



(10) **DE 10 2018 001 485 A1** 2019.08.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 001 485.2**

(22) Anmeldetag: **26.02.2018**

(43) Offenlegungstag: **29.08.2019**

(51) Int Cl.: **F16H 57/04 (2010.01)**

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

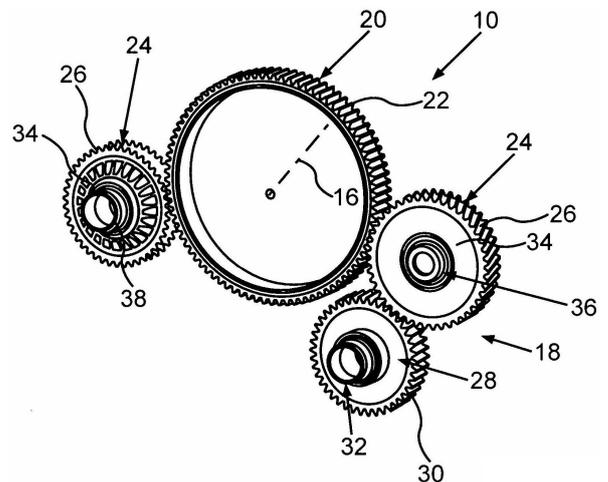
(72) Erfinder:

Schaefer, Helmut, Dipl.-Ing. (FH), 71394 Kernen, DE; Schmid, Max, Dr.-Ing., 70734 Fellbach, DE; Sonderhoff, Georg, 73666 Baltmannsweiler, DE; Schlingmann, Simon, Ing., 70327 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Antriebsaggregat für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Antriebsaggregat (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer wenigstens ein Motorgehäuse (14) und eine Abtriebswelle (16) aufweisenden Verbrennungskraftmaschine (12) zum Antreiben des Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem drehfest mit der Abtriebswelle (16) verbundenen ersten Zahnrad (20), welches eine aus einem Stahl gebildete erste Verzahnung (22) aufweist, und mit wenigstens einem zweiten Zahnrad (24), welches eine aus einem Kunststoff gebildete zweite Verzahnung (26) aufweist, welche in die erste Verzahnung (22) eingreift, wobei wenigstens ein zumindest teilweise in dem Motorgehäuse (14) verlaufender und von Öl durchströmbarer Ölkanal (46) und wenigstens eine mittels des Ölkanals (46) mit dem den Ölkanal (46) durchströmenden Öl versorgbare und auf wenigstens eine der Verzahnungen (22, 26) ausgerichtete Ölspritzdüse vorgesehen sind, mittels welcher das Öl, mit welcher die Ölspritzdüse versorgbar ist, direkt gegen die wenigstens eine Verzahnung (22, 26) spritzbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Antriebsaggregat für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Ein solches Antriebsaggregat für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen, ist beispielsweise bereits der DE 10 2015 016 718 A1 als bekannt zu entnehmen. Das Antriebsaggregat weist eine Verbrennungskraftmaschine zum Antreiben des Kraftfahrzeugs auf, wobei die Verbrennungskraftmaschine wenigstens ein Motorgehäuse und eine beispielsweise als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle umfasst. Das Antriebsaggregat umfasst ferner ein drehfest mit der Welle verbundenes erstes Zahnrad auf, welches eine aus einem Stahl gebildete erste Verzahnung aufweist. Außerdem ist wenigstens ein zweites Zahnrad vorgesehen, welches eine aus einem Kunststoff gebildete zweite Verzahnung aufweist, die in die erste Verzahnung eingreift. Somit kämmen die Zahnräder über ihre Verzahnungen miteinander. Mit anderen Worten stehen die Zahnräder über ihre Verzahnungen in Eingriff miteinander.

[0003] Des Weiteren offenbart die EP 1 723 325 B1 einen Motorhilfsantrieb eines Kraftfahrzeugs, mit einem Zahnradgetriebe, das ein erstes und ein zweites Zahnrad mit Zahnflanken aufweist, die miteinander in Eingriff stehen.

[0004] Aus der DE 10 2014 210 246 A1 ist ein Schmierrietenmodul zum Aufbringen eines Schmiermittels auf ein zu schmierendes Element, insbesondere auf ein Zahnrad, bekannt.

[0005] Des Weiteren sind aus der DE 10 2014 104 284 A1, der DE 10 2012 102 775 A1 und der DE 102 39 577 A1 Zahnräder mit jeweiligen Kunststoffverzahnungen bekannt.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Antriebsaggregat der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders verschleißarmer Betrieb realisiert werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Antriebsaggregat mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Um ein Antriebsaggregat der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders verschleißarmer Betrieb realisiert werden kann, woraus eine besonders hohe Lebensdauer des Antriebsaggregat realisiert werden kann, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Antriebsaggregat wenigstens einen zumindest teilweise in dem Motorgehäuse verlaufen-

den und von Öl durchströmbaren Ölkanal und wenigstens eine mittels des Ölkanals mit dem den Ölkanal durchströmenden Öl versorgbare und auf wenigstens eine der Verzahnungen direkt ausgerichtete Ölspritzdüse aufweist, mittels welcher das Öl, mit welcher die Ölspritzdüse versorgbar ist beziehungsweise versorgt wird, direkt gegen die wenigstens eine Verzahnung spritzbar ist beziehungsweise gespritzt wird.

[0009] Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass bei der Verwendung von Kunststoffzahnradern, das heißt bei der Verwendung von Zahnrädern mit jeweiligen Kunststoffverzahnungen in einem verbrennungsmotorischen Betrieb die Festigkeit und die hohen Betriebstemperaturen zwei lebensdauerbegrenzende Faktoren sind. Diese Faktoren können mittels der Erfindung positiv beeinflusst werden, da durch das direkte Spritzen des Öls gegen die wenigstens eine Verzahnung, insbesondere die Zahnflanken der wenigstens einen Verzahnung, können übermäßige Temperaturen der Zahnräder und somit insbesondere des als Kunststoffzahnrad ausgebildeten zweiten Zahnrads vermieden werden, so dass ein besonders verschleißarmer Betrieb gewährleistet werden kann. Hierdurch kann das Kunststoffzahnrad auch für Motoren mit hoher Leistung und/oder hohem Drehmoment verwendet werden, wobei durch die Verwendung eines solchen Kunststoffzahnrad das Gewicht und die Kosten des Antriebsmotors besonders gering gehalten werden können. Außerdem kann durch die Verwendung eines solchen Kunststoffzahnrad ein besonders vorteilhaftes Geräuschverhalten realisiert werden, was auch als NVH-Verhalten (NVH - noise vibration harshness) bezeichnet wird.

[0010] Da das zweite Zahnrad als Kunststoffzahnrad und das erste Zahnrad als Stahlzahnrad ausgebildet ist, bilden bei dem erfindungsgemäßen Antriebsaggregat die Zahnräder, welche über ihre Verzahnungen miteinander in Eingriff stehen, eine HybridZahnradanordnung. Durch die Verwendung des Ölkanals und der Ölspritzdüse, mittels welcher das Öl direkt gegen die wenigstens eine Verzahnung gespritzt wird, ist darüber hinaus ein Kühlungssystem geschaffen, um einen besonders verschleißarmen Betrieb zu realisieren. Dadurch kann das Kunststoffzahnrad besonders vorteilhaft für verbrennungsmotorische Anwendungen verwendet werden.

[0011] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren allein gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombina-

tion, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0012] Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 ausschnittsweise eine schematische Perspektivansicht eines erfindungsgemäßen Antriebsaggregats für ein Kraftfahrzeug;

Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische Draufsicht zweier Zahnräder des Antriebsaggregats;

Fig. 3 ausschnittsweise eine weitere schematische Draufsicht der Zahnräder;

Fig. 4 ausschnittsweise eine weitere schematische Draufsicht der Zahnräder;

Fig. 5 ausschnittsweise eine schematische Draufsicht eines Motorgehäuses des Antriebsaggregats;

Fig. 6 ausschnittsweise eine schematische Schnittansicht des Motorgehäuses;

Fig. 7 ausschnittsweise eine schematische Vorderansicht eines der Zahnräder gemäß einer möglichen Ausführungsform; und

Fig. 8 ausschnittsweise eine schematische Seitenansicht des Antriebsaggregats gemäß einer möglichen Ausführungsform.

[0013] In den Fig. sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0014] **Fig. 1** zeigt ausschnittsweise in einer schematischen Perspektivansicht ein Antriebsaggregat **10** für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen als Personenkraftwagen ausgebildeten Kraftwagen. Wie in Zusammenschau mit **Fig. 5** und **Fig. 6** erkennbar ist, umfasst das Antriebsaggregat **10** eine Verbrennungskraftmaschine **12** zum Antreiben des Kraftfahrzeugs, wobei die Verbrennungskraftmaschine **12** wenigstens ein Motorgehäuse **14** und eine beispielsweise als Kurbelwelle ausgebildete und in **Fig. 1** besonders schematisch dargestellte Abtriebswelle **16** aufweist. Die Abtriebswelle **16** ist um eine Drehachse relativ zu dem Motorgehäuse **14** drehbar, wobei die Verbrennungskraftmaschine **12** beispielsweise über die Abtriebswelle **16** Drehmomente zum Antreiben des Kraftfahrzeugs bereitstellen kann. Das Antriebsaggregat **10** umfasst darüber hinaus eine Hybridzahnradanordnung **18**, welche ein erstes Zahnrad **20** mit einer aus einem Stahl gebildeten ersten Verzahnung **22** aufweist. Des Weiteren umfasst die Hybridzahnradanordnung **18** und somit das Antriebsaggregat **10** zweite Zahnräder **24**, welche jeweils eine aus einem Kunststoff gebildete zweite Verzahnung **26** aufweisen. Die jeweilige zweite Verzahnung **26** steht dabei in Eingriff mit der ersten Verzahnung **22**, so dass das Zahnrad **20** über die Verzahnungen **22** und

26 mit den Zahnrädern **24** kämmt. Darüber hinaus ist ein drittes Zahnrad **28** der Hybridzahnradanordnung **18** vorgesehen, wobei das dritte Zahnrad **28** eine aus einem Stahl gebildete dritte Verzahnung **30** aufweist. Die dritte Verzahnung **30** greift in genau eine der Verzahnungen **26** ein. Die Zahnräder **20** und **28** sind somit als Stahlzahnräder ausgebildet, während die Zahnräder **24** als Kunststoffzahnräder ausgebildet sind. aus **Fig. 1** ist erkennbar, dass das Zahnrad **28** einen integrierten Wellenstumpf **32** aufweist. Darüber hinaus ist das Zahnrad **28** als ein Ausgleichszahnrad ausgebildet, über welches ein Massenausgleich zum Ausgleichen zu den von der Verbrennungskraftmaschine auftretenden Massenkräften antreibbar ist.

[0015] Das als Stahlzahnrad ausgebildete Zahnrad **20** ist auf der Abtriebswelle **16** angeordnet und drehfest mit der Abtriebswelle **16** verbunden, insbesondere derart, dass das Zahnrad **20** mittels eines Presssitzes drehfest mit der Abtriebswelle **16** verbunden ist. Das jeweilige Zahnrad **24** ist als Kunststoff-Hybridzahnrad ausgebildet, da das jeweilige Zahnrad **24** die aus Kunststoff gebildete Verzahnung **26** und wenigstens einen jeweiligen Grundkörper **34** aufweist. Der jeweilige Grundkörper **34** und die jeweilige Verzahnung **26** sind beispielsweise aus voneinander unterschiedlichen Werkstoffen gebildet, wobei der jeweilige Grundkörper **34** aus einem metallischen Werkstoff oder aber aus einem weiteren Kunststoff gebildet sein kann. Dabei ist die jeweilige Verzahnung **26** auf dem jeweiligen Grundkörper **34** angeordnet. Insbesondere ist die jeweilige Verzahnung **26** als ein Ring, insbesondere als ein Verzahnungsring, ausgebildet, welche auf dem jeweiligen Grundkörper **34** angeordnet ist.

[0016] Darüber hinaus weist das bezogen auf die Bildebene von **Fig. 1** rechte Zahnrad **24** ein integriertes Kugellager **36** auf, welches beispielsweise zumindest teilweise aus einem metallischen Werkstoff gebildet ist. Beispielsweise ist der Grundkörper **34** an das Kugellager **36**, insbesondere an einen Außenring des Kugellagers **36**, angespritzt. Das bezogen auf die Bildebene von **Fig. 1** rechte Zahnrad **24** ist ein Zwischenrad, insbesondere ein Kunststoff-Hybrid-Zwischenrad, da das aus Stahl-Ausgleichsrad ausgebildete Zahnrad **28** über das rechte Zahnrad **24** von dem Zahnrad **20** und somit von der Abtriebswelle **16** antreibbar ist.

[0017] Das bezogen auf die Bildebene von **Fig. 1** linke Zahnrad **24** weist einen integrierten Wellenstumpf **38** auf, welcher beispielsweise aus eine metallische Werkstoff gebildet sein kann. Dabei ist beispielsweise der Grundkörper **34** gegen den Wellenstumpf **38** gespritzt. Darüber hinaus ist das als Kunststoff-Hybridzahnrad ausgebildete, linke Zahnrad **24** beispielsweise als Kunststoff-Hybrid-Ausgleichsrad ausgebildet, über welches ein oder der Massenausgleich zum

Ausgleichen von bei der Verbrennungskraftmaschine auftretenden Massenkräften antreibbar ist.

[0018] Die Zahnräder **24** werden auch als Kunststoffzahnrad bezeichnet da ihre Verzahnungen **26** aus einem jeweiligen Kunststoff gebildet sind. Dabei ist das Kühlen der Kunststoffzahnrad aus werkstofflichen Gründen besonders vorteilhaft, da sich mit steigenden Temperaturen abfallende Steifigkeiten und sinkende Festigkeiten im jeweiligen Kunststoff einstellen, die zu erheblichem Verschleiß führen können. Die mit steigenden Temperaturen einhergehende Wärmeausdehnung ist wegen des großen Wärmeausdehnungskoeffizienten der eingesetzten Kunststoffe ein weiteres Problem, da dies das Zahnflankenspiel stark beeinflusst und im schlimmsten Fall zu einer Überdeckung beziehungsweise zu einem Klemmen der auch als Zahnradtrieb bezeichneten Hybridzahnradanordnung **18** führen kann. Die erforderliche Wärmeabfuhrleistung kann aufgrund der geringen Berührung zwischen den in Eingriff stehenden Zähnen aus Stahl während des Abwälzens beziehungsweise während der Drehbewegung nur unzureichend übertragen werden.

[0019] Kunststoff und Stahl haben dabei unterschiedliche Festigkeiten. Es ist daher aus Festigkeitsgründen günstig, die jeweilige Verzahnung **22**, **26**, beziehungsweise **30** als Evolventenverzahnung auszugestalten und das evolventische Zahnprofil auf den Teilkreis zu verschieben und so den Zahn aus Kunststoff zu verbreitern, was beispielsweise aus **Fig. 2** am Beispiel der Zahnräder **20** und **24** erkennbar ist. Im Gegenzug muss der Zahn aus Stahl schmaler gemacht werden, um die entsprechende Teilung einzuhalten. Aus **Fig. 3** ist erkennbar, wie die in **Fig. 3** gestrichelt dargestellte ursprüngliche Evolventenverzahnung durch die Verschiebung der Flanken zu einem breiteren Kunststoffzahn führt, dessen Geometrie in **Fig. 3** durch durchgezogene Linien dargestellt ist.

[0020] Eine besonders vorteilhafte Kühlung lässt sich durch eine Oberflächenvergrößerung zur Konvektionskühlung realisieren. hierzu kann auf wenigstens einer Stirnseite oder aber auf beiden Stirnseiten, insbesondere des jeweiligen Zahnrad **24**, die Wärmeabfuhr durch Vergrößerung der Oberfläche zum Beispiel durch Kühlrippen und/oder Kühltaschen verbessert werden. Durch die Rotation der Zahnräder und/oder durch ein vorzugsweise als Öl ausgebildetes Schmiermittel wird die Wärme aus den Zahnrädern auf der Stahl- und/oder Kunststoffseite abgeführt. Die Kühlrippen beziehungsweise Kühltaschen können spiralförmig und/oder gradlinig angeordnet sein. Idealerweise bildet sich ein Sog aus, der das als Kühlmedium verwendete Schmiermittel an das jeweilige Zahnrad saugt.

[0021] Alternativ oder zusätzlich kann eine Verbesserung des Wärmetransports durch Metalleinleger realisiert werden, welche auch als Metalleinsätze oder Metallinserts bezeichnet werden. Im Vergleich zu Metallen haben die für Zahnräder eingesetzten Kunststoffe eine deutlich schlechtere Wärmeleitfähigkeit. Wird ein metallisches Einsatzteil in das Kunststoffzahnrad eingegossen, so fungiert dieses als Wärmebrücke und transportiert so die Wärme aus dem Kunststoffzahn. Eine Möglichkeit, dies kostengünstig darzustellen, ist die Ausführung als ein-einteiliges Lochblech. Alternativ oder zusätzlich kann eine Profilkorrektur zur Verbesserung der Tragfähigkeit vorgesehen sein. Die elastische Verformung des jeweiligen Kunststoffzahns des jeweiligen Kunststoffzahnrad und der Drehmomente auf dem Berührungszahn aus Stahl gleicht einen hohen Anteil des Zahnflankenspiels aus und ist somit schwingungsdämpfend für eine insgesamt geringere Geräuschemission verantwortlich. Dies ermöglicht, bei der Verwendung von Kunststoffzahnradern bei gleichem oder sogar besserem Geräuschverhalten auf eine Verspannung der Zahnräder zu verzichten. Dies ermöglicht eine kostengünstige Gestaltung des beispielsweise als Lancaster-Antrieb ausgebildeten Massenausgleichs. Der geringe E-Modul des Kunststoffs und die damit verbundene Elastizität lässt die Zähne auch an Zahnräder mit größeren Teilungs- und Zahnprofilfehlern geräuscharm laufen. Es kann daher auch auf ein kostenintensives Zahnflankenschleifen verzichtet werden. Die gute Tribologie des Kunststoffs und die geringeren Zahnkräfte ermöglichen es zudem, auf ein Härten des Stahlzahnrad zu verzichten, ohne Verschleißeffekte wie Grüppchenbildung befürchten zu müssen.

[0022] Das jeweilige Kunststoffzahnrad kann auf folgende Weise hergestellt werden: zunächst wird der auch als Außenring bezeichnete Zahnring aus dem Kunststoff, insbesondere aus PEEK, mit der jeweiligen Verzahnung in einem Spritzguss-Prozess hergestellt. Der Außenring wird anschließend zusammen mit wenigstens einem metallischen Bauteil oder mit mehreren metallischen Bauteilen des jeweiligen Kunststoffzahnrad in eine weitere Spritzgussform eingelegt und mit einem weiteren Kunststoff wie PPS versehen, insbesondere gefüllt. Bei dem metallischen Bauteil kann es sich um einen Kühlkörper und/oder das zuvor genannte Einsatzteil und/oder eine Nabe und/oder das Kugellager **36** und/oder den Wellenstumpf **38** handeln. Der PPS ist hierbei idealerweise glasfaserverstärkt, um einen großen E-Modul und damit eine hohe Bauteilsteifigkeit zu erreichen. Dies bedeutet, dass beispielsweise der Grundkörper **34** aus dem zuvor genannten PPS hergestellt ist. Insbesondere ist aus **Fig. 1** erkennbar, dass der jeweilige Außenring über den Grundkörper **34** mit dem metallischen Bauteil wie beispielsweise dem Kugellager **36** beziehungsweise dem Wellenstumpf **38** verbunden ist.

[0023] Als besonders vorteilhaft hat sich eine aktive Kühlung gezeigt, um einen besonders verschleißarmen Betrieb des Antriebsaggregats **10** realisieren zu können. Einer solchen Ausgestaltung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Kunststoffzahnäder schlechte Wärmeleiter sind. Die erzielte Minimierung der Reibleistung zwischen den Werkstoffpaarungen aus Stahl- und Kunststoffzahnädern reicht üblicherweise nicht aus, um die durch Eigenerwärmung der Kunststoffzahnäder eingebrachte Energie wieder abzuführen. Gerade bei hohen Drehzahlen und hohen Lasten wird der Rädertrieb dynamisch hoch angeregt. Es ist eine zusätzliche aktive Kühlung beispielsweise mit auch als Motoröl bezeichnetem Öl vorteilhaft. Hierzu sind unterschiedliche Möglichkeiten denkbar:

[0024] Das Antriebsaggregat **10** weist beispielsweise wenigstens einen zumindest teilweise in dem Motorgehäuse **14** verlaufenden und von dem Öl durchströmten Ölkanal und wenigstens eine oder mehrere mittels des Ölkanals mit dem den Ölkanal durchströmenden Öl versorgbare und auf wenigstens eine der Verzahnungen **22** und **26** direkt ausgerichtete Ölspritzdüsen auf, mittels welchen das Öl, mit welchen die Ölspritzdüsen versorgbar sind, direkt gegen die wenigstens eine Verzahnung **22** und **26** gespritzt wird. Der Ölkanal wird auch als Druckölversorgungskanal bezeichnet, wobei das Öl beispielsweise als Drucköl durch den Ölkanal strömt. Der Druckölversorgungskanal ist in dem beispielsweise als Zylinderkurbelgehäuse ausgebildeten Motorgehäuse **14** angeordnet beziehungsweise integriert. Am Austritt des Druckölversorgungskanals sind eine oder mehrere Ölspritzdüsen angeordnet. Die jeweilige Ölspritzdüse ist beispielsweise in Richtung der Zahnflanken ausgerichtet. Die Ölspritzdüsen können das Kunststoffzahnrad, das Stahlzahnrad oder beide Zahnäder **20** und **24** gleichzeitig kühlen. Die maximale Kühlwirkung wird bei der Kühlung beider Zahnäder **20** und **24** erreicht. Die Ölspritzdüse spritzt das Öl beispielsweise als Ölstrahl auf, welcher in einem Auftreffpunkt direkt auf die jeweilige Verzahnung **22** und/oder **26** auftrifft. Der Auftreffpunkt des Ölstrahls kann vor dem jeweiligen Zahneingriff der Verzahnung **22** beziehungsweise **26** liegen, was in **Fig. 4** durch einen Pfeil **40** veranschaulicht ist. Ferner ist es denkbar, dass der Auftreffpunkt des Ölstrahls nach dem Zahneingriff liegen kann, was in **Fig. 4** durch einen Pfeil **42** veranschaulicht ist.

[0025] Da die Ölkanäle fertigungstechnisch einen großen Durchmesser in der Größenordnung von etwa 5 bis 8 Millimetern aufweisen, ist zur Reduzierung des Durchflusses eine Drossel beziehungsweise Düse vorteilhaft. Diese hat beispielsweise einen Durchmesser von 0,5 bis 1 Millimeter. Dies reduziert das durchströmende Ölvolumen und somit die dafür notwendige Ölpumpenleistung erheblich.

[0026] In **Fig. 5** sind jeweilige Austritte der jeweiligen, beispielsweise als Ölkühlbohrungen ausgebildeten Ölkanäle mit **44** bezeichnet, wobei über die Austritte **44** beispielsweise das Öl zu den auch als Ausgleichswellenzahnädern bezeichneten Ausgleichswellenzahnädern geführt werden kann. Des Weiteren ist beispielsweise der zuvor genannte Ölkanal in **Fig. 6** erkennbar und dort mit **46** bezeichnet.

[0027] Eine weitere, alternative oder zusätzliche Möglichkeit der Kühlung ist ein Zahnrad, das von innen mit Öl zur Kühlung versorgt wird. Somit ist beispielsweise das jeweilige Hybrid-Zahnrad mit einer inneren Ölzufuhr ausgestattet. Das Öl kann beispielsweise über eine Lagerstelle ähnlich wie bei Haupt- und Pleuellagern an einer Kurbelwelle zugeführt werden.

[0028] Zur Lagerung dienen beispielsweise Gleitlager mit einem Anlaufbund, um jeweilige Kugellageranordnungen zu ersetzen. Hiermit wird auch ein großer Bauraumgewinn erzielt. Dieser Bauraum kann als Druckölreservoir und zu Kühlzwecken verwendet werden. Für die Abkühlung der Kunststoffzähne dienen aus einem Ringkanal, im Innendurchmesser beziehungsweise Ölversorgungsnut in der Gleitlagerbuchse beziehungsweise Gleitlagerschalen kommen, symmetrisch mehrfach angeordnet, sternförmig angeordnete Kühlkanäle mit mindestens einem Ölkanal, der im Zahnfußgrund beziehungsweise in den Zahnfüßen der jeweiligen Verzahnung endet beziehungsweise austritt. Der beziehungsweise die Ölkanäle kann beziehungsweise können bei der Herstellung der Hybrid-Zahnäder kostengünstig als Hohlprofil integriert werden. Die Düsenaustrittsgeometrie im Zahnfußgrund wird thermisch umgeformt aus dem Mutterwerkstoff und wird vorzugsweise konisch tropfenförmig oder trompetenförmig angeordnet für eine Wärmeabtrags optimierte Kühlung.

[0029] Der Düsenquerschnitt im Druckölkanal kann dabei im Querschnitt kreisförmig, vorzugsweise 0,6 Millimeter betragen. Die Öffnungsendkontur kann fächerförmig erzielt werden. Aufgrund der thermischen Spritzgießens der Kunststoffverzahnung ist ein Vorhalt für einen Querkanal zum Längskanal möglich. Eine finale thermische Umformung kann eine mehrfachdüsigige Kühlkanalanordnung am Austrittsende des Sternkanals erzeugen. Vorteilhaft gestaltet ist ein Austrittsende in die Stahlzahn-Gegenrichtung vorgesehen, da das Ölvolumen zur Verdrängung vor beziehungsweise während die Stahl-Verzahnung in die Kunststoff-Verzahnung eingreift, also während der Abrollbewegung quasi eine voreilende Einspritzung in das zu verdrängende Zahnvolumen darstellt.

[0030] Eine weitere Möglichkeit der Innenkühlung kann durch einen Ringölkanal dargestellt werden. Dieser wird in der Nähe des Zahnfußrades in den

Körper des Zahnrads eingegossen. In einem weiteren Fertigungsschritt wird der Kanal mit einem Deckel durch einen geeigneten Schweißprozess, beispielsweise Ultraschallschweißen, von vorne verschlossen.

[0031] Eine weitere Ausführungsform beziehungsweise Möglichkeit zur Kühlung ist in **Fig. 7** dargestellt. **Fig. 7** zeigt beispielsweise eine Nabe **47** für das jeweilige Zahnrad, insbesondere für das jeweilige Kunststoffzahnrad. Die Nabe **47** kann beispielsweise durch den Grundkörper **34** gebildet sein. Wie aus **Fig. 7** erkennbar ist, ist die Nabe **47** beziehungsweise der Grundkörper **34** mit einem Schaufelprofil **48** ausgestaltet, welches mehrere, in Umfangsrichtung des jeweiligen Zahnrads aufeinanderfolgende Schaufeln **50** aufweist. Das Schaufelprofil **48** ist beispielsweise analog zu einer Leitschaufelanordnung einer Gasturbine ausgestaltet, sodass dann, wenn sich das das Schaufelprofil **48** aufweisende Zahnrad dreht, mittels des Schaufelprofils **48** Luft gefördert wird. Mittels der geförderten Luft kann das jeweilige Zahnrad besonders vorteilhaft und insbesondere aktiv gekühlt werden.

[0032] Insbesondere kann mittels des Schaufelprofils **48** ein Ölnebel-Luft-Gemisch, das sich beispielsweise in einem Kurbelraum des Motorgehäuses **14** befindet, durch die Nabe **46** beziehungsweise durch das Schaufelprofil **48** gesaugt werden und so den Kunststoffkörper des Kunststoffzahnrads kühlen. Der Schrägungswinkel der Verzahnung sollte entgegengesetzt der Schrägungsrichtung der Schaufelgeometrie des Schaufelprofils **48** angeordnet sein, um eine möglichst hohe Steifigkeit des Zahnrads unter Belastung zu erreichen.

[0033] Die in Zusammenhang mit **Fig. 7** beschriebene Nabe **47** mit dem Schaufelprofil **48** kann mit einer Nabe mit einer Hohlkammer ergänzt werden, was in **Fig. 8** dargestellt ist. **Fig. 8** zeigt den beispielsweise als PEEK ausgebildeten und in **Fig. 8** mit **52** bezeichneten Außenring, dessen Kunststoffverzahnung in **Fig. 8** nicht dargestellt ist. Außerdem ist in **Fig. 3** der beispielsweise aus PPS gebildete Grundkörper **34** erkennbar. Die zuvor genannte Hohlkammer ist in **Fig. 8** mit **54** bezeichnet und dient der Kühlflächenvergrößerung. Außerdem sind in **Fig. 8** Austrittsöffnungen **56** erkennbar, über welche beispielsweise das zuvor genannte Gemisch aus der Nabe **47** austreten kann. Die auch als Leitschaufeln bezeichneten Schaufeln **50** weisen beispielsweise einen jeweiligen Drallkanal und einen jeweiligen Hinterschnitt auf. Des Weiteren ist in **Fig. 8** das Kugellager **36** erkennbar, welches beispielsweise eine Lagerzapfenbefestigung im Motorgehäuse **14** aufweist. Ein Pfeil **58** veranschaulicht eine Strömungsrichtung des zuvor genannten Gemisches, wobei ein Pfeil **60** eine Drehung des Zahnrads um dessen Drehachse **62** veranschaulicht. Ferner veranschaulichen Pfeile **64** die

zuvor genannte Strömung des Gemisches, insbesondere durch die Nabe **47** und dabei durch das Schaufelprofil **48**. Dreht sich das Zahnrad, so wird - wie durch die Pfeile **64** veranschaulicht - das Gemisch mittels des Schaufelprofils **48** gefördert, und in Strömungsrichtung des Gemisches bildet sich vor dem Schaufelprofil **48** ein Überdruckbereich **66** und hinter dem Schaufelprofil **48** ein Unterdruckbereich **68** aus. Außerdem ist wenigstens eine statische Leerlaufbohrung **70** vorgesehen. Mit anderen Worten, das Schaufelprofil **48** erzeugt dann, wenn das Zahnrad um die Drehachse **62** gemäß dem Pfeil **60** gedreht wird, im Überdruckbereich **66** einen Überdruck und im Unterdruckbereich einen Unterdruck, durch welche das Ölnebel-Luft-Gemisch in Richtung von beispielsweise als Öffnungsbohrungen ausgebildeten Öffnungen **72**, die in der Hohlkammer **54** im inneren des Zahnrads enden. Durch das große Volumen beziehungsweise die große Oberfläche der einfach auch als Kammer bezeichneten Hohlkammer **54** erfolgt ein besonders vorteilhafter Wärmeübertrag beziehungsweise Wärmeübergang aus der Nabe **47** an das sich in der Hohlkammer **54** befindende Ölnebel-Luft-Gemisch. Zum Unterdruckbereich **68** hin kann das Ölnebel-Luft-Gemisch über die Austrittsöffnungen **56** aus der Hohlkammer **54** entweichen.

[0034] Die an sich geschlossene Hohlkammer **54** weist somit Zulauföffnungen in Form der Öffnungen **72** und Ablauföffnungen in Form der Austrittsöffnungen **56** auf, und dient der Vergrößerung der Kühlfläche. Zum Verschließen der Hohlkammer **54** kann eine Zweiteiligkeit mit einem zusätzlichen Deckel vorgesehen sein, welcher beispielsweise durch Ultraschallverschweißung befestigt ist.

Bezugszeichenliste

10	Antriebsaggregat
12	Verbrennungskraftmaschine
14	Motorgehäuse
16	Abtriebswelle
18	Hybridzahnradanordnung
20	Zahnrad
22	Verzahnung
24	Zahnrad
26	Verzahnung
28	Zahnrad
30	Verzahnung
32	Wellenstumpf
34	Grundkörper
36	Kugellager
38	Wellenstumpf

- 40 Pfeil
- 42 Pfeil
- 44 Austritt
- 46 Ölkanal
- 47 Nabe
- 48 Schaufelprofil
- 50 Schaufel
- 52 Außenring
- 54 Hohlkammer
- 56 Austrittsöffnungen
- 58 Pfeil
- 60 Pfeil
- 62 Drehachse
- 64 Pfeile
- 66 Überdruckbereich
- 68 Unterdruckbereich
- 70 Leerlaufbohrung
- 72 Öffnung

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

- DE 102015016718 A1 [0002]
- EP 1723325 B1 [0003]
- DE 102014210246 A1 [0004]
- DE 102014104284 A1 [0005]
- DE 102012102775 A1 [0005]
- DE 10239577 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Antriebsaggregat (10) für ein Krafffahrzeug, mit einer wenigstens ein Motorgehäuse (14) und eine Abtriebswelle (16) aufweisenden Verbrennungskraftmaschine (12) zum Antreiben des Krafffahrzeugs, mit wenigstens einem drehfest mit der Abtriebswelle (16) verbundenen ersten Zahnrad (20), welches eine aus einem Stahl gebildete erste Verzahnung (22) aufweist, und mit wenigstens einem zweiten Zahnrad (24), welches eine aus einem Kunststoff gebildete zweite Verzahnung (26) aufweist, welche in die erste Verzahnung (22) eingreift, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein zumindest teilweise in dem Motorgehäuse (14) verlaufender und von Öl durchströmbarer Ölkanal (46) und wenigstens eine mittels des Ölkanals (46) mit dem den Ölkanal (46) durchströmenden Öl versorgbare und auf wenigstens eine der Verzahnungen (22, 26) ausgerichtete Ölspritzdüse vorgesehen sind, mittels welcher das Öl, mit welcher die Ölspritzdüse versorgbar ist, direkt gegen die wenigstens eine Verzahnung (22, 26) spritzbar ist.

2. Antriebsaggregat (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das zweite Zahnrad (24) wenigstens einen innerhalb des zweiten Zahnrads (24) verlaufenden Kühlkanal aufweist, welcher über wenigstens einen von dem Öl durchströmbareren Kanal der Verbrennungskraftmaschine (12) mit dem Öl zum Kühlen des zweiten Zahnrads (24) versorgbar ist.

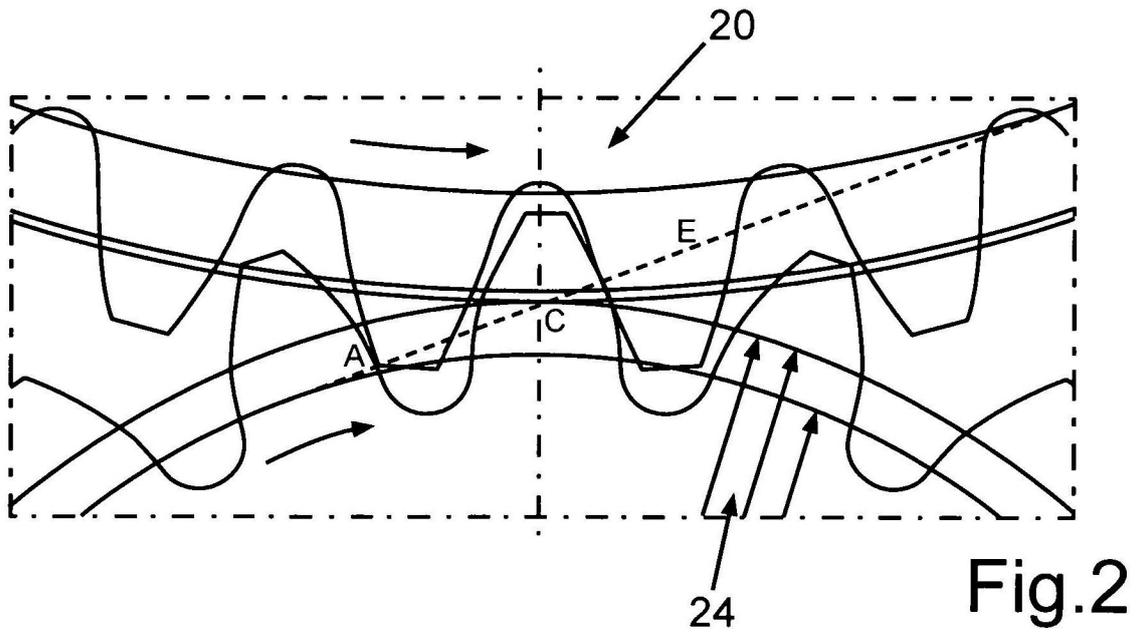
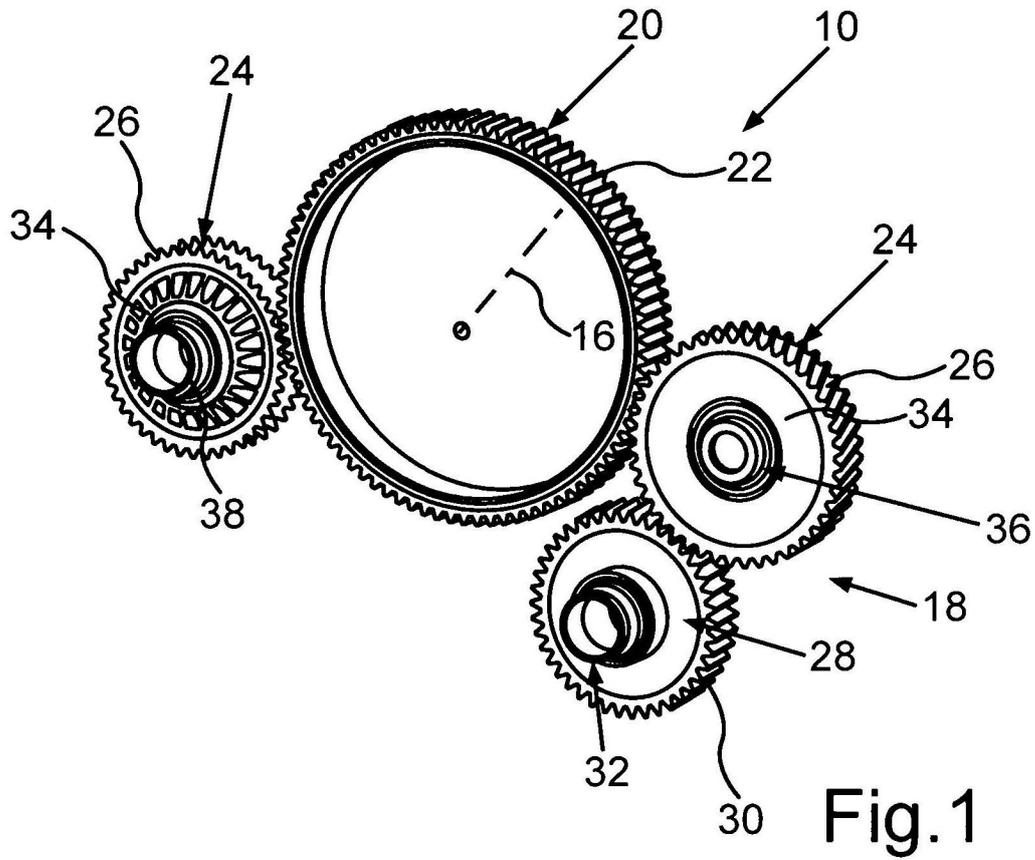
3. Antriebsaggregat (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkanal zumindest teilweise innerhalb der zweiten Verzahnung (26) des zweiten Zahnrads (24) verläuft.

4. Antriebsaggregat (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das zweite Zahnrad (24) auf wenigstens einer seiner Stirnseiten mehrere Kühlrippen und/oder Kühltaschen zur Oberflächenvergrößerung und Kühlung des zweiten Zahnrad (24) aufweist.

5. Antriebsaggregat (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Zahnrad (24) eine auf dem Teilkreis verschobene Evolvente besitzt, die einen Zahnfußquerschnitt erhöht und damit die Zahnfußspannung reduziert, wobei der Zahnfußquerschnitt des ersten Zahnrads (20) reduziert wird und die Verschiebung des Profils von Zahnrad (20) der Verschiebung des Zahnrads (24) entspricht, jedoch mit mit umgekehrtem Vorzeichen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



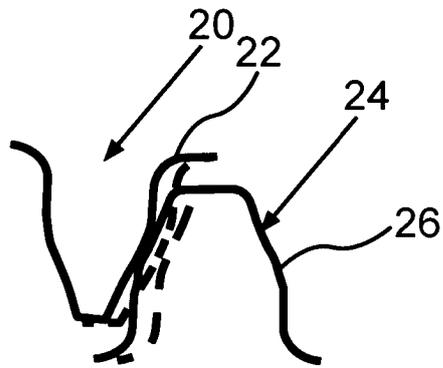


Fig.3

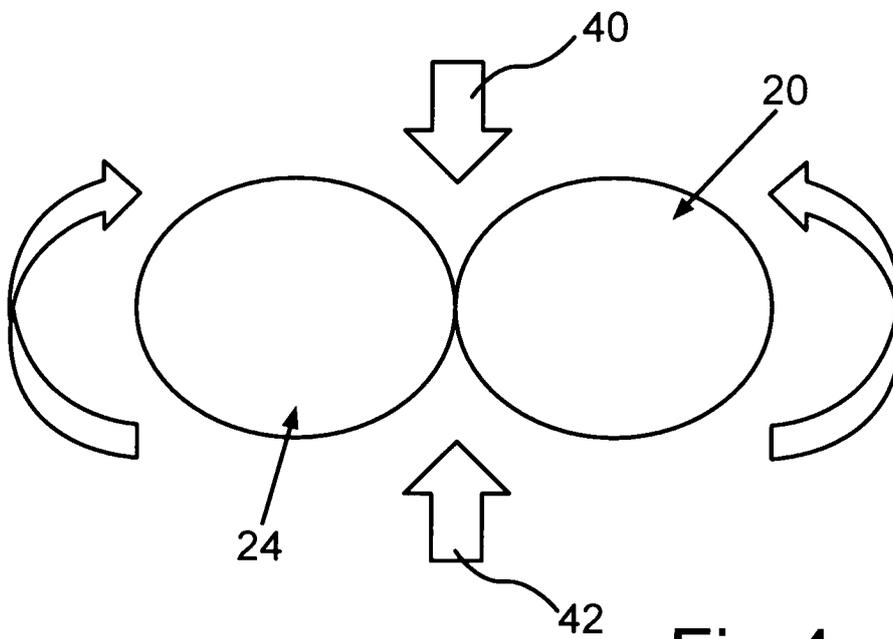


Fig.4

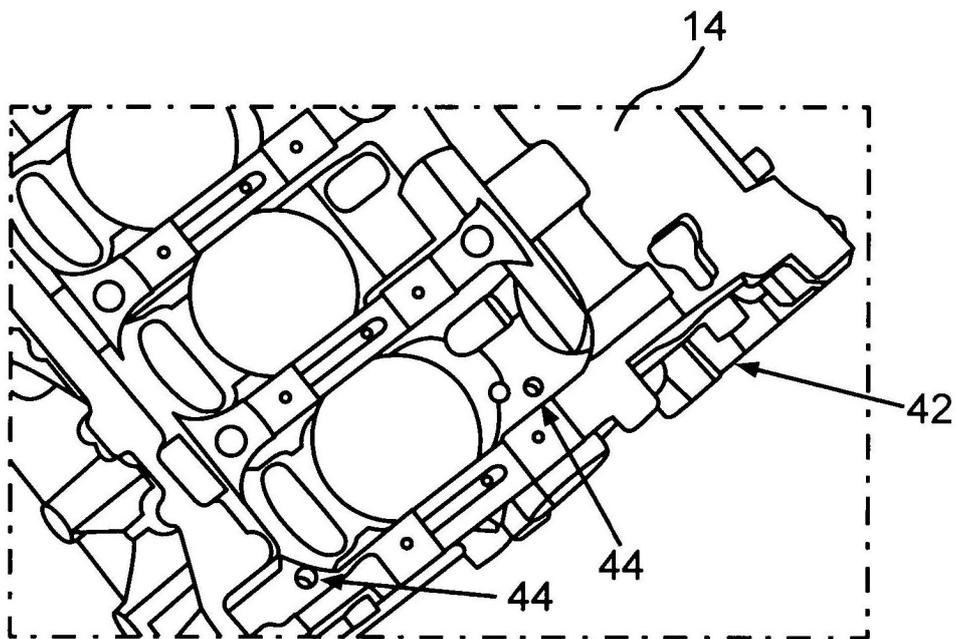


Fig.5

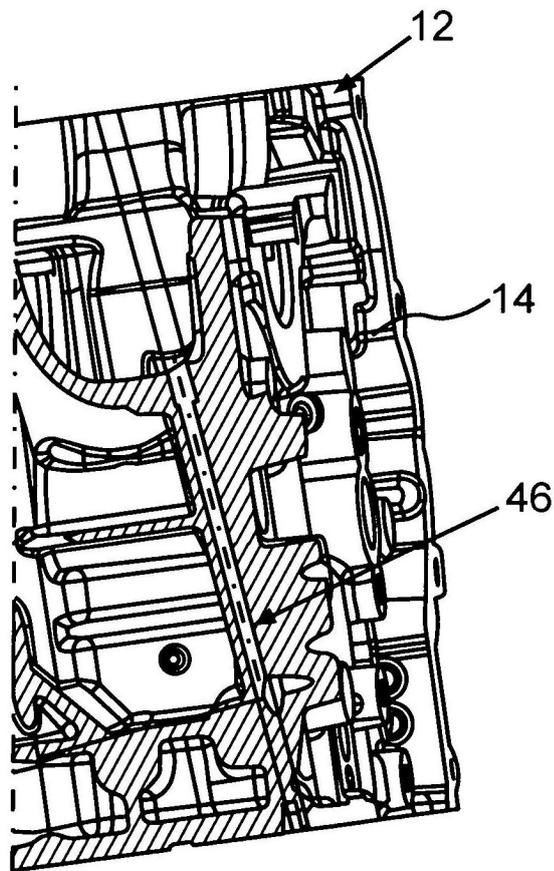


Fig.6

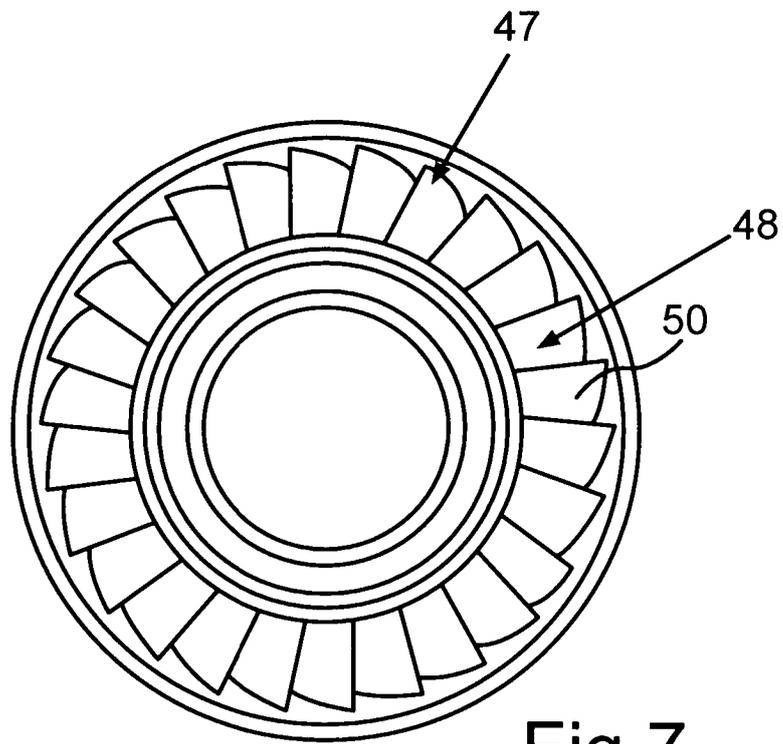


Fig. 7

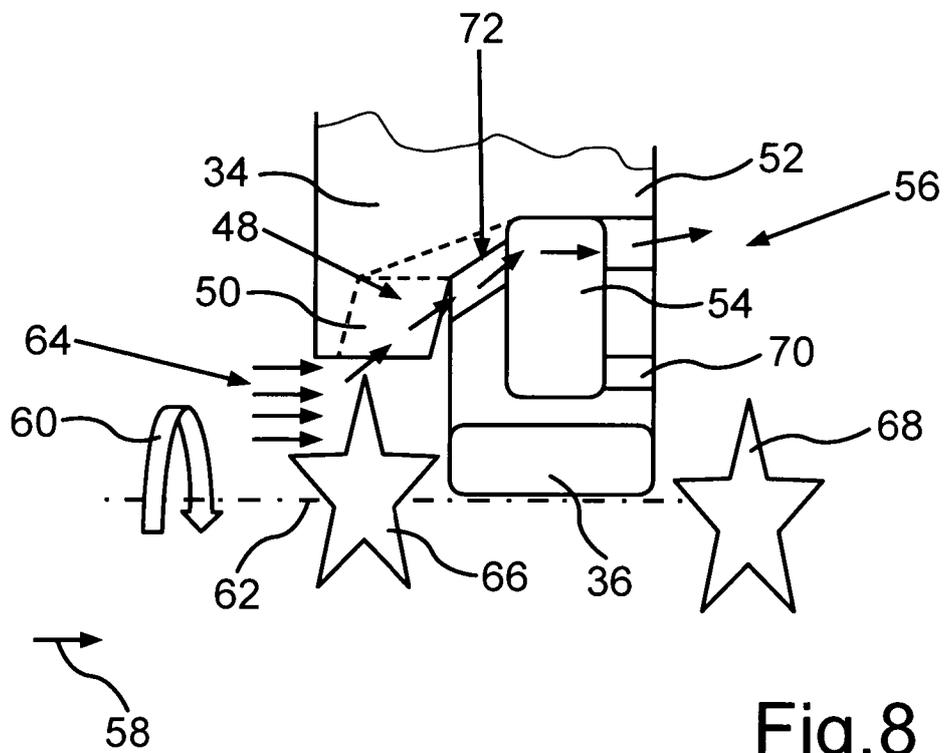


Fig. 8