

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 328 745
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88118905.4

(51) Int. Cl.4: **F04C 2/10**

(22) Anmeldetag: 12.11.88

(30) Priorität: 19.02.88 DE 3805186

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.08.89 Patentblatt 89/34(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT(71) Anmelder: **Otto Eckerle GmbH & Co.KG**
Benzstrasse 6
D-7502 Malsch(DE)(72) Erfinder: **Pippes, Reinhard, Ing.-Grad.**
Am Söllinger 3
D-7518 Bretten-Spranthal(DE)(74) Vertreter: **LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ & SEGETH**
Ferdinand-Maria-Strasse 12
D-8130 Starnberg(DE)(54) **Innenzahnradmaschine.**

(57) Eine Innenzahnradmaschine, insbesondere Innenzahnradpumpe, mit einem innenverzahnten Hohlrad (1), einem damit in Eingriff stehenden außenverzahnten Ritzel (2) und einem zwischen Hohlrad (1) und Ritzel (2) angeordneten Füllstück. Das Hohlrad (1) weist Durchbrüche (8) auf, die den Außenumfang des Hohlrades mit dessen Innenseite im Bereich der Zahnlücken (13) verbinden. Diese Durchbrüche (8) sind jeweils soweit in die Zahnlücke (13) auf einer Seite begrenzende nichttragende Zahnflanke (14) hineinversetzt, daß sie zugleich eine Verbindung zwischen deren Zahnfuß und dem Zahnkopf herstellen.

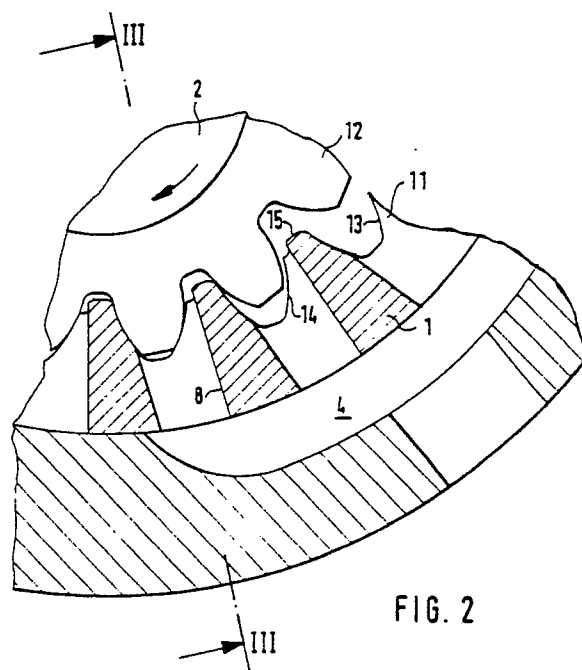


FIG. 2

EP 0 328 745 A2

Die Erfindung betrifft eine Innenzahnradmaschine, insbesondere eine Innenzahnradpumpe, mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Beim Pumpvorgang einer Innenzahnradpumpe wird die im Druckraum befindliche Flüssigkeit durch den zunehmenden Zahneingriff zwischen Ritzel und Hohlrad aus den Zahnücken der beiden Räder verdrängt und dadurch zum Auslaß gefördert. Durch diesen Verdrängungsvorgang wird die Flüssigkeit gezwungen, an den in die Zahnücken eintretenden Zähnen vorbei axial und radial abzufließen. Der hierfür zur Verfügung stehende Spalt zwischen den Zähnen ist jedoch schon zu Beginn des Zahneingriffes verhältnismässig klein, so daß schon weit vor der Flankenberührung ein verhältnismässig grosser Strömungswiderstand besteht, der noch weiter steigt, wenn dieser Spalt mit weiter zunehmendem Zahneingriff sich weiter verkleinert und letztlich auf den Wert Null abnimmt. Dieser hohe Strömungswiderstand äußert sich als Verlustleistung.

Es sind Zahnradmaschinen bekannt, bei denen diese Verlustleistung dadurch verringert ist, daß das Hohlrad radiale Durchbrüche aufweist, die den Außenumfang des Hohlrades mit dessen Innenseite im Bereich der Zahnücken verbinden und durch die hindurch das Fördermedium zum Auslaß gefördert wird. Denn aufgrund der Durchbrüche kann das Fördermedium, wenn die Spalte zwischen den Zähnen kleiner werden, die Zahnücke auch in Richtung der Durchbrüche verlassen, so daß vor allem kurz vor dem vollen Zahneingriff keine Quetschflüssigkeit entstehen kann. Eine weitere Verbesserung in dieser Richtung ergibt sich bei einer bekannten Zahnradmaschine der eingangs angegebenen Art (US-PS 17 39 139), bei der zusätzlich zu den Durchbrüchen, die den Außenumfang des Hohlrades mit dessen Zahnücken verbinden, weitere Durchbrüche vorgesehen sind, die vom Außenumfang des Hohlrades durch dessen Zähne hindurch zum Zahnkopf führen und genau dort münden. Denn hierdurch wird auch zwischen den Zahnköpfen des Hohlrades und den Zahnücken des Ritzels vorhandene Quetschflüssigkeit in der gleichen Weise zum Druckraum abgeführt. Bei dieser bekannten Zahnradmaschine können aber die Durchbrüche nur verhältnismässig klein ausgebildet werden und weisen deshalb einen engen Strömungsquerschnitt auf, weil andernfalls die Festigkeit des Hohlrades durch die zwangsläufig in enger Folge aneinander anschließenden Durchbrüche zu sehr beeinträchtigt werden würde. Aus diesem Grund bilden vor allem die in den Zahnköpfen des Hohlrades mündenden Durchbrüche selbst nach wie vor sehr enge Strömungskanäle, die der zu verdrängenden Flüssigkeit einen nicht unbeträchtlichen Strömungswiderstand entgegensetzen.

Die Verringerung des Leistungsverlustes durch den hohen Strömungswiderstand des verdrängten Fördermediums hält sich daher bei dieser bekannten Zahnradmaschine in engen Grenzen.

Es ist weiterhin von einer Außenzahnradpumpe bereits bekannt, zur Abführung von Quetschflüssigkeit radiale Durchbrüche in einem der beiden miteinander kämmenden, außenverzahnten Zahnräder vorzusehen, die so in die Zahnflanke hineinversetzt sind, daß sie sowohl den Kopfkreis als auch den Fußkreis der Zähne anschneiden und damit den Zahnkopfbereich und den Zahnfußbereich mit der Achslagerbohrung des Zahnrades verbinden (DE-OS 18 02 984). Hierdurch wird zwar Quetschflüssigkeit und die damit verbundene verlust erzeugende Drucksteigerung am Ende des Eingriffsvorganges vermieden, jedoch stellt der zur Lagerbohrung des Zahnrades hin abgeführte Teil des Fördermediums einen nicht unbeträchtlichen Verlust an Fördervolumen dar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrund, eine Innenzahnradmaschine der angegebenen Art zu schaffen, die ohne eine ins Gewicht fallende Festigkeitsverminderung des Hohlrades eine weitere Verringerung der durch die geschilderte Spaltströmung entstehenden Verluste ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird dies erreicht durch die Ausgestaltung gemäß dem Kennzeichen des Patentanspruchs 1.

Nach der Erfindung kommen somit getrennt durch die Zähne des Hohlrades hindurch zu dem Zahnkopf verlaufende Durchbrüche in Wegfall, jedoch werden die in den Zahnücken mündenden verbleibenden Durchbrüche so in die nichttragende Zahnflanke hineinversetzt, daß sie eine Verbindung zwischen Zahnkopf und Zahnfuß herstellen. Durch die Verringerung der Anzahl der Durchbrüche auf die Hälfte können diese im Querschnitt vergrößert werden, ohne die Festigkeit des Hohlrades zu beeinträchtigen. Zugleich kann auch das zwischen den Zahnköpfen des Hohlrades und den Zahnfüßen des Ritzels befindliche Medium mit geringerem Strömungswiderstand in den Bereich der nichttragenden Zahnflanke und dort zum Durchbruch gelangen. Da der Durchbruch durch das Hohlrad hindurch zum Auslaß führt, entsteht keinerlei Verlust an Fördervolumen.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, daß über die Höhe des zahnkopfseitigen Randes jedes Durchbruches der Zahnkopf gegenüber seiner den Kopfkreisdurchmesser bestimmenden Umfangsfläche zurückgenommen ist. Durch dieses örtliche Zurücknehmen des Zahnkopfes wird einerseits der Zuströmraum für die Flüssigkeit zu dem Durchbruch vergrößert. Dies ist insbesondere gegeben, wenn die Zurücknahme des Zahnkopfes in dem genannten Bereich sich über die ganze Zahnbreite

erstreckt, weil hierdurch auch für die axial von dem Durchbruch entfernt befindliche Flüssigkeit ein grösserer Strömungsquerschnitt zur Heranförderung an den Durchbruch zur Verfügung steht. Darüber hinaus verhindert die Zurücknahme des Zahnkopfes in dem Teil, in welchem der Durchbruch die zahnkopfseitige Umfangsfläche der Zähne anschneidet, daß die so entstehende Kante den Schmierfilm der Zahnköpfe am Füllstück beseitigt oder gar eine Fräswirkung am Füllstück entfaltet. In beiden Fällen würde alsbald eine nachhaltige Funktionsstörung der Innenzahnradmaschine eintreten.

Die Zurücknahme des Zahnkopfes in dem genannten Teil des Durchbruches kann entweder als eine ebene Anfasung oder in Gestalt einer konkaven Auskehlung vorgenommen werden, mit Vorteil jedoch auch in Form einer Kombination von beidem. In letzterem Fall ist es zweckmässig, die Anfasung über einen von der Umfangsfläche des Zahnes ausgehenden Teil der Höhe des zahnkopfseitigen Durchbruchrandes vorzusehen und die Auskehlung unmittelbar daran anschließen zu lassen. Hierdurch wird im Bereich der Anfasung und im Übergang zwischen dieser und der ebenen Umfangsfläche des Zahnkopfes die Schmierfilmbildung am Füllstück gefördert, während die daran anschließende Auskehlung den Strömungsquerschnitt für diejenige Flüssigkeitsmenge bildet, die sich an den Zahnenden befindet und zum Durchbruch gefördert werden muß.

Obwohl daran gedacht werden kann, in jeder Zahnücke zwei axial nebeneinander liegende Durchbrüche vorzusehen, ist ein einziger Durchbruch je Zahnücke mit entsprechend grösserem Querschnitt günstiger. Die Durchbrüche können als einfache Bohrungen, d. h. mit kreisförmiger Querschnittsberandung, ausgebildet sein. Von Vorteil ist jedoch eine Querschnittsgestaltung der Durchbrüche, gemäß der zumindest auf der in die Zahnflanke eindringenden Seite des Durchbruches dessen Querschnitt gerade und parallel zur Flankenlinie des entsprechenden Zahnes begrenzt ist. Denn hierdurch entsteht als Schnitttrand mit der Zahnflanke im Bereich des Zahnkopfes ebenfalls eine gerade Verschneidungslinie, die parallel zur Zahnrichtung (Flankenlinie) verläuft. Hierdurch kann einerseits die Höhe der vorstehend geschilderten Kopfrücknahme minimal gehalten werden, andererseits ist der Strömungsquerschnitt des Durchbruches gerade in dem Bereich der Zahnflanke grösser. Auch wird hierdurch der Strömungsweg zwischen den Zahnenden und dem Durchbruch verkürzt.

Im Fall der Ausbildung der Durchbrüche mit dem soeben geschilderten, zumindest einseitig geradlinig begrenzten Querschnitt ist es allerdings schwierig, derartige Durchbrüche durch spanabhebende Bohrarbeit an einem bereits verzahnten Hohlrad herzustellen. Nach einer vorteilhaften Wei-

terbildung schlägt die Erfindung deshalb hierzu vor, das Hohlrad aus zwei getrennten Teilen aufzubauen, deren Trenn- bzw. Verbindungsebene im Bereich der Durchbrüche liegt. Zweckmässigerweise ist das Hohlrad genau in der Symmetrieebene geteilt. Durch diese Maßnahme ergibt sich die Möglichkeit, die beiden Hohlradteile durch Sintern oder durch Fließpressen herzustellen, wobei die die Durchbrüche bildenden Teile direkt angeformt sein können. Aber auch bei spanabhebender Herstellung der die Durchbrüche bildenden Ausnehmungen ergibt die Trennung einen Vorteil, weil die Seitenflächen des Hohlrades viel leichter zugänglich sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemässe Innenzahnradpumpe, in welchem die das Hohlrad umgebenden Gehäuseteile nur angedeutet sind;

Fig. 2 einen der Fig. 1 entsprechenden Teilquerschnitt in vergrössertem Maßstab, der den Zahneingriff zwischen Ritzel und Hohlrad im Druckraum zeigt;

Fig. 3 einen Schnitt längs der Linie III-III in Fig. 2;

Fig. 4 einen Axialschnitt durch eine in der Mittelebene geteilte Ausführungsform eines Hohlrades;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung eines Zahnes des in Fig. 4 gezeigten Hohlrades, und

Fig. 6 eine vergrösserte Darstellung der Zahnücke zwischen zwei Zähnen, aus der Lage und Richtung des dazwischen befindlichen Durchbruches hervorgehen.

Gemäß Fig. 1 kämmt ein innenverzahntes Hohlrad mit einem außenverzahnten Ritzel 2. Durch ein Füllstück 3 ist der Druckraum 4 von dem Saugraum 5 der Innenzahnradpumpe getrennt. Das Füllstück 3 stützt sich auf einem drehbar gelagerten Füllstückstift 6 ab. Das Hohlrad 1 ist unmittelbar in einem topfförmigen Gehäuse 7 gelagert und weist radiale Durchbrüche 8 auf, durch die hindurch das Fördermedium aus dem Druckraum 4 zu dem nicht gezeigten Auslaß strömen kann. Das Topfgehäuse 7 ist durch einen Lagerdeckel 9 verschlossen. Mit Ausnahme der besonderen Form und Anordnung der Durchbrüche 8 sind Aufbau und Wirkungsweise der in Fig. 1 gezeigten Innenzahnradpumpe bekannt und bedürfen an dieser Stelle keiner näheren Erläuterung.

Gemäß Fig. 3 sind je Zahnücke zwei nebeneinander angeordnete Durchbrüche 8 vorhanden. Aus der Darstellung gemäß Fig. 2 ist erkennbar, daß im Bereich des Druckraumes 4 die Zähne 12 des Ritzels 2 in zunehmendem Maße in die Zahn-

lücken 13 zwischen den Zähnen 11 eintreten und auf diese Weise die in den Zahnlücken 13 befindliche Flüssigkeit daraus verdrängen. Die Durchbrüche 8 sind asymmetrisch zu der radialen Mittelebene der Zahnlücken 13 angeordnet derart, daß sie die in Drehrichtung der Zahnräder 1, 2 rückwärtige, d.h. nichttragende Zahnflanke 14 der Zähne 11 des Hohlrades 1 durchsetzen. Der Durchmesser der Durchbrüche 8 ist in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel dabei so gewählt, daß diese den Zahnfuß sowohl der tragenden als auch der nichttragenden Flanke der Zähne 11 und den Zahnkopf im Bereich der nichttragenden Flanke 14 erfassen. Der Teil des Zahnkopfes 15, der von dem Rand des Durchbruches 8 durchsetzt ist, ist in einer sich besonders deutlich aus Fig. 5 ergebenden Weise zurückgenommen. Demnach schließt sich zu beiden Seiten der inneren Umfangsfläche 15 des Zahnkopfes je eine über die ganze Zahnbreite verlaufende Anfasung 16 an, auf die wiederum eine in ihrer Höhe grösser als die Anfasung 16 gewählte Auskehlung 17 folgt, die ebenfalls sich über die ganze Zahnbreite erstreckt. Im Verlauf des Eintretens der Zähne 12 in die Zahnlücken 13 des Hohlrades 1 kann somit die aus den Zahnlücken 13 verdrängte Flüssigkeit in die Durchbrüche 8 geschoben werden. Dabei dienen im letzten Stadium des Eingriffes, in welchem der zahnfußseitige Raum zwischen den Zähnen 12 des Ritzels durch den Kopf der Zähne 11 des Hohlrades weitgehend abgeschlossen ist (s. Fig. 2) die Anfasung 16, vor allem aber die Auskehlung 17 als Strömungsquerschnitt für die seitlich außerhalb der Durchbrüche vorhandenen Flüssigkeitsmengen in Richtung auf die Durchbrüche 8, wie dies einleitend geschildert ist.

Während bei der Ausführungsform gemäß den Fig. 2 und 3 die Durchbrüche 8 als einfache Bohrungen gestaltet sind, unterscheidet sich die Ausführungsform gemäß den Fig. 4 und 5 davon durch eine andere Querschnittsform der Durchbrüche 8'. Wie sich aus Fig. 4 ergibt, verjüngen sich die Durchbrüche 8' in ihrem Querschnitt von innen nach außen und weisen vor allem im Bereich der nichttragenden Zahnflanke 14 eine geradlinige Begrenzung ihres Querschnittes auf, die parallel zur Flankenlinie der Zähne verläuft. Hierdurch ergibt sich eine entsprechend geradlinige Verschneidungslinie 18 mit dem Zahnkopf, die mit der am Übergang zwischen der Anfasung 16 und der Auskehlung 17 gebildeten Kante fluchtet. Bei der Ausführung nach den Fig. 4 und 5 ist das Hohlrad 1' in seiner Mittelebene, die zugleich die Symmetrieebene der Durchbrüche 8' ist, geteilt, um hierdurch die geschilderte Form der Durchbrüche 8' leichter herstellen zu können, wie dies eingangs erläutert ist. Die beiden Hälften des Hohlrades 1' sind durch nur angedeutete Mittel, z.B. durch eine an mehreren

Umfangsstellen vorgenommene Verschraubung 19 durch die Zähne hindurch miteinander verbunden.

Im Rahmen der Erfindung können Abweichungen von den vorstehend geschilderten Ausführungsbeispielen vorgenommen werden. So ist beispielsweise eine symmetrische Anordnung der Durchbrüche bezüglich der Mittelebene des Hohlrades zwar von Vorteil, jedoch nicht zwingend. Auch ist eine doppelte Anfasung der Zahnköpfe des Hohlrades nicht unbedingt erforderlich, da es zur besseren Schmierfilmbildung am Füllstück ausreicht, nur die nichttragende Flanke mit einer Anfasung zu versehen. Weiterhin versteht sich, daß die Erfindung nicht auf die in Fig. 1 dargestellte Ausführung einer Innenzahnradpumpe mit geteiltem Füllstück und unmittelbarer Lagerung des Hohlrades im Gehäuse beschränkt ist, sondern auch auf davon abweichende Konstruktionen angewendet werden kann.

Aus Fig. 1 ist erkennbar, daß die Durchbrüche 8 mit ihrer Längsachse nicht radial zum Mittelpunkt des Hohlrades 1 ausgerichtet sind, sondern zu dem entsprechenden Radius unter einem spitzen Winkel geneigt verlaufen. Die Mündung der Durchbrüche 8 auf der Umfangsfläche des Hohlrades 1 ist dabei entgegen der Drehrichtung des Hohlrades 1 gegenüber der Mündung auf der Zahnseite versetzt. Der Grund für diese Lage der Durchbrüche 8 besteht in der dadurch gebotenen Möglichkeit, den Durchmesser der Durchbrüche grösser und damit den Strömungswiderstand kleiner zu halten. Die Fig. 6, die diese Verhältnisse in vergrössertem Maßstab deutlicher darstellt, zeigt das Durchmesserverhältnis in Bezug auf einen gestrichelt eingezeichneten Durchbruch, dessen Längsachse exakt radial zum Mittelpunkt des Hohlrades 1 verläuft.

Ansprüche

1. Innenzahnradmaschine, insbesondere Innenzahnradpumpe, mit einem innenverzahnten Hohlrad (1, 1'), einem damit in Eingriff stehenden außenverzahnten Ritzel (2) und einem zwischen Hohlrad und Ritzel angeordneten Füllstück (3), wobei das Hohlrad weitgehend radiale Durchbrüche (8, 8') aufweist, die den Außenumfang des Hohlrades mit dessen Innenseite im Bereich der Zahnlücken (13) und der Zahnköpfe verbinden, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Zahnlücken (13) mündenden Durchbrüche (8, 8') jeweils soweit in die die Zahnücke auf einer Seite begrenzende, nichttragende Zahnflanke (14) hineinversetzt sind, daß sie zugleich eine Verbindung zwischen deren Zahnfuß und dem Zahnkopf herstellen.

2. Innenzahnradmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß über die Höhe des zahnkopfseitigen Randes jedes Durchbruches (8, 8') der Zahnkopf gegenüber seiner den Kopfkreisdurchmesser bestimmenden Umfangsfläche (15) zurückgenommen ist. 5

3. Innenzahnradmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zahnkopf über die ganze Zahnbreite in Gestalt einer Anfasung (16) zurückgenommen ist. 10

4. Innenzahnradmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zahnkopf über die Zahnbreite in Gestalt einer Auskehlung (17) zurückgenommen ist. 15

5. Innenzahnradmaschine nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfasung (16) sich über einen von der Umfangsfläche (15) des Zahnes (11) ausgehenden Teil der Höhe des zahnkopfseitigen Randes des Durchbruches (8, 8') erstreckt und sich die Auskehlung (17) daran anschließt. 20

6. Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Durchbruches (8') zumindest auf seiner in die Zahnflanke (14) eindringenden Seite geradlinig begrenzt ist und die gerade Seite parallel zur Flankenlinie verläuft. 25 30

7. Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zahnkopfseitige geradlinige Rand (18) des Durchbruches (8') mit der Kante der Anfasung (16) bzw. der Auskehlung (17) fluchtet. 35

8. Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlrad (1') aus zwei gesonderten Teilen aufgebaut ist, deren Trennebene im Bereich der Durchbrüche (8') liegt. 40

9. Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse der Durchbrüche (8, 8') in Bezug auf den zugeordneten Radiusstrahl des Hohlrades (1) unter einem spitzen Winkel geneigt verläuft. 45

50

55

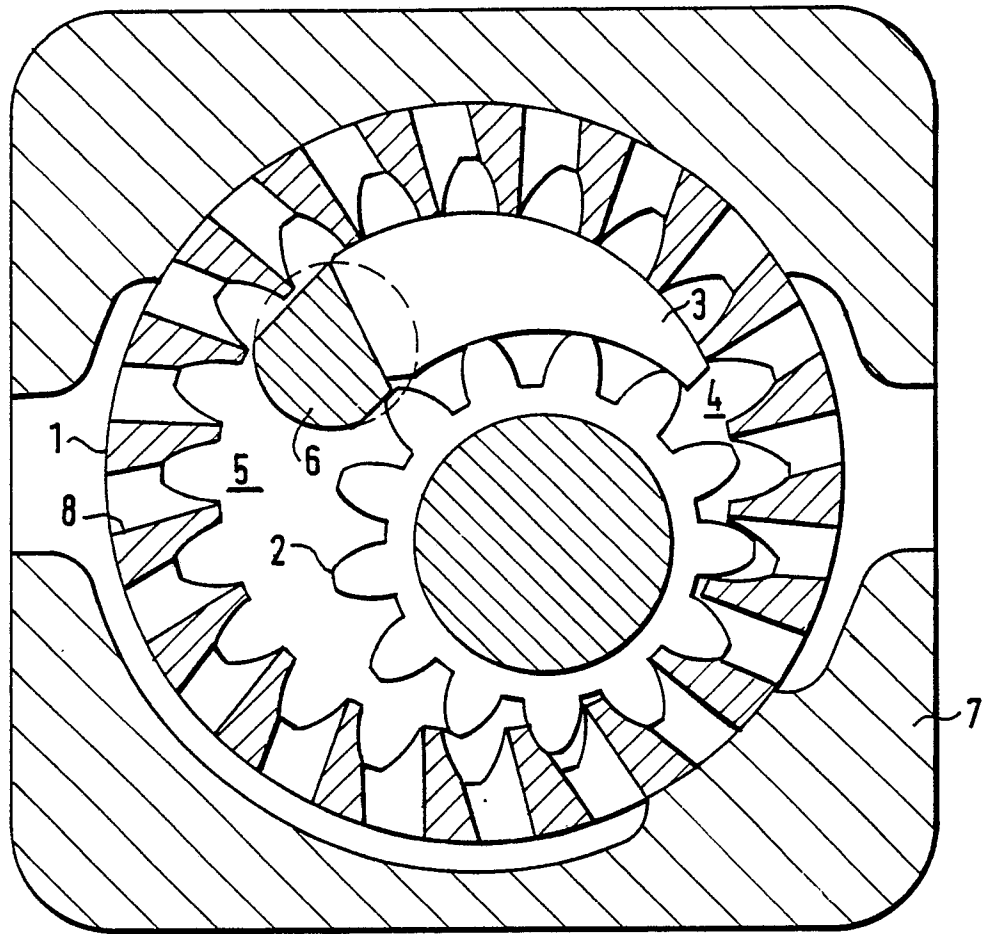


FIG. 1

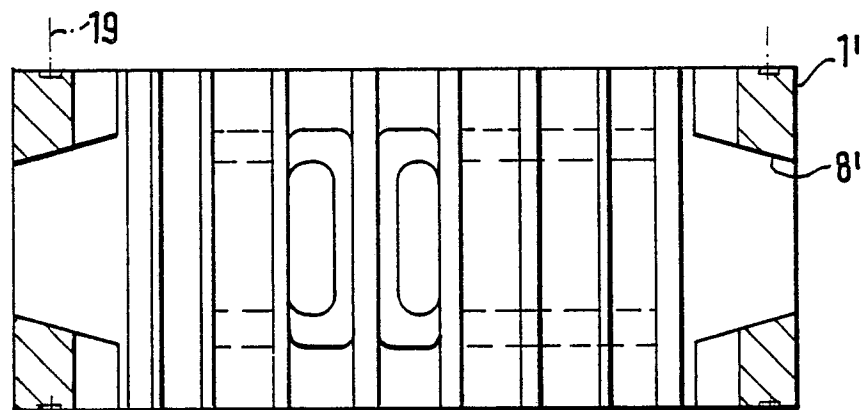
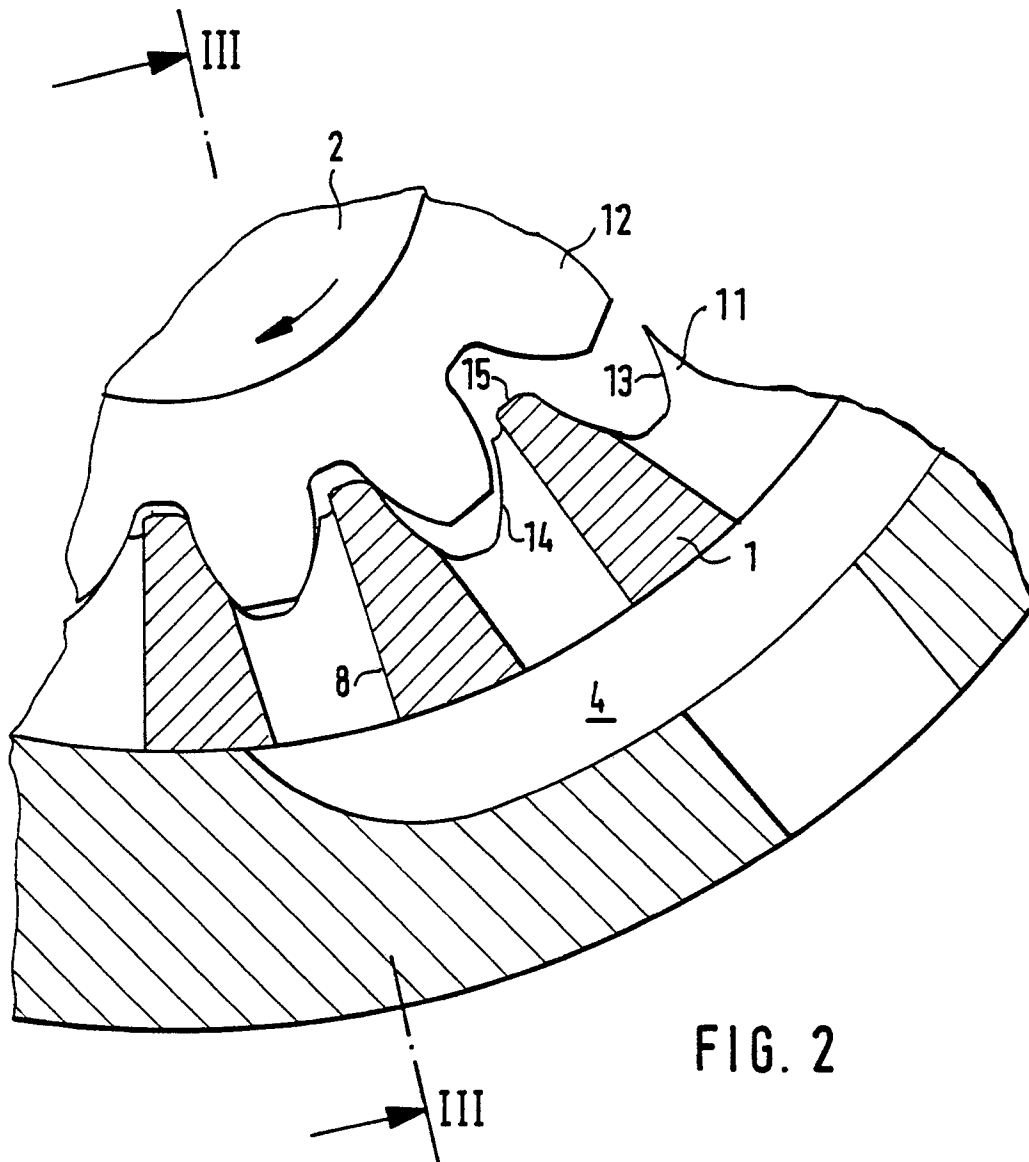
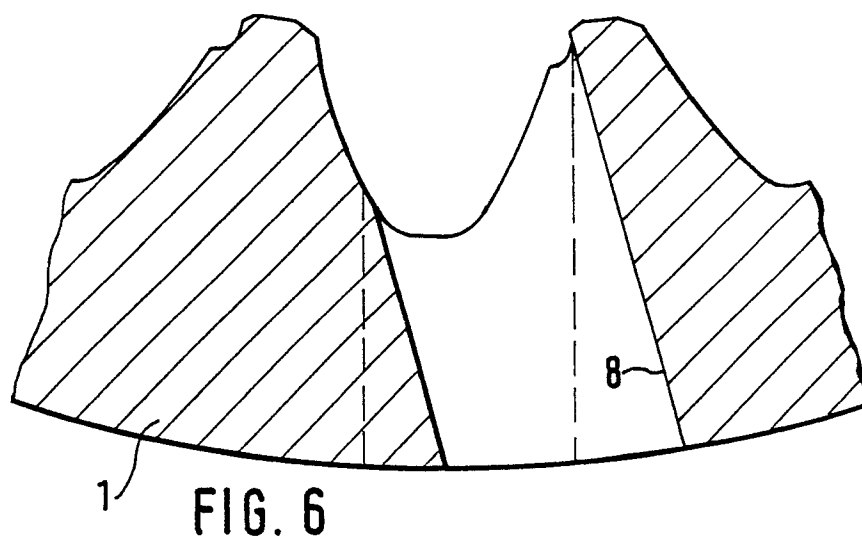
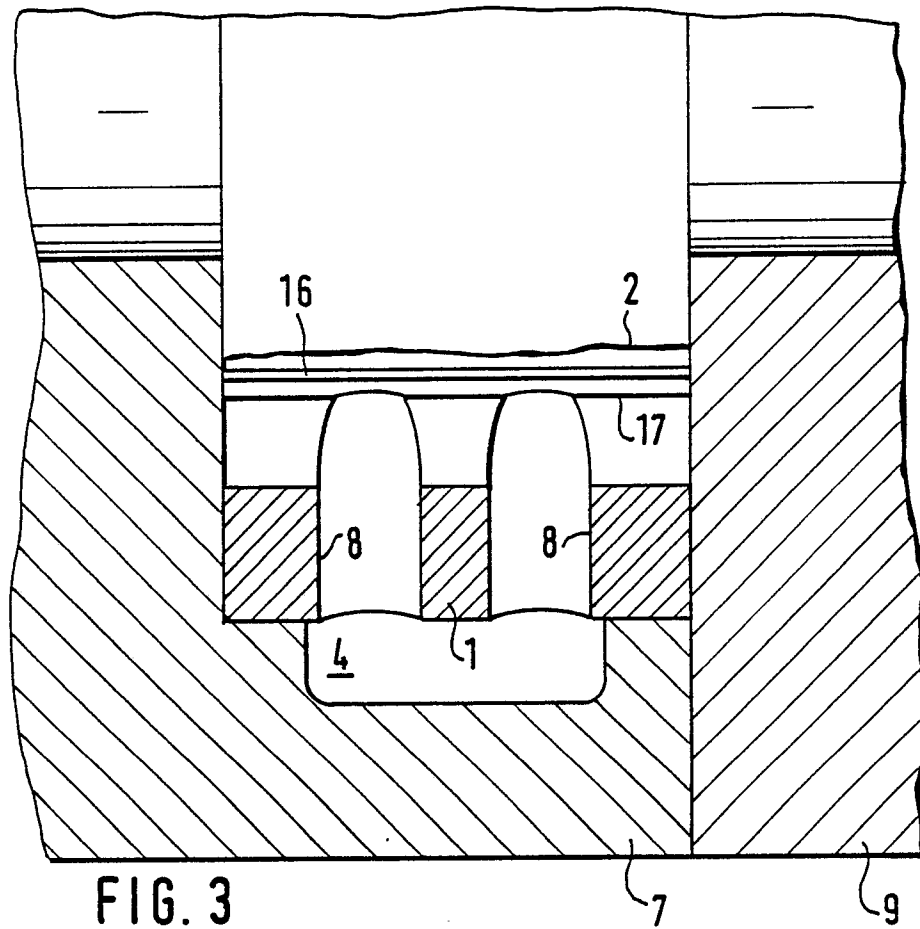


FIG. 4





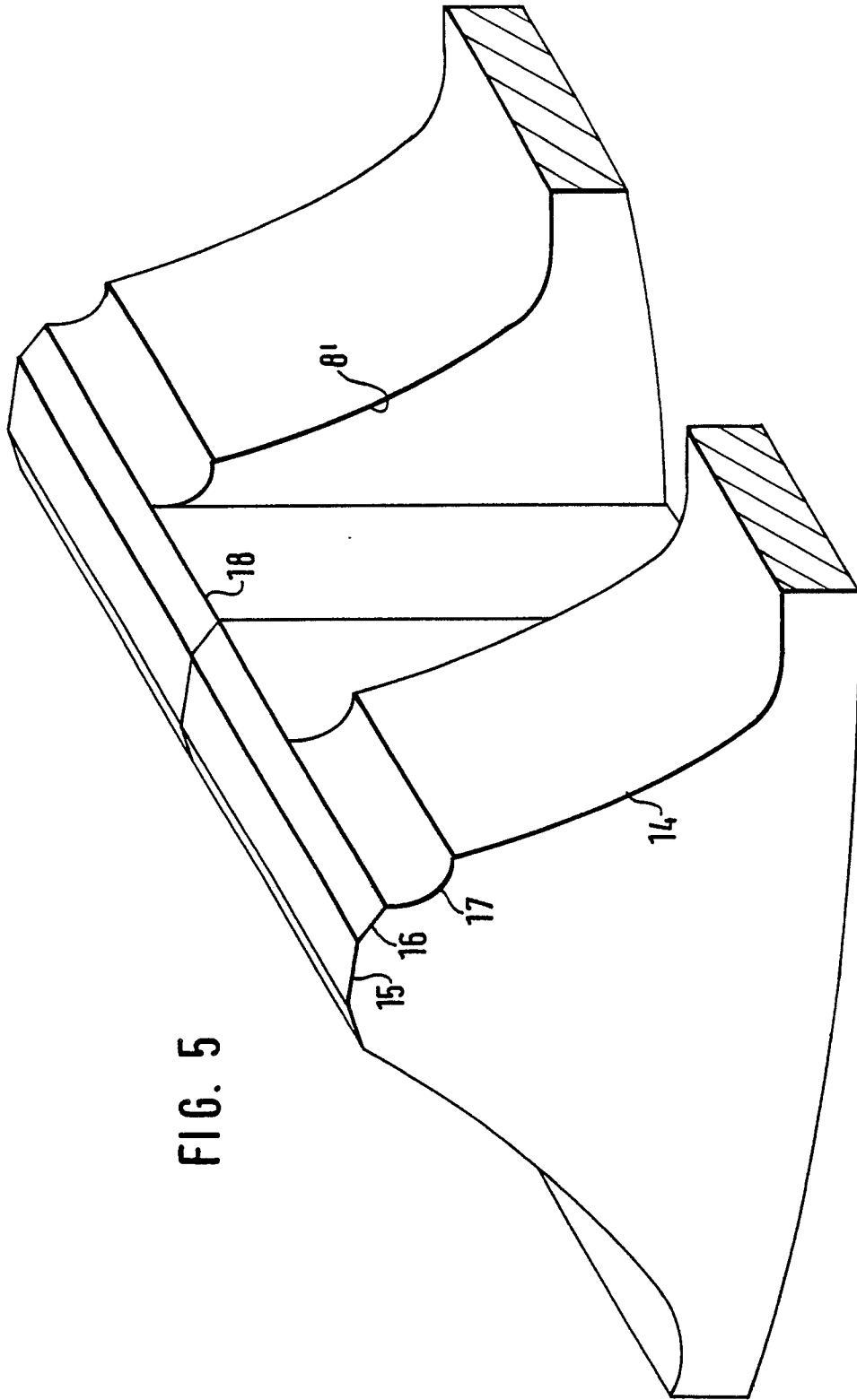


FIG. 5