



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 221 136.0**
(22) Anmeldetag: **17.10.2014**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **31.03.2016**

(51) Int Cl.: **F01L 1/047 (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:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

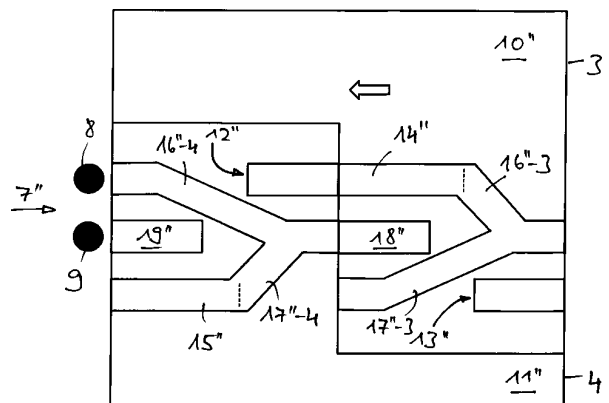
DE 10 2007 010 149 A1
DE 10 2007 037 745 A1

(72) Erfinder:
Manteufel, Arne, 96047 Bamberg, DE

(54) Bezeichnung: **Hubvariabler Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors**

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen ist ein Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors, mit

– einer Nockenwelle (1), die eine Trägerwelle (2) und zwei Nockenstücke (3, 4) umfasst, die jeweils eine Gruppe benachbarter Nocken (5, 6) mit unterschiedlichen Nockenerhebungen und endseitig ein Zylindersegment (10', 11', 10'', 11'') aufweisen und die drehfest und zwischen zwei Axialpositionen verschiebbar auf der Trägerwelle angeordnet sind, wobei sich die Zylindersegmente axial überlappen und außenumfänglich eine nutförmige Axialkulisse (7', 7'') zur Vorgabe zweier Kulissenbahnen (12', 13', 12'', 13'') bilden,
– und zwei Aktuatorstiften (8, 9), die selektiv in die Kulissenbahnen einspuren und die Nockenstücke sukzessiv in die beiden Axialpositionen verschieben,
wobei die Kulissenbahnen jeweils aus einem radialen Nutteinspurbereich (14', 15', 14'', 15'') und einem axialen Verschieberegion (16', 17', 16'', 17'') mit zwei Verschiebeteilen (16'-3, 16'-4, 17'-4, 17'-3, 16''-3, 16''-4, 17''-4, 17''-3) zusammengesetzt sind, von denen ein Verschiebeteil auf einem Zylindersegment und der andere Verschiebeteil auf dem anderen Zylindersegment verläuft. Jeweils die auf demselben Zylindersegment verlaufenden Verschiebeteile sollen bis zu deren Vereinigung axial konvergieren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors, mit

- einer Nockenwelle, die eine Trägerwelle und zwei Nockenstücke umfasst, die jeweils eine Nockengruppe benachbarter Nocken mit unterschiedlichen Nockenerhebungen und endseitig ein Zylindersegment aufweisen und die drehfest und zwischen zwei Axialpositionen verschiebbar auf der Trägerwelle angeordnet sind, wobei sich die Zylindersegmente axial überlappen und außenumfänglich eine nufförmige Axialkulissee zur Vorgabe zweier Kulissenbahnen bilden,
- und zwei Aktuatorstiften, die selektiv in die Kulissenbahnen einspuren und die Nockenstücke sukzessiv in die beiden Axialpositionen verschieben.

[0002] Die Kulissenbahnen sind jeweils aus einem radialen Nuteinspurbereich und einem axialen Verschieberegion mit zwei Verschiebeteilen zusammengesetzt, von denen ein Verschiebeteil auf einem Zylindersegment und der andere Verschiebeteil auf dem anderen Zylindersegment verläuft.

[0003] Ein gattungsgemäßer Ventiltrieb ist aus der DE 10 2007 037 745 A1 bekannt. Die hubvariable Betätigung der Gaswechselventile erfolgt durch ein sogenanntes Schiebenockensystem mit zwei Nockenstücken, deren Endabschnitte als Zylinderhalbschalen ausgebildet sind, die sich axial überlappend zu einem vollumfänglichen Zylinder ergänzen. In die darauf verlaufende Axialkulissee spurt je nach momentaner Axialposition der Nockenstücke einer von zwei Aktuatorstiften ein und verschiebt die Nockenstücke sukzessiv in die andere Axialposition. Somit benötigt man für die beidseitige Verschiebung von zwei unmittelbar benachbarten Nockenstücken nur einen einzigen Aktuator, in dem die beiden Aktuatorstifte zusammengefasst sind. Im Falle eines Reihenvierzylindermotors ist es sogar üblich, den Ladungswechsel der Zylinderpaare Nr. 1 und Nr. 2 sowie Nr. 3 und Nr. 4 jeweils durch ein gemeinsames Nockenstück zu steuern, so dass in diesem Fall die Komplexität des Ventiltriebs mit lediglich zwei Nockenstücken für je zwei Motorzylinder und einem einzigen Aktuator besonders gering ist.

[0004] Die DE 10 2007 010 149 A1 offenbart eine Axialkulissee mit zwei axial gegenläufigen Kulissenbahnen, die sich am Ende ihrer axialen Verschieberegion vereinigen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, einen besonders kompakt bauenden Ventiltrieb der eingangs genannten Art anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Demnach sollen jeweils die auf demselben Zylindersegment verlaufenden Verschie-

beteile bis zu deren Vereinigung axial konvergieren, wobei jeweils der an den Nuteinspurbereich angrenzende Verschiebeteil an einem bezüglich der Nockendrehrichtung späteren Umfangswinkel beginnt als der sich mit diesem Verschiebeteil vereinigende Verschiebeteil.

[0007] Mit anderen Worten soll der Axialabstand der Kulissenbahnen so reduziert werden, dass die Enden der axial benachbarten Verschiebeteile ineinander laufen und gleichsam v-förmig oder y-förmig miteinander verschmelzen, so dass der axiale Bau-raumbedarf der Axialkulissee reduziert ist. Aufgrund der entsprechend gering beabstandeten Aktuatorstifte kann damit auch der Aktuator relativ kompakt bauen. Durch die axial unsymmetrische Verzerrung der beiden sich vereinigenden Verschiebeteile gelingt es, den Umfangswinkel jedes Nuteinspurbereichs zu vergrößern, so dass die Aktuatorstifte ausreichend Zeit haben, um vollständig in die Axialkulissee einzuspuren. Hierdurch kann entweder bei gleicher Sicherheit gegen Fehlschaltungen die Nockenwellen-Umschaltdrehzahl oder bei gleicher Umschaltdrehzahl die Schaltsicherheit oder beides gemeinsam erhöht werden.

[0008] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele eines hubvariablen Ventiltriebs anhand der für das Verständnis der Erfindung relevanten Ausschnitte dargestellt sind. Sofern nicht anders erwähnt, sind dabei gleiche oder funktionsgleiche Merkmale oder Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

[0009] Fig. 1 einen Abschnitt einer Nockenwelle mit zwei benachbarten Nockenstücken und der gemeinsamen Axialkulissee;

[0010] Fig. 2 die schematische Abwicklung einer bekannten Axialkulissee;

[0011] Fig. 3 die schematische Abwicklung einer nicht erfindungsgemäßen Axialkulissee mit spiegel-symmetrischen Verschiebeteilen;

[0012] Fig. 4 die schematische Abwicklung einer erfindungsgemäßen Axialkulissee mit unsymmetrischen Verschiebeteilen;

[0013] Fig. 5 die Abwicklung der erfindungsgemäßen Axialkulissee gemäß Fig. 1;

[0014] Fig. 6 die Umschaltsequenz des Nockenwellenabschnitts gemäß Fig. 1.

[0015] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines Ventiltriebs zur hubvariablen Betätigung der (nicht dargestellten) Gaswechselventile eines Verbrennungsmotors. Der Ventiltrieb umfasst eine abschnittswei-

se dargestellte Nockenwelle **1**, die aus einer außenverzahnten Trägerwelle **2** und darauf mittels Innenverzahnung drehfest und axialverschiebbar gelagerten Nockenstücken **3** und **4** zusammengesetzt ist. Die Nockenstücke weisen jeweils zwei Gruppen axial unmittelbar benachbarter Nocken **5** und **6** auf, deren unterschiedliche Nockenerhebungen auf die Gaswechselventile übertragen werden. Dabei betätigen die beiden Nockenstücke **3**, **4** des dargestellten Nockenwellenabschnitts jeweils die Einlass- oder Auslassventilpaare von zwei unmittelbar benachbarten Motorzylindern. Im Falle eines Reihenvierzylindermotors sind das entweder die Zylinder Nr. 1 und Nr. 2 oder die Zylinder Nr. 3 und Nr. 4.

[0016] Die zur Betriebspunktabhängigen Aktivierung der jeweiligen Nocken **5** oder **6** erforderliche Verschiebung der Nockenstücke **3**, **4** auf der Trägerwelle **2** erfolgt über eine nutförmige Axialkulissee **7''** und zwei Aktuatorstifte **8**, **9** eines Aktuators (nicht dargestellt), die selektiv in die Axialkulissee **7''** einspuren, um die beiden Nockenstücke **3**, **4** sukzessiv zwischen zwei Axialpositionen hin- und her zu schieben. Die Axialpositionen korrelieren mit der Ventilbetätigung durch die Nocken **5** und **6**. Die Axialkulissee **7''** ist auf dem Außenumfang von zwei Zylindersegmenten **10''** und **11''** gebildet, die als sich axial überlappende Zylinderhalbschalen **10''** und **11''** jeweils an einem Ende der Nockenstücke **3** bzw. **4** angeformt sind und sich mit jeweils 180° Bogenmaß zu einem vollständigen Zylinder ergänzen.

[0017] Die Zylinderhalbschalen **10''**, **11''** sind mit verschiedenen Nutbereichen zur Vorgabe von zwei axial gegenläufigen Kulissenbahnen **12''** und **13''** für die Aktuatorstifte **8**, **9** versehen. Diese Nutbereiche seien ausgehend von **Fig. 2** erläutert, die eine schematische Abwicklung einer bekannten Axialkulissee **7** auf den beiden endseitigen Zylinderhalbschalen **10**, **11** der Nockenstücke **3** bzw. **4** zeigt.

[0018] Die Nutbereiche beginnen bezüglich der stets mit dem Pfeil angegebenen Nockendrehrichtung jeweils mit einem Nuteinspurbereich **14** und **15**, der bei abschnittsweise radial abfallendem Nutgrund axialhubfrei ist. An den radialen Nuteinspurbereich **14**, **15**, der jeweils etwa bei der gestrichelten Linie endet, schließt sich ein Verschieberegion an, der bei radial konstantem Nutgrund mit einem Axialhub versehen ist. Der axiale Verschieberegion ist auf zwei Verschiebeteile **16-3** und **16-4** bzw. **17-3** und **17-4** aufgeteilt, von denen der eine Verschiebeteil **16-3** bzw. **17-3** auf der einen Zylinderhalbschale **10** und der andere Verschiebeteil **16-4** bzw. **17-4** auf der anderen Zylinderhalbschale **11** verläuft und deren Axialhub jeweils so groß wie der Abstand zwischen den beiden Axialpositionen der Nockenstücke **3**, **4** ist. Die Nutbereiche enden jeweils mit einem an den Verschieberegion **16** bzw. **17** angrenzenden Nuteinspurbereich

reich **18** bzw. **19**, der bei abschnittsweise radial ansteigendem Nutgrund axialhubfrei ist.

[0019] Das sukzessive Verschieben der beiden Nockenstücke **3**, **4** von der in **Fig. 1** linken Axialposition, in der die Gaswechselventile von den Nocken **5** betätigt werden, in die rechte Axialposition, in der die Nocken **6** aktiv sind, erfolgt durch Betätigung des Aktuatorstifts **8**, der nach dem Einspuren in die Kulissenbahn **12''** zunächst das Nockenstück **3** und dann das Nockenstück **4** verschiebt. Das eigentliche Verschieben erfolgt im Verschieberegion **16''** (siehe **Fig. 6d**) durch den axialen Nutwandkontakt mit dem Aktuatorstift **8**.

[0020] Wie es erneut deutlicher in **Fig. 2** erkennbar ist, schiebt zunächst der Verschiebeteil **16-3** das Nockenstück **3** um eine Axialposition nach oben, so dass das Ende des Verschiebeteils **16-3** mit dem Beginn des Verschiebeteils **16-4** fluchtet, das sich anschließend am Aktuatorstift **8** ebenfalls um eine Axialposition nach oben verschiebt.

[0021] Der Verschiebevorgang endet mit dem Auswerfen des Aktuatorstifts **8** aus der Kulissenbahn **12''** infolge des radialen Anstiegs des Nuteinspurbereichs **18''** (siehe **Fig. 6f**).

[0022] Umgekehrt erfolgt das sukzessive Verschieben der beiden Nockenstücke **3**, **4** von deren verschobener rechter Axialposition zurück in die linke Axialposition gemäß **Fig. 1** durch Betätigung des Aktuatorstifts **9**, der in die Kulissenbahn **13''** einspurt, um zunächst das Nockenstück **4** und anschließend das Nockenstück **3** entlang der Verschiebeteile **17''-4** und **17''-3** zu verschieben.

[0023] Wie es aus der Zusammenschau der **Fig. 2** und **Fig. 3** deutlich wird, bewirkt die Reduzierung des Axialabstands zwischen den beiden bekannten Kulissenbahnen **12** und **13** auf den Axialabstand zwischen den beiden Kulissenbahnen **12'** und **13'** (siehe auch Abstand zwischen den Aktuatorstiften **8** und **9**), dass die auf derselben Zylinderhalbschale **10'** oder **11'** verlaufenden Verschiebeteile **16'-3** und **17'-3** bzw. **16'-4** und **17'-4** bis zur Vereinigung oder Verschmelzung von deren Endabschnitten axial konvergieren und sich dort y-förmig zu einem einzigen Nutabschnitt mit gemeinsamen Nutwänden und einem gemeinsamen Nutgrund vereinigen. Wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, lässt sich damit eine axial besonders kompakte Bauweise der Axialkulissee **7'** erreichen, indem die axiale Erstreckung sowohl der Zylinderhalbschalen **10'** und **11'** als auch des Aktuators, der die beiden Aktuatorstifte **8**, **9** aufnimmt und betätigt, relativ klein dimensioniert wird.

[0024] Die gemäß **Fig. 4** abgewinkelte Axialkulissee **7''** umfasst ergänzend zur paarweisen Vereinigung der axial spiegelsymmetrisch konvergierenden Ver-

schiebeteile **16'-3** und **17'-3** bzw. **16'-4** und **17'-4** gemäß **Fig. 3** auch deren unsymmetrischen, d. h. nicht spiegelsymmetrischen Verlauf. Wie es erneut durch die gestrichelten Linien dargestellt ist, beginnt der jeweils an den radialen Nuteinspurbereich **14''** bzw. **15''** angrenzende Verschiebeteil **16''-3** bzw. **17''-4** der einen Kulissenbahn **12''** bzw. **13''** zu einem bezüglich der Nockendrehrichtung späteren Umfangswinkel als der sich damit vereinigende Verschiebeteil **17''-3** bzw. **16''-4** der anderen Kulissenbahn **13''** bzw. **12''**. Wie bereits eingangs erläutert, ermöglicht der so verzerrte Verlauf der Kulissenbahnen **12''** und **13''**, dass dem Aktuatorstift **8** bzw. **9** ein vergrößerter Nockenwellenwinkel für das sichere Einspuren in die Kulissenbahnen **12''**, **13''** zur Verfügung steht.

[0025] Die in den **Fig. 3** und **Fig. 4** eingezeichneten, radialen Nuteinspurbereiche **18'** und **19'** bzw. **18''** und **19''** grenzen an die vereinigten Verschiebeteile **16'-4** und **17'-4**, **16'-3** und **17'-3**, **16''-4** und **17''-4** sowie **16''-3** und **17''-3** an.

[0026] **Fig. 5** zeigt die wahre, d. h. nicht schematische Abwicklung der gemäß **Fig. 4** verzerrten und gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 6** ausgeführten Axialkulissee **7''**. Dabei kennzeichnen die in der Abwicklung eingezeichneten Kreise die relative Position des Aktuatorstifts **8** beim Durchlaufen der Kulissenbahn **12''**, und die in diesen Kreisen enthaltenen Buchstaben entsprechen der jeweiligen Figurenbezeichnung **6a** bis **6f**, in denen die Nockenwelle **1** in verschiedenen Drehwinkelstellungen während des Verschiebevorgangs der Nockenstücke **3** und **4** von links nach rechts dargestellt ist.

[0027] **Fig. 6a:** der Aktuatorstift **8** spurt in den radial abfallenden Abschnitt des Nuteinspurbereichs **14''** der Kulissenbahn **12''** ein.

[0028] **Fig. 6b:** der Aktuatorstift **8** befindet sich im Nuteinspurbereich **14''** auf der Trennfuge zwischen den beiden Zylinderhalbschalen **10''** und **11''**.

[0029] **Fig. 6c:** der Aktuatorstift **8** befindet sich am Ende des Nuteinspurbereichs **14''** und am Beginn des Verschiebeteils **16''-3**.

[0030] **Fig. 6d:** der Aktuatorstift **8** befindet sich im Verschiebeteil **16''** auf der Trennfuge zwischen den beiden Zylinderhalbschalen **10''** und **11''**.

[0031] **Fig. 6e:** der Aktuatorstift **8** befindet sich am Ende des Verschiebeteils **16''-4** und am Beginn des Nuteinspurbereichs **18''**.

[0032] **Fig. 6f:** der Aktuatorstift **8** befindet sich auf der Trennfuge zwischen den beiden Zylinderhalbschalen **10''** und **11''** und spurt über den radial anstei-

genden Abschnitt des Nuteinspurbereichs **18''** der Kulissenbahn **12''** aus der Axialkulissee **7''** aus.

Patentansprüche

1. Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors, mit – einer Nockenwelle (**1**), die eine Trägerwelle (**2**) und zwei Nockenstücke (**3**, **4**) umfasst, die jeweils eine Gruppe benachbarter Nocken (**5**, **6**) mit unterschiedlichen Nockenerhebungen und endseitig ein Zylindersegment (**10''**, **11''**) aufweisen und die drehfest und zwischen zwei Axialpositionen verschiebbar auf der Trägerwelle (**2**) angeordnet sind, wobei sich die Zylindersegmente (**10''**, **11''**) axial überlappen und außenumfänglich eine nutförmige Axialkulissee (**7''**) zur Vorgabe zweier Kulissenbahnen (**12''**, **13''**) bilden, – und zwei Aktuatorstiften (**8**, **9**), die selektiv in die Kulissenbahnen (**12''**, **13''**) einspuren und die Nockenstücke (**3**, **4**) sukzessiv in die beiden Axialpositionen verschieben, wobei die Kulissenbahnen (**12''**, **13''**) jeweils aus einem radialen Nuteinspurbereich (**14''**, **15''**) und einem axialen Verschiebeteil (**16''**) mit zwei Verschiebeteilen (**16''-3**, **16''-4**, **17''-4**, **17''-3**) zusammengesetzt sind, von denen ein Verschiebeteil (**16''-3**, **17''-3**) auf einem der Zylindersegmente (**10''**) und der andere Verschiebeteil (**16''-4**, **17''-4**) auf dem anderen der Zylindersegmente (**11''**) verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweils die auf demselben Zylindersegment (**10''**, **11''**) verlaufenden Verschiebeteile (**16''-3**, **17''-3**, **16''-4**, **17''-4**) bis zu deren Vereinigung axial konvergieren, wobei jeweils der an den Nuteinspurbereich (**14''**, **15''**) angrenzende Verschiebeteil (**16''-3**, **17''-4**) an einem bezüglich der Nockendrehrichtung späteren Umfangswinkel beginnt als der sich mit diesem Verschiebeteil (**16''-3**, **17''-4**) vereinigende Verschiebeteil (**17''-3**, **16''-4**).

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kulissenbahnen (**12''**, **13''**) weiterhin jeweils aus einem radialen Nuteinspurbereich (**18''**, **19''**) zusammengesetzt sind, der an die vereinigten Verschiebeteile (**16''-4**, **17''-4**, **16''-3**, **17''-3**) angrenzt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

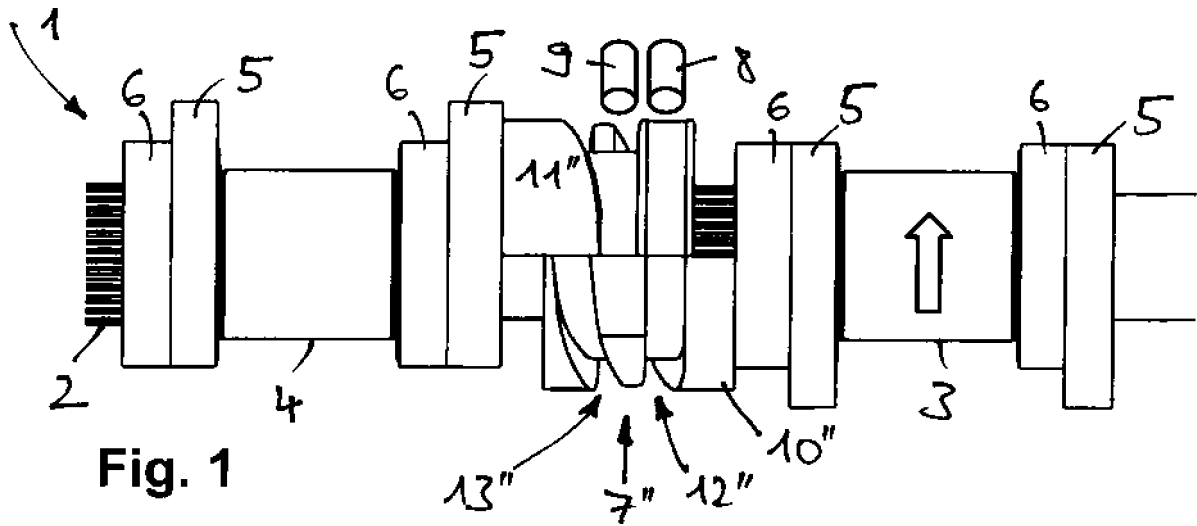


Fig. 1

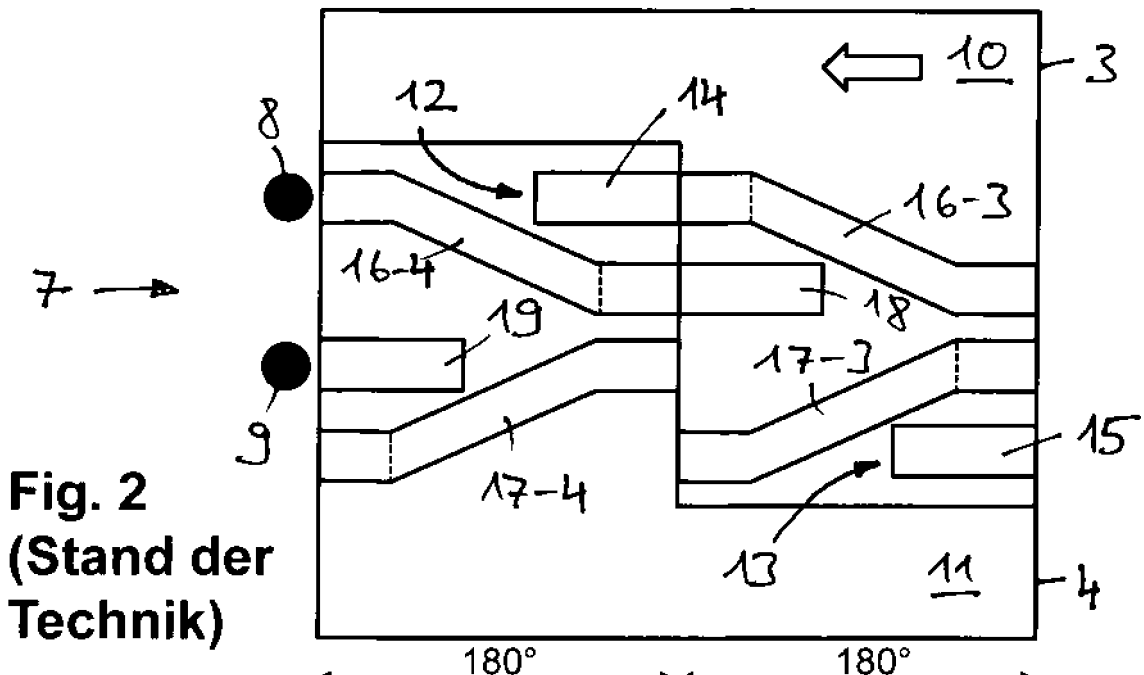


Fig. 2
(Stand der Technik)

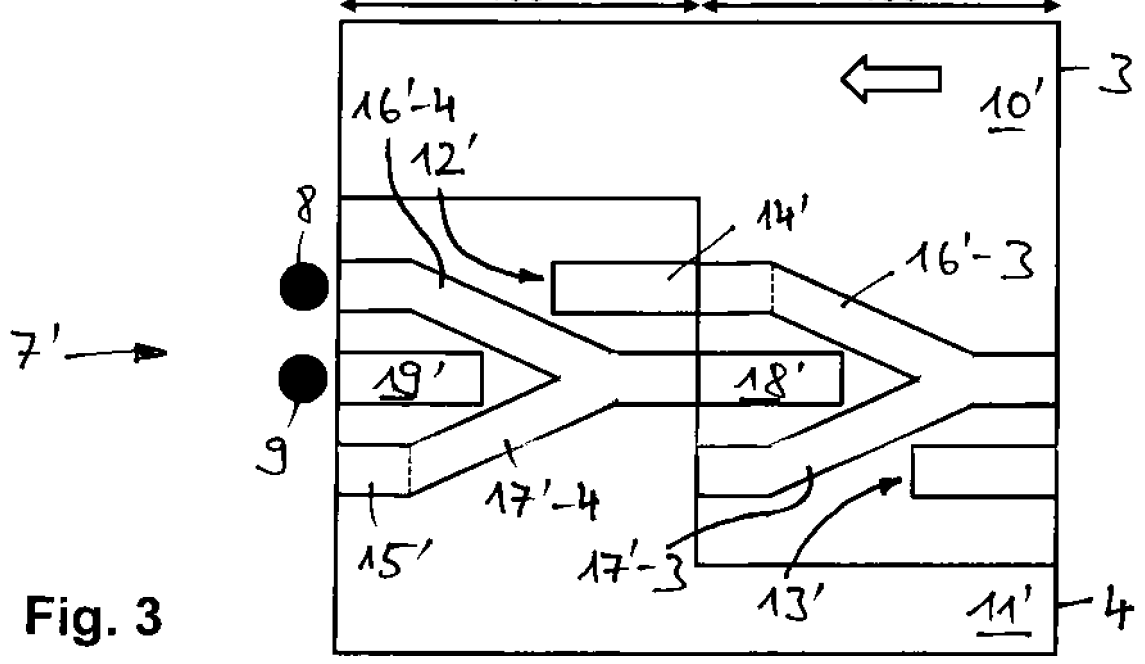


Fig. 3

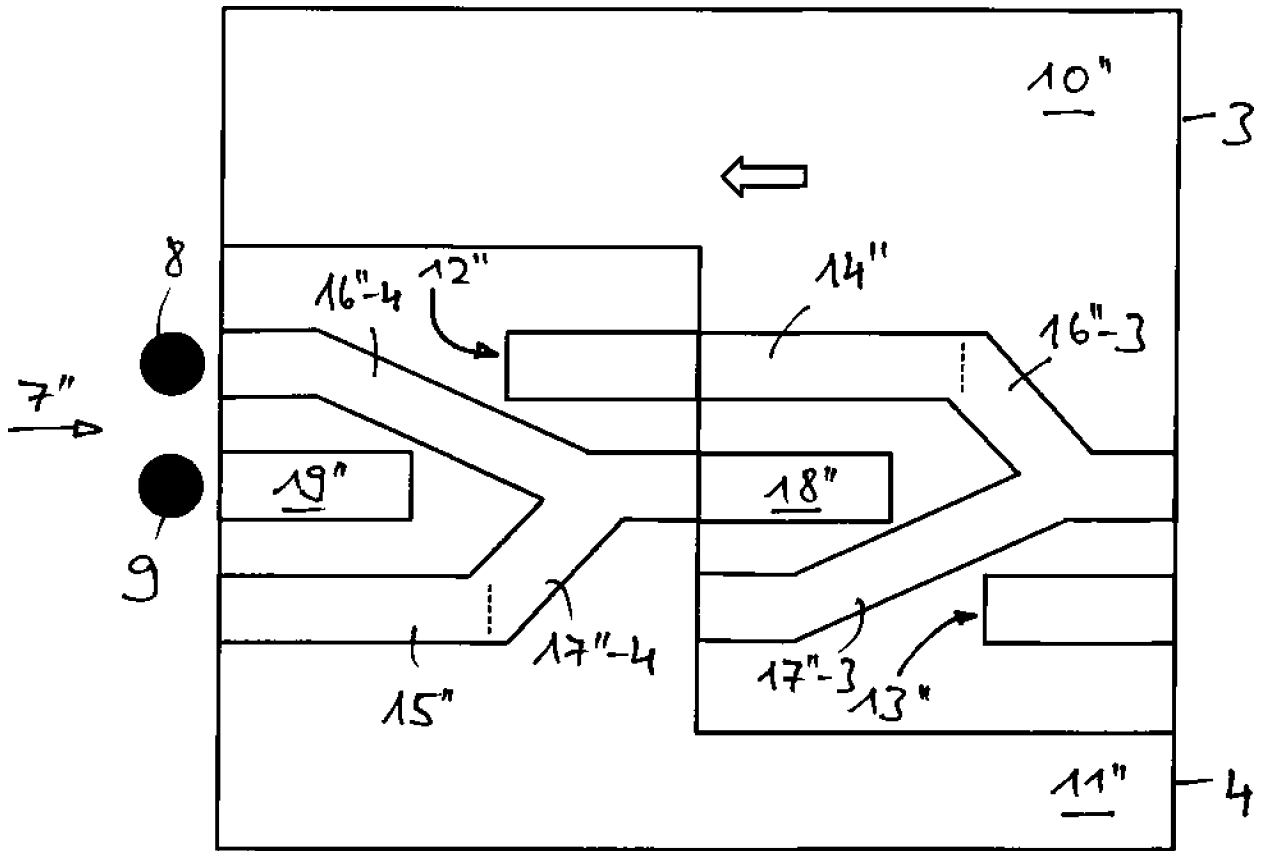


Fig. 4

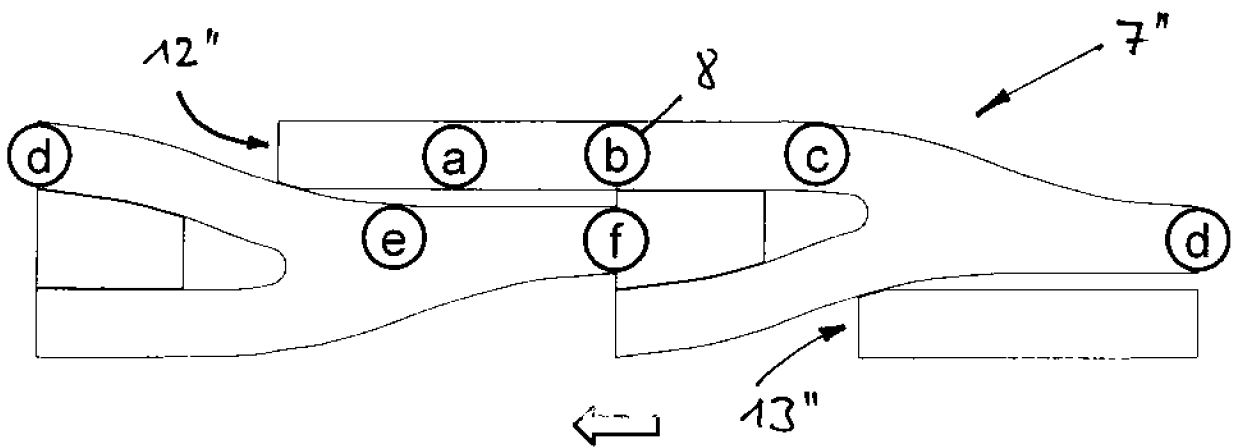


Fig. 5

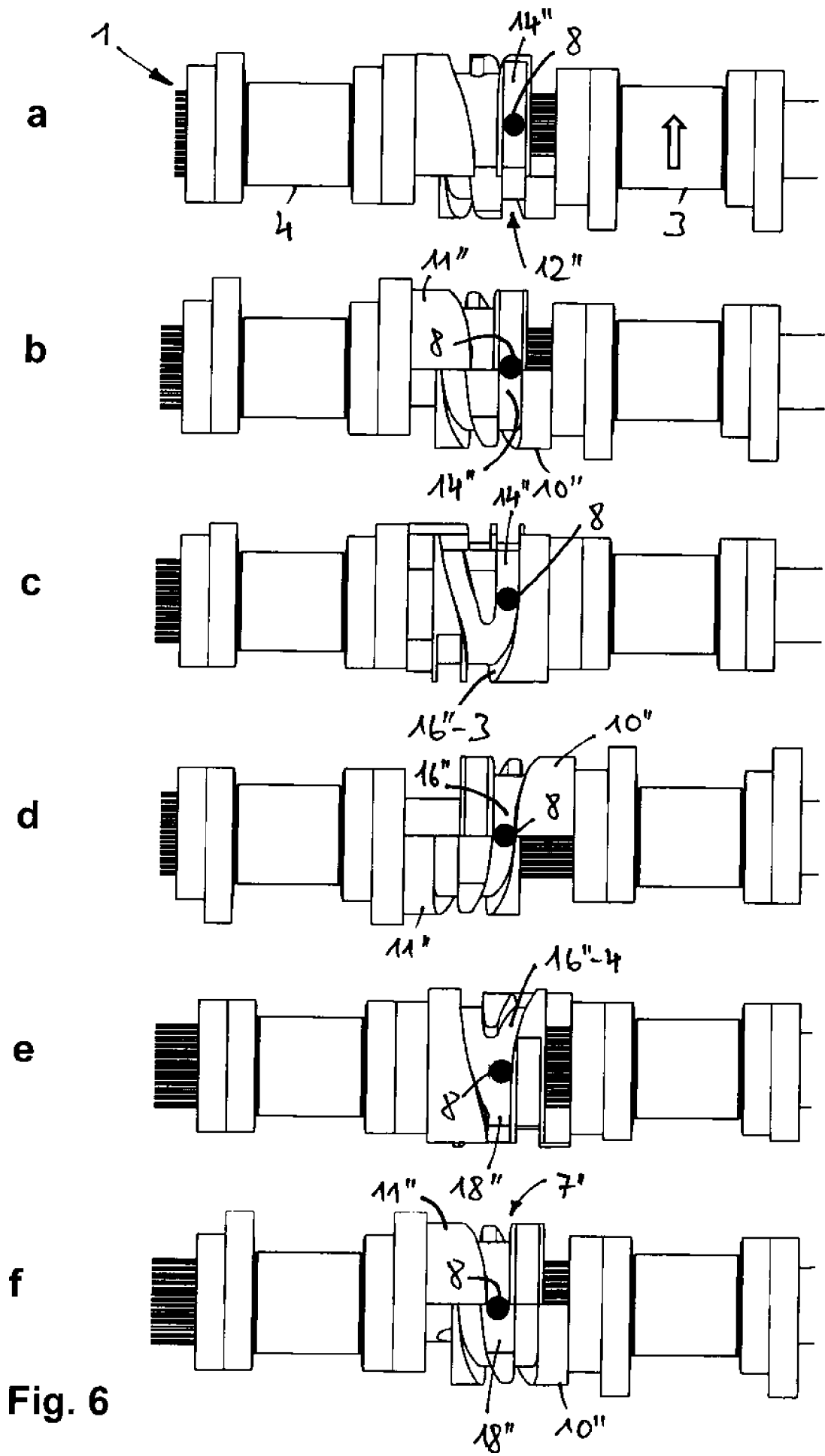


Fig. 6