

(12)

Patentschrift

(21)

Anmeldenummer:

A 50125/2019

(22)

Anmeldetag:

19.02.2019

(45)

Veröffentlicht am:

15.07.2020

(51)

Int. Cl.:

F16H 55/06

B22F 5/08

(2006.01)

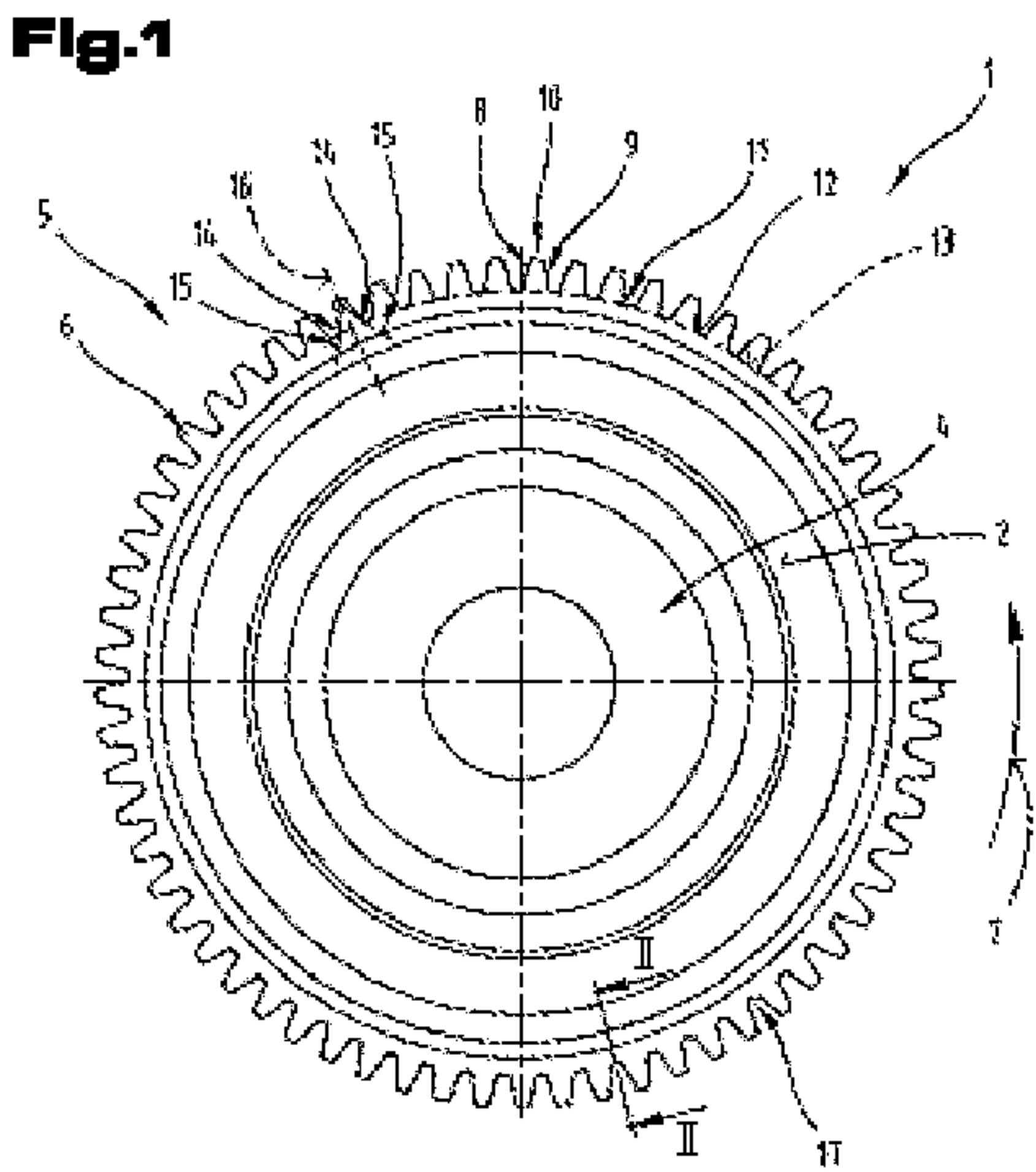
(2006.01)

<div><div>(56)</div><div>Entgegenhaltungen:</div><div>EP 2080936 A2</div><div>AT 508260 B1</div><div>CN 208237036 U</div><div>DE 19958670 A1</div><div>DE 102008045318 B3</div><div>DE 19528157 A1</div></div>	<div><div>(73)</div><div>Patentinhaber:</div><div>Miba Sinter Austria GmbH</div><div>4663 Laakirchen (AT)</div></div> <div><div>(74)</div><div>Vertreter:</div><div>Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH</div><div>4580 Windischgarsten (AT)</div></div>
--	--

(54)

Sinterzahnrad

(57) Die Erfindung betrifft ein Sinterzahnrad (1) mit einem Zahnradkörper (4) hergestellt nach einem pulvermetallurgischen Verfahren aus einem metallischen Sinterpulver, mit einer Zähne (6) umfassenden Verzahnung (5), die Zahnfüße (11) mit Zahnfußflächen (12) aufweist, wobei die Verzahnung (5) eine mittlere Zahnfußfestigkeit nach DIN 3990 von mindestens 900 MPa aufweist und zumindest die Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) entfernt ist. Der Bereich des Übergangs zwischen der Stirnfläche (2) und der Zahnfußfläche (12) ist bis in eine Tiefe in axialer Richtung entfernt worden, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 mm und 3 mm.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sinterzahnrad mit einem Zahnradkörper hergestellt nach einem pulvermetallurgischen Verfahren aus einem metallischen Sinterpulver, mit einer Zähne umfassenden Verzahnung, die Zahnfüße mit Zahnfußflächen aufweist, wobei die Kante zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen und den Zahnfußflächen der Verzahnung entfernt ist.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erhöhung der Zahnfußfestigkeit einer Verzahnung mit Zähnen eines Sinterzahnrades, nach dem nach einem pulvermetallurgischem Verfahren aus einem metallischen Sinterpulver ein Grünling gepresst wird, und der Grünling danach zum Sinterzahnrad gesintert wird, wobei zumindest die Kante zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen und den Zahnfußflächen der Verzahnung nach dem Sintern des Grünlings entfernt wird.

[0003] Die Zahnfußfestigkeit ist häufig ein limitierender Einflussfaktor für die Auslegung eines Zahnrades, insbesondere in Hinblick auf den benötigten Bauraum. Aus diesem Grund wurden schon verschiedene Versuche unternommen, die Zahnfußfestigkeit zu erhöhen. So beschreibt z.B. die DE 199 58 670 B4 eine Verzahnung für Zahnräder mit Zahnfußausrundungsflächen, Zahnflankenflächen, Zahnkopfausrundungsflächen und Zahnkopfflächen, und mit in Zahnbreitenrichtung jeweils angrenzenden Seitenflächen, wobei an zumindest einem Rand der Verzahnung in Zahnbreitenrichtung die jeweils angrenzende Seitenfläche aus einer konvexen wulstartigen Erhöhungsfläche von Zahn zu Zahn umlaufend am Rand der Zahnfußausrundungsflächen, der Zahnflankenflächen, der Zahnkopfausrundungsflächen und der Zahnkopfflächen, einer krümmungsfreien oder konkaven Restfläche im Bereich der Symmetrieachse des Zahnes und einer tangentialen stetigen Übergangsfläche zwischen der Erhöhungsfläche und der Restfläche besteht.

[0004] Die EP 2 181 277 B1 beschreibt die Verzahnung eines Zahnrad mit einer Mehrzahl von Zähnen. Das Zahnrad weist dabei einen Nutzbereich und Fußbereich der jeweiligen Zahnflankenform auf. Im Normalschnitt betrachtet erstreckt sich der Zahnfußbereich von einem Fußkreis bis zu einem Nutzkreis. Die Zahnflanken von im Normalschnitt benachbarten Zähnen sind dabei jeweils symmetrisch zueinander ausgebildet, wobei die Symmetrieachse den Fußkreis im Fußpunkt schneidet. Die Zahnflanken sind im Zahnfußbereich ab einem relevanten Durchmesser als Tangensfunktion ausgebildet. Die Tangensfunktion geht im relevanten Durchmesser tangentialstetig in die Zahnflankenform des Nutzbereichs über. Die Tangensfunktion geht im Zahnfußbereich tangentialstetig typischerweise in eine Kreisbahn über, welche tangential im Fußpunkt an dem Fußkreis anliegt.

[0005] Aus der DE 195 28 157 B4 ist ein Zahnrad mit einem mechanisch verstärkten Zahnfußbereich bekannt.

[0006] Die EP 2 080 936 A2 beschreibt ein Sinterzahnrad mit Zähnen, zwischen denen jeweils ein Zahngrund ausgebildet ist, der eine Oberfläche aufweist, die thermomechanisch nachbearbeitet ist und eine Oberflächenrauigkeit mit einem arithmetischen Mittenrauwert R_a , gemessen nach DIN EN ISO 4287, aufweist, der ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $0,2\ \mu\text{m}$ und einer oberen Grenze von $2,0\ \mu\text{m}$.

[0007] Aus der AT 508 260 B1 ist ein Stirnzahnrad bekannt, mit einem Zahnradkörper aus einem Sinterwerkstoff, der einen Umfang aufweist, über den verteilt in radialer Richtung vorstehend Zähne angeordnet sind, und der in axialer Richtung von zwei Endflächen begrenzt ist, wobei auf zumindest einer Endfläche im Bereich der Zähne und/oder in radialer Richtung unterhalb der Zähne zumindest ein Formelement in Form einer Ausnehmung und/einer Erhebung und/oder eines verdichteten Bereichs angeordnet ist.

[0008] Die CN 208237036 U offenbart ein pulvermetallurgisches Zahnrad mit einem Zahnradkörper, der zwei Endflächen aufweist, die durch Pressumformung eine Fase aufweisen.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Zahnrad mit einer relativ hohen Zahnfußfestigkeit bereitzustellen, das in Serie einfach herstellbar ist.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird bei dem eingangs genannten Sinterzahnrad dadurch gelöst, dass die Verzahnung eine mittlere Zahnfußfestigkeit nach DIN 3990 von mindestens 900 MPa aufweist und dass der Bereich des Übergangs zwischen der Stirnfläche und der Zahnfußfläche bis in eine Tiefe in axialer Richtung entfernt worden ist, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 mm und 3 mm.

[0011] Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, nach dem der Bereich des Übergangs zwischen der Stirnfläche und der Zahnfußfläche bis in eine Tiefe in axialer Richtung entfernt wird, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 mm und 3 mm.

[0012] Überraschenderweise hat sich im Zuge der Evaluierung der Erfindung herausgestellt, dass mit der Reduzierung der axialen Zahnbreite im Bereich der Zahnfüße keine Reduzierung der Zahnfußfestigkeit einhergeht. Die Zahnfußfestigkeit bleibt durch die Maßnahme der Kantenentfernung nicht nur gleich, sondern kann darüber hinaus erhöht werden. Es sind somit Zahnfußfestigkeiten bei Serienzahnradern von mehr als 1000 MPa möglich. Dabei ist die Lösung der Aufgabe aber relativ einfach zu realisieren. Es muss dazu die Geometrie des Zahnrades nicht verändert werden, da die Kantenentfernung erst nach dem Sintern erfolgt. Das Verfahren ist daher relativ einfach in einen bestehenden Produktionsprozess integrierbar.

[0013] Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kante zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen und den Zahnfußflächen der Verzahnung mit einem spanenden Verfahren entfernt worden ist bzw. wird, da derartige Verfahren großteils in der Fertigung von Metallbauteilen ohnehin bereits vorhanden sind. Es ist damit möglich, das Sinterzahnrad auch im Bereich der entfernten Kante(n) mit geringen Toleranzen herzustellen.

[0014] Besonders ausgeprägt treten die Vorteile der Erfindung zu Tage, wenn der Zahnradkörper zumindest bereichsweise oberflächenverdichtet und/oder wärmebehandelt ist bzw. wenn nach dem Verfahren vorgesehen ist, dass das Sinterzahnrad nach dem Sintern und vor der Entfernung zumindest der Kante zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen und den Zahnfußflächen der Verzahnung wärmebehandelt, insbesondere gehärtet, wird und/oder zumindest in Teilbereichen der Oberfläche verdichtet wird. Es können somit die beim Härten oder Wärmebehandeln in das Sinterzahnrad im Kantenbereich eingebrachten Fehlstellen und Defekte sowie ungünstige lokale Gefügestände ebenfalls entfernt werden, womit eine weitere Verbesserung der Zahnfußfestigkeit erreicht werden kann.

[0015] Die Entfernung der Kante kann nach einer anderen Ausführungsvariante auch so durchgeführt werden, dass der Zahnradkörper im Oberflächenbereich der Zahnfüße eine höhere Dichte aufweist als im daran anschließenden Bereich der axialen Stirnfläche(n). Es kann dadurch mit der Verbesserung der Zahnfußfestigkeit auch eine generelle Verbesserung des mechanischen Eigenschaften des Zahnrades erreicht werden, indem dieses im Bereich des Eingriffs der Verzahnung eines weiteren Zahnrades eine verbesserte Festigkeit aufweist, die Zähne aber auch mit einer höheren Nachgiebigkeit bereit gestellt werden können, die einem Zahnbruch entgegenwirkt.

[0016] Weiter kann nach einer Ausführungsvariante vorgesehen werden, dass in der axialen Stirnfläche im Bereich des Übergangs zu den Zahnfußflächen eine rillenförmige Vertiefung ausgebildet ist bzw. wird, sodass die Zahnköpfe der Verzahnung eine größere axiale Breite aufweisen als die Zahnfüße. Es kann damit ein Zahnrad zur Verfügung gestellt werden, dass nach wie vor eine höhere Breite im Zahnkopfbereich aufweist. Durch die rillenförmige Ausnehmung kann zudem die Beölung der Zähne verbessert werden.

[0017] Vorzugsweise kann nach einer weiteren Ausführungsvariante für die Entfernung zumindest der Kante zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen und den Zahnfußflächen der Verzahnung eine Randschicht der axialen Stirnfläche zumindest teilweise entfernt werden, also das Sintermetall großflächiger abgetragen werden, womit die Bearbeitung des Sinterzahnrades vereinfacht werden kann.

[0018] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0019] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0020] Fig. 1 ein Zahnrad in Ansicht in Richtung auf eine axiale Stirnfläche;

[0021] Fig. 2 einen Zahn des Zahnrades nach Fig. 1 in Ansicht auf eine Zahnflanke;

[0022] Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer Ausführungsvariante des Zahnrades.

[0023] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0024] In Fig. 1 ist ein Sinterzahnrad 1 in Ansicht auf eine axiale Stirnfläche 2, also in Richtung einer Axialrichtung 3 (in Fig. 2 gezeigt), dargestellt.

[0025] Das Sinterzahnrad 1 weist einen Zahnradkörper 4 auf. Auf dem Zahnradkörper 4 ist eine Verzahnung 5 mit Zähnen 6 angeordnet bzw. ausgebildet. Die Verzahnung 5 ist in der dargestellten Ausführungsvariante eine Stirnverzahnung an einem äußeren Umfang 7 des Sinterzahnrades 1. Die Verzahnung 4 kann beispielsweise eine Gerad- oder Schrägverzahnung sein.

[0026] Wie nachfolgend noch ausgeführt wird, ist das Sinterzahnrad nach einem pulvermetallurgischen Verfahren (Sinterverfahren) aus einem metallischen Sinterpulver hergestellt.

[0027] Die Zähne 6 weisen jeweils eine erste Zahnflanke 8, eine zweite Zahnflanke 9 und einen dazwischen ausgebildeten, radial äußeren Zahnkopf 10 auf. Radial innere Zahnfüße 11 verbinden jeweils zwei Zähne 6 miteinander. Die Zahnfüße 11 weisen Zahnfußflächen 12 auf.

[0028] Erläuternd sei erwähnt, dass sich im Sinne der Erfindung die Zahnfüße 11 der Zähne 6 vom Zahnfußkreis 14 der Verzahnung 5 bis zu einer Höhe erstrecken, die durch einen Kreis mit einem Radius definiert ist, der um 25 % größer ist, als der Radius des Kreises, auf dem ein Berührungspunkt 14 der 30 ° Tangente 15 mit der Zahnkontur (den Zahnflanken) liegt. Die 30 ° Tangente 15 ist jene Tangente, die mit einer Normalen 16 (Normalebene) durch die Mitte eines Zahns 6 in radialer Richtung einen Winkel von 30 ° einschließt. Der Zahnfußbereich erstreckt sich also bis etwas oberhalb des Berührungspunktes 14 der 30 ° Tangente 15 mit der Zahnkontur.

[0029] Da diese prinzipielle Ausgestaltung einer Verzahnung 5 an sich bekannt ist, erübrigen sich weitere Ausführungen dazu.

[0030] Das Sinterzahnrad 1, d.h. die Verzahnung 5 bzw. die Zähne der Verzahnung 5, weist/weisen eine mittlere (arithmetisches Mittel) Zahnfußfestigkeit nach DIN 3990 von mindestens 900 MPa auf. Insbesondere kann die Verzahnung 5 eine mittlere Zahnfußfestigkeit nach DIN 3990 zwischen 900 MPa und 2.000 MPa aufweisen.

[0031] Um dies zu erreichen, ist vorgesehen, dass zumindest eine Kante 17 zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen 2 und den Zahnfußflächen 12 der Verzahnung 5 entfernt ist bzw. wird. Die Kante 17 ist in Fig. 1 dargestellt. Fig. 2 zeigt hingegen einen Zahn 6 dieser Verzahnung 5, bei der die Kante 17 bereits entfernt ist. Wie weiter aus Fig. 2 zu ersehen ist, werden vorzugsweise beide Kanten 17 zu beiden Stirnflächen 2 entfernt.

[0032] In der einfachsten Ausführungsvariante des Sinterzahnrades 1 kann ausschließlich die Kante 17 an den Übergängen der Zahnfüße 11 zu der oder den Stirnfläche(n) 2 entfernt werden. Es ist aber auch möglich, diesen Bereich großflächiger zu entfernen. Beispielsweise kann auch zumindest ein Teil der Kanten zwischen den Zahnflanken 8, 9 und der oder den Stirnfläche(n) 2 bzw. kann der gesamte Kantenbereich am Übergang zwischen den Zahnflanken 8, 9

und der oder den Stirnfläche(n) 2 mitentfernt werden.

[0033] Es ist weiter möglich, dass die gesamte(n) Stirnflächen 8,9 entfernt werden, also die axiale Breite des Sinterzahnrades 1 generell verkürzt wird.

[0034] Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, besteht die Möglichkeit, dass nach einer Ausführungsvariante des Sinterzahnades 1 in der oder den axialen Stirnfläche(n) 2 im Bereich des Übergangs zu den Zahnfußflächen 12 eine rillenförmige Vertiefung 18 (Ausnehmung) ausgebildet ist, so dass die Zahnköpfe 10 der Verzahnung 5 eine größere axiale Breite aufweisen als die Zahnfüße 11, insbesondere annähernd hammerkopfförmig ausgebildet sind. Wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, erstreckt sich die rillenförmige Vertiefung 18 in radialer Richtung von unterhalb bis oberhalb der (entfernten) Kante 17 (Fig. 1) zwischen der oder den Stirnfläche 2 und der Zahnfußfläche 12. Damit ergibt sich, dass die rillenförmige Vertiefung 18 im Bereich der Verzahnung 5 teilweise offen ausgeführt ist, wie dies aus Fig. 3 zu ersehen ist.

[0035] Eine radiale Breite der rillenförmigen Vertiefung 18 kann zwischen 10 % und 80 % der Zahnhöhe betragen.

[0036] Eine Tiefe der rillenförmigen Vertiefung 18 in axialer Richtung kann zwischen 0,1 mm und 6 mm betragen.

[0037] Vorzugsweise erstreckt sich die rillenförmige Vertiefung 18 über 360 °, ist also ringförmig ausgebildet.

[0038] Es besteht aber im Rahmen der Erfindung auch die Möglichkeit, dass die Kante 17 (Fig. 1) zwischen der oder den Stirnfläche 2 und der Zahnfußfläche 12 nur in diskreten Bereichen um die Kante 17 selbst herum entfernt wird, also nicht ringförmig ausgebildet ist.

[0039] Die Kante 17 (Fig. 1) zwischen der oder den Stirnfläche 2 und der Zahnfußfläche kann lediglich gebrochen werden, also abgeschrägt oder gefast werden, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist. Sie kann aber auch derart entfernt werden, dass eine verbleibende Seitenwand 19 rechtwinkelig zu den Stirnfläche 2 ausgebildet ist, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist und in Fig. 2 strichliert angedeutet ist.

[0040] Generell wird der Bereich des Übergangs zwischen der Stirnfläche 2 und der Zahnfußfläche 12, also die Kante(n) 17 bis in eine Tiefe in axialer Richtung entfernt werden, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 mm und 3 mm. Es kann oder können dabei auch die gesamte Stirnfläche(n) 2 bis zu dieser Tiefe entfernt werden.

[0041] Weiter kann generell (also nicht nur beschränkt auf die Ausführungsvariante der Erfindung nach Fig. 3) eine radiale Breite des entfernten Bereichs des Übergangs zwischen der oder den Stirnfläche 2 und der Zahnfußfläche 12, also die Kante(n) 17, ausgewählt sein aus einem Bereich von 10 % bis 100 % der Zahnhöhe.

[0042] Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zahnradkörper im Oberflächenbereich der Zahnfüße 11 eine höhere Dichte aufweist als im unmittelbar daran anschließenden Bereich der axialen Stirnfläche(n) 2, also insbesondere in jenem Bereich der Stirnfläche(n) 2, der durch die Entfernung der Kante(n) 17 neu ausgebildet wurde, also beispielsweise im Bereich der Bodenfläche der rillenförmigen Vertiefung 18 (Fig. 3). Die Dichte kann sich dabei um ein Ausmaß unterscheiden, dass zwischen 2 % und 10 % beträgt, bezogen auf die Dichte an der Oberfläche der Zahnfußflächen 12 (Fig. 1).

[0043] Wie bereits ausgeführt, wird das Sinterzahnrad 1 nach einem pulvermetallurgischen Verfahren (Sinterverfahren) aus einem metallischen Pulver bzw. einer metallischen Pulvermischung hergestellt. Da diese Verfahren an sich bestens bekannt sind, insbesondere hinsichtlich der anzuwendenden Verfahrensparameter, sei diesbezüglich auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Es sei an dieser Stelle nur so viel erwähnt, dass das Verfahren die Schritte Pressen des Sinterpulvers zu einem Grünling und Sintern des Grünlings zu dem Sinterzahnrad 1 (bei erhöhter Temperatur) umfasst. Nach dem Sintern des Grünlings wird zumindest die Kante 17 bzw. werden die Kanten 17 zwischen der oder den axialen Stirnfläche(n) 2 und den Zahnfußflächen 12 entfernt. Zur Vermeidung von Wiederholungen sei dazu auf voranstehende Aus-

fürungen zu den verschiedenen Ausführungsvarianten des Sinterzahnrades 1 verwiesen. Es wird damit die voranstehend ausgeführte Verbesserung der Zahnfußfestigkeit erreicht.

[0044] Das Verfahren umfasst bevorzugt weitere Verfahrensschritte, insbesondere die Wärmebehandlung (Härtung) des gesinterten Sinterzahnrades 1 und/oder Verdichtung des gesinterten Sinterzahnrades 1 zumindest in Teilbereichen der Oberfläche, insbesondere im Oberflächenbereich der Verzahnung 5, also der Zahnflanken 8, 9 und der Zahnfußflächen 12 sowie der Zahnkopfflächen. Es können zusätzlich auch ein Teilbereich oder die gesamten axialen Stirnfläche(n) 2 verdichtet werden.

[0045] Das Oberflächenverdichten kann mit bekannten Verfahren, wie das Walzen der Verzahnung, erfolgen. Vorzugsweise erfolgt das Oberflächenverdichten aber mit einem Verfahren, wie es in der US 2015/0306668 A1 oder der AT 520 315 A1 (Aktenzeichen A 50060/2018) beschrieben ist. Es sei daher diesbezüglich darauf verwiesen.

[0046] Das Wärmehandeln/Härten erfolgt ebenfalls mit bekannten Verfahren. Insbesondere erfolgt das Wärmehandeln/Härten durch zumindest eines der Verfahren Carbonitrieren, Gasaufkohlen, Induktivhärten, Niederdruck-Carbonitrieren, Niederdruck-Gasaufkohlen.

[0047] Das Oberflächenverdichten und/oder Wärmebehandeln/Härten erfolgt im Verfahrensablauf zur Herstellung des Sinterzahnrades 1 vor dem Entfernen der besagten Kante(n) 17.

[0048] Es ist im Rahmen der Erfindung weiter bevorzugt, die Kante(n) 17 zwischen der oder den axialen Stirnfläche(n) 2 und den Zahnfußflächen 12 spanend zu entfernen. Bevorzugt wird dazu ein Verfahren angewandt, dass ausgewählt ist aus der Gruppe Honen, Schleifen, Strahlen, Fräsen, Senken, Walzschälen, Drehen. Es können auch Kombinationen dieser Verfahren zur Entfernung der Kante(n) 17 angewandt werden.

[0049] Jedenfalls erfolgt die Entfernung der Kante(n) 17 zwischen der oder den axialen Stirnfläche(n) 2 und den Zahnfußflächen 12 nicht durch Drücken bzw. (weiteres) Verdichten der Kante(n) 17.

[0050] Mit der Entfernung der Kante(n) 17 zwischen der oder den axialen Stirnfläche(n) 2 und den Zahnfußflächen 12 kann eine Randschicht der axialen Stirnfläche(n) 2 zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, entfernt werden, insbesondere bis zu einer Schichtdicke zwischen 10 µm und 100 µm.

[0051] Durch die Entfernung der Kante(n) 17 konnte auch der Vorteil erreicht werden, dass die Werte der Zahnfußfestigkeiten eine signifikant geringere Schwankungsbreite aufweisen.

[0052] Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten des Sinterzahnrades 1 bzw. des Verfahrens zu dessen Herstellung, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

[0053] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Sinterzahnrades 1 dieses nicht zwingenderweise maßstäblich dargestellt ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Sinterzahnrad
- 2 Stirnfläche
- 3 Axialrichtung
- 4 Zahnradkörper
- 5 Verzahnung
- 6 Zahn
- 7 Umfang
- 8 Zahnflanke
- 9 Zahnflanke
- 10 Zahnkopf
- 11 Zahnfuß
- 12 Zahnfußfläche
- 13 Zahnfußkreis
- 14 Berührungspunkt
- 15 30 ° Tangente
- 16 Normale
- 17 Kante
- 18 Vertiefung
- 19 Seitenwand

Patentansprüche

1. Sinterzahnrad (1) mit einem Zahnradkörper (4) hergestellt nach einem pulvermetallurgischen Verfahren aus einem metallischen Sinterpulver, mit einer Zähne (6) umfassenden Verzahnung (5), die Zahnfüße (11) mit Zahnfußflächen (12) aufweist, wobei die Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) entfernt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verzahnung (5) eine mittlere Zahnfußfestigkeit nach DIN 3990 von mindestens 900 MPa aufweist und dass der Bereich des Übergangs zwischen der Stirnfläche (2) und der Zahnfußfläche (12) bis in eine Tiefe in axialer Richtung entfernt worden ist, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 mm und 3 mm.
2. Sinterzahnrad (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) mit einem spanenden Verfahren entfernt worden ist.
3. Sinterzahnrad (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zahnradkörper (4) zumindest bereichsweise oberflächenverdichtet und/oder wärmebehandelt ist.
4. Sinterzahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zahnradkörper (4) im Oberflächenbereich der Zahnfüße (11) eine höhere Dichte aufweist als im daran anschließenden Bereich der axialen Stirnfläche(n) (2).
5. Sinterzahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der axialen Stirnfläche (2) im Bereich des Übergangs zu den Zahnfußflächen (12) eine rillenförmige Vertiefung (18) ausgebildet ist, sodass die Zahnköpfe (10) der Verzahnung (5) eine größere Breite in axialer Richtung aufweisen als die Zahnfüße (11).
6. Verfahren zur Erhöhung der Zahnfußfestigkeit einer Verzahnung (5) mit Zähnen eines Sinterzahnrades (1), nach dem nach einem pulvermetallurgischen Verfahren aus einem metallischen Sinterpulver ein Grünling gepresst wird, und der Grünling danach zum Sinterzahnrad (1) gesintert wird, wobei zumindest die Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) nach dem Sintern des Grünlings entfernt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich des Übergangs zwischen der Stirnfläche (2) und der Zahnfußfläche (12) bis in eine Tiefe in axialer Richtung entfernt wird, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 mm und 3 mm.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sinterzahnrad (1) nach dem Sintern und vor der Entfernung zumindest der Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) wärmebehandelt, insbesondere gehärtet, wird und/oder zumindest in Teilbereichen der Oberfläche verdichtet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Entfernung zumindest der Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) eine Randschicht der axialen Stirnfläche (2) zumindest teilweise entfernt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) spanend entfernt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Kante (17) zwischen zumindest einer der axialen Stirnflächen (2) und den Zahnfußflächen (12) der Verzahnung (5) eine rillenförmige Vertiefung (18) ausgebildet wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig.2

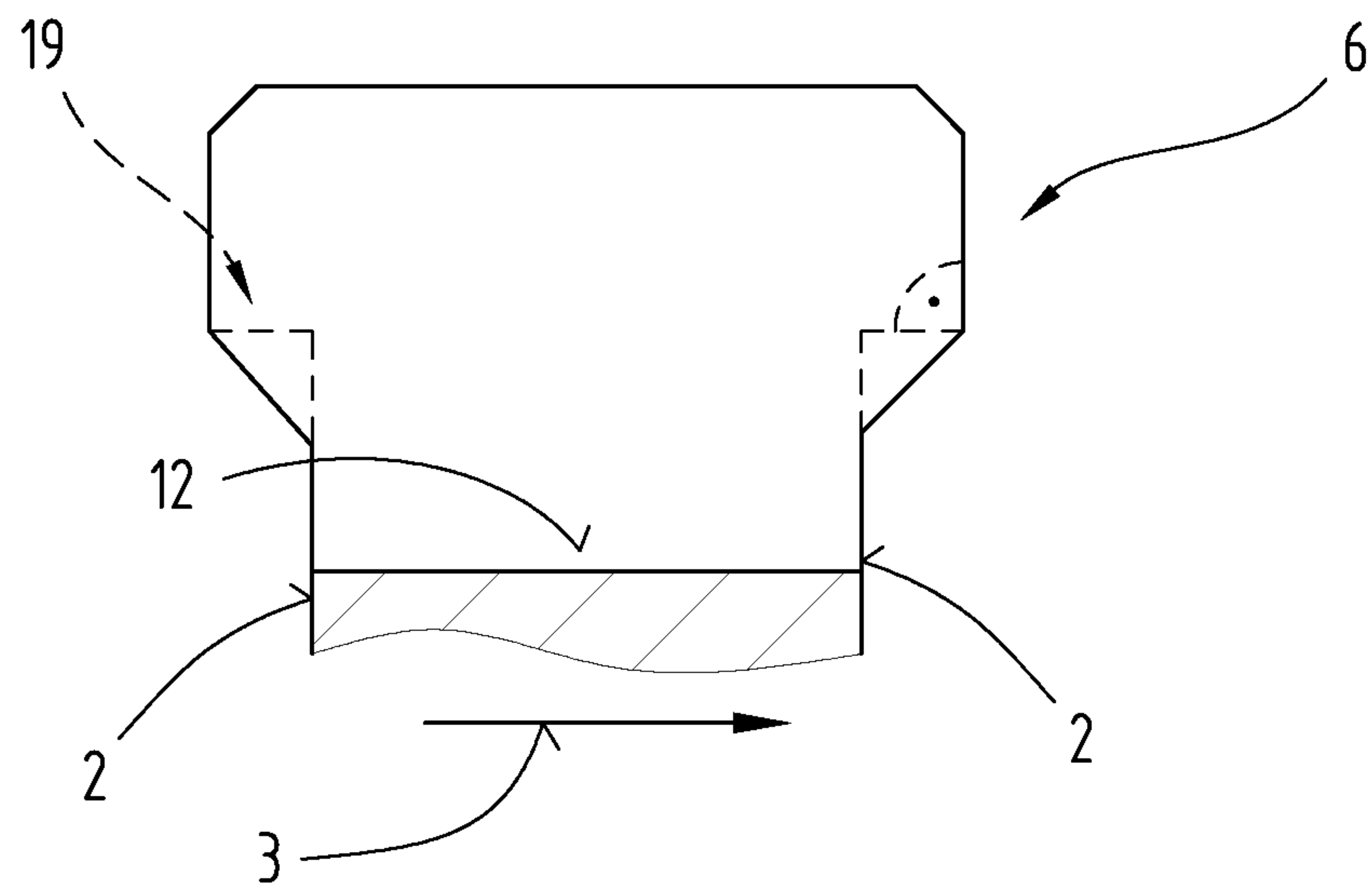


Fig.3

