



(10) **DE 10 2012 102 775 A1** 2013.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 102 775.7**

(22) Anmeldetag: **30.03.2012**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2013**

(51) Int Cl.: **F16H 55/14 (2013.01)**

F16H 55/06 (2012.01)

B62D 5/04 (2012.01)

F16H 55/22 (2013.01)

(71) Anmelder:
**ZF Lenksysteme GmbH, 73527, Schwäbisch
Gmünd, DE**

(72) Erfinder:
**Füchsel, Dennis, 73527, Schwäbisch Gmünd, DE;
Hafermalz, Jens, 73116, Wäschenbeuren, DE**

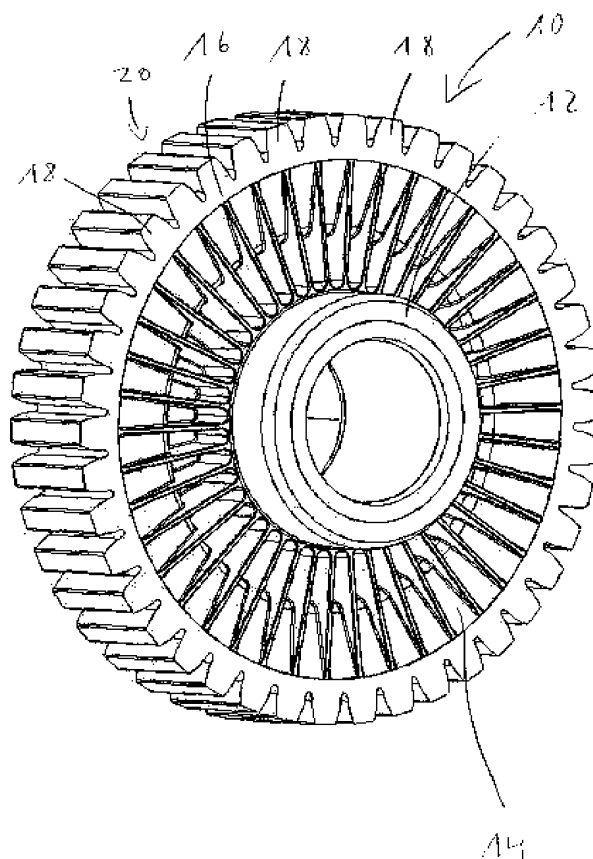
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2006 058 858	A1
DD	30 784	A4
DD	17 588	A1
GB	2 426 311	A
GB	2 126 686	A
US	7 159 485	B2
EP	1 777 439	A1
WO	02/ 038 432	A1
JP	2001- 336 611	A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **SCHRAUBRAD FÜR EINE ELEKTROMECHANISCHE LENKVORRICHTUNG**



(57) Zusammenfassung: Es werden ein Schraubrad und ein Schraubgetriebe vorgestellt. Das Schraubrad umfasst ein Innenteil, ein Verbindungsteil und ein Außenteil, das Zähne trägt. Im Verbindungsteil ist unter jedem Zahn des Außenteils jeweils eine Rippe angeordnet.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schraub- bzw. Schneckenrad, das in einer elektromechanischen Lenkvorrichtung, insbesondere einer Servolenkung, eingesetzt wird.

[0002] Schraub- bzw. Schneckenräder werden in Schneckengetrieben eingesetzt, die eine Art eines Schraubwälzgetriebes darstellen und eine schraubenförmige Schnecke umfassen, die bei Drehbewegungen ein in diese eingreifendes Zahnrad bzw. Schneckenrad dreht. Schneckengetriebe sind somit Zahnradgetriebe mit im allgemeinen rechtwinklig gekreuzten Achsen. Die in der Regel treibende Schnecke mit zylindrischer bzw. globoidischer Ausgestaltung wirkt mit dem zugehörigen, in der Schnecke kämmenden Schneckenrad mit entsprechender Verzahnung zusammen. Dabei findet die Berührung von Schnecke und Schneckenrad in Linien innerhalb eines Eingriffsfelds statt. Hierzu verfügen Schnecken über einen oder mehrere Zähne, die wie Gänge von Schrauben unter gleichbleibender Steigung um die Schneckenachse gewunden sind.

[0003] Derartige Schneckengetriebe werden in Lenkvorrichtungen, wie bspw. Servolenkungen, zur Übertragung von Lenkmomenten auf die Zahnstange des Lenksystems eingesetzt. Servolenkungen wiederum werden zur Reduzierung der Kraft, die zur Betätigung des Lenkrads eines Kraftfahrzeugs beim Lenken im Stand, beim Rangieren oder bei geringen Fahrgeschwindigkeiten erforderlich ist, eingesetzt. Dabei unterstützt die Servolenkung den Fahrer beim Lenken, indem die vom Fahrer aufgebrachte Kraft durch ein zusätzlich aufgebrachtes Moment, bspw. von einem Elektromotor oder einer Hydraulikpumpe bereitgestellt, verstärkt wird.

[0004] Bekannte Schraub- bzw. Schneckenräder bestehen bspw. aus einem Guss-Polyamid-Ring, die mit einer Metallnabe verklebt werden. Anschließend wird die Verzahnung durch Fräsen in den Guss-Polyamid-Ring eingebracht.

[0005] Aus der Druckschrift WO 02/38432 A1 ist eine elektrische Lenkvorrichtung für Kraftfahrzeuge bekannt, die ein Schneckengetriebe aufweist, das aus einer in einem Gehäuse gelagerten Schnecke und einem mit einer Eingangswelle gekoppelten Schneckenrad besteht. Das Schneckenrad ist Teil einer elastischen Ausgleichkupplung, deren Kupplungsteile nur durch einen elastischen Abstandshalter miteinander gekoppelt sind. Dabei ist das Schneckenrad spiegelsymmetrisch aufgebaut und auf dem Abstandshalter gelagert.

[0006] Es sind weiterhin Schraubräder für Servolenkungen bekannt, die aus mehreren Teilen bestehen. Diese mehrteiligen Schraubräder werden durch Ver-

bindungselemente form- und kraftschlüssig verbunden, um das Drehmoment vom Zahnkranz auf die Welle übertragen zu können.

[0007] Weiterhin sind Zahnräder bekannt, die ein Außenteil mit einer Verzahnung aufweisen und ein Einlegeteil als Nabe bzw. Innenteil haben, die durch ein Verbindungsteil mit einem Schirmanguss verbunden werden. Die Druckschrift EP 1 777 439 A1 beschreibt ein solches Zahnrad und ein Verfahren zur Herstellung dieses Zahnrads, bei dem das Außenteil und das Einlegeteil mit dem Verbindungsteil formschlüssig verbunden werden, wobei das Verbindungsteil mittels Schirmanguss gegossen wird.

[0008] Vor diesem Hintergrund wird ein Schraubrad mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Schraubgetriebe mit einem solchen Schraubrad mit den Merkmalen des Anspruchs 12 vorgestellt. Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0009] Das vorgestellte Schraubrad kommt in einer elektromechanischen Lenkvorrichtung zum Einsatz und weist ein Innenteil, ein Verbindungsteil und ein Außenteil auf, wobei das Außenteil Zähne trägt. Das Verbindungsteil ist zwischen dem Außenteil und dem Innenteil angeordnet. Das Innenteil kann eine Nabe oder eine Welle sein. Das beschriebene Schraubrad zeichnet sich dadurch aus, dass im Verbindungsteil unter jedem Zahn des Außenteils jeweils eine Rippe ausgebildet ist, die der Verstärkung dient.

[0010] Als Material für das Außenteil und das Verbindungsteil kommen insbesondere Kunststoffe in Betracht. Somit kann das Schraubrad mittels verschiedener Guss- und Spritzgussverfahren gefertigt werden.

[0011] In einer Ausgestaltung verlaufen die Rippen im Verbindungsteil radial. D.h. diese verlaufen jeweils im Verbindungsteil von der dem Innenteil zugewandten Seite hin in Richtung zu dem Außenteil, so dass die Verlängerung der Rippen in den Zähnen auslaufen bzw. die Rippen mit den Zähnen fluchten. Die Rippen bilden somit einen radialen Anschluss für die Zähne.

[0012] Das Außenteil kann aus einem unverstärkten Kunststoff oder einem verstärkten Kunststoff gefertigt sein. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Werkstoffe des Schraubrads so gewählt sind, dass die Festigkeit von außen nach innen zunimmt.

[0013] Als eine weitere Ausgestaltung wird ein Schraubrad beschrieben, bei dem an dem Verbindungsteil zylinderförmige Elemente vorgesehen sind, die in das Außenteil hineinragen. Entsprechend weist das Außenteil zylinderförmige Öffnungen bzw. Aussparungen auf, in welche die Elemente ragen. Da-

bei können die Elemente in Reihen umlaufend angeordnet sein. Sind mehrere Reihen von Elementen vorgesehen, so können die Elemente benachbarter Reihen versetzt zueinander angeordnet sein. Selbstverständlich können die Elemente auch am Außenteil vorgesehen sein. In diesem Fall sind im Verbindungsteil entsprechende Öffnungen vorgesehen. In einer Ausgestaltung sind die zylinderförmigen Elemente derart angeordnet, so dass sich unter jedem Zahn des Außenteils ein zylinderförmiges Element des Verbindungsteils befindet. D.h. dass die zylinderförmigen Elemente der Reihe an Elementen, die radial am weitesten außen vorgesehen ist, entsprechend vorgesehen sind.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung ist eine typischerweise mittlere Scheibe vorgesehen, die alle Rippen des Verbindungsteils miteinander verbindet.

[0015] Weiterhin können die Rippen, die bspw. radial verlaufen, an der dem Innenteil zugewandten Seite durch einen inneren Radius verbunden sein, der tangential in die Rippen übergeht.

[0016] Darüber hinaus kann zwischen dem Verbindungsteil und dem Außenteil eine kegelförmige Verbindung vorgesehen sein.

[0017] Die Merkmale der aufgeführten Ausführungen des beschriebenen Schraubrads können alternativ oder beliebig miteinander kombiniert ergänzend verwirklicht sein.

[0018] Es wird ebenfalls ein Schraub- bzw. Schneckengetriebe mit einem Schraubrad der vorstehend beschriebenen Art vorgestellt, das zum Einsatz in einer Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist.

[0019] Bei der Fertigung des beschriebenen Schraubrads wird bspw. das Außenteil aus unverstärktem oder verstärktem Kunststoff mittels Spritzgussverfahren hergestellt. Das Innenteil wird zusammen mit dem Außenteil in ein Spritzgusswerkzeug eingelegt. Danach wird der Freiraum zwischen Innenteil und Außenteil durch ein Verbindungsteil mittels Spritzgussverfahren aus typischerweise verstärktem Kunststoff ausgefüllt.

[0020] Das beschriebene Schraubrad weist in einer besonderen Ausgestaltung einen radialen und axialen Formschluss zwischen Innenteil und Verbindungsteil auf. Weiterhin ist eine symmetrische Verrippung des Verbindungsteils vorgesehen, d.h. unter jedem Zahn des Außenteils befindet sich eine radiale Rippe zur Verstärkung sowie zur Reduzierung von radialen Dehnungen infolge von z.B. Temperatureinwirkungen und Konditionierungen, bspw. durch Wasseraufnahme. Die mittlere Scheibe verbindet alle radialen Rippen des Verbindungsteils miteinander.

Dies führt zu einer Verbesserung der Torsionssteifigkeit und der Festigkeit des Verbindungsteils durch Übertragung axialer Kräfte. Die Verbindung der radialen Rippen des Verbindungsteils auf der dem Innenteil zugewandten Seite und somit im Bereich des Innenteils durch einen Radius, der tangential in die radialen Rippen übergeht, bewirkt eine Reduzierung der maximalen Spannungen. Die kegelförmige Verbindung zwischen dem Verbindungsteil und dem Außenteil im Axialschnitt führt zu einer Reduzierung der maximalen Spannungen. Der Formschluss zwischen dem Verbindungsteil und dem Außenteil durch zylinderförmige Elemente am Verbindungsteil, die in das Außenteil hineinragen, ist ebenfalls vorteilhaft. Weiterhin ist bei der besonderen Ausgestaltung vorgesehen, dass die radial am weitesten von der Mittelachse des Schraubrads entfernten zylinderförmigen Elemente des Verbindungsteils sich genau unterhalb eines jeden Zahns des Außenteils befinden, was eine Reduzierung der Zahnfußspannung im Außenteil mit sich bringt.

[0021] Zu beachten ist, dass das Verbindungsteil durch die symmetrische Kontur der Verzahnung des Außenteils einen großen formschlüssigen Bereich hat, der das Drehmoment und die axialen Kräfte übertragen kann. Dieser große symmetrische formschlüssige Bereich ermöglicht eine genaue Abbildung der Verzahnung des Außenteils, da die Spannungen, die durch das Schwinden des Verbindungsteils im Verzahnungsbereich auftreten, durch die Symmetrie des Verbindungsteils zu keinen unzulässigen Abweichungen in der Verzahnung führen.

[0022] Das Außenteil, das aus einem verstärkten oder unverstärkten Kunststoff besteht, wird bspw. mit dem Verbindungsteil vergossen. Durch das Schwinden des Verbindungsteils beim Abkühlen entsteht so zusätzlich zum Formschluss noch ein Kraftschluss zum Außenteil.

[0023] Die Werkstoffe des Schraubrads sind vorzugsweise so gewählt, dass die Festigkeit von außen nach innen, also vom Außenteil zum Verbindungsteil zum Innenteil, immer größer wird. Durch diesen Herstellungsprozess können Zahnräder, nämlich Schraub- und Schneckenräder, gefertigt werden, die einen kleinen Durchmesser aufweisen und gleichzeitig große Drehmomente übertragen können. Weiterhin ergibt sich durch die Verwendung vieler dünnen Rippen am Verbindungsteil eine große Festigkeit des Schraubrads in Verbindung mit einem äußerst geringen Materialeinsatz.

[0024] Das beschriebene Schraubrad ist, zumindest in einigen der Ausführungen, hinsichtlich der Kosten und des Gewichts vorteilhaft. Die Verwendung von Kunststoff, insbesondere für das Außenteil, bewirkt eine verbesserte Dämpfung. Außerdem ist das Rei-

bungsverhalten zwischen Metall und Kunststoff besser als dasjenige zwischen Metall und Metall.

[0025] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0026] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0027] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführung des beschriebenen Schraubrads.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt eine weitere Ausführung des beschriebenen Schraubrads.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch eine Ausführung des beschriebenen Schraubrads.

[0031] [Fig. 4](#) zeigt einen Ausschnitt des Schraubrads aus [Fig. 3](#) in anderer Perspektive.

[0032] [Fig. 5](#) zeigt eine Ausführungsform des Verbindungsteils.

[0033] [Fig. 6](#) zeigt eine Ausführungsform des Außenteils.

[0034] [Fig. 7](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Außenteils.

[0035] In [Fig. 1](#) ist eine Ausführungsform des beschriebenen Schraubrads in einer perspektivischen Gesamtansicht, insgesamt mit der Bezugsziffer **10** versehen, dargestellt. Das Schraubrad **10** umfasst ein Innenteil **12**, das in diesem Fall als Nabe ausgebildet ist, ein Verbindungsteil **14** und ein Außenteil **16**. Diese Teile **12**, **14** und **16** sind konzentrisch zueinander angeordnet, wobei das Verbindungsteil **14** zwischen dem Innenteil **12** und dem Außenteil **16** angeordnet ist.

[0036] Das Außenteil **16** trägt am äußeren Umfang eine Anzahl an Zähnen **18**, welche die Verzahnung **20** des Schraubrads **10** bilden. Dieser äußere Bereich des Außenteils **16**, der die Verzahnung **20** trägt, wird auch als Verzahnungsbereich bezeichnet.

[0037] Das Außenteil **16** kann aus einem verstärkten oder unverstärkten Kunststoff gefertigt sein. Für das Innenteil **12** kann ein metallischer Werkstoff ver-

wendet werden. Bei einer möglichen Herstellung wird das Verbindungsteil **14** zwischen Innenteil **12** und Außenteil **16** gegossen. Durch Schwinden des Verbindungsteils **14** beim Abkühlen entsteht dann zusätzlich zum Formschluss ein Kraftschluss zum Außenteil **18**.

[0038] In einer besonderen Ausgestaltung sind die Werkstoffe des Schraubrads **10** so gewählt, dass die Festigkeit von außen nach innen zunimmt. Somit kann das dargestellte Schraubrad **10** zwar einen kleinen Durchmesser haben und dennoch große Drehmomente übertragen.

[0039] In [Fig. 2](#) ist eine weitere Ausführung des Schraubrads **30** in einer perspektivischen Gesamtdarstellung wiedergegeben. Die Darstellung zeigt ein Innenteil **32**, das als Welle ausgebildet ist, ein Verbindungsteil **34** und ein Außenteil **36** mit Zähnen **38**, welche die Verzahnung **40** bilden. Auch bei dieser Ausführung können Materialien und Herstellungsverfahren, wie diese in Verbindung mit der Ausführung aus [Fig. 1](#) genannt sind, gewählt werden.

[0040] In [Fig. 3](#) ist in einer Schnittdarstellung eine Ausführung des Schraubenrads **50** wiedergegeben. Dieses umfasst ein Innenteil **52**, das als Welle ausgebildet ist, ein Verbindungsteil **54** und ein Außenteil **56** mit Zähnen **58** zur Bereitstellung einer Verzahnung **60**.

[0041] Durch eine radiale Erweiterung **64** am Innenteil **52** im Bereich der Verbindung zum Verbindungsteil **54** und eine entsprechende Ausnehmung **66** im Verbindungsteil **54**, wobei die Erweiterung **64** in die Ausnehmung **66** greift, ist ein radialer und axialer Formschluss zwischen dem Innenteil **52** und dem Verbindungsteil **54** gegeben.

[0042] Weiterhin zeigt die Darstellung eine kegelförmige Verbindung **70** zwischen dem Verbindungsteil **54** und dem Außenteil **56** im Axialschnitt. Auf diese Weise können maximale Spannungen reduziert werden. Außerdem ist in [Fig. 3](#) eine mittlere Scheibe **72** zu erkennen.

[0043] In [Fig. 4](#) ist das Schraubrad **50** aus [Fig. 3](#) in einer anderen Perspektive und ausschnittsweise dargestellt. Die Darstellung zeigt deutlich eine Anzahl von radial verlaufenden Rippen **80**, die im gleichen Abstand zueinander über das Verbindungsteil **54** angeordnet sind. Diese Rippen **80** stellen eine symmetrische Verrippung dar. Dabei befindet sich unter jedem Zahn **58** eine Rippe **80**, die zur Verstärkung und zur Reduzierung von radialen Dehnungen infolge von bspw. Temperaturdehnungen und Konditionierung dient.

[0044] Die radial verlaufenden Rippen **80** fluchten jeweils in einen der Zähne **58**, wobei jedem Zahn **58** ei-

ne Rippe **80** zugeordnet ist. Weiterhin zeigt die Darstellung die mittlere Scheibe **72**, die alle radialen Rippen **80** des Verbindungsteils **54** miteinander verbindet. Dies führt zu einer Verbesserung der Torsionssteifigkeit und Festigkeit des Verbindungsteils **54**, da axiale Kräfte durch die mittlere Scheibe **72** übertragen werden.

[0045] Durch die Verwendung der Rippen **80** ergibt sich eine große Festigkeit des Verbindungsteils **54** und damit des gesamten Schraubrads **50** bei geringem Materialeinsatz.

[0046] Außerdem ist in [Fig. 4](#) zu erkennen, dass die Verbindung der radialen Rippen **80** des Verbindungsteils **54** im Bereich des Innenteils **52** durch einen Radius **84** bzw. eine Abrundung gegeben ist, der bzw. die tangential in die radialen Rippen **80** übergeht.

[0047] In [Fig. 5](#) ist eine Ausführung eines Verbindungsteils **90** dargestellt, das auf einem Innenteil **92** gehalten ist. Das Verbindungsteil **90** weist radial verlaufende Rippen **94** auf. Weiterhin sind in Reihen angeordnete zylinderförmige Elemente **98** zu erkennen, die einen Formschluss zwischen dem Verbindungsteil **90** und einem Außenteil, wie dieses in [Fig. 6](#), mit der Bezugsziffer **100** bezeichnet, dargestellt ist. Dieses Außenteil **100** weist entsprechende zylinderförmige Öffnungen **102** auf, in welche die zylinderförmigen Erweiterungen **98** greifen. Die entsprechenden Formen können bei einem Guss- oder Spritzgussverfahren, wenn bspw. das Verbindungsteil **90** zwischen das Außenteil **100** und das Innenteil **92** gegossen wird, gebildet werden.

[0048] Zur Bereitstellung des Formschlusses ragen die zylinderförmigen Elemente **98** am Verbindungsteil **90** in die zylinderförmigen Öffnungen **102** im Außenteil **100**.

[0049] In [Fig. 7](#) ist ein Ausschnitt einer Ausführung des Außenteils **120** wiedergegeben. Dieses Außenteil trägt am äußeren Umfang Zähne **122**, die regelmäßig über den Umfang verteilt sind. Weiterhin sind zylinderförmige Öffnungen **124** zu erkennen, die in einer ersten Reihe **126** und einer zweiten Reihe **128** angeordnet sind. Dabei sind die Öffnungen **124** der ersten Reihe **126** versetzt zu den Öffnungen **124** in der zweiten Reihe **128** angeordnet.

[0050] Es ist zu erkennen, dass die zylinderförmigen Öffnungen **124**, die am weitesten von der Mittelachse des Schraubrads entfernt sind, somit die zylinderförmigen Öffnungen **124** der ersten Reihe **126**, sich genau unterhalb eines jeden Zahnes **122** befinden. Dies führt zu einer Reduzierung der Zahnfußspannung im Außenteil **120**.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

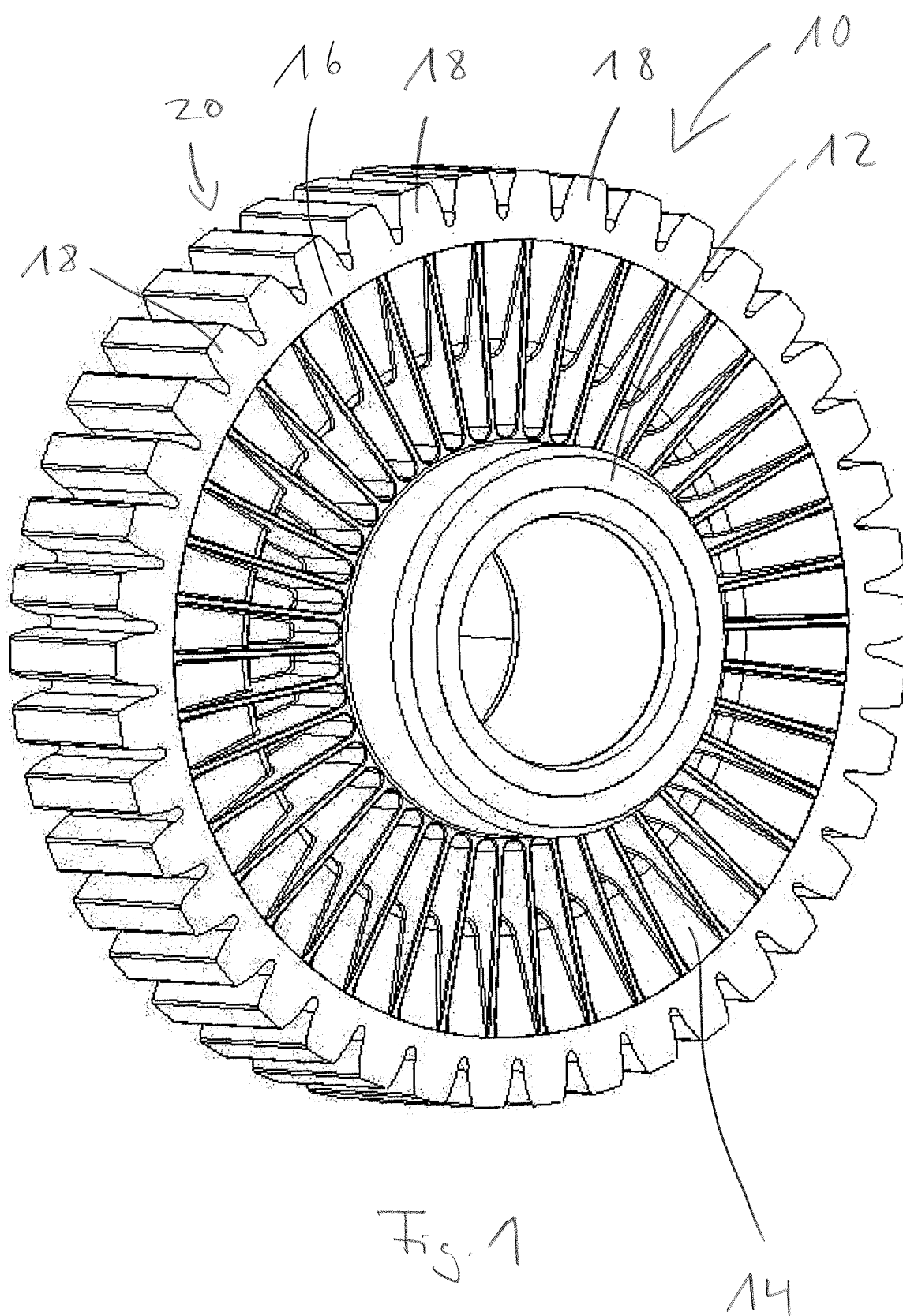
- WO 02/38432 A1 [\[0005\]](#)
- EP 1777439 A1 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Schraubrad für eine elektromechanische Lenkvorrichtung, das ein Innenteil, ein Verbindungsteil und ein Außenteil aufweist, wobei das Außenteil Zähne trägt, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Verbindungsteil unter jedem Zahn des Außenteils jeweils eine Rippe ausgebildet ist.
2. Schraubrad nach Anspruch 1, bei dem die Rippen radial verlaufen.
3. Schraubrad nach Anspruch 1, bei dem das Außenteil aus einem unverstärkten Kunststoff gefertigt ist.
4. Schraubrad nach Anspruch 1, bei dem das Außenteil aus einem verstärkten Kunststoff gefertigt ist.
5. Schraubrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem Werkstoffe des Schraubrads so gewählt sind, dass die Festigkeit von außen nach innen zunimmt.
6. Schraubrad nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem an dem Verbindungsteil zylinderförmige Elemente vorgesehen sind, die in das Außenteil hineinragen.
7. Schraubrad nach Anspruch 6, bei dem die zylinderförmigen Elemente derart angeordnet sind, so dass sich unter jedem Zahn des Außenteils ein zylinderförmiges Element des Verbindungsteils befindet.
8. Schraubrad nach Anspruch 6 oder 7, bei dem die zylinderförmigen Elemente in Reihen mit unterschiedlichem radialen Abstand und zueinander versetzt angeordnet sind.
9. Schraubrad nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem eine Scheibe vorgesehen ist, die alle Rippen des Verbindungsteils miteinander verbindet.
10. Schraubrad nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Rippen des Verbindungsteils an der dem Innenteil zugewandten Seite durch einen inneren Radius verbunden sind, der tangential in die Rippen übergeht.
11. Schraubrad nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem zwischen dem Verbindungsteil und dem Außenteil eine kegelförmige Verbindung vorgesehen ist.
12. Schraubgetriebe mit einem Schraubrad nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



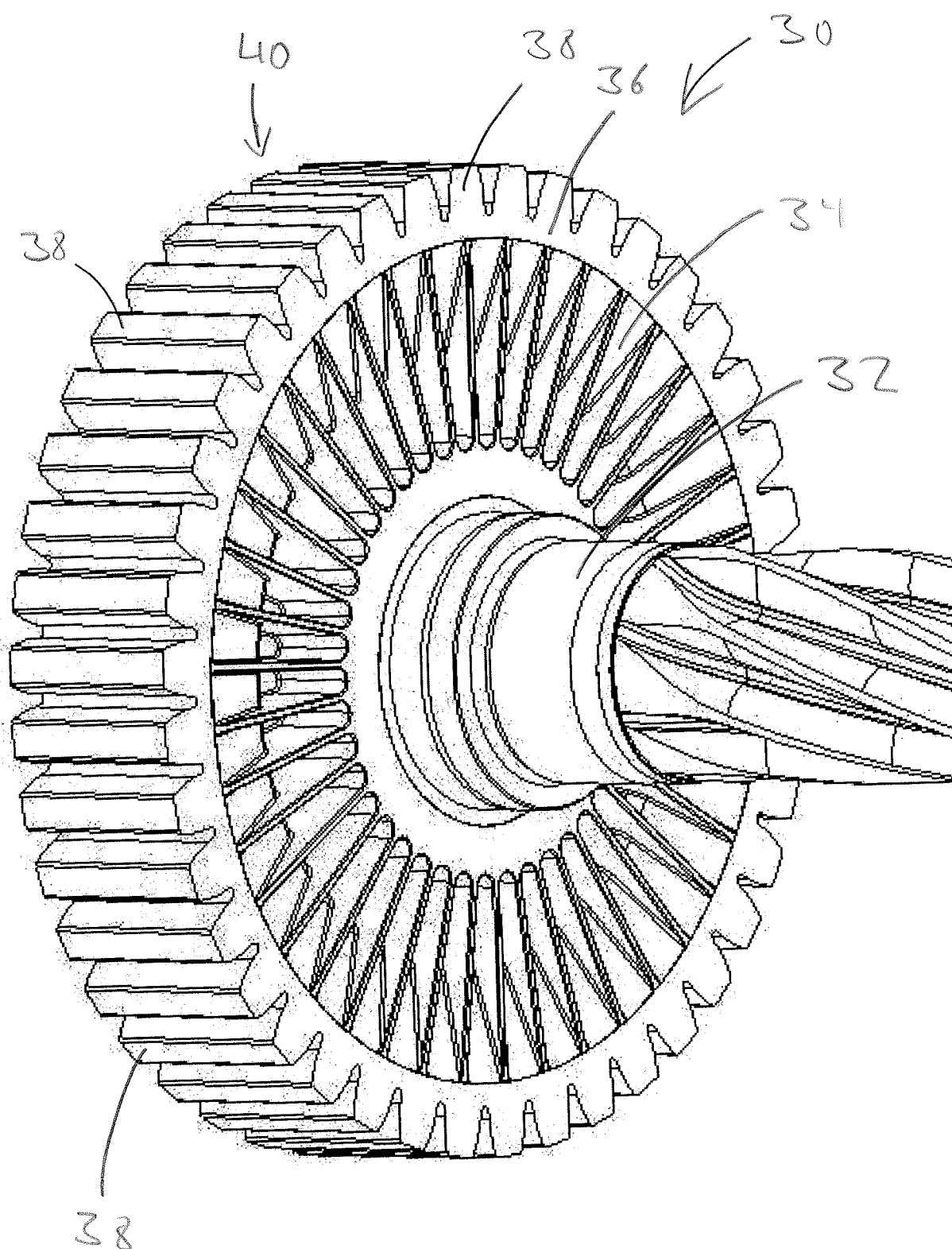


Fig. 2

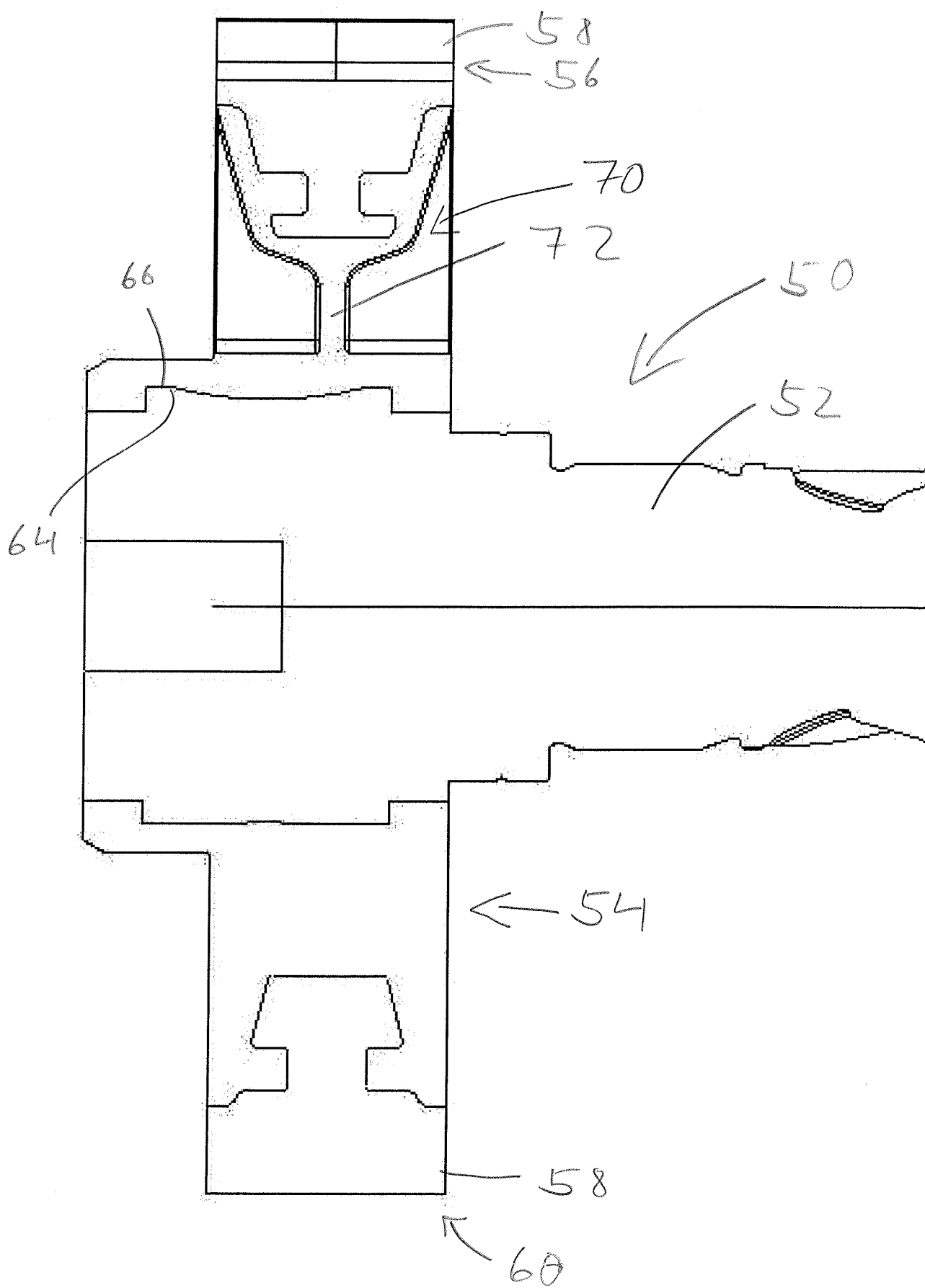
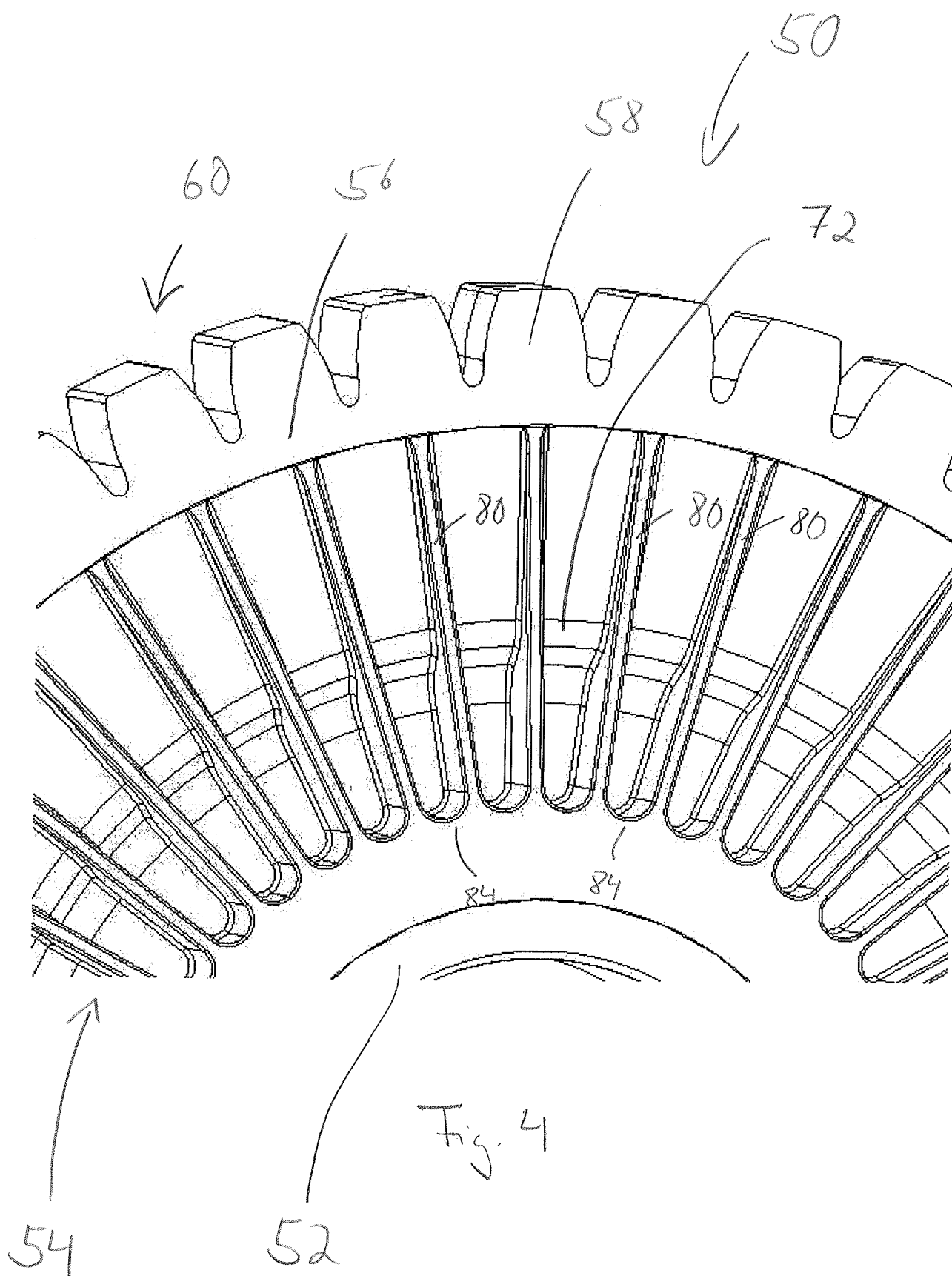


Fig. 3



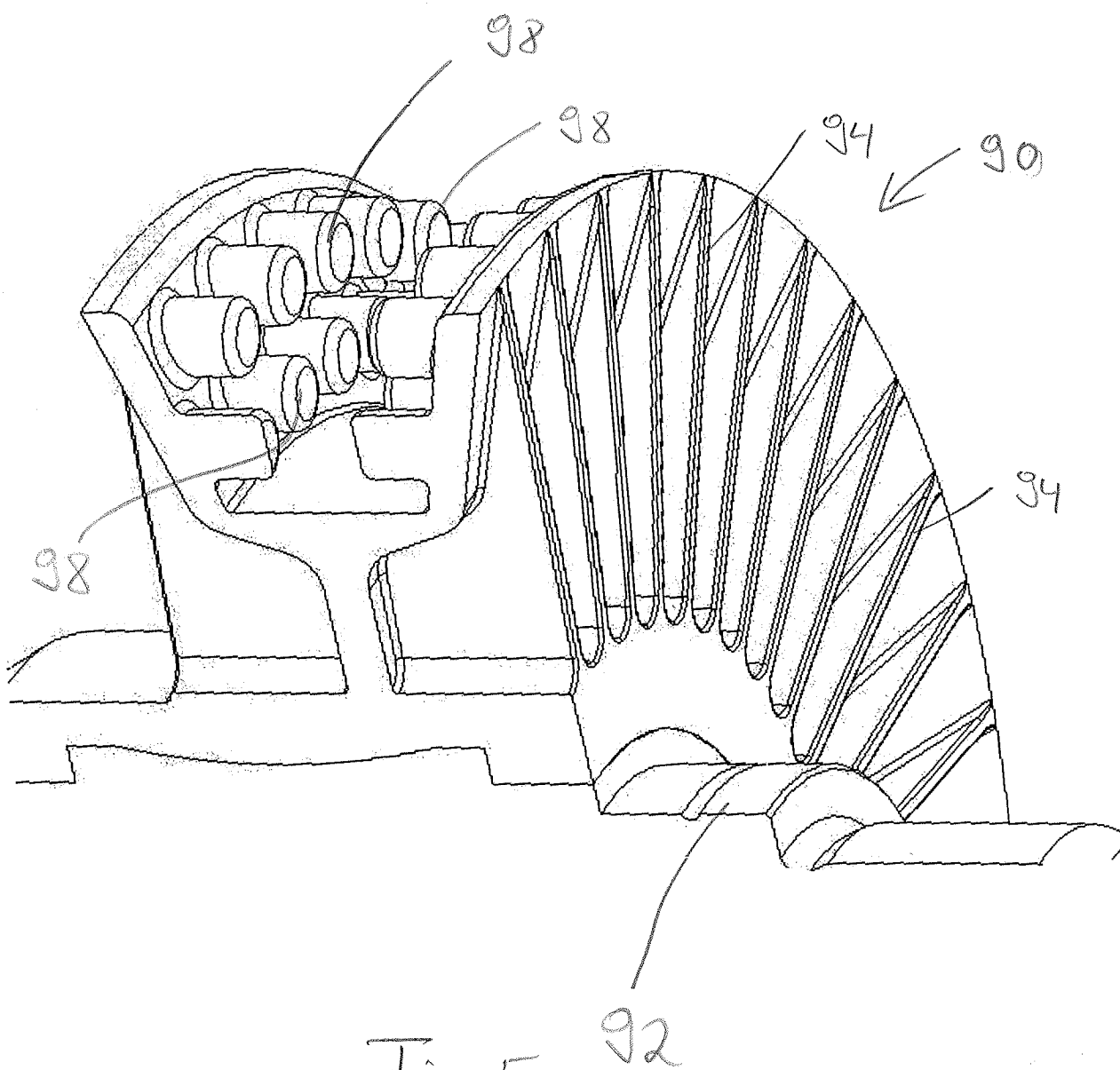


Fig. 5

