

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 661 456 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94250290.7**

51 Int. Cl.⁶: **F04C 18/16**

22 Anmeldetag: **05.12.94**

30 Priorität: **08.12.93 DE 4342509**

72 Erfinder: **Herbert, Gerhard**
Gartenstrasse 7
D-64683 Einhausen (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.07.95 Patentblatt 95/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL SE

74 Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner,
Patentanwaltbüro,
Hohenzollerndamm 89
D-14199 Berlin (DE)

71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
D-40213 Düsseldorf (DE)

54 **Parallel- und aussenachsige Rotationskolbenmaschine.**

57 Die Erfindung betrifft eine parallel- und außenseitige Rotationskolbenmaschine vorzugsweise zum Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums mit zwei miteinander kämmenden Schraubenrotoren, von denen der eine als Rippenrotor (Hauptläufer), dessen Rippen außerhalb des Wälzkreises liegen und der andere als Nutenrotor (Nebenläufer), dessen Kopfteil im wesentlichen innerhalb des Wälzkreises liegt, ausgebildet ist und die Schraubensteigung in Abhängigkeit von der Zahnpeparung so gewählt

wird, daß sich mindestens ein Zahn im Eingriff befindet.

Erfindungsgemäß ist im Stirnschnitt die Profilflanke (26, 27, 53, 54) im Bereich des Wälzkreises (22, 23, 59, 60) so ausgebildet, daß der Kontakt der Läufer (2, 3, 50, 51) untereinander nur am Wälzkreis (39, 65) erfolgt, und zwar so, daß die Flanken im Eingriffspunkt am Wälzkreis (22, 23, 59, 60) ohne Schlupf aufeinander abwälzen.

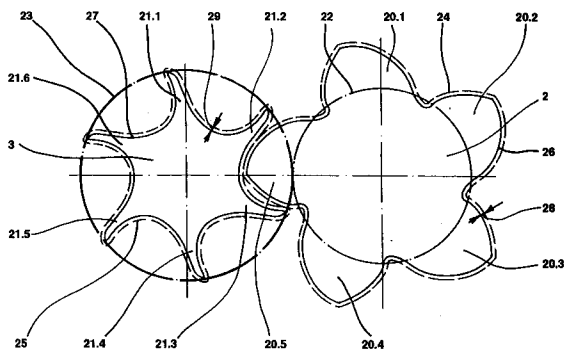


Fig. 2

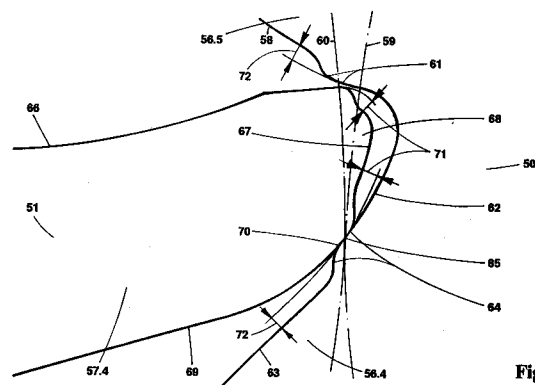


Fig. 5

EP 0 661 456 A1

Die Erfindung betrifft eine trockenlaufende parallel- und außenachsige Rotationskolbenmaschine vorzugsweise zum Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches.

Trockenlaufende Schraubenverdichter sowie Schraubenvakuumpumpen sind normalerweise mit einem Koppelgetriebe auch Gleichlauf- bzw. Synchronisiergetriebe genannt, versehen (siehe Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, 16. Auflage, P 45). Über das Gleichlaufgetriebe wird im allgemeinen vom Hauptläufer das für den Nebensäufer erforderliche Drehmoment übertragen. Eine metallische Berührung der Läuferprofilflanken und die damit verbundenen Verschleiß-Beanspruchungen müssen verhindert werden, da es sonst zum Fressen und zur Zerstörung der Läufer kommt. Um die Reibung und damit den Verschleiß zwischen den Läufers zu verringern, ist es bekannt, die Läuferoberflächen zu behandeln (siehe DE-OS 41 11 110). Mit Hilfe des Koppelgetriebes wird der erforderliche Profilspace von Haupt- und Nebensäufer eingestellt und konstant gehalten, so daß sich die beiden Läufer in keiner Profilstellung berühren.

Aus technischer und wirtschaftlicher Sicht soll der zuvor erwähnte Profilspace so gering wie möglich sein. Dies bedeutet auf der anderen Seite eine sehr hohe Fertigungsgüte der Koppelgetriebe-Zahnräder.

Bei der Rotation der Läufer ohne ein Gleichlaufgetriebe tritt an den Läuferprofilflanken normalerweise eine Gleitbewegung auf. Ein Maß für die Gleitbewegung ist die Gleitgeschwindigkeit, die als Kenngröße für Reibung, Erwärmung und Freßbeanspruchung, . Die Gleitgeschwindigkeit steigt mit zunehmendem Abstand des Profileingriffpunktes am Wälzkreis.

Aus der DE-OS 25 08 435 ist eine parallel- und außenachsige Rotationskolbenmaschine bekannt, bei der für den Antrieb durch den Nutenrotor eine bestimmte Profilkonstruktion für den Nutenrotor festgelegt ist. Damit soll die radiale Erstreckung der kraftübertragenden Flanken im Hinblick auf eine Verringerung der Flächenpressung und Verminderung der Gleitgeschwindigkeit wirksam vergrößert werden. Die Maschine kann wahlweise als öleingespritzte Rotationskolbenmaschine oder als trockenlaufende Maschine in Verbindung mit einem Gleichlaufgetriebe betrieben werden. Aus fertigungstechnischen Gründen im Sinne für einen zuverlässigen Betrieb der Maschine sind Spalte oder Zwischenräume vorgesehen, damit die Rotoren innerhalb bestimmter Flankenteile sich nicht unmittelbar berühren. Zur Erzeugung derartiger Spalte wird das Profil des Nutenrotors geringfügig modifiziert, so daß es von der theoretischen Gestalt abweicht. Das Ausmaß der Abweichungen wird in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen

festgelegt, wobei zahlenmäßig diese Abweichungen in der Bandbreite von Null bis 0,1 mm liegen. Für den Bereich in der Nähe des Teilkreises soll das Ausmaß der Abweichung einen Kleinstwert besitzen, wobei ein Wert Null mit eingeschlossen ist. Durch die vorgeschlagene Konstruktion soll erreicht werden, daß ein Schlupf in eine bestimmte Richtung sich einstellt, wobei die treibende Flanke eine höhere Gleitgeschwindigkeit als die getriebene Flanke besitzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine trockenlaufende parallel- und außenachsige Rotationskolbenmaschine vorzugsweise zum Verdichten eines kompressiblen Mediums anzugeben, deren Rotoren unter Verzicht eines Gleichlaufgetriebes möglichst verschleißarm miteinander kämmen.

Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruches angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Kern der Erfindung ist die Überlegung, daß im Umkehrschluß mit abnehmendem Abstand des Profileingriffpunktes vom Wälzkreis die Gleitgeschwindigkeit geringer wird und im Bereich des Wälzkreises sehr klein bzw. nahezu Null ist. Wenn nun, wie vorgeschlagen, im Stirnschnitt die Profilflanke der beiden Läufer im Bereich des Wälzkreises so ausgebildet ist, daß der Kontakt, d.h. der Berührungspunkt der Läufer untereinander nur im Wälzkreis erfolgt, dann muß die Verschleißbeanspruchung geringer werden. Diese Bedingung kann man bspw. in der Weise realisieren, daß im Kopfteil des Nutenrotors und/oder im Fußbereich des Rippenrotors sowohl in der vorlaufenden wie auch in der nachlaufenden Flanke je eine nockenartige Erhöhung vorgesehen ist, die sich über den gesamten Läuferballen erstreckt und eine Berührung der Rotorflanke ausschließlich in der Nähe des Wälzkreises erlaubt.

Alternativ wird dazu vorgeschlagen, dies durch Zurücknahme des Kopfteiles zu erreichen. Im Unterschied zur nockenartigen Erhöhung muß die Kopfzurücknahme sowohl am Nuten- als auch am Rippenrotor vorhanden sein, da ansonsten eine verschleißfreie Berührung nicht gewährleistet ist. Zwangsläufig ist damit auch die Bedingung verknüpft, daß die Kopfzurücknahme sowohl an der vorlaufenden wie auch an der nachlaufenden Flanke angeordnet werden muß.

Die vorgenannten Erhöhungen bzw. Zurücknahmen liegen wertemäßig in einem Bereich zwischen 5 bis 25 Mikrometer und sind visuell am jeweiligen Läufer gut zu erkennen. Bedingt durch die Fertigungstoleranzen wird in den wenigsten Fällen der Idealzustand erreicht, daß eine Berührung nur und ausschließlich im Wälzkreis stattfindet. Auch in den unmittelbar angrenzenden Nachbarbereichen kommt es zu metallischen Be-

rührungen. In diesem Bereich nimmt die Gleitgeschwindigkeit und damit der Verschleiß wieder zu. Um den Abrieb auch für diese Bereiche zu minimieren, wird weiterbildend vorgeschlagen, die Bereiche der Erhöhung bzw. Zurücknahme speziell oberflächenzubehandeln.

Als Verfahren dafür bieten sich an

- thermisches Verfahren
- thermomechanisches Verfahren
- thermochemisches Verfahren
- Gasphasenabscheidung
- elektrochemische und chemisches Verfahren
- Ionenimplantation
- Laserhärten
- Laserauftragsschweißen mit metallischen Beschichtungsstoffen

Besonders günstig für die zuvor erwähnte Oberflächenbehandlung der speziellen Bereiche der Läufer hat sich zum einen das Ionenimplantieren mit vorzugsweise Titan und Chrom als Ionenimplantat und das Laserhärten herausgestellt.

Beide Verfahren sind darüber hinaus gut geeignet sehr kleine ausgewählte Bereiche zu härten, ohne die angrenzenden Bereiche mit zu beeinflussen.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Rotationskolbenmaschine ist darin zu sehen, daß die ansonsten übliche Verschleißrate im Berührungsbereich beider Läufer minimiert wird und damit auch eine trockenlaufende Maschine ohne Gleichlaufgetriebe realisiert werden kann. Der etwas größere Fertigungsaufwand für die Herstellung eines solchen Läuferpaares wird mehr als wettgemacht durch die Wirkungsgradverbesserung und die längeren Standzeiten der Maschine.

In der Zeichnung wird anhand zweier Ausführungsbeispiele die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Läufer näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Trockenläufer nach dem Stand der Technik
- Figur 2 einen Stirnschnitt durch ein herkömmliches Läuferpaar mit großem Flankenspiel
- Figur 3 im vergrößerten Maßstab einen Teilausschnitt eines Stirnschnittes eines erfindungsgemäßen Läuferpaares mit nockenartiger Erhöhung
- Figur 4 einen Stirnschnitt durch ein erfindungsgemäßes Läuferpaar mit Kopfzurücknahme
- Figur 5 im vergrößerten Maßstab einen Teilausschnitt des Stirnschnittes nach Fig. 4
- Fig.6a-b Beispiele für unterschiedliche Oberflächenbehandlungen

In Figur 1 ist in einem Längsschnitt eine trocken-

laufende Rotationskolbenmaschine nach dem Stand der Technik dargestellt. In einem Gehäuse 1 sind zwei parallelliegende Schraubenrotoren 2,3 angeordnet, wovon der eine als Hauptläufer 2 oder auch Rippenrotor genannt, und der andere als Nebenläufer 3 oder auch Nutenrotor genannt, ausgebildet ist. Der Hauptläufer 2 wird über eine Welle 4 angetrieben, beispielsweise durch einen angeflanschten E-Motor oder Dieselmotor. Der Zapfen der Welle 4 stützt sich über ein Radialkugellager 5 im Gehäuse 1 ab. In ähnlicher Weise stützt sich auch der Zapfen in der Rotorwelle 6 des Nebenläufers 3 ab. Auf der rechten Seite ist zusätzlich zum Radiallager 7 noch ein Axiallager 8 angeordnet, um den beim Betrieb auftretenden Axial Schub aufzufangen. Dieser Axial Schub entsteht durch den Druckunterschied zwischen der Saug- und Druckseite. Um die Leckageverluste gering zu halten und zur physikalischen Abtrennung von Arbeitsraum und ölgeschmierten Lager- bzw. Getrieberaum, sind beide stirnseitigen Bereiche mit Abdichtungen 9,10 versehen. Das kompressible Arbeitsmedium, beispielsweise Luft, tritt über den hier nicht dargestellten Saugstutzen in den saugseitigen Arbeitsraum 11 ein, wird entlang der Förderlinie der beiden Schraubenrotoren 2,3 verdichtet und tritt im angeflanschten Austrittgehäuse 12 wieder aus. Um bei diesem hier gezeigten Trockenläufer eine metallische Berührung der beiden Rotoren 2,3 zu vermeiden, ist im Hohlraum eines angeflanschten Dekkels 13 ein aus zwei Zahnrädern 14,15 bestehendes Gleichlaufgetriebe angeordnet. Diese Zahnräder 14,15 weisen eine hohe Fertigungsgenauigkeit auf und verhindern durch Synchronisierung eine metallische Berührung zwischen Haupt-2 und Nebenläufer 3. Auf weitere konstruktive Einzelheiten wird hier nicht eingegangen, da sie für das Verständnis der nachfolgenden Ausführungen ohne Bedeutung sind.

Figur 2 zeigt in einem Stirnschnitt ein herkömmliches Läuferpaar mit großem Flankenspiel. In diesem Beispiel weist der Hauptläufer 2 fünf Kämme 20.1 - 20.5 auf, während der Nebenläufer 3 mit sechs Zähnen 21.1 - 21.6 versehen ist. Diese an sich nicht untypische Paarung 5/6 ist aber nicht erfindungswesentlich. Die Paarung ist beliebig und könnte ebensogut auch beispielsweise 3/4, 4/4 oder 5/7 lauten. Wesentlich ist, daß die Wälzkreise 22,23 des Hauptläufers 2 bzw. des Nebenläufers 3 im Bereich der Kopfelemente 20.1-20.5 bzw. der Kopfelemente 21.1-21.6 liegen. Dies bedeutet, daß die Durchmesser der Wälzkreise 22,23 kleiner/gleich dem Kopfdurchmesser bzw. größer/gleich dem Fußkreisdurchmesser des Hauptläufers 2 bzw. des Nebenläufers 3 sein müssen. Mit der gestrichelten Linie ist das jeweilige Auslegungsprofil 24,25 und mit der durchgezogenen Linie 26,27 das jeweilige Fertigungsprofil angedeutet.

Die Addition der Differenz 28 des Hauptläufers 2 zur Differenz 29 des Nebenläufers 3 wird als Flanken- bzw. Profilspiel bezeichnet. Üblicherweise wird dieses Flankenspiel gleichmäßig auf den Haupt- und Nebenläufer aufgeteilt. Die Differenzen 28,29 sind aus Gründen der Veranschaulichung übertrieben groß dargestellt und liegen in Summe in der Größenordnung von vorzugsweise 100 μm .

In der nachfolgenden Figur 3 ist in einem vergrößerten Maßstab ein Teilausschnitt eines Stirnschnittes eines erfindungsgemäßen Läuferpaares 2,3 mit nockenartigen Erhöhungen dargestellt. Die gleichen Bezugszeichen von Fig. 2 verwendend kämmt ein Zahn 21.3 des Nebenläufers 3 mit dem Kamm 20.5 des Hauptläufers 3. Zuerst wird das Profil des Hauptläufers 2 betrachtet. Die hier detailliert bezeichneten Flanken 30,32 und 33 des Hauptläufers 2 entsprechen der in Figur 2 mit 26 bezeichneten Flanken des Hauptläufers. Die vorlaufende Flanke 30 des Kopfteiles 20.5 des Hauptläufers 2 weist im Wälzbereich eine nockenartige Erhöhung 31 auf. Danach folgt die Lückenflanke 32 des Hauptläufers 2, die dann übergeht in die nachlaufende Flanke 33. Im Bereich dieser nachlaufenden Flanke 33 ist eine weitere nockenartige Erhöhung 34 vorgesehen. Eine vergleichbare Ausgestaltung ist auch für den hier gezeigten Zahn 21.3 des Nebenläufers 3 vorgesehen. Die in Figur 2 mit 27 bezeichnete Flanke des Nebenläufers 3 entspricht den hier detailliert aufgeführten Flanken 35,37 und 40 des Nebenläufers 3. Die vorlaufende Flanke 35 weist vor dem Übergang in den Kopfteil 36 eine Abflachung 37 auf, die dann übergeht in eine schon zuvor beim Hauptläufer 2 erwähnte nockenartige Erhöhung 38. Erfindungswesentlich ist nun, daß die beiden genannten Erhöhungen 31,38 des Hauptläufers 2 und des Nebenläufers 3 sich genau im Wälzkreisepunkt 39 beider Wälzkreise 22,23 berühren. Dabei ist vorteilhaft, daß in diesem Bereich die zu Abrieb und Verschleiß führende Gleitbewegung sehr klein, im Idealfall nahezu Null ist. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, daß die jeweilige Erhöhung 31,38 sich entlang des Läuferballens fortsetzt, wobei durch den Grad der Schraubensteigung sichergestellt ist, daß an jeder Stelle des Läuferballens der Berührungspunkt auf dem Wälzkreisepunkt liegt. Auch die nachlaufende Flanke 40 des Zahnes 21.3 des Nebenläufers 3 weist eine nockenartige Erhöhung 41 auf, die dann mit der gegenüberliegenden Erhöhung 34 des Hauptläufers 2 kämmt. Die Größe der Erhöhungen 42,43 ist hier zeichnerisch stark übertrieben dargestellt und liegt für beide Läufer 2,3 in Wirklichkeit in einem Bereich zwischen 5 bis 45 Mikrometer.

In den weiteren Figuren 4 und 5 ist eine Variante des erfindungsgemäßen Läuferpaares mit Kopfzurücknahme dargestellt. Im Unterschied zu

Figur 2 weist das miteinander kämmende Läuferpaar 50,51 der Figur 4 zwar die gleiche Zahnradpaarung 5/6 auf; die Kontur (Flanke) 54 des Hauptläufers 50 bzw. die Kontur (Flanke) 53 des Nebenläufers 51 würden aber in Figur 2 mittig zwischen den Konturen 24,26 des Hauptläufers 2 bzw. den Konturen 25,27 des Nebenläufers 3 liegen. Dadurch ist das Flanken- bzw. Profilspiel wesentlich geringer und liegt in der Größenordnung von 50 μm . Dieses Flanken- bzw. Profilspiel ist hier nicht gesondert dargestellt. Erkennbar ist die Kopfzurücknahme 72 des Hauptläufers 50 und die Kopfzurücknahme 71 des Nebenläufers 51. Die Detailbetrachtung in Figur 5 beginnt wie bei Fig. 3 beim Hauptläufer 50. Wie zu erkennen ist, ist die vorlaufende Flanke 58 im Kopfbereich zurückgenommen, so daß im Bereich des Wälzkreises 59 eine Quasi-Erhöpfung 61 entsteht. Diese geht dann kontinuierlich über in die Lückenflanke 62. Die nachlaufende Flanke 63 weist ebenfalls eine Kopfzurücknahme auf, so daß eine weitere Quasi-Erhöpfung 64 gebildet wird. Ähnliches gilt für den Zahn 57.4 des Nebenläufers 51. In der vorlaufenden Flanke 66 setzt die Abflachung 67 (Kopfzurücknahme 71) ebenfalls im Bereich des Wälzkreises 60 ein und endet in der nachlaufenden Flanke 69 im Bereich des Wälzkreises 60. Über den Kopfteil 68 ist die Kopfzurücknahme 71 konstant. Wie auch in Figur 3 kämmen die beiden hervorstehenden Bereiche 70,64 genau im Wälzpunkt 65. Die Kopfzurücknahme 71,72 ist ebenfalls zeichnerisch übertrieben dargestellt und liegt in der Größenordnung von 5 bis 45 Mikrometer.

Figur 6 zeigt in den Teilbildern a-d verschiedene Arten einer Oberflächenaufhärtung, wobei die Teilbilder a, b der Profilausbildung gemäß Fig. 3 und die Teilbilder c und d der Profilausbildung gemäß Fig. 5 entsprechen. Im Teilbild a ist als eine der Möglichkeiten der lokalen Oberflächenaufhärtung die Beschichtung mit Keramik dargestellt. Man kann erkennen, daß nur die davon betroffenen Bereiche 31,38,41,34 eine solche Beschichtung aufweisen. Auf die Einzelheiten des Aufbringens der Keramik wird hier nicht eingegangen, da sie in der entsprechenden Fachliteratur (z. B. Technische Mitteilung, Heft 3 85. Jahrgang, Oktober 1992, Keramik als Konstruktionswerkstoff) nachzulesen ist. Im Teilbild b ist eine sehr einfache Aufhärtung dargestellt, und zwar mittels des klassischen thermischen Härtens. Im Unterschied zum Teilbild a kann man erkennen, daß die Einflußzonen sehr viel größer sind und man fertigungstechnisch gezwungen ist, den Hauptläufer 2 nicht nur im Bereich der nockenartigen Erhöhung 39,34, sondern auch die Lückenflanke 32 mitzubehandeln. Im Teilbild c ist eine andere Art der Beschichtung dargestellt. Superharte Werkstoffe wie Platin-aluminid werden im Hochvakuum mit Plasmaunterstützung aufge-

dampft. Dieses Verfahren ist auch unter der Abkürzung PVD (Physical-Vapour-Deposition) bekannt. Die Schichten sind sehr dünn und können an bestimmten ausgesuchten Stellen lokalisiert aufgetragen werden.

Eine weitere Variante zeigt Teilbild d. Hier ist eine Kombination verschiedener Aufhärtungsverfahren gewählt worden. Der Kopfteil 68 des Zahnes 57.4 des Nebenläufers 51 wird wahlweise mittels Keramik oder PVD beschichtet. Die Lückenflanke 73 des Hauptläufers 50 wird einschließlich der speziellen Bereiche 61,64 mittels Ionenimplantieren behandelt. Vorzugsweise werden Titan- und Chromionen dafür verwendet.

Patentansprüche

1. Trockenlaufende parallel- und außenachsige Rotationskolbenmaschine vorzugsweise zum Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums mit zwei miteinander kämmenden Schraubenrotoren, von denen der eine als Rippenrotor (Hauptläufer), dessen Rippen außerhalb des Wälzkreises liegen und der andere als Nutenrotor (Nebenläufer), dessen Kopfteil im wesentlichen innerhalb des Wälzkreises liegt, ausgebildet ist und die Schraubensteigung in Abhängigkeit von der Zahnpeaarung so gewählt wird, daß sich mindestens ein Zahn im Eingriff befindet, dadurch gekennzeichnet, daß im Stirnschnitt die Profilflanke (26,27,53,54) im Bereich des Wälzkreises (22,23,59,60) so ausgebildet ist, daß der Kontakt der Läufer (2,3,50,51) untereinander nur am Wälzkreispunkt (39,65) erfolgt, und zwar so, daß die Flanken im Eingriffspunkt am Wälzkreis (22,23,59,60) ohne Schlupf aufeinander abwälzen und im Kopfteil des Nutenrotors (3) und/oder im Nutenbereich des Rippenrotors (2) sowohl in der vorlaufenden (30,35) wie auch in der nachlaufenden (33,40) Flanke eine nockenartige Erhöhung (31,34,38,41) vorgesehen sind, die sich über den gesamten Läuferballen erstrecken und am Wälzkreispunkt (39) zur Berührung kommen.

5
2. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kopfteil des Nutenrotors (51) und des Rippenrotors (50) zurückgenommen (67, 71, 72) sind und die sich dadurch bildenden etwas hervorstehenden Bereiche (61, 64) am Wälzkreispunkt (65) zur Berührung kommen.

10
3. Rotationskolbenmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet,

15
4. Rotationskolbenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche der Berührung oberflächengehärtet sind.

20
5. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Flankenbereich zwischen zwei Berührungspunkten zusätzlich oberflächengehärtet ist.

25
6. Rotationskolbenmaschine nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Oberflächenhärtung die an sich bekannte Ionenimplantation verwendet wird, wobei als Implantat vorzugsweise Titan- und Chromionen eingesetzt werden.

30
7. Rotationskolbenmaschine nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Oberflächenhärtung das an sich bekannte Laserhärten eingesetzt wird.

35

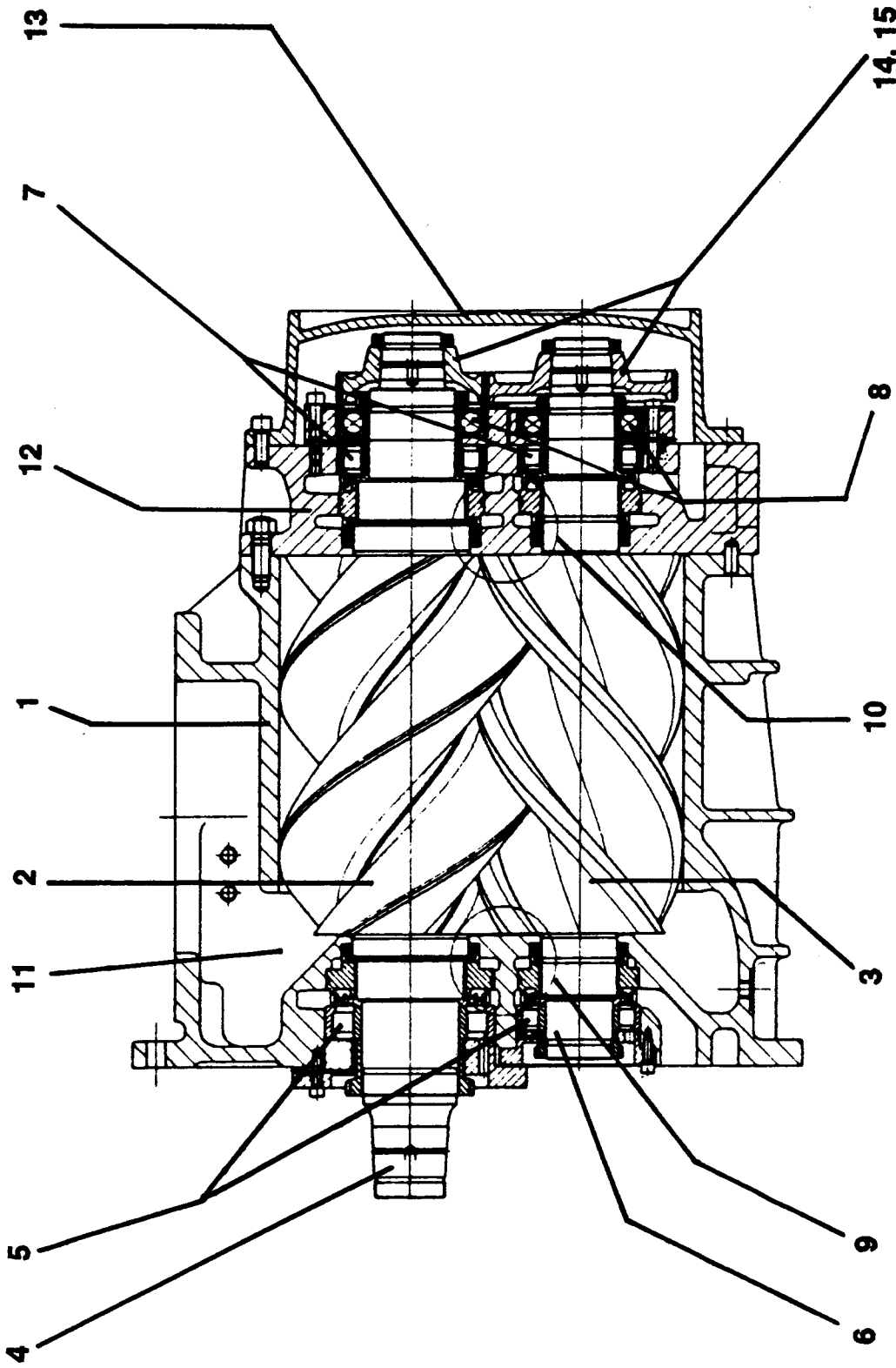


Fig.1

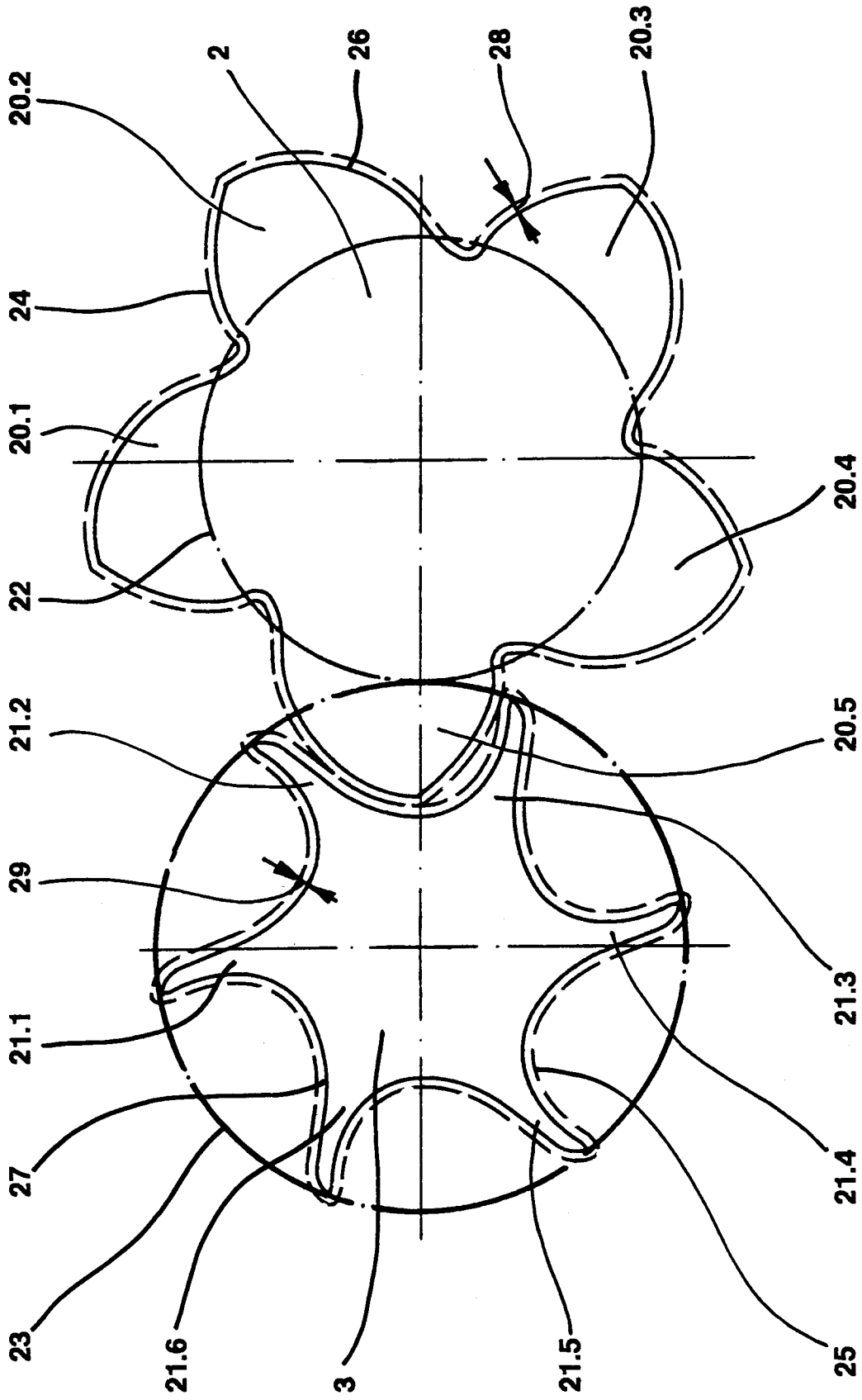


Fig. 2

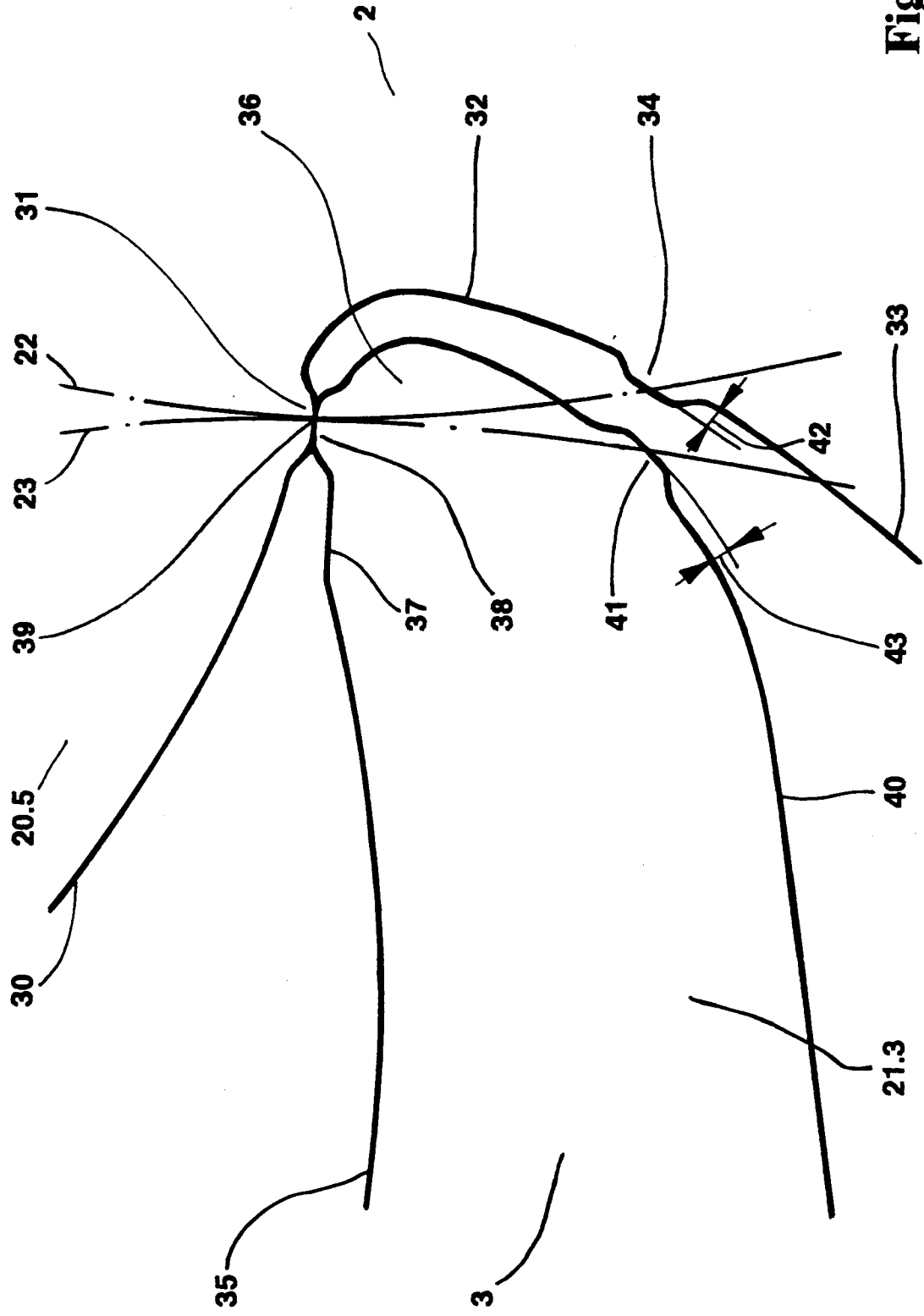


Fig. 3

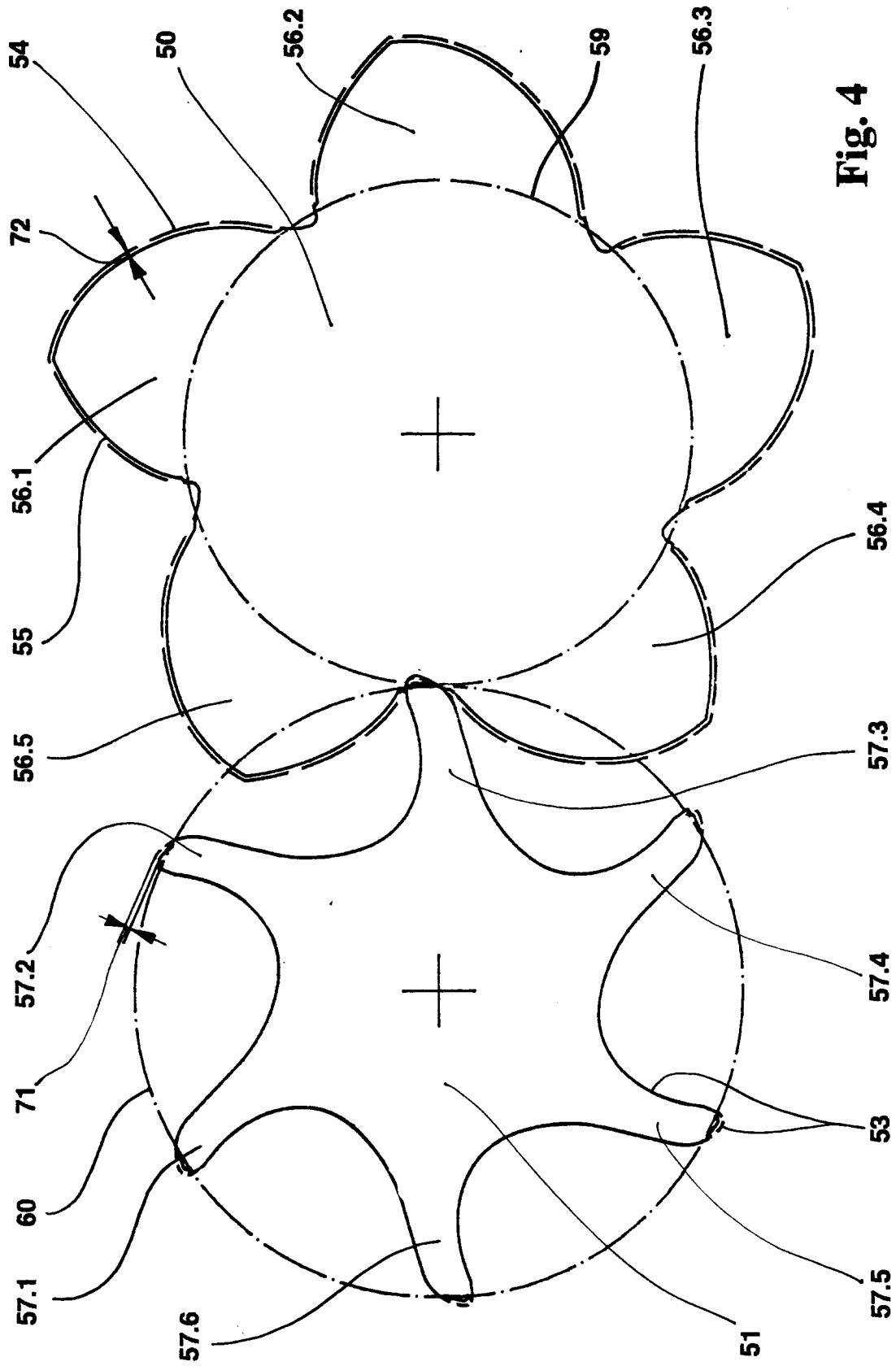


Fig. 4

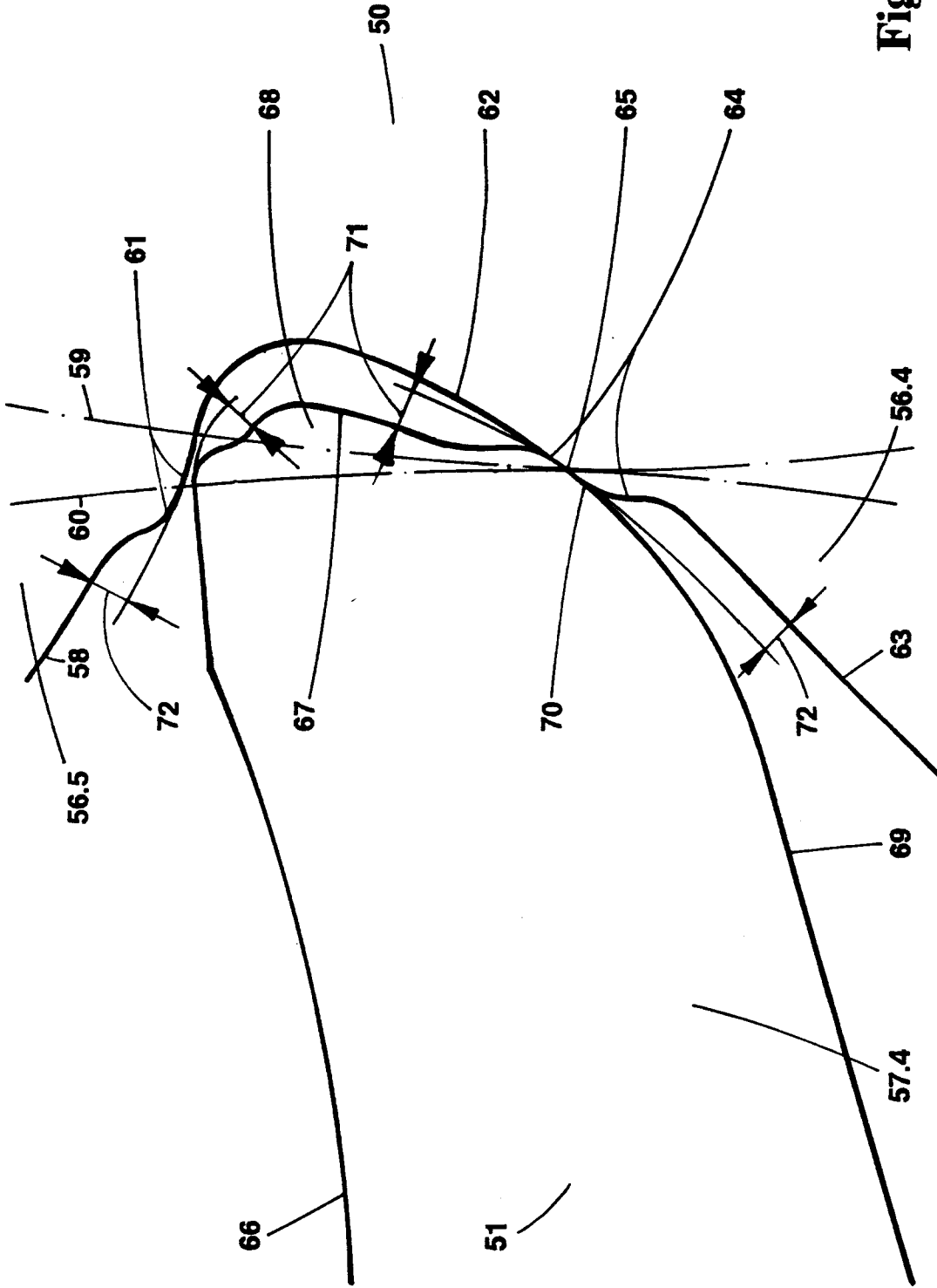


Fig. 5

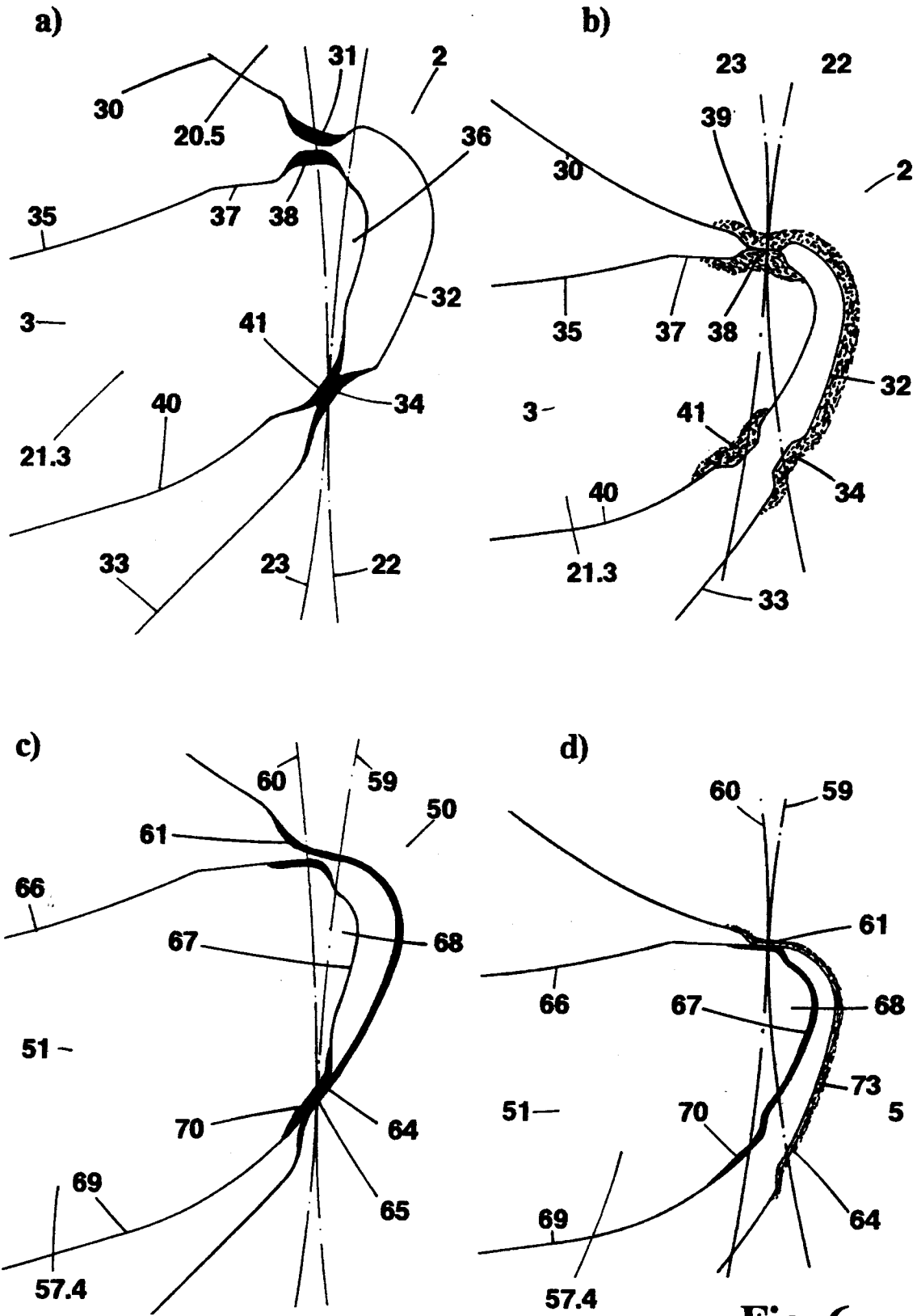


Fig. 6



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-4 666 385 (TOSHIKI OKAMOTO) * Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 2, Zeile 65; Abbildungen * ---	1	F04C18/16
A	GB-A-2 170 863 (HEAD ENHINEERING LTD.) * Seite 1, Zeile 6 - Zeile 105; Abbildungen * ---	1,2	
A	GB-A-2 121 112 (KARL BMMERT) * Seite 1, Zeile 73 - Seite 2, Zeile 110 * ---	1,4	
A	DE-A-41 11 110 (HITACHI) * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 49 * -----	1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F04C F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12.April 1995	Prüfer Kapoulas, T
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 : nichtschriftliche 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	