

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 703 022 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.03.1996 Patentblatt 1996/13

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 53/26**, B21H 1/10

(21) Anmeldenummer: 95113252.1

(22) Anmeldetag: 23.08.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: 23.08.1994 DE 4429801

(71) Anmelder: **Leifeld GmbH & Co.**
D-59207 Ahlen (DE)

(72) Erfinder:

- **Reichhardt, Hans H.**
D-50678 Köln (DE)
- **Köstermeier, Karl-Heinz**
D-33397 Rietberg (DE)

(74) Vertreter: **Weber, Otto Ernst, Dipl.-Phys. et al**
Weber & Heim
Irmgardstrasse 3
D-81479 München (DE)

(54) Verfahren zum Spalten einer Ronde aus Metall

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spalten einer Ronde (5) aus Metall, wobei das Spalten vom Umfang der Ronde aus nach innen hin unter stetig zunehmender Vertiefung und Aufweitung des Spaltes (51) erfolgt. Das neue Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß kombiniert und gleichzeitig mittels ther-

misch wirksamer Laserstrahlung (40) die Ronde im Spaltbereich lokal erwärmt und mechanisch gespalten und/oder aufgeweitet wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

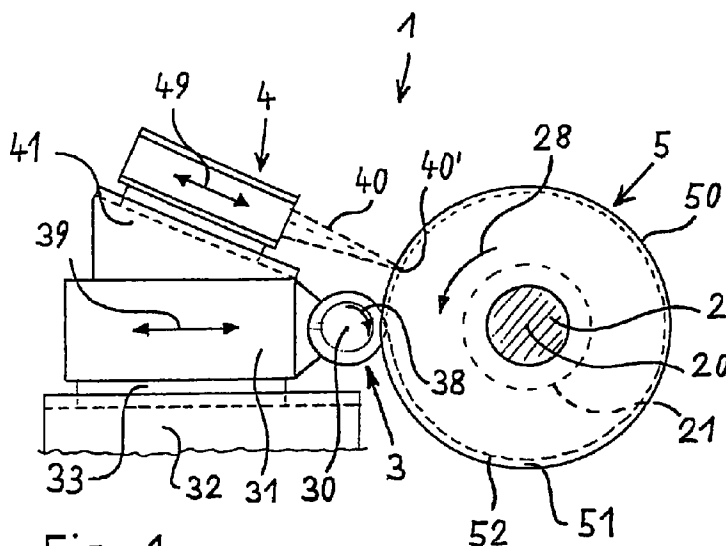


Fig. 1

EP 0 703 022 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spalten einer Ronde aus Metall, wobei das Spalten vom Umfang der Ronde aus nach innen hin unter stetig zunehmender Vertiefung und Aufweitung des Spaltes erfolgt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Das Spalten einer Ronde aus Metall mittels einer Spaltrolle auf einer Drückmaschine ist ein bekanntes und verbreitetes Umformverfahren im Bereich der Drucktechnik. Dieses Spalten wird zur Herstellung von rotationssymmetrischen Teilen, beispielsweise von Riemenscheiben, eingesetzt. Es eignet sich auch für Druckteile mit einem zentralen Nabenbereich. Das Spalten steht dabei meistens am Anfang einer Umformung, die in mehreren Schritten vorgenommen wird, wobei durch das Spalten der Umfangsbereich der Ronde in zwei Flügel geteilt wird, die nachfolgend durch weitere Drückoperationen oder andere Bearbeitungsschritte weiter umgeformt werden. Entsprechend der gewünschten oder erforderlichen Materialverteilung auf die beiden Flügel des Umfangsbereiches erfolgt dabei das Spalten entweder symmetrisch oder auch asymmetrisch.

Als nachteilig ist bei dem bekannten Verfahren des Spaltens einer Ronde aus Metall mittels einer Spaltrolle auf einer Drückmaschine anzusehen, daß für den Spaltvorgang sehr hohe Kräfte in Radialrichtung auf die Ronde ausgeübt werden müssen. Insbesondere bei Ronden aus einem einerseits relativ dünnen und andererseits relativ harten Material, z.B. Stahl, kommt es dabei leicht zu Ungenauigkeiten im Verlauf des Spaltes, wodurch sich Abweichungen von der gewünschten Materialverteilung auf die beim Spalten entstehenden Flügel des Umfangsbereiches ergeben. Besonders groß ist das Risiko von derartigen Abweichungen bei asymmetrischen Spalten, da hier die zwischen der Spaltrolle und der Ronde wirkenden Kräfte unsymmetrisch sind, was Fehler beim Spaltvorgang begünstigt. Außerdem müssen die Spaltrollen aus sehr hartem und damit teurem Werkstoff gefertigt werden, um ausreichende Standzeiten zu erreichen. Dennoch unterliegen Spaltrollen bei dem bekannten Spaltverfahren einem hohen Verschleiß, was relativ häufige Nachbearbeitung oder Ersatz der Spaltrollen erforderlich macht.

Es stellt sich daher die **Aufgabe**, ein Verfahren zum Spalten einer Ronde aus Metall sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, die eine höhere Genauigkeit des Spaltvorganges und damit eine verbesserte Produktqualität ermöglichen und bei denen längere Standzeiten der eingesetzten Werkzeuge, insbesondere der mit der Ronde zusammenwirkenden Rollen, erreicht werden.

Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest der Bereich des Spaltgrundes mit einem Energiestrahle zum Erwärmen und/oder Spalten lokal beaufschlagt wird.

Durch die Verwendung eines Energiestrahles werden am Spaltgrund weitgehend die hohen Spannungen

vermieden, welche normalerweise bei einem herkömmlichen, rein mechanischen Spaltvorgang auftreten. Die Wirkung des Energiestrahles kann einerseits darin bestehen, daß dieser den Bereich des Spaltgrundes an einer eng begrenzten Stelle stark erwärmt. Hierdurch kommt es zu Gefügeeweichungen des Rondenwerkstoffs. Dies verhindert den Aufbau von Gefügespannungen und das Auftreten von Kaltverfestigungen. Des weiteren ermöglicht der erweichte Werkstoff einen schnelleren und leichteren mechanischen Spaltvorgang.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann der Energiestrahle auch so ausgewählt und eingestellt sein, daß dieser Material aus dem Werkstoffgefüge der Ronde herauslöst, aufgeschmolzen oder verdampft. Bei einem derartigen sehr energiereichen Strahl wird das Spalten, d.h. das Trennen der beiden Rondenhälften, durch den Energiestrahle selbst ausgeführt. Lediglich die Aufweitung wird bei diesem Verfahren dann noch mechanisch durchgeführt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß der Energiestrahle ein Laser- oder ein plasmastrahl ist. Während ein Laserstrahl hochenergetisches Licht darstellt, weist ein plasmastrahl zusätzlich Materiepartikel auf. Im Gegensatz zum sehr präzisen aber aufwendigen Laser kann mit einem Plasmastrahl bei einem relativ geringen Aufwand eine hohe Energieübertragung erreicht werden.

Eine erfindungsgemäße Weiterbildung des Verfahrens besteht darin, daß das Spalten vom Umfang der Ronde aus nach innen hin unter stetig zunehmender Vertiefung und Aufweitung des Spaltes erfolgt und daß kombiniert und gleichzeitig mittels thermisch wirksamer Laserstrahlung die Ronde im Spaltbereich lokal erwärmt und mechanisch gespalten und/oder aufgeweitet wird.

Durch die erfindungsgemäß gleichzeitig mit der mechanischen Einwirkung erfolgende Einwirkung der Laserstrahlung auf die Ronde wird der für das mechanische Umformen der Ronde erforderliche Kraftaufwand wesentlich vermindert. Hierdurch werden alle Nachteile, die auf die Ausübung hoher Kräfte zurückzuführen sind, vermieden und es wird eine verbesserte Genauigkeit beim Spaltvorgang erreicht. Die mit dem erfindungsgemäß durchgeführten Verfahren erreichbaren Materialverteilungen auf die beiden Flügel des gespaltenen Umfangsbereiches der Ronde lassen sich somit einer gewünschten oder erforderlichen Verteilung wesentlich besser annähern. Dies führt auch zu einer verbesserten Qualität der durch die weiteren Umformungen erzeugten Werkstücke. Gleichzeitig sind für das Spalten und/oder Aufweiten der Ronde Rollen geringerer Härte einsetzbar oder alternativ wesentlich verlängerte Standzeiten der Rollen erreichbar, wodurch Zeit und Kosten eingespart werden.

Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die Erwärmung der Ronde im Spaltbereich durch den Energiestrahle bis zur Erweichung des Metalls erfolgt und daß die Ronde im erweichten Zustand durch eine Spaltrolle gespalten und aufgeweitet wird. Bei dieser Ausgestaltung des Verfah-

rens erfolgt der Spaltvorgang der Ronde durch die Spaltrolle, wobei der Spaltvorgang aber durch die mittels des Energiestrahls bewirkte Erweichung des Metalls mit wesentlich geringeren Kräften erfolgen kann.

Eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens schlägt vor, daß die Erwärmung der Ronde im Spaltbereich durch den Energiestahl bis zur Verflüssigung oder Verdampfung des Metalls erfolgt und so durch den Energiestahl unmittelbar der Spalt erzeugt wird und daß der Spalt durch eine Aufweitrolle aufgeweitet wird. Bei dieser Ausgestaltung des Verfahrens wird der Spalt selbst unmittelbar durch den Energiestahl erzeugt, so daß lediglich noch ein Aufweiten des Spaltes durch eine Aufweitrolle erforderlich ist, wodurch die mechanischen Umformkräfte auf ein Minimum reduziert werden.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist es vorteilhaft, daß zumindest der erwärmte Bereich an der Ronde mit Schutzgas beaufschlagt wird. Durch das Schutzgas wird der erwärmte oder aufgeschmolzene Bereich an der Ronde von der Umgebungsatmosphäre abgeschirmt. Hierdurch wird eine unerwünschte Oxidbildung in dem aufgeschmolzenen Werkstoff vermieden. Das Schutzgas kann durch eine Düse lokal begrenzt zugeführt werden. Des weiteren kann das gesamte Verfahren unter einer Schutzgasatmosphäre, beispielsweise in einem Schutzgasraum, durchgeführt werden.

Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist es von Vorteil, daß der Energiestahl ein Wasserschneidstrahl ist. Durch diesen sehr feinen Hochdruck-Wasserstrahl werden Materialpartikel aus dem Rondenwerkstoff zur Spaltenbildung herausgetrennt. In Kombination mit einer mechanischen Aufweitrolle leistet der Wasserschneidstrahl eine definierte Richtung beim Spaltvorgang.

Um mittels der Laserstrahlung die Wärmeenergie gezielt in einen gewünschten, relativ kleinräumigen Bereich der Ronde einbringen zu können, ist vorgesehen, daß ein konvergierender fokussierter Energiestahl verwendet wird, wobei der Energiestahl selbst oder die Fokussierung des Energiestrahls so nachgeführt wird, daß der Fokus stets auf dem Grund des Spaltes liegt, und wobei der Spalt stetig so aufgeweitet wird, daß der fokussierte Energiestahl abschattungsfrei bis zum Grund des Spaltes gelangt. Durch die Verwendung eines konvergierenden Laserstrahls wird außerdem sichergestellt, daß Bereiche der Ronde oder einer Vorrichtung, die unbeabsichtigt außerhalb des Fokus von dem Laserstrahl getroffen werden, nur in geringem Maße erwärmt werden, so daß hier Schäden oder Unfälle vermieden werden.

Um zu vermeiden, daß die von dem Energiestahl in die Ronde eingebrachte Wärmeenergie vor dem Kontakt des erwärmten Rondenbereiches mit der Spalt- und/oder Aufweitrolle zu stark abfließt, ist vorgesehen, daß in Umfangsrichtung der Ronde gesehen der Energiestahl in einem Winkelabstand zwischen 10° und 90° vor der Spalt- oder Aufweitrolle auf die Ronde trifft. Der

im Einzelfall optimale konkrete Winkelabstand richtet sich beispielsweise nach der Drehbeschwindigkeit der Ronde beim Spalten, nach der Wärmeleitfähigkeit und Reflexionseigenschaft des Metalls, aus dem die Ronde besteht, und nach der Leistung des Lasers, und wird in der Praxis zweckmäßig durch Versuche festgelegt.

Der Energiestahl kann während des Spaltens im wesentlichen in Radialrichtung oder alternativ im wesentlichen in Tangentialrichtung der Ronde auf diese treffen, wobei eine weitere Alternative darin besteht, daß der Energiestahl während des Spaltens unter einem variablen Winkel auf die Ronde trifft. Auch hier richtet sich die konkrete Auswahl des für den einzelnen Anwendungsfall optimalen Auftreffwinkels nach den Materialeigenschaften und Umformeigenschaften der jeweils umzuformenden Ronde und wird in der Praxis am besten durch Versuche zu ermitteln sein.

Um die Fläche, auf welcher von dem Energiestahl Wärmeenergie in die Ronde eingebracht wird, möglichst gut dem Verlauf des zu erzeugenden bzw. gerade erzeugten Spaltes anzupassen, wird vorgeschlagen, daß ein Energiestahl mit einem ovalen oder rechteckigen Strahlquerschnitt und einem entsprechend ovalen oder rechteckigen Fokus angewendet wird, wobei die längere Achse des Ovals oder Rechtecks in Längsrichtung des Spaltes verläuft. Während des Spaltens wird der Energiestahl durch eine Nachführeinrichtung so nachgeführt, daß der Energiestahl stets auf den Spaltgrund fokussiert ist.

Der zweite Teil der Aufgabe, betreffend eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, wird ausgehend von einer Vorrichtung mit einer Drückmaschine, welche mindestens eine drehantreibbare Spindel mit einem Futter zur Aufnahme der Ronde und mindestens eine wenigstens in Radialrichtung der Ronde zustellbare Spalt- und/oder Aufweitrolle aufweist, dadurch gelöst, daß mindestens eine Einrichtung zur Erzeugung eines fokussierbaren Energiestrahls vorgesehen ist.

Vorteilhaft ist die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens eine an sich bekannte Drückmaschine mit üblichen Komponenten, die lediglich zur Ausführung des Verfahrens mit wenigstens einer Strahlerzeugungseinrichtung zu ergänzen ist. Diese Ergänzung erfordert einen relativ geringen zusätzlichen technischen Aufwand, wodurch die Vorrichtung mit relativ geringen Kosten zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens befähigt werden kann.

Bevorzugte Anordnungen der Spalt- und/oder Aufweitrolle und des Lasers sind in den Ansprüchen 16, 17 und 18 angegeben.

Weiterhin ist für die Vorrichtung vorgesehen, daß diese eine berührungslos arbeitende, die Temperatur des von dem Energiestahl getroffenen Bereiches der Ronde erfassende sowie eine die Leistung und/oder Fokussierung und/oder Positionierung der Strahlerzeugungseinrichtung erfassende, steuernde und überwachende Meß- und Steuereinrichtung aufweist. Mittels einer solchen Meß- und Steuereinrichtung wird sichergestellt, daß stets die für die jeweilige Umformung erforder-

derliche Wärmemenge exakt in die Ronde, insbesondere in den Spaltgrund, eingebracht wird, so daß es nicht zu Überhitzungen oder zu einer zu geringen Erwärmung kommen kann.

Schließlich ist vorgesehen, daß die Vorrichtung eine CNC-Steuerung aufweist und daß die vorgenannte Meß- und Steuereinrichtung in die CNC-Steuerung integriert ist. Heutige Drückmaschinen sind praktisch immer mit einer CNC-Steuerung ausgestattet, die mit relativ geringem Aufwand hinsichtlich zusätzlicher Meßeinrichtungen und zusätzlicher Programmteile zur Integration der Meß- und Steuereinrichtung für die Erfassung, Steuerung und Überwachung der Temperatur des von dem Energiestrahл getroffenen Bereiches der Ronde sowie der Leistung, Fokussierung und Positionierung der Strahlerzeugungseinrichtung erweiterbar ist.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung bestehen darin, daß als Strahlerzeugungseinrichtung ein Laser, ein Plasmastrahlerzeuger oder eine Wasserschneidstrahl-Einrichtung vorgesehen ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß eine Vorwärmeinrichtung, insbesondere eine Induktionsanlage, zum Aufwärmen der Ronde vorgesehen ist. Die Ronde kann auf eine Temperatur von mehreren 100° C vorgewärmt werden, so daß bei Beaufschlagung mit einem Laserstrahl sich ohne lange Verzögerungszeiten die gewünschte Gefügeveränderung einstellt.

Bei einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform ist es vorteilhaft, daß ein Laserstrahlerzeuger einen oder mehrere Laserstrahlen erzeugt, die an unterschiedliche Einsatzstellen über Leiteinrichtungen leitbar sind. Durch optische Leiteinrichtungen, wie Glasfasern oder Spiegel, können so Laserstrahlen aus einem einzigen Laserstrahlerzeuger, beispielsweise zu mehreren erfindungsgemäßen Spaltvorrichtungen, geleitet werden. Hierbei können mehrere Laserstrahlen gleichzeitig oder ein einziger Laserstrahl alternierend zu den unterschiedlichen Vorrichtungen geleitet werden. Somit kann die Anzahl der notwendigen kostenintensiven Laserstrahlerzeuger reduziert werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht auch darin, daß auf die Ronde, insbesondere im Bereich des Spaltgrundes eine Beschichtung zur Reflexionsminderung, beispielsweise Graphit, aufgebracht wird. Für eine effiziente Einbringung von Energie in das Werkstück mittels Laser ist eine geringe Reflexion des Laserstrahls an die Werkstückoberfläche nötig. Zur Reduktion der Reflexion wird erfindungsgemäß eine Beschichtung mit einem matten und schwarzen Mittel aufgebracht. Als besonders zweckmäßig hat sich hierbei Graphitpulver herausgestellt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand einer Zeichnung beschrieben. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine erste Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens in schematischer Darstellung und

Fig. 2 zwei geänderte Ausführungen der Vorrichtung ebenfalls in schematischer Darstellung.

Figur 1 der Zeichnung zeigt eine als Drückmaschine ausgeführte Vorrichtung 1 zum Spalten einer Ronde 5. Die Vorrichtung 1 weist eine Spindel 2 auf, die im Schnitt dargestellt ist und welche mittels eines Futters 21, das hier verdeckt ist, die Ronde 5 verdrehfest trägt. Weiterhin umfaßt die Vorrichtung 1 eine Spalt- und Aufweitrolle 3, die an einem Rollenhalter 31 drehbar gelagert ist. Dabei verläuft die Drehachse 30 der Rolle 3 parallel zur Drehachse 20 der Spindel 2. Die Rolle 3 ist mit dem Rollenhalter 31 auf einem Support 33 in Radialrichtung der Ronde 5 im Sinne des Bewegungspfeiles 39 verfahrbar. Unterhalb des Supports 33 ist ein Teil eines Maschinenbettes 32 der Vorrichtung 1 angedeutet.

Schließlich zeigt die Figur 1 noch einen Laser 4 als Strahlerzeugungseinrichtung, der auf einem auf dem Rollenhalter 31 angebrachten weiteren Support 41 im Sinne des Bewegungspfeiles 49 verfahrbar ist. Mittels des Lasers 4 ist ein konvergierender Energie- oder Laserstrahl 40 erzeugbar, der in einem Fokus 40' auf die Ronde 5 trifft. Der Laser 4 ist mit seinem Support 41 über eine nicht dargestellte Justiereinrichtung so einstellbar, daß der Laserstrahl 40 ebenfalls im wesentlichen stets in Radialrichtung der Ronde 5 verläuft und auf den Spaltgrund ausgerichtet ist.

Bei Durchführung des Verfahrens zum Spalten einer Ronde wird zunächst eine vorgefertigte Ronde 5, hier eine flache, kreisringförmige Metallscheibe, auf das Futter 21 an der Spindel 2 aufgesetzt und dort gegen Verdrehung gesichert, beispielsweise mittels eines Gegenhalters. Die Spindel 2 wird dann zusammen mit der Ronde 5 in Drehung versetzt, wie dies durch den Bewegungspfeil 28 angegeben ist. Außerdem wird der Laser 40 eingeschaltet, wodurch der Laserstrahl 40 mit seinem Fokus 40' erzeugt wird. Gleichzeitig wird die Spaltrolle 3 durch Verfahren des Rollenhalters 31 auf dem Support 33 nach rechts hin zum Umfang 50 der Ronde 5 zugestellt.

Durch den von dem Laser 4 erzeugten Laserstrahl wird das die Ronde 5 bildende Metall am Umfangsbereich 50 der Ronde erwärmt und dadurch erweicht, wodurch die zum Umfang 50 hin zugestellte Spaltrolle 3 vergleichsweise leicht in das Metall eindringen und so einen Spalt 51 erzeugen kann. Unter weiterer Drehung der Ronde 5 im Sinne des Drehpfeiles 28 und weiterer Zustellung der Spaltrolle 3, die sich im Sinne des Drehpfeiles 38 passiv dreht, wird der Spalt 51 zunehmend vertieft und aufgeweitet. Dadurch, daß der Laser 4 auf dem Rollenhalter 31 der Spaltrolle 3 sitzt, wird der Fokus 40' des Laserstrahles 40 ohne weitere Maßnahmen stetig so nachgeführt daß er stets auf den Grund 52 der Nut 51 trifft. Hierdurch wird eine optimale Einleitung der vom Laserstrahl 40 übertragenen Wärmeenergie in den Umfangsbereich 50 der Ronde 5 erreicht.

Weiterhin wird durch die Anordnung des Lasers 4 in unmittelbarer Nachbarschaft zur Spaltrolle 3 die vom Laserstrahl 40 übertragene Wärmeenergie relativ nah

am Eingriffsbereich der Spaltrolle 3 mit der Ronde 5 eingebracht, so daß ein vorzeitiger Wärmeabfluß ausgeschlossen wird.

Nach der vorangehend beschriebenen Erzeugung des Spaltes 51 kann dann die Ronde 5 mittels weiterer Umformungen zu einem fertigen Werkstück bearbeitet werden.

Figur 2 der Zeichnung zeigt zwei alternative Ausgestaltungen der Vorrichtung 1, wobei diese alternativen Ausgestaltungen sich von der Vorrichtung 1 gemäß Figur 1 dadurch unterscheiden, daß der Laser 4 bzw. 4' nun unabhängig von der Spalt- oder Aufweitrolle 3 verfahrbar ist.

Auch die Vorrichtung 1 gemäß Figur 2 ist eine Druckmaschine, die hier in Ausschnitten schematisch dargestellt ist. Im rechten Teil der Darstellung ist wieder die Spindel 2 erkennbar, auf der die Ronde 5 verdrehfest angeordnet ist. Links von der Ronde 5 ist wieder die Spalt- und Aufweitrolle 3 sichtbar, die an ihrem Rollenhalter 31 mittels des Supports 33 relativ zum Maschinenbett 32 in Radialrichtung der Ronde 5 verfahrbar ist. Oberhalb der Rolle 3 ist ein erster Laser 4 dargestellt, der hier unabhängig vom Rollenhalter 31 an einem eigenen Support 43 im Sinne der Bewegungspfeile 49 verfahrbar ist. Die Richtung der Verfahrbarkeit ist hier senkrecht zur Richtung der Verfahrbarkeit des Rollenhalters 31 und zur Achse der Spindel 2 gewählt. Weiterhin ist die Lage des Lasers 4 relativ zur Ronde 5 so gewählt, daß der von dem Laser 4 erzeugbare Laserstrahl 40 im wesentlichen tangential auf den Umfang 50 der Ronde 5 trifft.

Bei der Darstellung in Figur 2 ist der Spalt 51 im Umfang 50 der Ronde 5 schon zu einem Teil hergestellt, wobei der Laser 40 durch Verfahren entlang seines Supports 43 so nachgeführt wird, daß der Fokus 40' des Laserstrahls 40 stets auf den Grund 52 des Spaltes 51 trifft.

Eine alternative Anordnung und Ausrichtung ist anhand eines Zweiten Lasers 4' im oberen rechten Teil der Figur 2 gezeigt. Bei dieser Ausführung der Vorrichtung 1 ist der Laser 4' in Radialrichtung der Ronde 5 ausgerichtet und in seiner Längsrichtung und in einer Richtung parallel zu dem von ihm erzeugbaren Laserstrahl 40 im Sinne des Bewegungspfeiles 49 verfahrbar. Durch entsprechende Nachführung des Lasers 4' entlang seines hier vorgesehenen eigenen Supports 43 wird auch bei dieser Ausführung erreicht, daß der Fokus 40' des Laserstrahles 40 stets auf den Grund 52 des Spaltes 51 trifft.

Außer mit einem einzelnen Laser 4 oder 4' kann die Vorrichtung 1 auch mit zwei Lasern 4 und 4' ausgestattet sein, falls dies erforderlich ist.

Mittels des Laserstrahles 40 kann bei entsprechender Leistung nicht nur eine Erweichung des die Ronde 5 bildenden Metalles erreicht werden, sondern bei Bedarf auch dessen Verflüssigung oder Verdampfung in den vom Laserstrahl 40 bzw. dessen Fokus 40' getroffenen Bereichen. Bei dieser Ausführung wird dann der Spalt 51 im Umfang 50 der Ronde 5 unmittelbar durch den

Laserstrahl 40 erzeugt, wobei dann die Rolle 3 hier lediglich noch die Funktion einer Aufweitrolle hat, die den Spalt aufweitet und so dafür sorgt, daß der konvergierende Laserstrahl 40 auch bei Vertiefung des Spaltes 51 abschattungsfrei bis zum Grund 52 des Spaltes 51 gelangen kann. Bei der zuletzt beschriebenen Ausführung sind zweckmäßig noch Mittel zur Abführung des verflüssigten und/oder verdampften Metalles vorzusehen, die in der Zeichnung nicht eigens dargestellt sind.

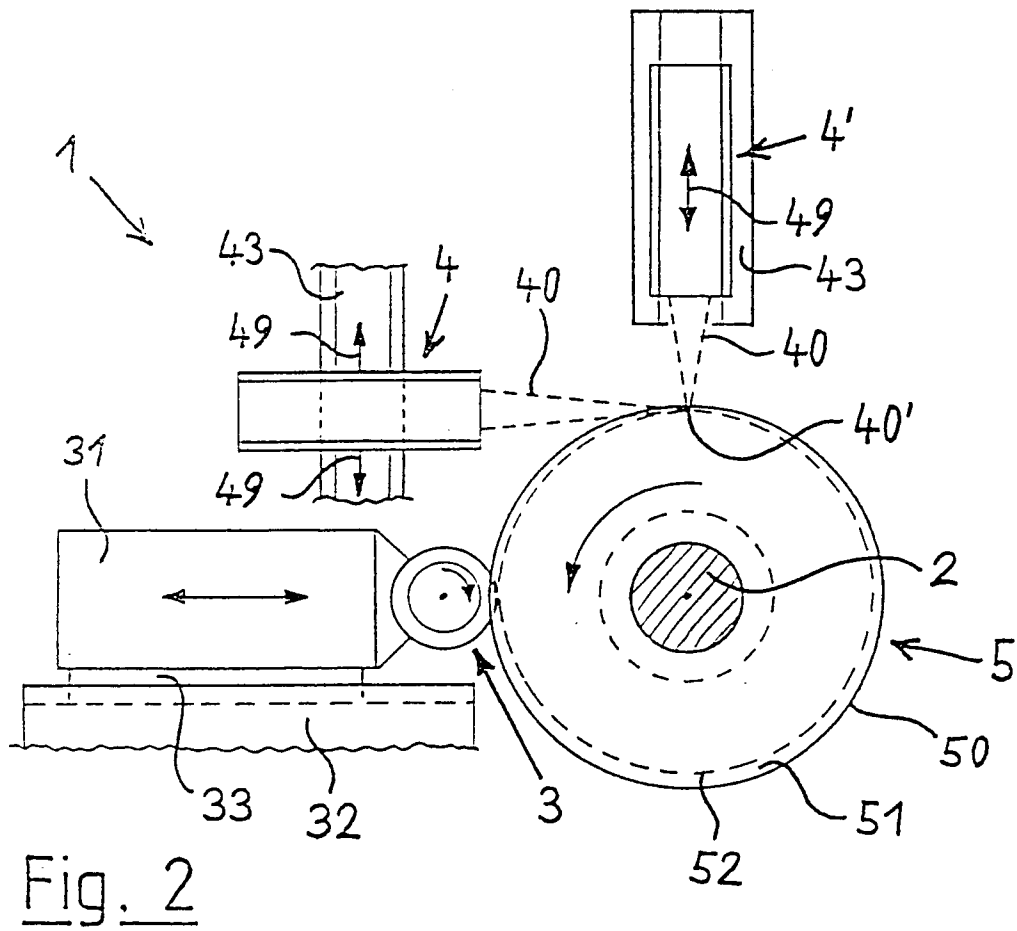
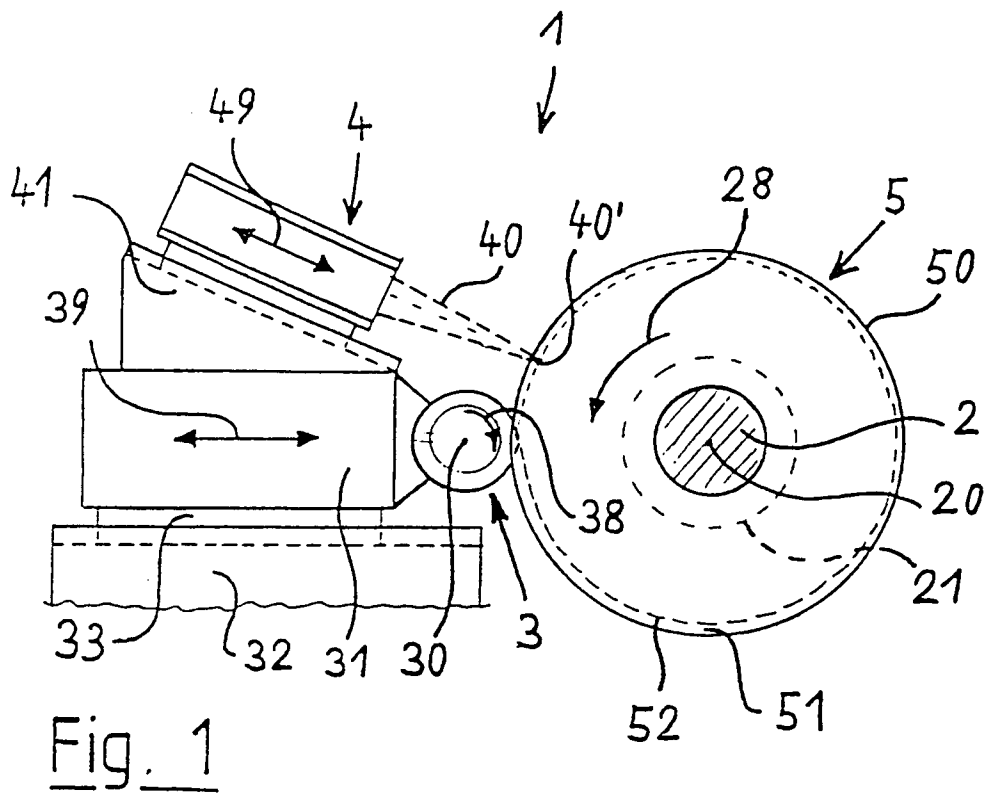
Patentansprüche

1. Verfahren zum Spalten einer Ronde (5) aus Metall, bei dem vom Umfang (50) der Ronde (5) aus nach innen hin eine Spaltung und eine mechanische Aufweitung des Spaltes (51) erfolgt, dadurch **gekennzeichnet**, daß zumindest der Bereich des Spaltgrundes (52) mit einem Energiestrahle (40) zum Erwärmen und/oder Spalten lokal beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Energiestrahle (40) ein Laser- oder ein Plasmastrahl ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Spalten vom Umfang (50) der Ronde (5) aus nach innen hin unter stetig zunehmender Vertiefung und Aufweitung des Spaltes (51) erfolgt und daß kombiniert und gleichzeitig mittels thermisch wirksamer Laserstrahlung die Ronde (5) im Spaltbereich lokal erwärmt und mechanisch gespalten und/oder aufgeweitet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Erwärmung der Ronde (5) im Spaltbereich durch den Energiestrahle (40) bis zur Erweichung des Metalls erfolgt und daß die Ronde (5) im erweichten Zustand durch eine Spaltrolle (3) gespalten und aufgeweitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Erwärmung der Ronde (5) im Spaltbereich durch den Energiestrahle (40) bis zur Verflüssigung oder Verdampfung des Metalls erfolgt und so durch den Energiestrahle (40) unmittelbar der Spalt (51) erzeugt wird und daß der Spalt (51) durch eine Aufweitrolle (3) aufgeweitet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß zumindest der erwärmte Bereich an der Ronde (5) mit Schutzgas beaufschlagt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 4 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Energiestrah (40) ein Wasserschneidstrahl ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein konvergierender, fokussierter Energiestrah (40) verwendet wird, wobei der Energiestrah (40) oder die Fokussierung des Energiestrahls (40) so nachgeführt wird, daß der Fokus (40') stets auf dem Grund (50) des Spaltes (51) liegt, und wobei der Spalt (51) stetig so aufgeweitet wird, daß der fokussierte Laserstrahl (40) abschattungsfrei bis zum Grund (52) des Spaltes (51) gelangt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß in Umfangsrichtung der Ronde (5) gesehen der Energiestrah (40) in einem Winkelabstand zwischen 10 und 90 Grad vor der Spalt- oder Aufweitrolle (3) auf die Ronde (5) trifft.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Energiestrah (40) während des Spaltens im wesentlichen in Radialrichtung der Ronde (5) auf diese trifft.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Energiestrah (40) während des Spaltens im wesentlichen in Tangentialrichtung der Ronde (5) auf diese trifft.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Energiestrah (40) während des Spaltens unter einem variablen Winkel auf die Ronde (5) trifft.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Energiestrah (40) mit einem ovalen oder rechteckigen Strahlquerschnitt und einem entsprechend ovalen oder rechteckigen Fokus (40') angewendet wird, wobei die längere Achse des Ovals oder Rechtecks in Längsrichtung des Spaltes (51) verläuft.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß auf die Ronde (5), insbesondere im Bereich des Spaltgrundes (52), eine Beschichtung zur Reflexionsminderung, beispielsweise Graphit, aufgebracht wird.
15. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, mit einer Drückmaschine, welche mindestens eine drehantreibbare Spindel (2) mit einem Futter (21) zur Aufnahme der Ronde (5) und mindestens eine wenigstens in Radialrichtung der Ronde (5) zustellbare Spalt- und/oder Aufweitrolle (3) aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, daß mindestens eine Einrichtung (4, 4') zur Erzeugung eines fokussierbaren Energiestrahls vorgesehen ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Spalt- und/oder Aufweitrolle (3) und die Strahlerzeugungseinrichtung (4, 4') auf einem gemeinsamen Support (33) angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Strahlerzeugungseinrichtung (4, 4') entlang einer in Längsrichtung des von ihm erzeugbaren Strahls (40) verlaufenden Achse relativ zu der Spalt- und/oder Aufweitrolle (3) verfahrbar ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Spalt- und/oder Aufweitrolle (3) und die Strahlerzeugungseinrichtung (4, 4') auf je einem eigenen Support (33, 43) angeordnet und unabhängig voneinander verfahrbar sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine berührungslos arbeitende, die Temperatur des von dem Energiestrah (40) getroffenen Bereiches der Ronde (5) erfassende sowie eine die Leistung und/oder Fokussierung und/oder Positionierung der Strahlerzeugungseinrichtung (4, 4') erfassende, steuernde und überwachende Meß- und Steuereinrichtung vorgesehen ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine CNC-Steuerung vorgesehen ist und daß die Meß- und Steuereinrichtung in die CNC-Steuerung integriert ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Strahlerzeugungseinrichtung (4, 4') ein Laser- oder ein Plasmastrahlerzeuger ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Strahlerzeugungseinrichtung (4, 4') eine Wasserschneidstrahl-Einrichtung ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß eine Vorwärmeinrichtung, insbesondere eine
Induktionsanlage, zum Aufwärmen der Ronde (5)
vorgesehen ist. 5
24. Vorrichtung nach Anspruch 21,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß ein Laserstrahlerzeuger einen oder mehrere
Laserstrahlen erzeugt, die über Leiteinrichtungen
an unterschiedliche Einsatzstellen leitbar sind. 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 3252

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 451 268 (ASAHI MALLEABLE IRON CO.) * Anspruch 1; Abbildung 1 * ---	1	B21D53/26 B21H1/10
A	BE-A-714 551 (FORGES STEPHANOISES) * Seite 4, Zeile 3; Anspruch 1; Abbildung 1 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D B21H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 29. November 1995	Prüfer Schlaitz, J
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 : mündliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)