

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 027 179 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **B21H 5/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/AT98/00260

(21) Anmeldenummer: **98949823.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **27.10.1998**

WO 99/022890 (14.05.1999 Gazette 1999/19)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES ZAHNRADES**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A TOOTHED WHEEL

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA PRODUCTION D'UNE ROUE DENTEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE ES FR GB IT LI SE

(74) Vertreter: **Hübscher, Gerhard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Hübscher & Hübscher

(30) Priorität: **30.10.1997 AT 183697**

Postfach 380

Spittelwiese 7

4021 Linz (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

16.08.2000 Patentblatt 2000/33

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 815 984

WO-A-92/05897

DE-A- 4 317 306

DE-B- 1 155 080

FR-A- 2 175 075

GB-A- 2 050 908

US-A- 1 881 382

US-A- 3 872 701

US-A- 4 414 780

US-E- R E26 914

(73) Patentinhaber: **Miba Sintermetall**

Aktiengesellschaft

A-4663 Laakirchen (AT)

(72) Erfinder: **SANDNER, Christian**

A-4810 Gmunden (AT)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 027 179 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohling, der im Bereich des Aufmaßes durch ein Andrücken einer in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifenden Gegenverzahnung wenigstens eines umlaufenden Drückerwerkzeuges um das Aufmaß unter einer plastischen Verformung verdichtet wird (siehe z.B. EP-A-0 552 272), sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Aus einem Metallpulver gepreßte und gesinterte Zahnräder weisen aufgrund der Porosität des Sinterwerkstoffes eine vergleichsweise niedrige Dauerbiegefestigkeit im Bereich der Zahnfüße und eine geringe Verschleißfestigkeit im Bereich der Zahnflanken auf. Um diese Nachteile zu vermeiden, ist es bekannt (EP 0 552 272 B1), die gesinterten Pulvermetallrohlinge der Zahnräder im Flanken- und im Fußbereich der Zähne zu verdichten, so daß eine weitgehend porenfreie Oberflächenschicht erhalten wird. Diese porenfreie Oberflächenschicht im Eingriffsbereich des Zahnrades bringt eine erhebliche Steigerung der zulässigen Belastbarkeit von gesinterten Zahnrädern mit sich. Die Verdichtung der Oberflächenschicht im Eingriffsbereich des Zahnrades erfolgt über ein Drückerwerkzeug in Form wenigstens eines Zahnrades, das eine in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifende Außenverzahnung aufweist. Da das angetriebene Zahnrad des Drückerwerkzeuges über eine Andrückeinrichtung gegen den Pulvermetallrohling gedrückt wird, werden die Zähne des Pulvermetallrohlings über die Gegenverzahnung des Drückerwerkzeuges im Eingriffsbereich in mehreren Umläufen verdichtet, bis die Sollkontur der Verzahnung des gesinterten Zahnrades erreicht ist. Aufgrund der kinematischen Verhältnisse treten bei der Abwälzbewegung zwischen der Verzahnung des Pulvermetallrohlings und der Gegenverzahnung des Drückerwerkzeuges entlang der Eingriffslinie außerhalb des Wälzpunktes Gleitgeschwindigkeiten zwischen den Flanken der miteinander kämmenden Zähne des Pulvermetallrohlings und des Drückerwerkzeuges auf. Diese mit zunehmendem Abstand vom Wälzpunkt größer werdende Gleitbewegung führt mit dem für die örtliche Verdichtung erforderlichen Preßdruck auf die Flanken des Pulvermetallrohlings insbesondere im Bereich der Zahnköpfe und der Zahnfüße zu einer Flankenbelastung des Pulvermetallrohlings, die die Gefahr von Anrissen und Materialabplatzungen im oberflächennahen Bereich der Zahnflanken bzw. der Zahnfüße des Pulvermetallrohlings mit sich bringt. Solche Oberflächenbeeinträchtigungen sind jedoch mit einer erheblichen Verminderung der Belastbarkeit des gesinterten und im Eingriffsbereich an der Oberfläche verdichteten Zahnrades verbunden. Zur Vermeidung der schädlichen Auswirkungen der Gleitbewegungen zweier Flanken von miteinander kämmenden Zähnen ist es zwar bekannt, ein

Schmiermittel zur Verminderung der Gleitreibung einzusetzen, doch verbietet sich der Einsatz von Schmiermitteln bei der Verdichtung gesinterner Pulvermetallrohlinge, weil durch das in die Poren eindringende Schmiermittel die Materialverdichtung beeinträchtigt bzw. verhindert wird.

[0003] Zum Nachbearbeiten nichtgesinterner Planräder ist es darüber hinaus bekannt (US 3 872 701 A), auf dem Zahnrad ein innenverzahnendes Drückerwerkzeug abrollen zu lassen, um einen weitgehend gleichmäßigen Preßdruck auf die Zähne ausüben zu können. Bei einem innenverzahnenden Drückerwerkzeug ergibt sich nämlich eine vergrößerte Zahnüberdeckung, was dazu führt, daß die Preßdruckschwankungen beim Eingriffswechsel der Zähne geringer ausfallen. Eine Vergleichsmäßigung des Preßdruckes kann jedoch keine Anregung dafür geben, wie die schädlichen Auswirkungen der Gleitbewegungen zweier Flanken von miteinander kämmenden Zähnen beim Verdichten eines mit entsprechenden Aufmaßen gesinterten Pulvermetallrohlings vermieden werden können. Gleiches gilt für ein anderes bekanntes Drückerwerkzeug (DE 1 155 080 A), das zum spanlosen Herstellen von Schneckenrädern dient und aus einem Innenzahnkranz besteht, dessen Zähnezahl nur so viel größer als die Zähnezahl des Schneckenrades gewählt wird, daß der Zahnkranz leicht über das Schneckenrad geschoben werden kann. Durch diese Maßnahme wird lediglich der Überdeckungsgrad zusätzlich vergrößert.

[0004] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art mit einfachen Mitteln so zu verbessern, daß die Zähne des Pulvermetallrohlings im Eingriffsbereich ausreichend verdichtet werden können, ohne eine Beeinträchtigung der verdichteten Oberfläche insbesondere im Bereich der Zahnköpfe bzw. der Zahnfüße befürchten zu müssen.

[0005] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die als Innenverzahnung ausgebildete Gegenverzahnung des den Pulvermetallrohling umschließenden, ringförmigen Drückerwerkzeuges mit Hilfe einer am Außenumfang des Drückerwerkzeuges abrollenden Andrückrolle in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings gedrückt wird.

[0006] Die Erfindung macht sich den Umstand zunutze, daß bei einer Innenverzahnung die beim Zahneingriff auftretenden Gleitgeschwindigkeiten zwischen den Zahnflanken des Pulvermetallrohlings und des Drückerwerkzeuges deutlich geringer ausfallen als beim Zahneingriff zwischen zwei Stirnrädern. Dies bedeutet, daß beim Einsatz eines ringförmigen Drückerwerkzeuges mit einer Innenverzahnung als Gegenverzahnung für den Pulvermetallrohling die Belastung der Zähne des Pulvermetallrohlings trotz der notwendigen Verdichtung im Eingriffsbereich auf ein Maß beschränkt werden kann, das Anrisse und Materialabplatzungen im Bereich der Zahnköpfe bzw. der Zahnfüße ausschließt. Die für das Verdichten erforderliche Preßkraft wird durch eine Andrückrolle aufgebracht, die am Außenumfang des

Drückerwerkzeuges abrollt, so daß die Verdichtung im Eingriffsbereich wieder in mehreren Umläufen erfolgen kann, wenn die Verdichtung in einem Umlauf nicht ausreicht.

[0007] Wird für die Innenverzahnung des Drückerwerkzeuges eine größere Zähnezahzahl als die Zähnezahzahl der Verzahnung des Pulvermetallrohrlings gewählt, so wird die Innenverzahnung des Drückerwerkzeuges während des kontinuierlichen Andrückens an die Verzahnung des Pulvermetallrohrlings auf dessen Verzahnung abgewälzt, wobei die damit verbundene Gleitbewegung zwischen den aufeinander abwälzenden Flanken umso kleiner wird, je geringer die Differenz der Zähnezahzahl des Drückerwerkzeuges und des Pulvermetallrohrlings ist. Besonders günstige Verhältnisse ergeben sich demnach in diesem Zusammenhang dann, wenn bei gleicher Zähnezahzahl der Innenverzahnung des Drückerwerkzeuges und der Verzahnung des Pulvermetallrohrlings das den Pulvermetallrohling mit Spiel umschließende Drückerwerkzeug ohne Relativdrehung zwischen Drückerwerkzeug und Pulvermetallrohling in Umfangsrichtung fortlaufend an den Pulvermetallrohling angedrückt wird. Ein solches Verdichtungsverfahren setzt allerdings ein fehlerfreies Drückerwerkzeug voraus, weil ein Fehler im Bereich eines Zahnes des Drückerwerkzeuges ohne Ausgleichsmöglichkeit durch den Eingriff anderer Zähne vollständig auf einem Zahn des Pulvermetallrohrlings abgebildet wird.

[0008] Gleiche Zähnezahzahl des Drückerwerkzeuges und des Pulvermetallrohrlings erlauben trotz der Innenverzahnung die gleichzeitige Verdichtung der Verzahnung des Pulvermetallrohrlings an zwei oder mehreren über den Umfang verteilten Stellen, weil das Drückerwerkzeug unter einer elastischen Verformung an zwei oder mehreren Stellen an den Pulvermetallrohling angedrückt werden kann. Zwischen dem Drückerwerkzeug und dem Pulvermetallrohling braucht ja lediglich ein geringfügiges, das Aufschieben des Drückerwerkzeuges auf den Pulvermetallrohling ermöglichendes Ausgangsspiel vorgesehen zu werden, das sich mit der fortschreitenden Verdichtung der Zahnoberflächen des Pulvermetallrohrlings entsprechend vergrößert.

[0009] Die mögliche Verdichtung der Zähne des Pulvermetallrohrlings im Bereich des vorgesehenen Aufmaßes hängt von der jeweiligen Materialverfestigung ab, die sich bei einer Kaltverformung des Pulvermetallrohrlings während eines dem Verdichten vorausgehenden Kalibriervorganges bzw. während des Verdichtens der Zahnoberflächen selbst im Bereich des Aufmaßes ergibt. Um auch bei schwierigeren Verdichtungsbedingungen eine ausreichende Oberflächenverdichtung erhalten zu können, kann der Pulvermetallrohling vor dem Verdichten bzw. zwischen zwei Verdichtungsvorgängen einer Wärmebehandlung unterworfen werden, um den Verformungswiderstand für das nachfolgende Verdichten entsprechend zu verringern.

[0010] Wie bereits eingangs erwähnt wurde, könnten die schädlichen Auswirkungen der Gleitbewegung

zweier Flanken von miteinander kämmenden Zähnen durch den Einsatz eines Schmiermittels verringert werden. Damit die Vorteile der durch den Einsatz eines Schmiermittels ermöglichten geringeren Gleitreibung beim Verdichten der Zahnoberflächen im Eingriffsbereich ausgenutzt werden können, ohne die Verdichtung der Zahnoberflächen des Pulvermetallrohrlings durch in die Poren eindringendes Schmiermittel zu beeinträchtigen, kann der Pulvermetallrohling nach einer Vorverdichtung unter Einsatz eines Schmiermittels fertigverdichtet werden. Die Vorverdichtung muß dabei in einem Ausmaß erfolgen, die ein weitgehendes Schließen der Oberflächenporen zur Folge hat, so daß während des Schmiermitteleinsatzes ein für das weitere Verdichten schädliches Eindringen des Schmiermittels in Oberflächenporen ausgeschlossen werden kann.

[0011] Zur Durchführung des Verfahrens kann von einer Vorrichtung ausgegangen werden, die mit einer Aufnahmwelle für den Pulvermetallrohling, mit einem mit einer Gegenverzahnung in die Verzahnung des Pulvermetallrohrlings eingreifenden Drückerwerkzeug und mit einer Andrückeinrichtung für das Drückerwerkzeug an den Pulvermetallrohling versehen ist. Bei einer solchen Vorrichtung wird das aus einem den Pulvermetallrohling mit Spiel umschließenden Innenzahnkranz bestehende Drückerwerkzeug zwischen dem auf der Aufnahmwelle gelagerten Pulvermetallrohling und einer zur Aufnahmwelle achsparallelen Andrückrolle der Andrückeinrichtung geführt, wobei der Innenzahnkranz des Drückerwerkzeuges und die Verzahnung des Pulvermetallrohrlings gleiche Zähnezahzahl aufweisen. Der Innenzahnkranz des Drückerwerkzeuges wirkt als Druckübertragungskörper, zwischen der Andrückrolle und dem Pulvermetallrohling, so daß das Drückerwerkzeug lediglich im Eingriffsbereich belastet wird, was sich vorteilhaft auf die Standzeit des Drückerwerkzeuges auswirkt.

[0012] Wie bereits ausgeführt wurde, ergeben sich besonders vorteilhafte Belastungsverhältnisse, wenn der Innenzahnkranz des Drückerwerkzeuges und die Verzahnung des Pulvermetallrohrlings gleiche Zähnezahzahl aufweisen, wobei das Drückerwerkzeug den Pulvermetallrohling mit Spiel umschließt, um das Einsetzen des Pulvermetallrohrlings in das Drückerwerkzeug bzw. das Aufschieben des Drückerwerkzeuges auf den Pulvermetallrohling zu erleichtern. Weist bei einer solchen Ausführungsform die Andrückeinrichtung wenigstens zwei vorzugsweise rotationssymmetrisch zur Aufnahmwelle des Pulvermetallrohrlings angeordnete Andrückrollen auf, so können während eines Umlaufes wenigstens zwei Verdichtungsschritte vorgenommen werden, allerdings nur dann, wenn der Innenzahnkranz des Drückerwerkzeuges eine entsprechende elastische Verformung über die Andrückrollen zuläßt. Die rotationssymmetrische Anordnung der Andrückrollen vermeidet die Abtragung eines Teiles des Verdichtungsdruckes über die Lagerung der Aufnahmwelle.

[0013] Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

Es zeigen

- Fig. 1 eine Vorrichtung zum Herstellen eines Zahnrades aus einem gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohling in einer schematischen Seitenansicht,
 Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ebenfalls in einer schematischen Seitenansicht und
 Fig. 3 ein gemäß der Fig. 2 hergestelltes, im Eingriffsbereich an der Zahnoberfläche verdichtetes Zahnrad vor der Entnahme aus dem Drückerwerkzeug.

[0014] Gemäß Fig. 1 wird der zu bearbeitende Pulvermetallrohling 1 auf einer Aufnahmewelle 2 aufgespannt, bevor das Drückerwerkzeug 3 mit Hilfe einer Andrückrolle 4 über eine Andrückeinrichtung 5, beispielsweise über einen mit einem vorgegebenen Druck beaufschlagbaren Hydraulikzylinder 6, an den Pulvermetallrohling 1 angedrückt wird. Das Drückerwerkzeug 3 besteht aus einem Innenzahnkranz 7 der eine Gegenverzahnung 8 für die Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 bildet. Die Andrückrolle 4 des Drückerwerkzeuges 5 rollt auf dem Außenumfang 10 des Innenzahnkranzes 7 ab, wobei die Zähne der Gegenverzahnung 8 in die Zahnücken der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 gedrückt werden. Da die Zähne des Pulvermetallrohlings 1 mit einem entsprechenden Aufmaß im Flanken- bzw. im Fußbereich gesintert wurden, die Zähne der Gegenverzahnung 8 des Drückerwerkzeuges 3 jedoch beispielsweise dem Sollmaß der Zähne der Verzahnung 9 des fertigen Zahnrades entsprechen, werden die Zahnflanken bzw. die Zahnfüße im Bereich des Aufmaßes durch die angepreßten Zähne des Drückerwerkzeuges 3 unter einer plastischen Verformung verdichtet. Die Verdichtung erfolgt dabei schrittweise, weil der Pulvermetallrohling 1 über die Aufnahmewelle 2 angetrieben wird, so daß sich der Pulvermetallrohling 1 in der Gegenverzahnung 8 des Drückerwerkzeuges 3 abwälzt, das zwischen dem Pulvermetallrohling 1 und der Andrückrolle 4 geführt wird. Da die Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 mit einer Gegenverzahnung 8 in Form einer Innenverzahnung zusammenwirkt, können die Gleitgeschwindigkeiten zwischen den Flanken und Gegenflanken der miteinander kämmenden Verzahnungen 8, 9 im Bereich der Eingriffslinie außerhalb des Wälzpunktes auf ein Maß beschränkt werden, das Anrisse bzw. Materialabplatzungen im Bereich der verdichteten Zahnoberflächen des Pulvermetallrohlings 1 ausschließt, zumal sich aufgrund der konkaven Flanken der Gegenverzahnung 8 des Drückerwerkzeuges 3 im Vergleich zu einer Außenverzahnung als Gegenverzahnung günstigere Verhältnisse hinsichtlich der Druckbelastung der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 ergeben.

[0015] Wie sich aus der Fig. 1 unmittelbar ablesen läßt, hängt die Gleitbewegung zwischen den Zahnflan-

ken der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 und der Gegenverzahnung 8 des Drückerwerkzeuges 3 vom Durchmesser Verhältnis der Wälzkreise 11, 12 des Drückerwerkzeuges 3 und des Pulvermetallrohlings 1 ab. Je geringer die Durchmesser Differenz wird, umso günstigere Verdichtungsverhältnisse ergeben sich im Eingriffsbereich der beiden Verzahnungen 8 und 9. Um eine Abwälzbewegung überhaupt ausschließen zu können, kann die Zähnezahzahl des Drückerwerkzeuges 3 und des Pulvermetallrohlings 1 gleich sein, wie dies in der Fig. 2 dargestellt ist. In diesem Fall wird das Drückerwerkzeug 3 im Bereich einer Andrückrolle 4 lediglich gegen die Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 gedrückt, wobei die Wälzkreise 11, 12 im wesentlichen zusammenfallen. Um das Drückerwerkzeug 3 auf den Pulvermetallrohling 1 aufstecken zu können, muß zwischen den Verzahnungen 8 und 9 ein Spiel 13 vorhanden sein, das beim Anstellen einer Andrückrolle 4 an den Innenzahnkranz 7 überwunden wird. Werden entsprechend der Ausführungsform nach der Fig. 2 nicht nur eine, sondern zumindest zwei einander gegenüberliegende Andrückrollen 4 eingesetzt, so ist eine Verdichten der Zähne der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 im Bereich der beiden Andrückrollen 4 nur bei einer elastischen Verformung des Drückerwerkzeuges 3 möglich, das quer zum Druckangriff der Andrückrollen 4 mit der Wirkung aufgeweitet wird, daß sich das Spiel zwischen den Verzahnungen 8 und 9 mit zunehmendem Abstand von den Andrückrollen 4 vergrößert. Die Oberflächenverdichtung der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 erfolgt wiederum in mehreren Umläufen, deren Anzahl jedoch im Vergleich zu einer Verdichtung lediglich im Bereich einer Umfangsstelle entsprechend verringert werden kann. Da aufgrund der Verdichtung der Zahnflanken bzw. Zahnfüße das Spiel 13 zwischen der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings 1 und der Gegenverzahnung 8 des Drückerwerkzeuges 3 vergrößert wird, ist eine Entnahme des fertigen Zahnrades aus dem Drückerwerkzeug 3 ohne weiteres möglich.

[0016] Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. So könnte die Verdichtung im Bereich der Zahnflanken bzw. der Zahnfüße der Verzahnung 9 des Pulvermetallrohlings mit Hilfe von zwei oder mehreren unterschiedlichen Drückerwerkzeugen vorgenommen werden, um über die jeweils besondere Ausgestaltung der Gegenverzahnung der einzelnen Drückerwerkzeuge bestimmte Verdichtungsverhältnisse sicherzustellen. Außerdem könnte zwischen zwei Verdichtungsschritten der Pulvermetallrohling einer Zwischenbehandlung beispielsweise durch ein Strahlen, Bürsten oder durch eine Wärmebehandlung ausgesetzt werden, was unter Umständen besonders vorteilhafte Ausgangsverhältnisse für den jeweils nachfolgenden Drückvorgang erlaubt. Nach einer entsprechenden Oberflächenverdichtung kann die weitere Verdichtung auch unter Einsatz eines Schmiermittels erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepreßten und gesinterten Pulvermetallrohling (1), der im Bereich des Aufmaßes durch ein Andrücken einer in die Verzahnung (9) des Pulvermetallrohlings (1) eingreifenden Gegenverzahnung (8) wenigstens eines umlaufenden Drückerwerkzeuges (3) um das Aufmaß unter einer plastischen Verformung verdichtet wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die als Innenverzahnung ausgebildete Gegenverzahnung (8) des den Pulvermetallrohling (1) umschließenden, ringförmigen Drückerwerkzeuges (3) mit Hilfe einer am Außenumfang (10) des Drückerwerkzeuges (3) abrollenden Andrückrolle (4) in die Verzahnung (9) des Pulvermetallrohlings (1) gedrückt wird. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Innenverzahnung (8) des Drückerwerkzeuges (3) während des kontinuierlichen Andrückens an die Verzahnung (9) des Pulvermetallrohlings (1) auf dessen Verzahnung (9) abgewälzt wird. 20 25
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei gleicher Zähnezahl der Innenverzahnung (8) des Drückerwerkzeuges (3) und der Verzahnung (9) des Pulvermetallrohlings (1) das den Pulvermetallrohling (1) mit Spiel umschließende Drückerwerkzeug (3) ohne Relativdrehung zwischen Drückerwerkzeug (3) und Pulvermetallrohling (1) in Umfangsrichtung fortlaufend an den Pulvermetallrohling (1) angedrückt wird. 30 35
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Drückerwerkzeug (3) unter einer elastischen Verformung an zumindest zwei über den Umfang verteilten Stellen an den Pulvermetallrohling (1) angedrückt wird. 40
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pulvermetallrohling (1) vor dem Verdichten bzw. zwischen zwei Verdichtungsvorgängen einer Wärmebehandlung unterworfen wird. 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pulvermetallrohling (1) nach einer Vorverdichtung unter Einsatz eines Schmiermittels verdichtet wird. 50
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit einer Aufnahmewelle (2) für den Pulvermetallrohling (1), einem mit einer Gegenverzahnung in die Verzahnung (9) des Pulvermetallrohlings (1) eingreifenden Drücker-

werkzeug (3) und mit einer Andrückeinrichtung (5) für das Drückerwerkzeug (3) an den Pulvermetallrohling (1), **dadurch gekennzeichnet, daß** das Drückerwerkzeug (3) aus einem den Pulvermetallrohling (1) mit Spiel umschließenden Innenzahnkranz (7) besteht, der zwischen dem auf der Aufnahmewelle (2) gelagerten Pulvermetallrohling (1) und einer zur Aufnahmewelle (2) achsparallelen Andrückrolle (4) der Andrückeinrichtung (5) geführt ist, und daß der Innenzahnkranz (7) des Drückerwerkzeuges (3) und die Verzahnung (9) des Pulvermetallrohlings (1) gleiche Zähnezahl aufweisen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Andrückeinrichtung (5) wenigstens zwei vorzugsweise rotationssymmetrisch zur Aufnahmewelle (2) des Pulvermetallrohlings (1) angeordnete Andrückrollen (4) aufweist.

Claims

1. A method of making a gearwheel from a powder metal blank (1) which is pressed and sintered with an oversize in the toothing zone and which in the region of the oversize is compacted by an amount equal to the oversize with plastic deformation by the application of a co-acting toothing (8) which engages in the toothing (9) of the powder metal blank (1) and which forms part of at least one rotating presser tool (3), **characterised in that** the co-acting toothing (8) formed as an internal toothing on the annular presser tool (3) enclosing the powder metal blank (1) is pressed into the toothing (9) of the powder metal blank (1) by means of an application roller (4) rolling on the outer periphery (10) of the presser tool (3).
2. A method according to claim 1, **characterised in that** the inner toothing (8) of the presser tool (3) is rolled on the toothing (9) of the powder metal blank (1) during the continuous application of the inner toothing (8) to the toothing (9) of the powder metal blank (1).
3. A method according to claim 1, **characterised in that** given the identical number of teeth on the internal toothing (8) of the presser tool (3) and the toothing (9) of the powder metal blank (1) the presser tool (3) enclosing the powder metal blank (1) with clearance is pressed continuously against the powder metal blank (1) peripherally without relative rotation between the presser tool (3) and the powder metal blank (1).
4. A method according to claim 3, **characterised in that** the presser tool (3) is pressed against the powder metal blank (1) with elastic deformation at at

least two places distributed over the periphery.

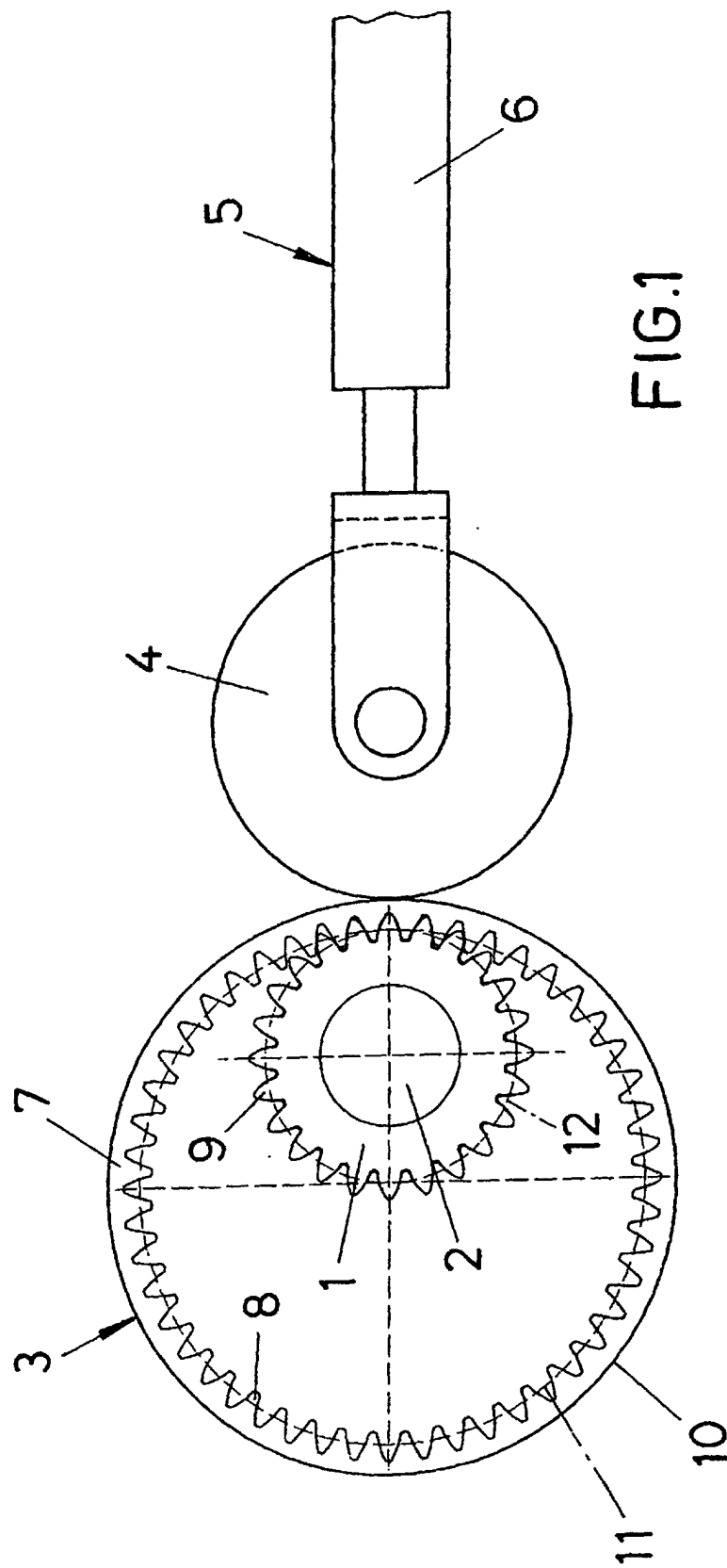
5. A method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the powder metal blank (1) is subjected to a heat treatment before the compaction or between two compaction operations.
6. A method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the powder metal blank (1) is compacted after a pre-compaction using a lubricant.
7. Apparatus for performing the method according to any one of claims 1 to 6 comprising a receiving shaft (2) for the powder metal blank (1), a presser tool (3) engaging by a co-acting toothing in the toothing (9) of the powder metal blank (1), and with an application device (5) for pressing the presser tool (3) against the powder metal blank (1), **characterised in that** the presser tool (3) consists of an internally toothed ring (7) which encloses the powder metal blank (1) with clearance and which is guided between the powder metal blank (1) mounted on the receiving shaft (2) and an application roller (4) of the application device (5), the axis of which roller is parallel to the receiving shaft (2), and **in that** the internally toothed ring (7) of the presser tool (3) and the toothing (9) of the powder metal blank (1) have the same number of teeth.
8. Apparatus according to claim 7, **characterised in that** the application device (5) comprises at least two application rollers (4) disposed preferably rotationally symmetrically to the receiving shaft (2) of the powder metal blank (1).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une roue dentée à partir d'une ébauche en métal pulvérulent (1), pressée et frittée avec une surépaisseur dans la zone de denture, ébauche qui, dans la zone de la surépaisseur, est comprimée par un pressage d'une contre-denture (8), s'engageant dans la denture (9) de l'ébauche en métal pulvérulent (1), d'au moins un outil presseur (3) en rotation, afin d'obtenir la surépaisseur en procédant à une déformation plastique, **caractérisé en ce que** la contre-denture (8), réalisée sous la forme de denture intérieure, de l'outil presseur (3) en forme d'anneau entourant l'ébauche en métal pulvérulent (1) est pressée dans la denture (9) de l'ébauche en métal pulvérulent (1), à l'aide d'un galet presseur (4) qui roule sur une périphérie extérieure (10) de l'outil presseur (3).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pendant la phase de pressage continu sur

la denture (9) de l'ébauche en métal pulvérulent (1), la denture intérieure (8) de l'outil presseur (3) roule sur sa denture (9).

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans le cas où la denture intérieure (8) de l'outil presseur (3) et la denture (9) de l'ébauche en métal pulvérulent (1) ont un nombre de dents identique, l'outil presseur (3), qui entoure avec du jeu l'ébauche en métal pulvérulent (1), est pressé, sans rotation relative entre l'outil presseur (3) et l'ébauche en métal pulvérulent (1), de façon continue dans la direction périphérique, sur l'ébauche en métal pulvérulent (1).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'outil presseur (3) est pressé avec une déformation élastique en au moins deux emplacements répartis sur la périphérie, sur l'ébauche en métal pulvérulent (1).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'ébauche en métal pulvérulent (1) est soumise à un traitement thermique avant de procéder au compactage ou entre deux processus de compactage.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'ébauche en métal pulvérulent (1) est compressé après avoir effectué un compactage préalable, en utilisant un lubrifiant.
7. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6 avec un arbre support (2) pour l'ébauche en métal pulvérulent (1), un outil presseur (3) s'engageant, par une contre-denture, dans la denture (9) de l'ébauche en métal pulvérulent (1), et avec un dispositif de pressage (5) pour l'outil presseur (3) sur l'ébauche en métal pulvérulent (1), **caractérisé en ce que** l'outil presseur (3) est formé d'une couronne à denture intérieure (7) entourant avec du jeu l'ébauche en métal pulvérulent (1), couronne qui est guidée entre l'ébauche en métal pulvérulent (1) montée sur l'arbre support (2) et un rouleau de pressage (4) appartenant au dispositif de pressage (5) et dont l'axe est parallèle à l'arbre support (2), et **en ce que** la couronne à denture intérieure (7) de l'outil presseur (3) et la denture (9) de l'ébauche en métal pulvérulent (1) présentent le même nombre de dents.
8. Dispositif selon la revendication 7 **caractérisé en ce que** le dispositif de pressage (5) présente au moins deux rouleaux de pressage (4), disposés de préférence de façon à répondre à une symétrie de rotation par rapport à l'arbre support (2) de l'ébauche en métal pulvérulent (1).



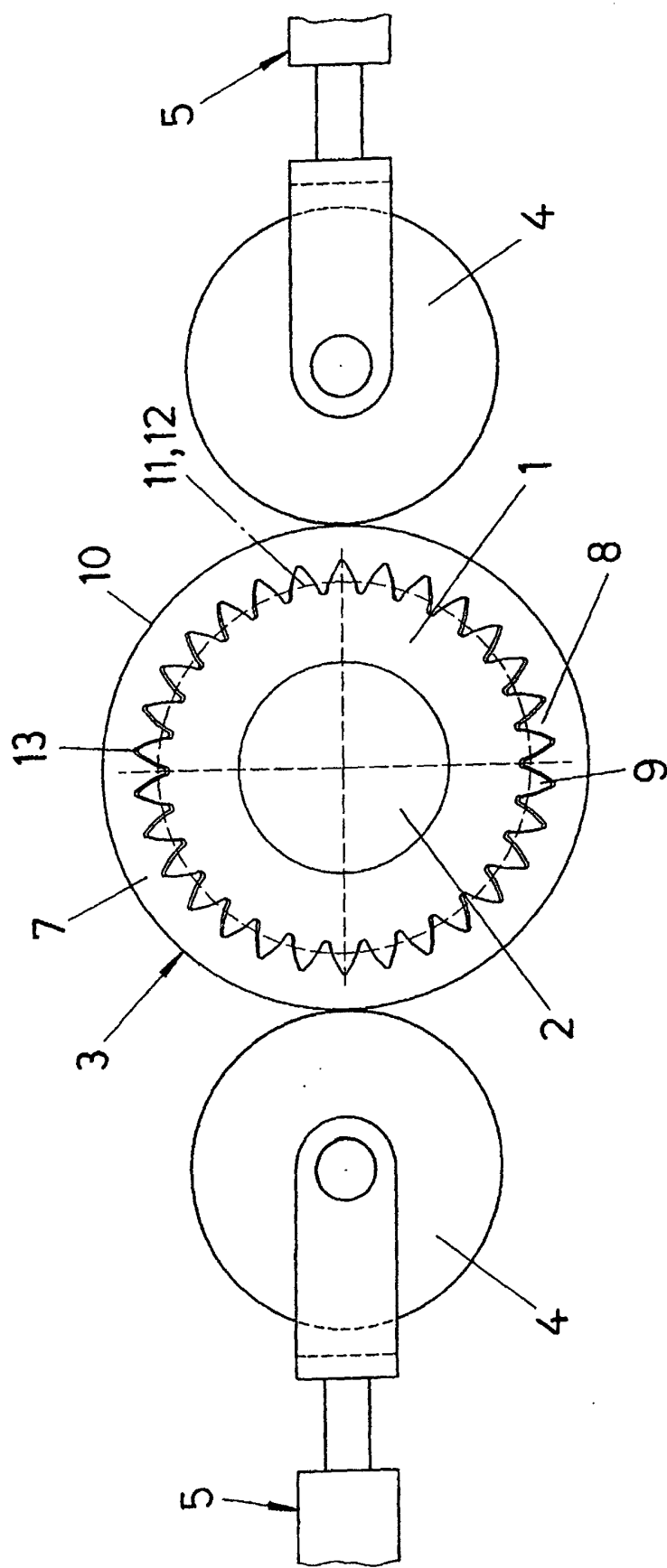


FIG. 2

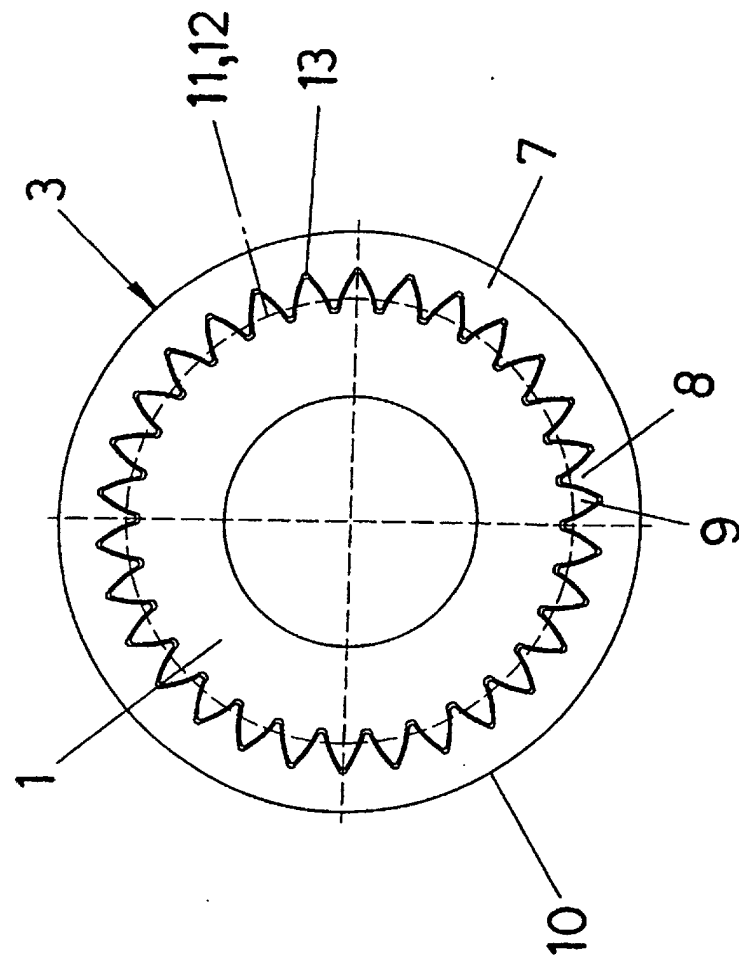


FIG. 3