



(10) **DE 10 2015 111 356 B4** 2018.07.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 111 356.2**
(22) Anmeldetag: **14.07.2015**
(43) Offenlegungstag: **19.01.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.07.2018**

(51) Int Cl.: **F16D 23/04** (2006.01)
F16D 23/02 (2006.01)
F16H 63/30 (2006.01)
F16D 25/0638 (2006.01)
F16D 13/32 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
HOERBIGER Antriebstechnik Holding GmbH,
86956 Schongau, DE

(74) Vertreter:
Prinz & Partner mbB Patentanwälte
Rechtsanwälte, 80335 München, DE

(72) Erfinder:
Damm, Ansgar, Dr., 86981 Kinsau, DE;
Echtler, Peter, 86956 Schongau, DE; Kölzer,
Michael, 87672 Roßhaupten, DE; Ackermann,
Jürgen, 86875 Waal, DE; Lundin, Kjell, 64673
Zwingenberg, DE

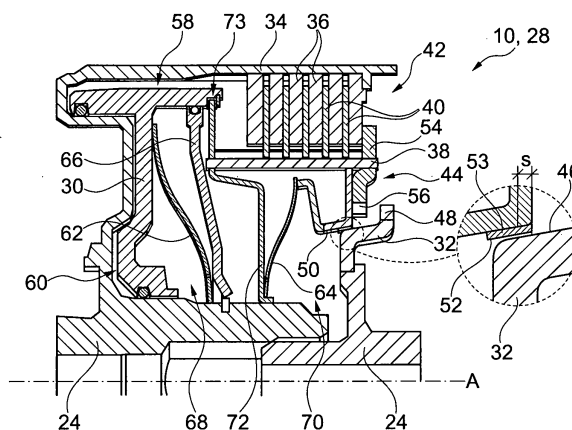
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 44 523	A1
DE	103 31 370	A1
DE	10 2004 031 245	A1
DE	10 2011 107 245	A1

(54) Bezeichnung: **Schaltvorrichtung für ein Kraftfahrzeuggetriebe**

(57) Hauptanspruch: Schaltvorrichtung für ein Kraftfahrzeuggetriebe, mit mehreren Getriebewellen (24), die jeweils um eine Getriebeachse (A) drehbar sind, einem Synchronring (32), der fest mit einer Getriebewelle (24) verbunden ist, einem ersten Lamellenträger (34), mehreren ersten Lamellen (36), die drehfest sowie axial verschieblich mit dem ersten Lamellenträger (34) verbunden sind, einem zweiten Lamellenträger (38), der relativ zum ersten Lamellenträger (34) axial verschieblich ist und in Umfangsrichtung sowohl reibschlüssig als auch formschlüssig mit dem Synchronring (32) gekoppelt werden kann, mehreren zweiten Lamellen (40), die drehfest sowie axial verschieblich mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden sind und eine Lamellenkupplung (42) mit den ersten Lamellen (36) bilden, einem Betätigungskörper (30) zur axialen Beaufschlagung des zweiten Lamellenträgers (38), sowie einen Reibring (50), der in Umfangsrichtung formschlüssig mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden ist sowie eine Konusfläche (52) zur reibschlüssigen Kopplung mit dem Synchronring (32) aufweist, wobei der Betätigungskörper (30) und der zweite Lamellenträger (38) in Umfangsrichtung relativ zueinander ver-

drehbar und in axialer Richtung fest miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Reibring (50) axial verschieblich mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden ist, und dass der Reibring (50) und der zweite Lamellenträger (38) in Umfangsrichtung relativ zueinander begrenzt ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltvorrichtung für ein Kraftfahrzeuggetriebe, insbesondere ein vollautomatisches Stufengetriebe, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Zur Kraftübertragung werden in der Fahrzeugtechnik neben handgeschalteten Wechselgetrieben auch automatische Getriebe, insbesondere gestufte vollautomatische Getriebe mit hydrodynamischem Drehmomentwandler und Planetengetrieben verwendet.

[0003] Solche vollautomatischen Stufengetriebe wirken als zugkraftunterbrechungsfreie Lastschaltgetriebe, wobei der Leistungsfluss über Planetenradsätze erfolgt und die Gangwechsel durch Koppeln bzw. Lösen einzelner Planetenradsatz-Elemente zustande kommen. Die Kopplung einzelner Planetenradsatz-Elemente erfolgt derzeit meist mittels Lamellenkupplungen, die auf ein maximal zu übertragendes Drehmoment ausgelegt werden müssen und entsprechend viele Reibstellen bzw. Lamellen zur Drehmomentübertragung umfassen. Aufgrund der zahlreichen Reibstellen sind die unerwünschten Schleppmomente im entkoppelten Zustand recht hoch und wirken sich nachteilig auf den Getriebewirkungsgrad aus.

[0004] Aus diesem Grund wurde in der DE 102 44 523 A1 bereits ein Fahrzeuggetriebe vorgeschlagen, bei dem der Innenlamellenträger über eine Synchronisierung mit einem drehbaren Getriebebauteil, z.B. einer Getriebewelle gekoppelt ist. Die Synchronisierung ermöglicht wahlweise eine Entkopplung, eine reibschlüssige Kopplung oder eine formschlüssige Kopplung des Innenlamellenträgers mit der Getriebewelle. Im entkoppelten Zustand der Synchronisierung treten ebenfalls Schleppmomente auf, die aufgrund der im Vergleich zur Lamellenkupplung erheblich kleineren Reibflächen jedoch deutlich geringer sind. Im entkoppelten Zustand der Schaltvorrichtung, d.h. bei offener Lamellenkupplung und entkoppelter Synchronisierung findet aufgrund der geringeren Schleppmomente eine Relativdrehung ausschließlich oder zumindest überwiegend im Bereich der Synchronisierung und gar nicht mehr bzw. kaum noch im Bereich der Lamellenkupplung statt, sodass sich der Getriebewirkungsgrad erhöht.

[0005] Die in der DE 102 44 523 A1 offenbarte Konstruktion des Fahrzeuggetriebes ist jedoch relativ komplex und weist überdies ein unerwünscht hohes Schaltkraftniveau auf. Das hohe Schaltkraftniveau rührt gemäß **Fig. 7** daher, dass der Betätigungskörper von einer ersten Federeinrichtung und einer dritten Federeinrichtung in eine entkoppelte Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung beaufschlagt wird. Um die gewünschte Funktionalität der Schaltvorrichtung

sicherzustellen, muss die dritte Federeinrichtung weicher ausgelegt sein als die erste Federeinrichtung. Allerdings muss auch die dritte Federeinrichtung hart genug sein, um ein sicheres Auslegen der Formschlussverbindung zwischen den Verzahnungsprofilen zu gewährleisten. Diese Anforderungen an die Federeinrichtungen führen in Summe zu einem unerwünscht hohen Schaltkraftniveau der im Stand der Technik vorgeschlagenen Schaltvorrichtung.

[0006] Aus der gattungsbildenden DE 10 2011 107 245 A1 ist eine Schaltvorrichtung bekannt, bei der der Betätigungskörper und der Innenlamellenträger relativ zueinander verdrehbar, aber axial im Wesentlichen fest miteinander verbunden sind.

[0007] Die DE 10 2004 031 245 A1 zeigt eine Synchronisierungseinrichtung für eine automatisiertes Schaltgetriebe, bei dem ein Kupplungsring, der mit dem Gangrad verbunden ist, eine Sperrverzahnung besitzt und mit einem Synchronring in Reibverbindung treten kann.

[0008] Schließlich offenbart die DE 103 31 370 A1 ein Automatikgetriebe mit einem hydraulisch betätigbaren, als Geriebepbremse oder Getriebekupplung ausgebildeten Schaltglied. Ein Lamellenträger ist dabei mit einem drehbaren Getriebebauteil über eine Synchronisationsvorrichtung verbindbar.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, eine konstruktiv einfache Schaltvorrichtung für ein Kraftfahrzeuggetriebe zu schaffen, die aufgrund geringer Schleppmomente zu einem hohen Getriebewirkungsgrad beiträgt und darüber hinaus ein geringes Schaltkraftniveau aufweist.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass der Betätigungskörper ohne funktionale Beeinträchtigung der Schaltvorrichtung in axialer Richtung fest mit dem zweiten Lamellenträger verbunden sein kann. Die in der DE 102 44 523 A1 vorhandene, axial verschiebbliche Lagerung des Innenlamellenträgers an dem als hydraulische Kolbeneinheit ausgebildeten Betätigungskörper ist daher nicht erforderlich. Dementsprechend kann auch die erste Federeinrichtung gemäß **Fig. 7** der DE 102 44 523 A1 entfallen, wodurch sich in vorteilhafter Weise das Schaltkraftniveau verringert und die Konstruktion der Schaltvorrichtung vereinfacht. Die Erfindung schließt aus, dass der zweite Lamellenträger und der Synchronring formschlüssig miteinander verbunden werden, bevor eine weitgehende Drehzahlsynchronisierung stattgefunden hat.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Schaltvorrichtung bildet der erste Lamellenträger ein Getriebegehäuse oder ist fest mit einem Getriebegehäuse verbunden. Die Schaltvorrichtung wirkt in diesem Fall

als Bremse, welche die drehbare Getriebewelle abbremsen und drehfest am Gehäuse arretieren kann. Die Lamellenkupplung bildet dann im engeren Sinne eine Lamellenbremse.

[0012] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Schaltvorrichtung ist der erste Lamellenträger im Wesentlichen drehfest mit einer weiteren Getriebewelle verbunden oder sogar einstückig mit dieser ausgebildet. Die beiden separaten Getriebewellen sind dabei insbesondere coaxial angeordnete Getriebewellen unterschiedlicher Planetenradsätze, welche durch die Schaltvorrichtung eine Drehzahlangleichung erfahren können.

[0013] Vorzugsweise ist ein Formschlussring vorgesehen, der fest mit dem zweiten Lamellenträger verbunden ist und Formschlusselemente zur formschlüssigen Kopplung mit dem Synchronring aufweist.

[0014] Der Synchronring kann in diesem Fall Formschlusselemente aufweisen, die mit den Formschlusselementen des Formschlussrings durch axiale Relativverschiebung in Eingriff gebracht werden können, um den Synchronring und den Formschlussring in Umfangsrichtung zu koppeln.

[0015] Der Synchronring kann eine Konusfläche aufweisen, die mit der Konusfläche des Reibrings durch axiale Relativverschiebung in Anlage gebracht werden kann, um den Synchronring und den Reibring in Umfangsrichtung zu koppeln.

[0016] Der zweite Lamellenträger oder ein fest mit dem zweiten Lamellenträger verbundenes Bauteil kann einen Axialanschlag für den Reibring bilden, der in einer Ausgangsstellung des Betätigungskörpers eine Lüftstellung des Reibrings relativ zum Synchronring definiert.

[0017] In diesem Fall ist vorzugsweise ein Reibring-Federelement vorgesehen, das den Reibring axial in die Lüftstellung beaufschlagt, insbesondere wobei sich das Reibring-Federelement zum einen am zweiten Lamellenträger und zum anderen am Reibring abstützt.

[0018] Ferner kann ein fest mit dem zweiten Lamellenträger verbundener Lagerring vorgesehen sein, der in axialer Richtung fest und in Umfangsrichtung gleitend am Betätigungskörper gelagert ist. Im Übrigen kann der Lagerring in axialer Richtung und in Umfangsrichtung gleitend am ersten Lamellenträger gelagert sein.

[0019] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform bilden der zweite Lamellenträger, der Formschlussring, der Lagerring, der Reibring und das Reibring-Federelement eine vormontierte Baugrup-

pe, sodass sich die Schaltvorrichtung mit geringem Montageaufwand zusammensetzen lässt.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Schaltvorrichtung ist der Betätigungskörper axial verschieblich zwischen einer Ausgangsstellung, in der die Getriebewelle und der erste Lamellenträger in Umfangsrichtung entkoppelt sind sowie die Lamellenkupplung geöffnet ist, und einer Kupplungsstellung, in der die Getriebewelle und der erste Lamellenträger in Umfangsrichtung formschlüssig verbunden sind sowie die Lamellenkupplung geschlossen ist.

[0021] In dieser Ausführungsform kann ein Betätigungskörper-Federelement vorgesehen sein, welches den Betätigungskörper axial in die Ausgangsstellung beaufschlagt, insbesondere wobei sich das Betätigungskörper-Federelement zum einen am ersten Lamellenträger und zum anderen am Betätigungskörper abstützt.

[0022] Ferner ist bevorzugt, dass der erste Lamellenträger oder ein fest mit dem ersten Lamellenträger verbundenes Bauteil einen Zylinderabschnitt aufweist und der Betätigungskörper als Kolben ausgeführt ist, wobei der Kolben im Zylinderabschnitt axial verschieblich geführt ist.

[0023] Der Zylinderabschnitt und der Kolben können hierbei eine druckbeaufschlagbare Kammer zur Axialverschiebung des Kolbens definieren.

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. In diesen zeigen:

- **Fig. 1** ein Getriebschema eines vollautomatischen Stufengetriebes mit einer erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung;

- **Fig. 2** einen schematischen Schnitt durch eine zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung in einer axialen Ausgangsstellung eines Betätigungskörpers;

- **Fig. 3** einen schematischen Schnitt durch die zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung in einer axialen Reibstellung des Betätigungskörpers;

- **Fig. 4** einen schematischen Schnitt durch die zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung in einer axialen Reibschlussstellung des Betätigungskörpers;

- **Fig. 5** einen schematischen Schnitt durch die zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung in einer axialen Formschlussstellung des Betätigungskörpers;

- **Fig. 6** einen schematischen Schnitt durch die zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvor-

richtung in einer axialen Kupplungsstellung des Betätigungskörpers;

- **Fig. 7** eine perspektivische Schnittansicht einer Trennwand sowie eines Betätigungskörper-Feederelements der zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung;

- **Fig. 8** eine perspektivische Schnittansicht eines Synchronrings der zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung;

- **Fig. 9** eine perspektivische Schnittansicht einer vormontierten Baugruppe der zu Erläuterungszwecken vorhandene Schaltvorrichtung;

- **Fig. 10** eine teilgeschnittene, perspektivische Explosionsansicht der vormontierten Baugruppe gemäß **Fig. 9**;

- **Fig. 11** einen Detailausschnitt der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung gemäß einer Ausführungsvariante; und

- **Fig. 12** drei schematische Skizzen, welche für die Ausführungsvariante gemäß **Fig. 11** eine Sperrung der axialen Relativverschiebung zwischen dem zweiten Lamellenträger und dem Reibring veranschaulichen.

[0025] Die **Fig. 1** zeigt ein elektrohydraulisch angesteuertes, vollautomatisches Stufengetriebe **10** eines Kraftfahrzeugs mit einem Drehmomentwandler **12**, vier Planetengetrieben oder Planetenradsätzen **14** sowie einem schematisch angedeuteten Getriebegehäuse **16**. Ferner sind eine Antriebswelle **18**, eine Abtriebswelle **20** sowie mehrere Getriebewellen **24** vorgesehen, wobei im Folgenden auch Planetenradträger als Getriebewellen **24** bezeichnet werden. Die Getriebewellen **24** sind den einzelnen Planetenradsätzen **14** zugeordnet und koaxial zueinander angeordnet.

[0026] Das Stufengetriebe **10** weist außerdem Schaltvorrichtungen **26**, **28** auf, die mit einem Hydraulikdruck beaufschlagbar sind und eine Getriebewelle **24** entweder mit einer weiteren Getriebewelle **24** oder mit dem Getriebegehäuse **16** koppeln bzw. die Getriebewelle **24** von der weiteren Getriebewelle **24** oder dem Getriebegehäuse **16** entkoppeln können.

[0027] Dabei wird eine Schaltvorrichtung **26**, welche die Getriebewelle **24** mit dem Getriebegehäuse **16** koppelt auch als Bremsvorrichtung und eine Schaltvorrichtung **28**, welche zwei Getriebewellen **24** miteinander koppelt, auch als Kupplungsvorrichtung bezeichnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind sechs Schaltvorrichtungen **26**, **28** vorgesehen, von denen drei Schaltvorrichtungen **26** als Bremsvorrichtungen und drei Schaltvorrichtungen **28** als Kupplungsvorrichtungen ausgebildet sind. Beispielfhaft befinden sich gemäß **Fig. 1** zwei Bremsvorrichtungen

und eine Kupplungsvorrichtung im gekoppelten Zustand (schraffiert angedeutet) sowie eine Bremsvorrichtung und zwei Kupplungsvorrichtungen im entkoppelten Zustand.

[0028] Durch verschiedene Schaltkombinationen der Schaltvorrichtungen **26**, **28** ergeben sich dann die den einzelnen Gangstufen des Stufengetriebes **10** entsprechenden Übersetzungen zwischen der Antriebswelle **18** und der Abtriebswelle **20**.

[0029] Da die allgemeine Konstruktion und Funktionsweise vollautomatischer Stufengetriebe **10** aus dem Stand der Technik bereits allgemein bekannt ist, wird darauf nicht weiter eingegangen und im Folgenden lediglich der konstruktive Aufbau und die Funktion der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtungen **26**, **28** detailliert beschrieben.

[0030] Die **Fig. 2** bis **Fig. 6** zeigen jeweils eine Schaltvorrichtung **28** für ein Kraftfahrzeuggetriebe, insbesondere ein vollautomatisches Stufengetriebe **10**, wobei die Schaltvorrichtung **28**, insbesondere ein Betätigungskörper **30** der Schaltvorrichtung **28** unterschiedliche Axialstellungen einnehmen kann und konkret in einer axialen Ausgangsstellung (**Fig. 2**), einer axialen Synchronisationsstellung (**Fig. 3**), einer axialen Reibschlussstellung (**Fig. 4**), einer axialen Formschlussstellung (**Fig. 5**) und einer axialen Kopplungsstellung (**Fig. 6**) dargestellt ist.

[0031] Die Schaltvorrichtung **28** umfasst hierbei zwei Getriebewellen **24**, die jeweils um eine Getriebeachse A drehbar sind, einen Synchronring **32**, der fest mit einer der Getriebewellen **24** verbunden ist, einen ersten Lamellenträger **34**, mehrere erste Lamellen **36**, die drehfest sowie axial verschieblich mit dem ersten Lamellenträger **34** verbunden sind, einen zweiten Lamellenträger **38**, der relativ zum ersten Lamellenträger **34** axial verschieblich ist und in Umfangsrichtung sowohl reibschlüssig als auch formschlüssig mit dem Synchronring **32** gekoppelt werden kann, mehrere zweite Lamellen **40**, die drehfest sowie axial verschieblich mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbunden sind und eine Lamellenkupplung **42** mit den ersten Lamellen **36** bilden, sowie den Betätigungskörper **30** zur axialen Beaufschlagung des zweiten Lamellenträgers **38**. Der Betätigungskörper **30** und der zweite Lamellenträger **38** sind dabei in Umfangsrichtung relativ zueinander verdrehbar und in axialer Richtung im Wesentlichen fest miteinander verbunden.

[0032] Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die ersten Lamellen **36** Außenlamellen, die drehfest und axial verschieblich mit dem als Außenlamellenträger ausgeführten ersten Lamellenträger **34** verbunden sind. Entsprechend sind die zweiten Lamellen **40** Innenlamellen, die drehfest und axial verschieblich mit

dem als Innenlamellenträger ausgeführten zweiten Lamellenträger **38** verbunden sind.

[0033] Der erste Lamellenträger **34** ist gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 6** im Wesentlichen drehfest mit einer weiteren Getriebewelle **24** verbunden, insbesondere sogar einstückig mit dieser ausgebildet. Bei dieser drehfest mit dem ersten Lamellenträger **34** verbundenen, weiteren Getriebewelle **24** und der fest mit dem Synchronring **32** verbundenen Getriebewelle **24** handelt es sich explizit um zwei voneinander verschiedene, separate Getriebewellen **24** unterschiedlicher Planetenradsätze **14**, die insbesondere koaxial angeordnet sind. Entsprechend wirkt die Schaltvorrichtung **28** als Kupplungsvorrichtung, welche die Getriebewelle **24** eines Planetenradsatzes **14** mit der Getriebewelle **24** eines anderen Planetenradsatzes **14** über eine Lamellenkupplung **42** und eine Synchronisierung **44** in Drehrichtung koppeln kann. Dabei findet zunächst eine Drehzahlangleichung statt, bevor die Getriebewellen **24** über eine Reibschlussverbindung der Lamellenkupplung **42** und eine Formschlussverbindung der Synchronisierung **44** im Wesentlichen drehfest verbunden werden.

[0034] Statt der drehfesten Verbindung mit einer weiteren Getriebewelle **24** kann der erste Lamellenträger **34** alternativ auch ein Getriebegehäuse **16** bilden oder fest mit einem Getriebegehäuse **16** verbunden sein. Eine solche Schaltvorrichtung **26** wirkt dann entsprechend als Bremsvorrichtung und kann die fest mit dem Synchronring **32** verbundene Getriebewelle **24** am Getriebegehäuse **16** arretieren.

[0035] Anhand der **Fig. 2** bis **Fig. 6** wird deutlich, dass der Betätigungskörper **30** und der ersten Lamellenträger **34** im Wesentlichen drehfest sowie axial verschieblich verbunden sind. Der Betätigungskörper **30** ist dabei axial verschieblich zwischen einer Ausgangsstellung gemäß **Fig. 2**, in der die Getriebewelle **24** und der zweite Lamellenträger **34** in Umfangsrichtung entkoppelt sind sowie die Lamellenkupplung **42** geöffnet ist, und einer Kupplungsstellung gemäß **Fig. 6**, in der die Getriebewelle **24** und der zweite Lamellenträger **34** in Umfangsrichtung formschlüssig verbunden sind sowie die Lamellenkupplung **42** geschlossen ist.

[0036] Zwischen dem zweiten Lamellenträger **38** und der Getriebewelle **24** ist eine Synchronisierung **44** vorgesehen, um die bei geöffneter Lamellenkupplung **42** auftretenden, relativ hohen Schleppmomente in der Lamellenkupplung **42** zu verringern.

[0037] Die Synchronisierung **44** der Schaltvorrichtung **28** umfasst den fest mit der Getriebewelle **24** verbundenen Synchronring **32**, welcher in **Fig. 8** detailliert dargestellt ist und sowohl eine Konusfläche **46** als auch Formschlusselemente **48** aufweist, sowie einen separaten Reibring **50**, welcher in axialer

Richtung verschieblich und in Umfangsrichtung formschlüssig mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbunden ist sowie eine Konusfläche **52** zur reibschlüssigen Kopplung mit dem Synchronring **32** aufweist (siehe auch **Fig. 9** und **Fig. 10**). Die Konusflächen **46**, **52** des Synchronrings **32** und des Reibrings **50** sind koaxiale, parallele Reibflächen mit identischem Konuswinkel, die durch axiale Relativverschiebung in Anlage gebracht werden können, um den Reibring **50** und den Synchronring **32** zu synchronisieren bzw. durch Reibschluss im Wesentlichen drehfest zu koppeln. Selbstverständlich kann dabei zumindest eine der Konusflächen **46**, **52**, durch einen separaten Reibbelag **53** gebildet sein, wie dies in den **Fig. 2**, **Fig. 9** und **Fig. 10** für die Konusfläche **52** des Reibrings **50** veranschaulicht ist.

[0038] Die Synchronisierung **44** umfasst ferner einen separaten Formschlussring **54**, der fest mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbunden ist und Formschlusselemente **56** zur formschlüssigen Kopplung mit dem Synchronring **32** aufweist. Die Formschlusselemente **56** des Formschlussrings **54** können durch axiale Relativverschiebung mit den Formschlusselementen **48** des Synchronrings **32** in Eingriff gebracht werden, um den Synchronring **32** und den Formschlussring **54** in Umfangsrichtung durch Formschluss im Wesentlichen drehfest zu koppeln.

[0039] Gemäß den **Fig. 8** und **Fig. 9** sind die Formschlusselemente **48**, **56** jeweils als Verzahnungen ausgeführt, wobei im vorliegenden Fall die Formschlusselemente **48** des Synchronrings **32** eine Außenverzahnung und die Formschlusselemente **56** des Formschlussrings **54** eine Innenverzahnung bilden. Jede Verzahnung umfasst mehrere in Umfangsrichtung verteilte Zähne, wobei jeder Zahn einer Verzahnung insbesondere zwei zur Axialrichtung geneigte, entgegengesetzte Zahnflanken aufweisen kann, welche axial zur anderen Verzahnung hin keilförmig zusammenlaufen. Auf diese Weise werden „axiale Einspuren“ der Verzahnungen vereinfacht. Die beiden Verzahnungen grenzen in den Schaltstellungen gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4** axial aneinander an und greifen in einer Formschlussstellung der Schaltvorrichtung **28** gemäß den **Fig. 5** und **Fig. 6** ineinander, sodass die Getriebewelle **24** in Umfangsrichtung formschlüssig mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbunden ist.

[0040] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Schaltvorrichtung **28** Teil eines elektrohydraulisch angesteuerten, vollautomatischen Stufengetriebes **10**, sodass die Kammer **60** durch den Druck eines Hydraulikfluids beaufschlagbar ist, um die Rotation der Getriebewelle **24** zu beeinflussen.

[0041] Statt einer hydraulischen Betätigung ist alternativ selbstverständlich auch eine elektromotorische Betätigung der Schaltvorrichtung **28** denkbar.

[0042] Gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 6** weist der erste Lamellenträger **34** oder ein fest mit dem ersten Lamellenträger **34** verbundenes Bauteil einen Zylinderabschnitt **58** auf. Ferner ist der Betätigungskörper **30** als Kolben ausgeführt, welcher im Zylinderabschnitt **58** axial verschieblich geführt ist. Der Zylinderabschnitt **58** und der als Kolben ausgeführte Betätigungskörper **30** definieren dabei eine druckbeaufschlagbare Kammer **60** zur Axialverschiebung des Kolbens.

[0043] Entgegen dem Druck des Hydraulikfluids wird der Betätigungskörper **30** durch ein Betätigungskörper-Federelement **62** axial in seine Ausgangsstellung gemäß **Fig. 2** beaufschlagt, wobei sich das Betätigungskörper-Federelement **62** zum einen am Betätigungskörper **30** und zum anderen am ersten Lamellenträger **34** abstützt. Der erste Lamellenträger **34** bildet im vorliegenden Ausführungsbeispiel auch einen Axialanschlag für den Betätigungskörper **30**, welcher die axiale Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung **28** definiert.

[0044] In dieser Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung **28** befinden sich der Synchronring **32** und der Reibring **50** in einer sogenannten Lüftstellung, bei der die Konusflächen **46**, **52** voneinander beabstandet sind. Ein axiales Lüftspiel s , also eine Axialverschiebung des Reibrings **50** ausgehend von der Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung **28** bis zum Kontakt der Konusflächen **46**, **52** liegt dabei in der Größenordnung weniger Millimeter, vorzugsweise bei etwa 1 mm.

[0045] Der fest mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbundene Formschlussring **54** bildet einen Axialanschlag für den Reibring **50**, der in einer Ausgangsstellung des Betätigungskörpers **30** die Lüftstellung des Reibrings **50** relativ zum Synchronring **32** definiert. Zur axialen Beaufschlagung des Reibrings **50** in die Lüftstellung ist ein Reibring-Federelement **64** vorgesehen, welches sich zum einen am zweiten Lamellenträger **38** und zum anderen am Reibring **50** abstützt.

[0046] In dieser Lüftstellung der Synchronisierung **44** stellt sich bei einem Drehzahlunterschied der Getriebewellen **24** ebenfalls ein Schleppmoment ein, das jedoch aufgrund der deutlich kleineren Reibfläche erheblich geringer ausfällt als bei der geöffneten Lamellenkupplung **42**. Dementsprechend findet eine Relativdrehung in der Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung **28** ausschließlich oder zumindest überwiegend innerhalb der Synchronisierung **44** zwischen dem Synchronring **32** und dem Reibring **50** statt. Der zweite Lamellenträger **38** bewegt sich aufgrund der Schleppmomente in der (geöffneten) Lamellenkupplung **42** synchron oder zumindest weitgehend synchron mit dem ersten Lamellenträger **34**, sodass in der Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung **28** lediglich das geringe Schleppmoment der Synchronisie-

rung **44** auftritt, was sich positiv auf den Getriebewirkungsgrad auswirkt.

[0047] Die **Fig. 3** zeigt die Schaltvorrichtung **28** im Zustand einer beginnenden Reibverbindung zwischen dem mit der Getriebewelle **24** drehfest verbundenen Synchronring **32** und dem Reibring **50**.

[0048] Infolge einer Druckbeaufschlagung der Kammer **60** hat sich der als Kolben ausgeführte Betätigungskörper **30** axial von der Ausgangsstellung gemäß **Fig. 2** so weit gelöst, dass die Konusfläche **52** des Reibrings **50** bereits einen ersten Reibkontakt mit der Konusfläche **46** des Synchronrings **32** ausbildet. Folglich befindet sich der Betätigungskörper **30** gemäß **Fig. 3** in einer axialen Reib- oder Synchronisationsstellung.

[0049] Gemäß **Fig. 4** hat sich der Betätigungskörper **30** durch eine Erhöhung des Hydraulikdrucks in der Kammer **60** gegenüber der **Fig. 3** axial noch weiter von seiner Ausgangsstellung entfernt und befindet sich in einer Reibschlussstellung. Durch diese weitere Axialbewegung des Betätigungskörpers **30** ist nunmehr die Getriebewelle **24** über den Synchronring **32** und den zweiten Lamellenträger **38** mit den zweiten Lamellen **40** synchronisiert, sodass nunmehr die Relativdrehung innerhalb der Schaltvorrichtung **28** analog zu herkömmlichen Stufengetrieben **10** in der Lamellenkupplung **42**, d.h. zwischen den ersten und zweiten Lamellen **36**, **40** stattfindet.

[0050] Der Formschlussring **54** befindet sich in dieser Reibschlussstellung der Schaltvorrichtung **28** axial unmittelbar vor einem Formschlusseingriff mit dem Synchronring **32**.

[0051] Durch eine weitere Erhöhung des Hydraulikdrucks in der Kammer **60** hat sich der Betätigungskörper **30** gemäß **Fig. 5** noch weiter von seiner axialen Ausgangsstellung entfernt und befindet sich nunmehr in der axialen Formschlussstellung, in welcher der Synchronring **32** und der zweite Lamellenträger **38** über den Reibring **50** nicht nur reibschlüssig, sondern über den Formschlussring **54** auch formschlüssig verbunden sind. Dies führt dazu, dass sich die Drehmomentübertragungskapazität der Synchronisierung **44** drastisch erhöht.

[0052] Die Lamellenkupplung **42** ist bis zu dieser Formschlussstellung des Betätigungskörpers **30** geöffnet, sodass zwischen den ersten Lamellen **36** und den zweiten Lamellen **40** eine Relativdrehung möglich ist.

[0053] Die **Fig. 6** zeigt schließlich die Schaltvorrichtung **28** in der axialen Kupplungsstellung des Betätigungskörpers **30**. Die Getriebewelle **24** und der erste Lamellenträger **34** bleiben dabei analog zur Formschlussstellung gemäß **Fig. 5** in Umfangsrichtung

formschlüssig verbunden. Infolge der weiteren Verschiebung weg von seiner Ausgangsstellung beaufschlagt der Betätigungskörper **30** nun jedoch auch die Lamellen **36, 40** in axialer Richtung, sodass die Lamellenkupplung **42** gemäß **Fig. 6** geschlossen ist und die Getriebewellen **24** synchrone Drehzahlen aufweisen.

[0054] Die **Fig. 7** zeigt eine fest mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbundene, ringförmige Trennwand **66**, die in axialer Richtung fest und in Umfangsrichtung gleitend am Betätigungskörper **30** gelagert ist. Die Trennwand **66** ist darüber hinaus in axialer Richtung und in Umfangsrichtung gleitend am ersten Lamellenträger **34** gelagert. Außerdem ist in **Fig. 7** das Betätigungskörper-Federelement **62** dargestellt, welches sich zum einen über die Trennwand **66** am ersten Lamellenträger **34** und zum anderen am Betätigungskörper **30** abstützt sowie den Betätigungskörper **30** axial in die Ausgangsstellung gemäß **Fig. 2** beaufschlägt.

[0055] Bei hoher Drehzahl der weiteren Getriebewelle **24** entstehen in der Kammer **60** aufgrund der Rotation des Hydraulikfluids Fliehkräfte, die den Betätigungskörper **30** axial entgegen der Kraft des Betätigungskörper-Federelements **62** beaufschlagen und zu einem unerwünschten Reibkontakt zwischen dem Reibring **50** und dem Synchronring **32** führen können. Daher ist zur Fliehkraftkompensation die Trennwand **66** vorgesehen, welche im Zylinderabschnitt **58** des ersten Lamellenträgers **34** eine weitere Kammer **68** definiert, in der das Betätigungskörper-Federelement **62** aufgenommen ist. Diese weitere Kammer **68** ist bei feststehender weiterer Getriebewelle **24** mit weitgehend drucklosem Hydraulikfluid gefüllt, sodass bei einer Rotation der weiteren Getriebewelle **24** nur Fliehkräfte wirken. Die aus den Fliehkräften des Hydraulikfluids in den Kammern **60, 68** resultierenden Axialkräfte heben sich dabei im Wesentlichen auf, sodass auf den Betätigungskörper **30** keine unerwünschte, aus den Fliehkräften des Hydraulikfluids resultierende, drehzahlabhängige Axialkraft wirkt.

[0056] Die **Fig. 8** zeigt eine perspektivische Schnittansicht des Synchronrings **32**, der als Blechumformteil hergestellt sein kann, wobei die Blechdicke bevorzugt in der Größenordnung von etwa 3 mm liegt. Der Synchronring **32** weist sowohl die Konusfläche **46** als auch die Formschlusselemente **48** auf und ist fest mit der Getriebewelle **24** verbunden, insbesondere verpresst und/oder verschweißt.

[0057] In **Fig. 9** ist eine vormontierte Baugruppe **70** für die Schaltvorrichtung **28** dargestellt, wobei diese Baugruppe **70** den zweiten Lamellenträger **38**, den Formschlussring **54**, den Reibring **50**, das Reibring-Federelement **64** und einen Lagerring **72** umfasst.

[0058] Die **Fig. 10** zeigt die vorgefertigte Baugruppe **70** gemäß **Fig. 9** in einer perspektivischen Explosionsansicht.

[0059] Der ringförmige, zweite Lamellenträger **38** ist aus einem umgeformten sowie anschließend gerollten und geschweißten Blech hergestellt, wobei die Blechdicke bevorzugt in der Größenordnung von etwa 2 mm liegt. Der an ein axiales Ende des zweiten Lamellenträgers **38** angrenzende Formschlussring **54** ist ebenfalls als Blechumformteil ausgeführt, wobei die Blechdicke des Formschlussrings **54** bevorzugt in der Größenordnung von etwa 3 mm liegt. Der zweite Lamellenträger **38** und der Formschlussring **54** sind fest miteinander verbunden, insbesondere verprägt und/oder vernietet.

[0060] Auch der axial verschieblich im Inneren des zweiten Lamellenträgers **38** aufgenommene Reibring **50** ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Blechumformteil, dessen Blechdicke bevorzugt in einer Größenordnung von etwa 1,5 mm liegt. Die Konusfläche **52** des Reibrings **50** ist hier durch den separaten Reibbelag **53** gebildet.

[0061] Axial angrenzend an den Reibring **50** ist im Inneren des zweiten Lamellenträgers **38** das Reibring-Federelement **64** aufgenommen, welches als Tellerfeder mit flacher und bevorzugt fallender Federkurve ausgeführt ist. Die Axialkraft des Reibring-Federelements **64** liegt im eingespannten Zustand gemäß **Fig. 9** vorzugsweise bei etwa 1 kN, besonders bevorzugt unter 1 kN.

[0062] Das Reibring-Federelement **64** stützt sich axial am Reibring **50** sowie am Lagerring **72** ab. Der Lagerring **72** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Blechumformteil aufgeführt, dessen Blechdicke bevorzugt in der Größenordnung von etwa 1 mm liegt.

[0063] An seinem radialen Außenumfang weist der Lagerring **72** ein Gleitlager **73** auf, welches in der Synchronisationsstellung gemäß **Fig. 3**, der Reibschlussstellung gemäß **Fig. 4** und der Formschlussstellung gemäß **Fig. 5** in Umfangsrichtung am Betätigungskörper **30** gleitet. In der Ausgangsstellung gemäß **Fig. 2** sowie in der Kupplungsstellung gemäß **Fig. 6** weisen der Betätigungskörper **30** und der Lagerring **72** hingegen im Wesentlichen identische Drehzahlen auf, sodass es zu keiner oder kaum einer Relativdrehung zwischen dem Lagerring **72** und dem Betätigungskörper **30** kommt.

[0064] Der Lagerring **72** ist axial gegenüberliegend zum Formschlussring **54** an einem axialen Ende des zweiten Lamellenträgers **38** angeordnet und analog zum Formschlussring **54** fest mit dem zweiten Lamellenträger **38** verbunden, insbesondere verprägt und/oder vernietet.

[0065] Die in **Fig. 10** dargestellten Bauteile werden in axialer Richtung zusammengesetzt und bilden die vormontierte Baugruppe **70** gemäß **Fig. 9**, wobei der Reibring **50** durch das Reibring-Federelement **64** axial gegen den Formschlussring **54** vorgespannt ist.

[0066] Die **Fig. 11** zeigt einen Ausschnitt der Schaltvorrichtung **28** im Bereich des Reibrings **50** gemäß einer speziellen Ausführungsvariante.

[0067] In dieser Ausführungsvariante sind der Reibring **50** und der zweite Lamellenträger **38** in Umfangsrichtung relativ zueinander begrenzt verdrehbar und weisen gemäß **Fig. 12** einander zugeordnete Sperrflächen **74, 76** auf, die eine axiale Relativverschiebung zwischen dem Reibring **50** und dem zweiten Lamellenträger **38** abhängig von einem Synchronisationsmoment zwischen dem Reibring **50** und dem Synchronring **32** freigeben oder blockieren.

[0068] Die **Fig. 12** zeigt schematische Abbildungen eines Verbindungsbereichs X gemäß **Fig. 11**, wobei der Reibring **50** unterschiedliche Positionen relativ zum zweiten Lamellenträger **38** aufweist.

[0069] Ein radialer Vorsprung **78** des Reibrings **50** greift dabei in eine Nut **80** des zweiten Lamellenträgers **38** ein, die sich in axialer Richtung erstreckt und in der axialen Ausgangsstellung der Schaltvorrichtung **28** im Bereich des radialen Vorsprungs **78** einen in Umfangsrichtung aufgeweiteten Nutabschnitt aufweist (siehe **Fig. 12**, obere Abbildung).

[0070] Bei einem Drehzahlunterschied zwischen dem zweiten Lamellenträger **38** und dem Reibring **50** verschiebt sich der radiale Vorsprung **78** im Bereich des aufgeweiteten Nutabschnitts in Umfangsrichtung bis zu einem Nutanschlag **82** (siehe **Fig. 12**, mittlere Abbildung).

[0071] Soll nun der Betätigungskörper **30** (und der fest mit dem Betätigungskörper **30** verbundene, zweite Lamellenträger **38**) axial in die Formschlussstellung gemäß **Fig. 5** verschoben werden, so kann diese Axialbewegung durch die Sperrflächen **74, 76** verhindert werden (siehe **Fig. 12**, untere Abbildung). Eine Neigung der Sperrflächen **74, 76** ist dabei so gewählt, dass die einander zugeordneten Sperrflächen **74, 76** bei zu großem Synchronisationsmoment (Drehzahlunterschied) zwischen dem Reibring **50** und dem Synchronring **32** eine solche axiale Relativbewegung blockieren und bei Unterschreiten eines vorgegebenen Synchronisationsmoments in Umfangsrichtung aneinander entlang gleiten und letztlich eine axiale Relativverschiebung freigeben.

[0072] Auf diese Weise wird mit geringem Aufwand verhindert, dass die Schaltvorrichtung **28** trotz erheblichem Drehzahlunterschied zwischen dem Reibring **50** und dem Synchronring **32** ihre Formschlussstel-

lung gemäß **Fig. 5** einnimmt. Dies würde einerseits zu unerwünscht großem Verschleiß an den Formschlusselementen **48, 56** sowie andererseits zu störenden Schaltgeräuschen führen.

[0073] Mit anderen Worten ist die zwischen der Getriebewelle **24** und dem zweiten Lamellenträger **38** vorgesehene Synchronisierung **44** hier als Sperrsynchronisierung ausgeführt.

Patentansprüche

1. Schaltvorrichtung für ein Kraftfahrzeuggetriebe, mit mehreren Getriebewellen (24), die jeweils um eine Getriebeachse (A) drehbar sind, einem Synchronring (32), der fest mit einer Getriebewelle (24) verbunden ist, einem ersten Lamellenträger (34), mehreren ersten Lamellen (36), die drehfest sowie axial verschieblich mit dem ersten Lamellenträger (34) verbunden sind, einem zweiten Lamellenträger (38), der relativ zum ersten Lamellenträger (34) axial verschieblich ist und in Umfangsrichtung sowohl reibschlüssig als auch formschlüssig mit dem Synchronring (32) gekoppelt werden kann, mehreren zweiten Lamellen (40), die drehfest sowie axial verschieblich mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden sind und eine Lamellenkupplung (42) mit den ersten Lamellen (36) bilden, einem Betätigungskörper (30) zur axialen Beaufschlagung des zweiten Lamellenträgers (38), sowie einen Reibring (50), der in Umfangsrichtung formschlüssig mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden ist sowie eine Konusfläche (52) zur reibschlüssigen Kopplung mit dem Synchronring (32) aufweist, wobei der Betätigungskörper (30) und der zweite Lamellenträger (38) in Umfangsrichtung relativ zueinander verdrehbar und in axialer Richtung fest miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reibring (50) axial verschieblich mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden ist, und dass der Reibring (50) und der zweite Lamellenträger (38) in Umfangsrichtung relativ zueinander begrenzt verdrehbar sind und einander zugeordnete Sperrflächen (74, 76) aufweisen, die eine axiale Relativverschiebung zwischen dem Reibring (50) und dem zweiten Lamellenträger (38) abhängig von einem Synchronisationsmoment zwischen Reibring (50) und Synchronring (32) freigeben oder blockieren.

2. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Lamellenträger (34) ein Getriebegehäuse bildet oder fest mit einem Getriebegehäuse verbunden ist.

3. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Lamellenträger (34) drehfest mit einer weiteren Getriebewelle (24) verbunden ist.

4. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Formschlussring (54), der fest mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbunden ist und Formschlusselemente (56) zur formschlüssigen Kopplung mit dem Synchronring (32) aufweist.

5. Schaltvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Synchronring (32) Formschlusselemente (48) aufweist, die mit den Formschlusselementen (56) des Formschlussrings (54) durch axiale Relativverschiebung in Eingriff gebracht werden können, um den Synchronring (32) und den Formschlussring (54) in Umfangsrichtung zu koppeln.

6. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Synchronring (32) eine Konusfläche (46) aufweist, die mit der Konusfläche (52) des Reibrings (50) durch axiale Relativverschiebung in Anlage gebracht werden kann, um den Synchronring (32) und den Reibring (50) in Umfangsrichtung zu koppeln.

7. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Lamellenträger (38) oder ein fest mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbundenes Bauteil einen Axialanschlag für den Reibring (50) bildet, der in einer Ausgangsstellung des Betätigungskörpers (30) eine Lüftstellung des Reibrings (50) definiert.

8. Schaltvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Reibring-Federelement (64) vorgesehen ist, welches den Reibring (50) axial in seine Lüftstellung beaufschlagt.

9. Schaltvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Reibring-Federelement (64) zum einen am zweiten Lamellenträger (38) und zum anderen am Reibring (50) abstützt.

10. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein fest mit dem zweiten Lamellenträger (38) verbundener Lagerring (72) vorgesehen ist, der in axialer Richtung fest und in Umfangsrichtung gleitend am Betätigungskörper (30) gelagert ist.

11. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betätigungskörper (30) axial verschieblich ist zwischen einer Ausgangsstellung, in der die Getriebewelle (24) und der erste Lamellenträger (34) in Umfangsrichtung entkoppelt sind sowie die Lamellen-

kupplung (42) geöffnet ist, und einer Kupplungsstellung, in der die Getriebewelle (24) und der erste Lamellenträger (34) in Umfangsrichtung formschlüssig verbunden sind sowie die Lamellenkupplung (42) geschlossen ist.

12. Schaltvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Betätigungskörper-Federelement (62) vorgesehen ist, welches den Betätigungskörper (30) axial in die Ausgangsstellung beaufschlagt

13. Schaltvorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Betätigungskörper-Federelement (62) zum einen am ersten Lamellenträger (34) und zum anderen am Betätigungskörper (30) abstützt.

14. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Lamellenträger (34) oder ein fest mit dem ersten Lamellenträger (34) verbundenes Bauteil einen Zylinderabschnitt (58) aufweist und der Betätigungskörper (30) als Kolben ausgeführt ist, wobei der Kolben im Zylinderabschnitt (58) axial verschieblich geführt ist.

15. Schaltvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zylinderabschnitt (58) und der Kolben eine druckbeaufschlagbare Kammer (60) zur Axialverschiebung des Kolbens definieren.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

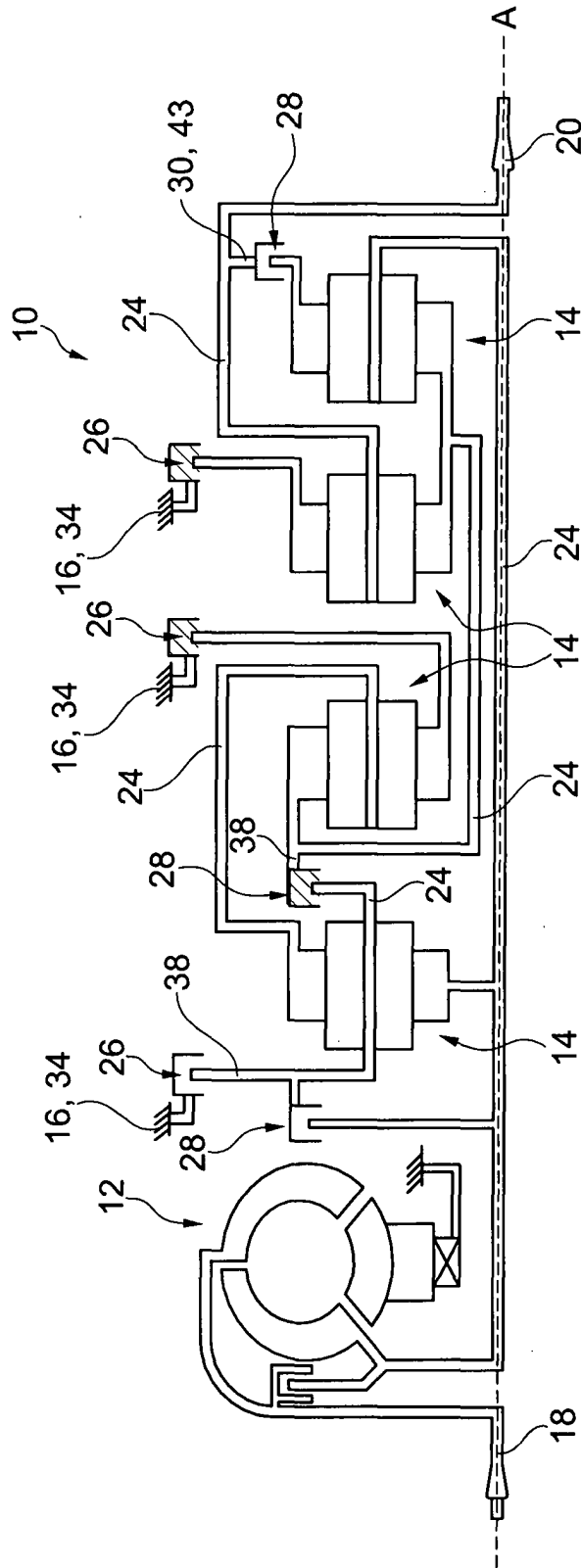


Fig. 1

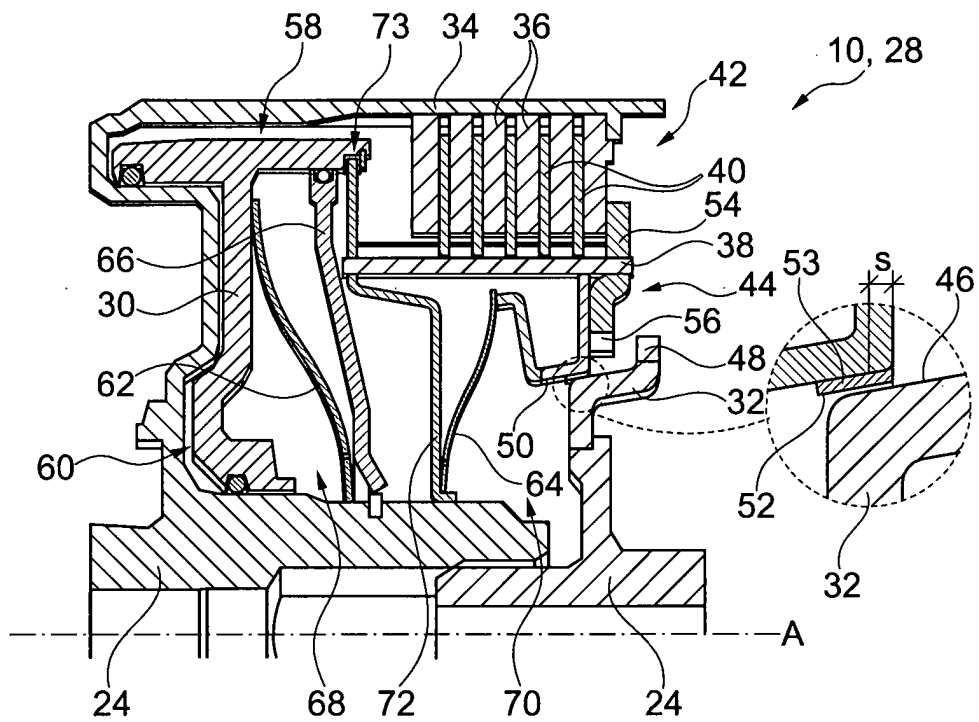


Fig. 2

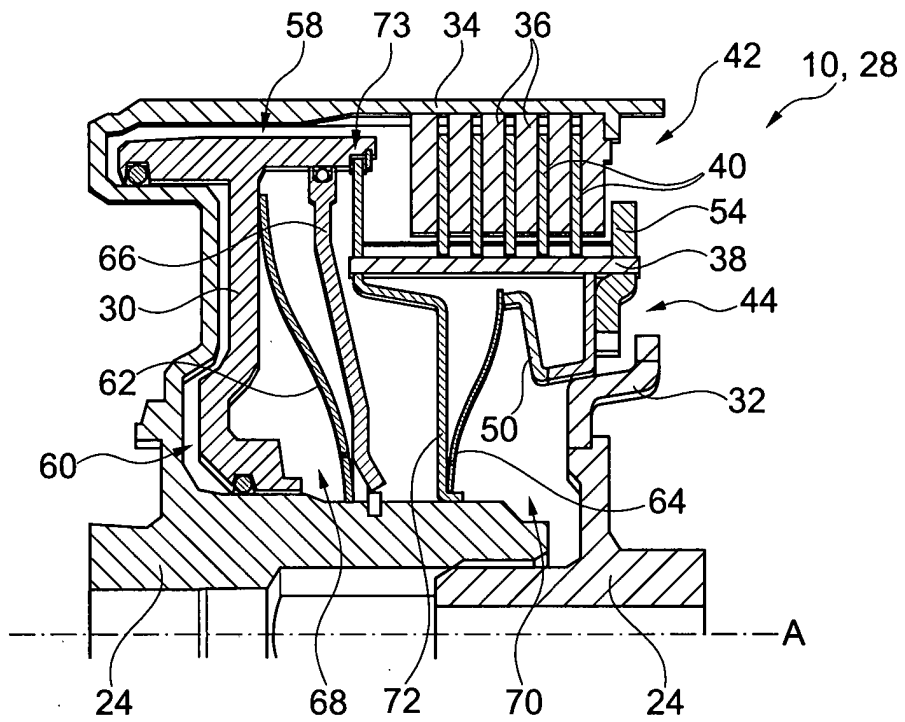


Fig. 3

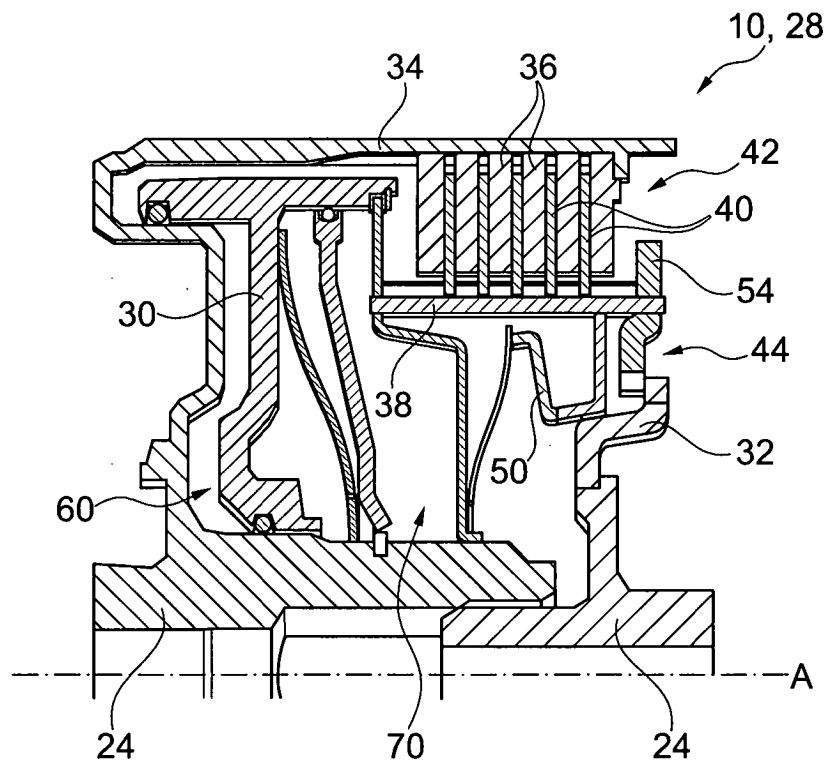


Fig. 4

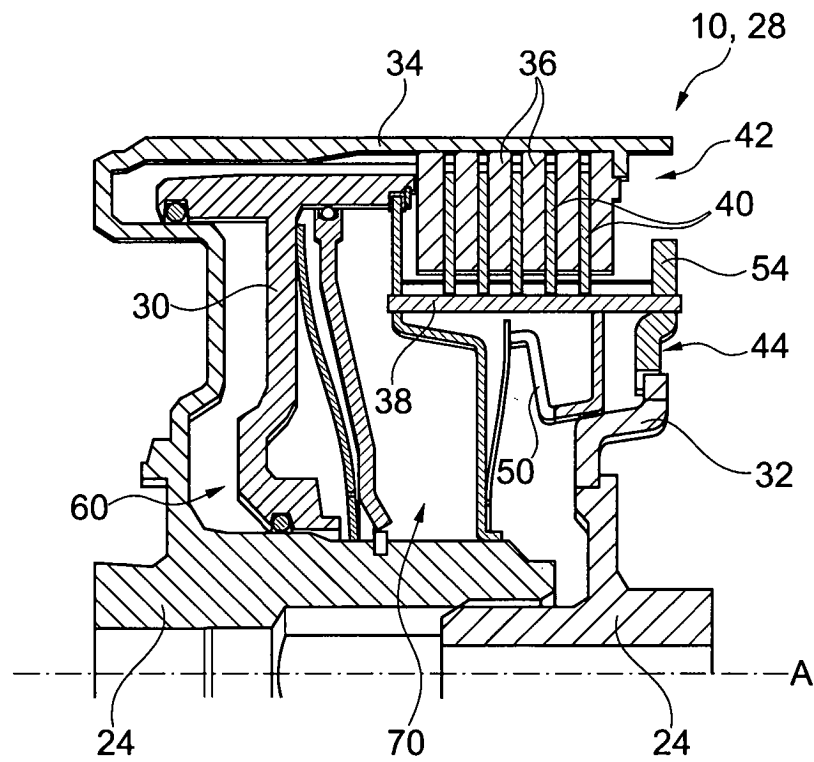


Fig. 5

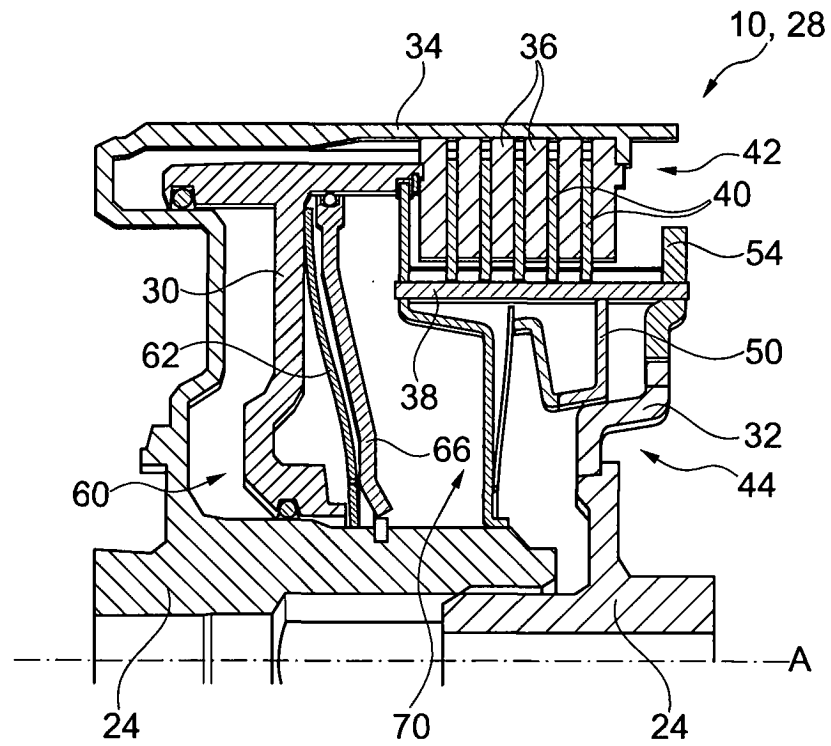


Fig. 6

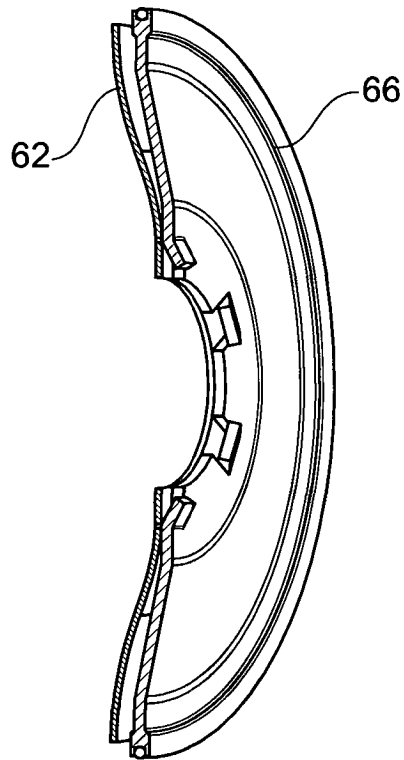


Fig. 7

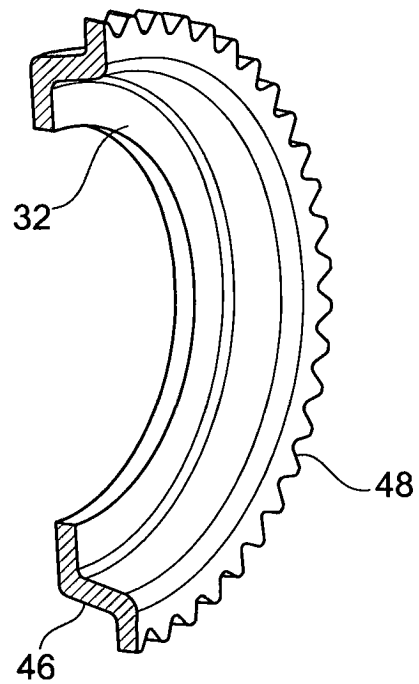


Fig. 8

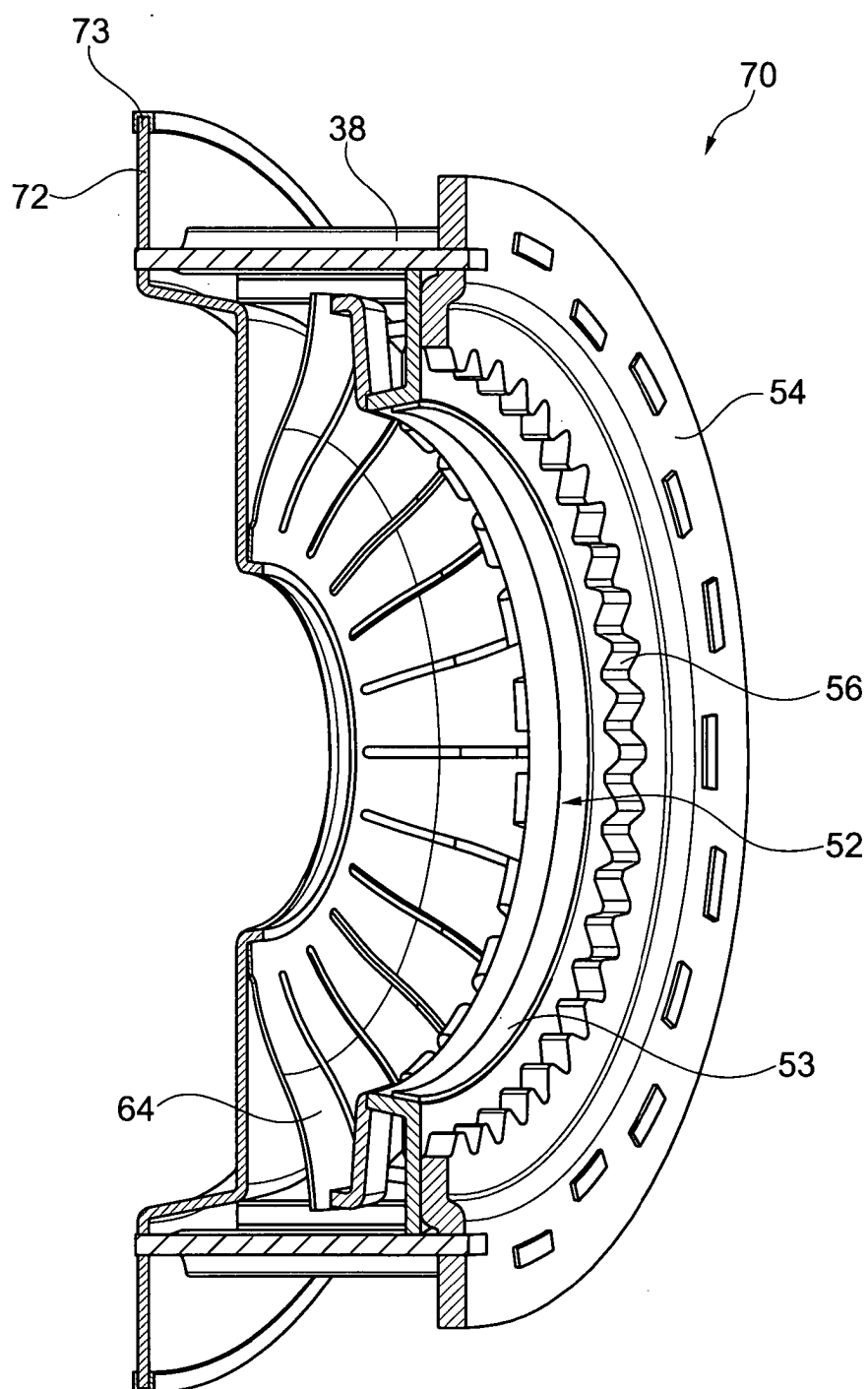


Fig. 9

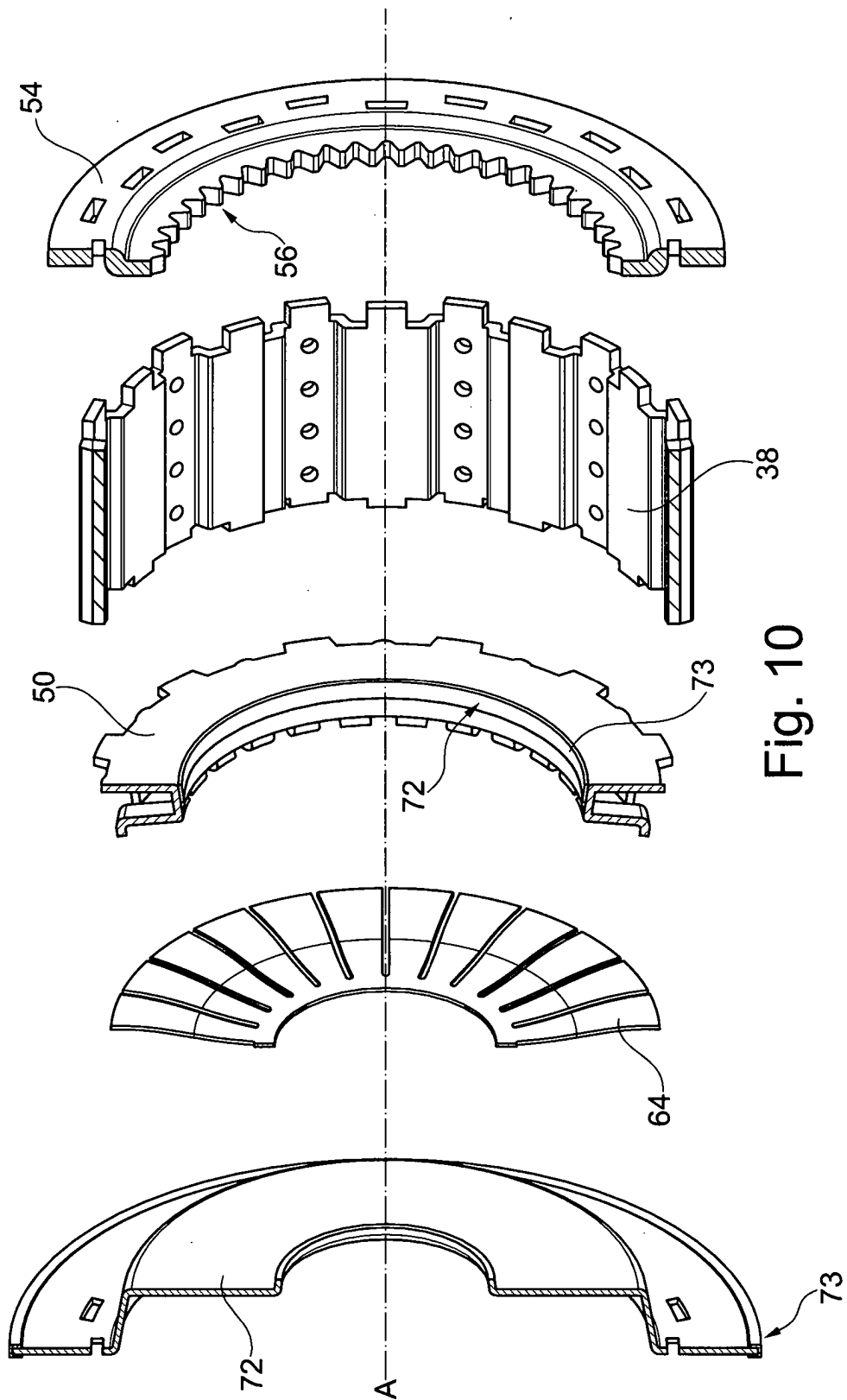


Fig. 10

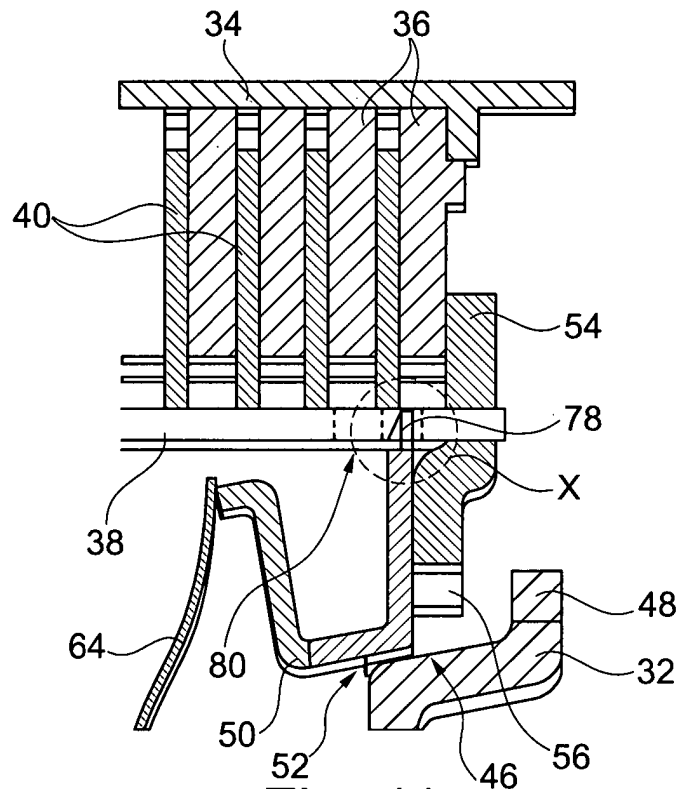


Fig. 11

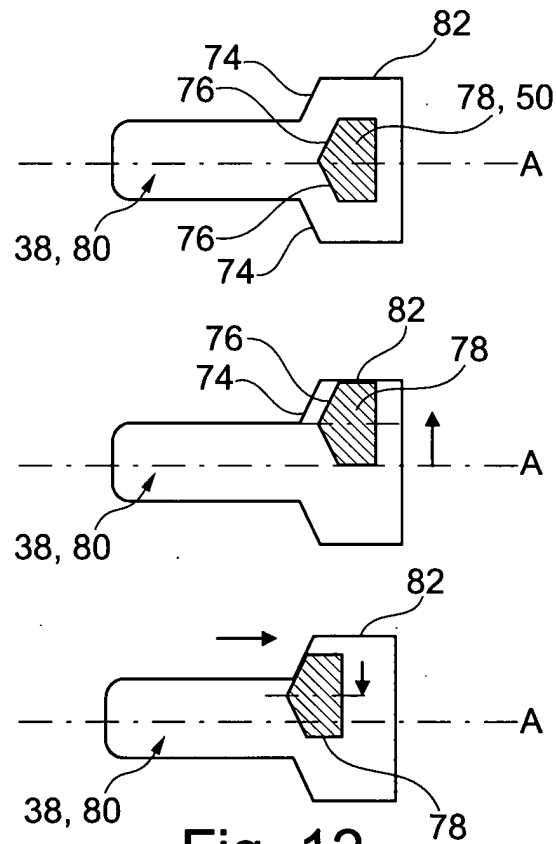


Fig. 12