformt, um im Wesentlichen einen kreisförmigen Querschnitt aufzuweisen.

**[0074]** Somit ist das zylindrische Werkstück W umgeformt. Im Übrigen, wenn die Befestigungsmuttern **124** und **126** übermäßig geschraubt werden, wird die Verlagerung des Abdeckelements **116** durch den Anschlagabschnitt **68** des Halteelements **16** derart gestoppt, dass die Verlagerung des Scheibenkörpers **110** und ebenfalls die Verlagerung des ersten und des zweiten Durchmesser-Veränderungselements **82** und **84** verhindert werden. Somit wird auch die Durchmesserergrößerung des Druckelements **80** und des Halteabschnitts **66** gestoppt.

**[0075]** Anschließend können die Befestigungsmuttern **124** und **126** in einer Richtung gedreht werden, um die Mutter zu lösen. Zu diesem Zeitpunkt spannt die Spiralfeder **104** in elastischer Weise das erste und das zweite Durchmesser-Veränderungselement **82** und **84** in eine Richtung vor, um voneinander getrennt zu werden. Folglich werden das erste und das zweite Durchmesser-Veränderungselement **82** und **84** verlagert, um von dem Inneren des Druckelements **80** getrennt zu werden.

**[0076]** Dementsprechend kommen die jeweiligen zweiten Nocken **94** und **96** des ersten und des zweiten Durchmesser-Veränderungselements **82** und **84** mit den ersten Nocken **88** und **90** des Druckelements **80** an Abschnitten mit kleinerem Durchmesser in Kontakt. Dementsprechend werden die ersten Nocken **88** und **90** von dem durch die zweiten Nocken **94** und **96** ausgeübten Druck entlastet. Mit anderen Worten nimmt, da die Druckkraft zum Vergrößern des Durchmessers des Druckelement **80** nicht länger einwirkt, das Druckelement **80** im Durchmesser ab.

**[0077]** Dementsprechend nimmt ebenfalls der Halteabschnitt **66** des Halteelements **16** im Durchmesser ab. Der Grund dafür ist, dass das Halteelement **16** aus der Druckkraft des Druckelements **80** freigegeben wird.

**[0078]** Wenn der Halteabschnitt **66** im Durchmesser abnimmt, kann der Halteabschnitt **66** zu dem Zustand zurückgebracht werden, wie in [Fig. 2](#) gezeigt (d. h. Anfangszustand vor der Durchmesserergrößerung) oder in einen Zustand zurückgebracht werden, in welchem der Halteabschnitt **66** einen Durchmesser aufweist, welcher leicht größer als der Durchmesser in

dem Anfangszustand ist. In der folgenden Beschreibung wird es angenommen, dass der Halteabschnitt **66** zu dem Anfangszustand zurückgebracht wird.

**[0079]** Im Übrigen wird auch dann, wenn der Halteabschnitt **66** des Halteelements **16** und das Druckelement **80** zu dem Anfangszustand zurückgebracht werden, da das zylindrische Werkstück W nicht genügend Elastizität aufweist, das zylindrische Werkstück W, nachdem es umgeformt wurde, nicht in seiner ursprünglichen Form wiederhergestellt. Mit anderen Worten wird die im Wesentlichen kreisförmige Form nach der Umformung aufrechterhalten.

**[0080]** Als nächstes wird der Motor **14** angetrieben. Danach beginnt die Drehwelle **28** des Motors **14** zu drehen. Das erste Riemenrad **30** dreht sich in Verbindung mit der Drehung der Drehwelle **28**, um den Steuerriemen **34** zu drehen und verursacht folglich die Drehung des zweiten Riemenrads **32**. In Verbindung damit, beginnen die Spindel **12** und das mit der Spindel **12** verbundene Halteelement **16** zu drehen.

**[0081]** Die Drehantriebskraft des Motors **14** ist vorzugsweise derart eingestellt, dass das zylindrische Werkstück W, welches durch das Halteelement **16** gehalten ist, mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 30 bis 200 m/Min dreht. Im Übrigen dreht sich, da die Lagerung **26** zwischen der Spindel **12** und dem Spindel-Stützelement **24** wie oben beschrieben angeordnet ist, das Spindel-Stützelement **24** nicht. Ferner dreht sich in dem Rohranschlussstutzen **38** nur der Stutzen **40**, ohne die Drehung des Hauptkörpers **41** zu begleiten.

**[0082]** Gleichzeitig werden die Abgabeeinrichtung und die Ansaugereinrichtung angetrieben, um die Abgabe von komprimierter Luft und dergleichen (Transfermittel) von der Abgabedüse (Transfermittel-Abgabeeinheit) **128** zu starten und um ein Ansaugen durch die Saugdüse **130** zu starten. Da die Abgabedüse **128** und die Saugdüse **130** einander gegenüberliegen, strömt die komprimierte Luft und dergleichen, welche durch die Abgabedüse **128** abgegeben werden, zu der Saugdüse **130** hin.

**[0083]** Vor oder nach dem Durchströmen wird komprimierte Luft (Kühlmittel) von der Quelle für komprimierte Luft zugeführt. Die komprimierte Luft strömt zu dem Rohranschlussstutzen **38** durch das Luftzufuhrrohr und den Rohranschluss **42**, um dem Innenloch **36** der Spindel **12** über den Stutzen **40** zugeführt zu werden.

**[0084]** Die komprimierte Luft strömt in das Innenloch **36** und durchläuft den Abstand zwischen: dem zylindrischen Abschnitt **92** des ersten Durchmesser-Veränderungselements **82**; und den Verbindungsflächen **72** und **74** des ersten und des zweiten Verbindungselements **44** und **46** und dem Einführ-Durch-



gangsloch **70** des Halteelements **16**. Danach erreicht die komprimierte Luft das Innere des Halteelements **16**, d. h. das Einführ-Durchgangsloch **70**. Die komprimierte Luft bewegt sich weiter zu der Außenwand (Seitenwand) über die Radialkanäle **76** (siehe [Fig. 3](#)) in das Halteelement **16**, welche in Verbindung mit dem Einführ-Durchgangsloch **70** stehen, so dass ein Teil der komprimierten Luft in Längsrichtung mit der Innenwand des zylindrischen Werkstücks **W** in Kontakt tritt. Der Rest der komprimierten Luft strömt in den Umfangskanälen **78** entlang der Seitenwand des Halteabschnitts **66**, während sie in Umfangsrichtung mit der Innenwand des zylindrischen Werkstücks **W** in Kontakt tritt.

**[0085]** Wenn der Durchmesser des Halteabschnitts **66** des Halteelements **16** und der Durchmesser des Druckelements **80** von dem umgeformten Durchmesser des zylindrischen Werkstücks **W** reduziert werden, ist ein kleiner Abschnitt zwischen der Seitenwand des Halteabschnitts **66** und der Innenwand des zylindrischen Werkstücks **W** vorhanden. Dementsprechend bildet die komprimierte Luft eine Luftschicht an dem Abstand. Derweilen dient, da die komprimierte Luft zur Seitenwand des Halteelements **16** strömt, die Seitenwand als eine Kühleinrichtung mit exzellenter Kühleffizienz.

**[0086]** Im Übrigen strömt dann, wenn der Durchmesser des Halteabschnitts **66** und der Durchmesser des Druckelements **80** unverändert von dem umgeformten Durchmesser des zylindrischen Werkstücks **W** bleiben, die komprimierte Luft immer noch zwischen der Seitenwand des Halteabschnitts **66** und der Innenwand des zylindrischen Werkstücks **W** hinein, um eine Luftschicht zu bilden.

**[0087]** Anschließend wird der Laserstrahl **L** von dem Arbeitskopf **18** auf das zylindrische Werkstück **W** appliziert. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Laserstrahl **L** zuerst in einer Nachbarschaft des rechten Endes (in [Fig. 2](#)) des zylindrischen Werkstücks **W** appliziert, d. h. auf die am weitesten stromabwärts liegende Seite in die Zufuhrrichtung der komprimierten Luft. Zu diesem Zeitpunkt entsprechen der Abschnitt, auf welchen der Laserstrahl **L** appliziert ist, und die Position von einem der Umfangskanäle **78** im Wesentlichen einander.

**[0088]** Wenn der Laserstrahl **L** auf den Abschnitt des zylindrischen Werkstücks **W** appliziert wird, erhöht sich die Temperatur des Abschnitts und der Abschnitt schmilzt, so dass ein Metallring aus dem zylindrischen Werkstück **W** an dem geschmolzenen Abschnitt herausgeschnitten wird. Während des Schmelzens wird das Metallmaterial (z. B. Maraging-Stahl) des zylindrischen Werkstücks **W** sublimiert, um ein Sublimationsmetallgas zu erzeugen. Es ist zu verstehen, dass das Sublimationsmetallgas ebenfalls erzeugt wird, auch dann, wenn das zylindrische Werk-

stück **W** aus einem Metall hergestellt ist, welches von Maraging-Stahl verschiedenen ist, wie beispielsweise Edelstahl oder dergleichen.

**[0089]** Während des Schneidens kann, wenn die Drehgeschwindigkeit des zylindrischen Werkstücks **W** zwischen 30 und 200 m/Min ist, genügend Energie zum Schneiden des zylindrischen Werkstücks **W** eingesetzt werden. Mit anderen Worten kann das zylindrische Werkstück **W** leicht geschnitten werden. Wenn die Drehgeschwindigkeit innerhalb des obigen Bereichs liegt, wird eine kleine Menge von geschmolzenem Metall pro Zeiteinheit aus den folgenden Gründen generiert.

**[0090]** Da das zylindrische Werkstück **W** gedreht wird, fällt der Laserstrahl **L** intermittierend auf den gleichen Abschnitt des zylindrischen Werkstücks **W** ein. Der Grund dafür ist, dass der Abschnitt nach der Bestrahlung mit dem Laserstrahl **L**, als ein Ergebnis der Drehung des zylindrischen Werkstücks **W**, von dem Laserstrahl **L** entfernt wird.

**[0091]** Im Allgemeinen ist die Energiedichte des Laserstrahls **L** an dem Mittelpunkt einer Spotbreite hoch und an einer Peripherie derselben niedrig. Mit anderen Worten zeigt der Laserstrahl **L** eine Verteilung der Energiedichte. Dementsprechend wird ein Teil des zylindrischen Werkstücks **W**, auf welchen der zentrale Bereich der Spotbreite des Laserstrahls **L** einfällt, leicht sublimiert, während ein anderer Teil des zylindrischen Werkstücks **W**, auf welchen der Seitenabschnitt der Spotbreite einfällt, nicht leicht sublimiert wird.

**[0092]** Wenn die Drehgeschwindigkeit innerhalb des obigen Bereichs liegt, wird der Teil, auf welchen der zentrale Bereich der Spotbreite (hohe Energiedichte) einfällt, sofort sublimiert, um in Sublimationsmetallgas umgewandelt zu werden. Andererseits, obwohl die Temperatur des Teils, auf welchen der Seitenabschnitt davon (niedrige Energiedichte) einfällt, größer wird, bleibt die Temperatur im Wesentlichen unterhalb des Schmelzpunktes davon. Aufgrund der Drehung des zylindrischen Werkstücks **W** wird der Teil von dem Laserstrahl **L** entfernt, wodurch verhindert wird, dass die Temperatur des Teils ansteigt, so dass es schwierig ist, dass die Temperatur des Teils den Schmelzpunkt überschreitet. Somit ist es schwierig, geschmolzenes Metall zu erzeugen, wodurch das Erzeugen von Schlacke verhindert wird.

**[0093]** Im Übrigen wird der Teil sublimiert, wenn der Mittelpunkt der Spotbreite des Laserstrahls **L** in der zweiten oder nachfolgenden Umdrehung des zylindrischen Werkstücks **W** bestrahlt wird. Dementsprechend wird, wie oben beschrieben, das zylindrische Werkstück **W** geschnitten, um einen Metallring zu erhalten.

**[0094]** Ferner kann, da im Wesentlichen das gesamte erzeugte Sublimationsmetallgas durch die Saugdüse **130** angesaugt werden kann, eine Ablagerung des Sublimationsmetallgases auf dem zylindrischen Werkstück W und somit das Entstehen von Schlacke verhindert werden.

**[0095]** Ferner dient die Seitenwand des Halteelements **16** als eine effektive Kühleinrichtung durch die zugeführte komprimierte Luft. Dementsprechend wird die Temperatur von Teilen des zylindrischen Werkstücks W, die von dem Teil verschieden sind, der durch den Laserstrahl L bestrahlt wird, nicht erhöht, so dass die Teile vom Schmelzen abgehalten werden und ein Erzeugen von Schlacke an den Teilen verhindert werden kann.

**[0096]** Ferner wird in der vorliegenden Ausführungsform eine Luftschicht zwischen der Seitenwand des Halteelements **16** und der Innenwand des zylindrischen Werkstücks W gebildet. Somit wird, auch dann, wenn geschmolzenes Metall und Schlacke erzeugt werden, das geschmolzene Metall und die Schlacke durch die Luftschicht absorbiert.

**[0097]** Wenn sich das geschmolzene Metall, welches während des Schneidens erzeugt wurde, sich verfestigt, wird eine Schichtmarkierung (Zugmarkierung) auf dem zylindrischen Werkstück W entlang des Laserstrahls L erzeugt. Allerdings ist in der vorliegenden Ausführungsform, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, der Arbeitskopf **18** an einer Position angeordnet, welche von der Drehmittellinie des Halteelements **16** versetzt ist. Dementsprechend fällt der Laserstrahl L auf das zylindrische Werkstück W mit einem Einfallswinkel  $\theta$  ein.

**[0098]** In diesem Verfahren wird eine Zugmarkierung geradlinig von der Außenwand zu der Innenwand des zylindrischen Werkstücks gebildet, d. h. in der dicken Richtung des zylindrischen Werkstücks. In dieser Anordnung haftet die Schlacke kaum daran (lagert sich kaum an).

**[0099]** Mit anderen Worten kann, da der Arbeitskopf **18** an einer Position angebracht ist, welche von der Rotationsmittellinie des Halteelements **16** versetzt ist, und der Laserstrahl L auf das zylindrische Werkstück W mit einem Einfallswinkel  $\theta$  appliziert wird, die Ablagerung der Schlacke ferner effektiv verhindert werden.

**[0100]** Wenn das zylindrische Werkstück W geschnitten wird, ist, da der durch den Laserstrahl L bestrahlte Teil und die Position des Umfangskanals **78** im Wesentlichen einander entsprechen, der Umfangskanal **78** nach außen freigelegt, und dann entweicht Luft der Luftschicht nach außen. Anschließend wird die Luftschicht zentrifugal zerstreut. Der Grund dafür liegt in der Drehung des Halteelements **16**.

**[0101]** Die Luftschicht trägt das geschmolzene Metall oder die Schlacke. Mit anderen Worten kann, auch dann, wenn das geschmolzene Metall oder die Schlacke erzeugt werden, das geschmolzene Metall oder die Schlacke effizient von der Schnittposition entfernt werden.

**[0102]** In dieser Anordnung wird komprimierte Luft usw. aus der Abgabdüse **128** abgegeben, während die komprimierte Luft durch die Saugdüse **130** angesaugt wird. Da die komprimierte Luft und dergleichen zu der Saugdüse **130** hin strömt, wird die Luftschicht durch die komprimierte Luft und dergleichen transferiert und strömt zu der Saugdüse **130** hin. Wie aus dem Obigen zu verstehen ist, dient die komprimierte Luft und dergleichen als ein Transfermittel zum Transferieren der Luftschicht zu der Saugdüse **130** hin, wobei dadurch die Luftschicht effizient entfernt wird.

**[0103]** Zusätzlich werden das Sublimationsmetallgas, das geschmolzene Metall und dergleichen, welche an dem Schnittabschnitt in dem Schneidevorgang durch den Laserstrahl L erzeugt wurden, ebenfalls durch die komprimierte Luft oder dergleichen zu der Saugdüse **130** hin transferiert. Somit wird der Schnittabschnitt sauber gehalten.

**[0104]** Nachdem ein Metallring wie oben beschrieben erhalten wurde, wird der Arbeitskopf **18**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, bewegt, um einen anderen Teil des zylindrischen Werkstücks W mit dem Laserstrahl L zu bestrahlen. Zu diesem Zeitpunkt wird der Arbeitskopf **18** ebenfalls zu einer Position bewegt, welche einem anderen der Umfangskanäle **78** entspricht. Anschließend wird das zylindrische Werkstück W, in einer ähnlichen Weise wie oben beschrieben, geschnitten.

**[0105]** Wenn das zylindrische Werkstück W von einem linken Ende desselben nahe dem zweiten Verbindungselement **46** geschnitten wird, d. h. an einer stromaufwärtigen Seite, in welche die komprimierte Luft zugeführt wird, kann die gesamte komprimierte Luft, welche zu dem Inneren des Halteelements **16** zugeführt wird, durch den Schnittabschnitt austreten, so dass die Luftschicht zwischen der Seitenwand des Halteabschnitts **66** und dem zylindrischen Werkstück W nicht gebildet werden kann. Allerdings strömt, da der Schneidevorgang des zylindrischen Werkstücks W an der stromabwärtigen Seite der Richtung beginnt, in welcher die komprimierte Luft zugeführt wird, die komprimierte Luft, welche dem Inneren des Halteelements **16** zugeführt wird, zu einem Bereich zwischen der Seitenwand des Halteabschnitts **66** und der Innenwand eines noch zu schneidenden Abschnitts des zylindrischen Werkstücks W hin. Dementsprechend kann, da die Luftschicht kontinuierlich gebildet wird, das geschmolze-

ne Metall und die Schlacke, welche an dem Schnittabschnitt generiert wurden, leicht entfernt werden.

**[0106]** Im Übrigen, obwohl die komprimierte Luft als ein Kühlmittel in der obigen Ausführungsform verwendet wird, können andere Gase oder Flüssigkeiten benutzt werden. Wenn eine Flüssigkeit verwendet wird, wird eine Flüssigkeitsschicht anstelle der oben beschriebenen Luftschicht gebildet. Die Flüssigkeitsschicht dient ebenfalls dazu, das geschmolzene Metall oder die Schlacke effizient aus dem Schnittabschnitt zu entfernen. In Bezug auf eine exzellente Kühleffizienz und niedrige Kosten ist die Flüssigkeit vorzugsweise Wasser.

**[0107]** Ferner kann das Transfermittel, welches von der Abgabedüse **128** abgegeben wird, eine Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser sein. Mit dieser Anordnung kann der Schnittabschnitt effizienter gekühlt werden und der Schnittabschnitt kann sauberer gehalten werden. Im Übrigen versteht es sich, dass, wenn Flüssigkeit verwendet wird, die Abgabedüse **128** und die Saugdüse **130** derart angeordnet sind, dass die Strahlung des Laserstrahls L nicht blockiert wird.

**[0108]** Ferner muss die Bestrahlungsposition des Laserstrahls L nicht der Position des Umfangskanals **78** entsprechen. Der Grund dafür ist, dass auch dann, wenn die Bestrahlungsposition des Laserstrahls L und die Position des Umfangskanals **78** einander nicht entsprechen, das Austreten der Flüssigkeitsschicht oder der Luftschicht nicht blockiert ist.

**[0109]** Ferner es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung anwendbar ist, um einen Metallring herzustellen, in einer Struktur, die verschieden ist von einem Kraftübertragungsriemen, welcher in einem stufenlos verstellbaren Getriebe eines Fahrzeugs eingesetzt ist.

Schneiden des zylindrischen Werkstücks (W), welches in die im Wesentlichen kreisförmige Form umgeformt wurde, durch den Laserstrahl (L), während ein Kühlmittel zwischen der Seitenwand des Halteelements (**16**) und der Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks (W) zugeführt wird.

2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei das zylindrische Werkstück (W) mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 30 bis 200 m/Min gedreht wird, wenn das zylindrische Werkstück (W) durch den Laserstrahl (L) geschnitten wird.

3. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei das Kühlmittel, welches durch einen Schnittabschnitt in dem Schritt des Schneidens des zylindrischen Werkstücks (W) ausgelaufen ist, durch eine Saugeinheit (**130**) angesaugt wird.

4. Herstellungsverfahren nach Anspruch 3, wobei das Kühlmittel, welches durch den Schnittabschnitt ausgelaufen ist, durch ein Transfermittel, welches durch eine Transfermittel-Abgabeeinheit (**128**) abgegeben wird, zu der Saugeinheit (**130**) hin transferiert wird.

5. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei die Laserstrahlquelle (**18**) derart verlagert wird, dass das zylindrische Werkstück (W) von stromabwärts nach stromaufwärts in einer Richtung geschnitten wird, in welche das Kühlmittel zugeführt wird.

6. Verwendung eines mit dem Verfahren nach Anspruch 1 hergestellten Metallrings für einen Kraftübertragungsriemen eines stufenlos verstellbaren Getriebes eines Fahrzeugs.

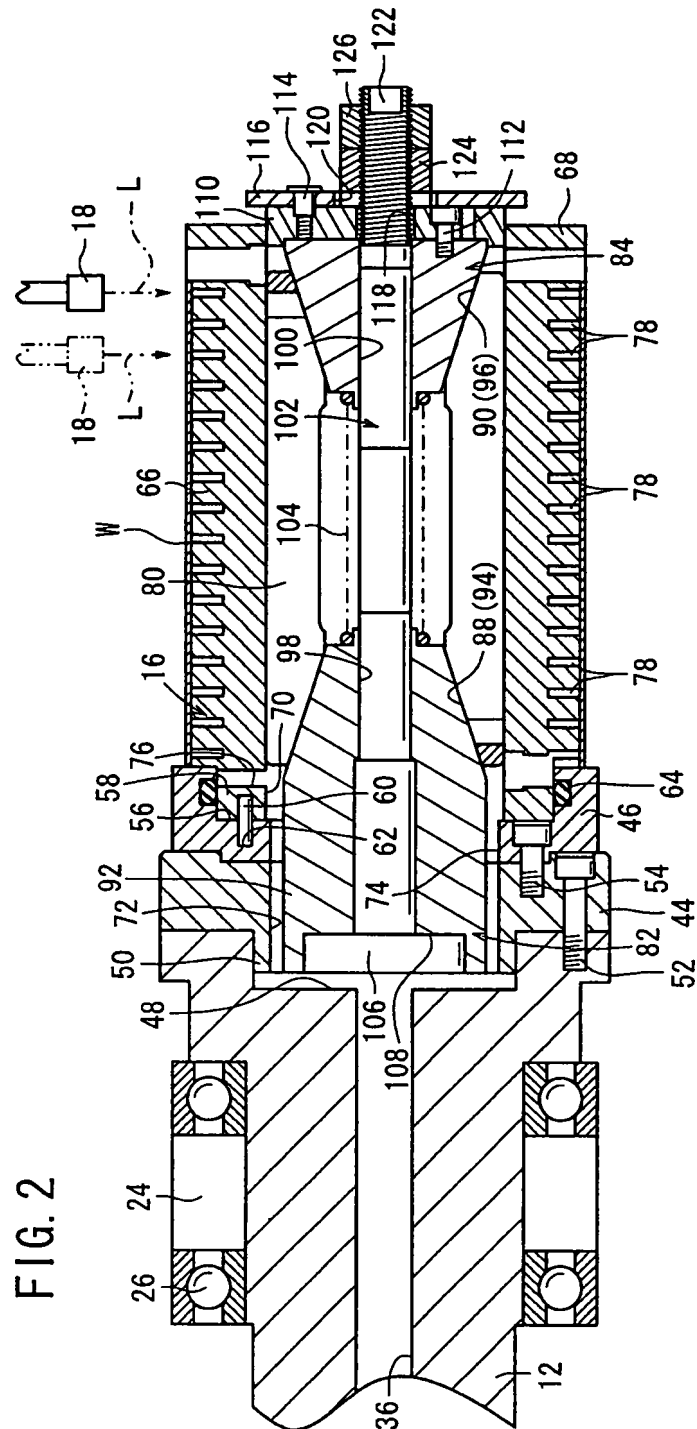
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

### Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren eines Metallrings zum Schneiden eines hohlen zylindrischen Werkstücks (W) aus Metall durch einen Laserstrahl (L), welcher durch eine Laserstrahlquelle (**18**) appliziert wird, in eine Mehrzahl von Metallringen, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Einsetzen einer Seitenwand eines Halteelements (**16**), welches als eine Kühleinrichtung zum Kühlen des zylindrischen Werkstücks (W) dient, in ein Durchgangsloch des zylindrischen Werkstücks (W);  
Umformen des zylindrischen Werkstücks (W) in eine im Wesentlichen kreisförmige Form durch Verlagerung der Seitenwand des Halteelements (**16**) zu einer Innenwand des Durchgangslochs des zylindrischen Werkstücks (W) hin, um die Innenwand zu drücken;  
und







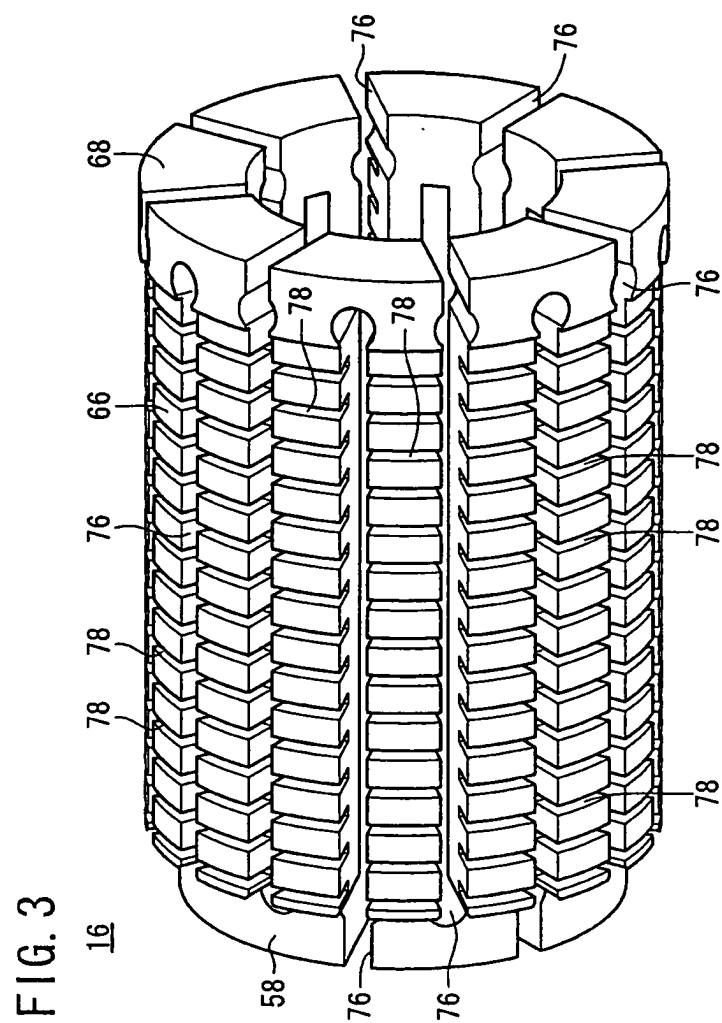


FIG. 4

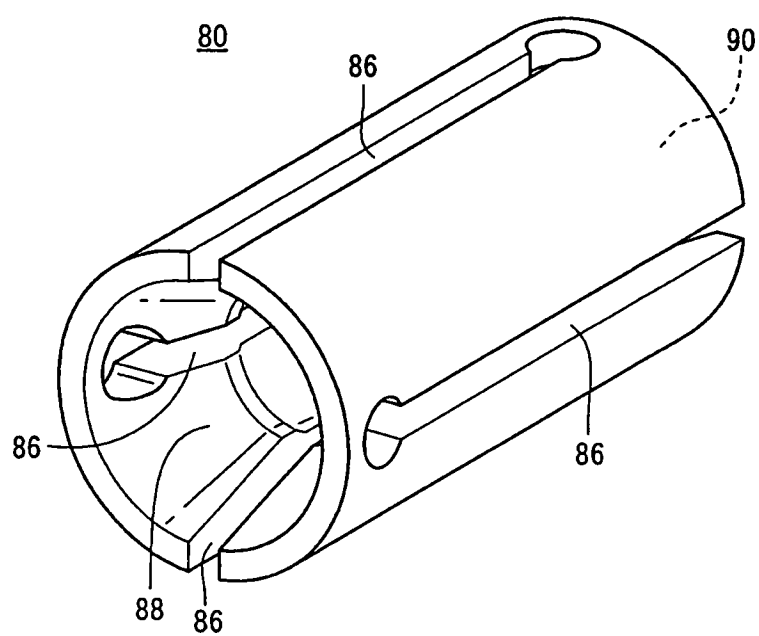


FIG. 5

