

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 903 471 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl.7: **F01L 1/352**

(21) Anmeldenummer: **98890262.3**

(22) Anmeldetag: **10.09.1998**

(54) **Vorrichtung zur verstellung dernockenwelle einer brennkraftmaschine mit innerer
verbrennung**

Device for variable camshaft timing in an internal combustion engine

Dispositif pour varier le calage d'un arbre à cames de moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **19.09.1997 AT 158697**
06.08.1998 AT 135898

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(73) Patentinhaber: **TCG UNITECH Aktiengesellschaft**
4560 Kirchdorf/Krems (AT)

(72) Erfinder: **Heer, Siegfried, Ing.**
4560 Kirchdorf/Krems (AT)

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael, Dipl.-Ing. Mag.**
Patentanwalt
Mariahilfer Gürtel 39/17
1150 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 234 853 DE-A- 4 040 486
GB-A- 2 182 736 US-A- 3 978 829

EP 0 903 471 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verstellung der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, mit einem Verstellmechanismus, der durch einen fest mit der Nockenwelle oder mit dem Antriebsrad fest verbundenen Elektromotor betätigt wird.

[0002] Um in verschiedenen Bereichen des Motor-kennfeldes optimale Verbrauchs- und Abgaswerte zu erzielen, ist es erforderlich, die Ventilsteuerzeiten in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter zu verändern. Eine solche Veränderung der Steuerzeiten kann in eleganter Weise durch eine Verdrehung der Nockenwelle in Bezug auf das sie antreibende Rad bewirkt werden. Die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine wird üblicherweise durch ein Kettenrad, das mit der Kurbelwelle über eine Antriebskette verbunden ist, oder ein als Riemenscheibe ausgebildetes Antriebsrad, das über einen Zahnriemen mit der Kurbelwelle in Verbindung steht, angetrieben.

[0003] Aus der DE 41 10 088 C und aus der DE 39 29 619 A sind Verstelleinrichtungen bekannt, bei denen zwischen einem mit der Nockenwelle in Verbindung stehenden Bauteil und einem mit dem Antriebsrad in Verbindung stehenden Bauteil ein Verstellelement vorgesehen ist, das zwei Schrägverzahnungen aufweist, die mit entsprechenden Verzahnungen der Nockenwelle bzw. des Antriebsrades in Eingriff stehen. Durch eine Axialverschiebung dieses Verstellelements kann eine Verdrehung der Nockenwelle gegenüber dem Antriebsrad bewirkt werden. Eine Möglichkeit der Axialverschiebung des Verstellelements ist dabei die Betätigung durch einen Hydraulikkolben, der in Abhängigkeit von der erforderlichen Verstellung betätigt wird. Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass zur Erzielung der erforderlichen Kräfte ein relativ großer Hydraulikkolben erforderlich ist, was einen großen baulichen Aufwand darstellt. Außerdem ist der Ölverbrauch durch die Betätigung des Kolbens relativ groß, das eine Belastung des Motors durch ein entsprechende Ölpumpe darstellt. Darüber hinaus kann bei einer solchen bekannten Vorrichtung die Nockenwelle nur zwischen zwei Endstellungen hin- und her geschaltet werden.

[0004] Weiters ist aus der DE 41 01 676A eine elektrische Verstellvorrichtung bekannt, bei der ein Elektromotor vorgesehen ist, der über eine Gewindespindel das Verstellelement verschiebt. Da sich jedoch das Verstellelement im wesentlichen mit Nockenwellendrehzahl dreht, muß zwischen dem Elektromotor und dem Verstellelement ein Axialdrucklager vorgesehen sein, das die Relativbewegung zwischen dem verdrehfesten und dem sich drehenden Bauteil aufnimmt. Dieses Axialdrucklager ist bei der bekannten Lösung praktisch während des gesamten Motor-betriebs belastet, da durch die zwischen Antriebsrad und Nockenwelle wirkenden Torsionsmomente stets eine in Axialrichtung wirkende Kraft auf das Verstellelement ausgeübt wird.

Dieses Axialdrucklager ist daher ein kritischer Bauteil, der die Lebensdauer des Motors einschränkt.

[0005] Weiters ist aus der GB 2 221 513 A ein Verstellmechanismus bekannt, bei dem ein Elektromotor vorgesehen ist, der fest mit dem Antriebsrad verbunden ist, das die Nockenwelle antreibt. Der Elektromotor treibt eine Schraubspindel an, auf der ein Verstellelement geführt ist, das über eine erste Gruppe von Hebeln mit der Nockenwelle und über eine zweite Gruppe von Hebeln mit dem Antriebsrad in Verbindung steht. Durch den Betrieb des Elektromotors kann auf diese Weise eine Verdrehung der Nockenwelle gegenüber dem Antriebsrad bewirkt werden. Eine solche Vorrichtung ist sehr aufwendig und benötigt einen relativ großen Bauraum.

[0006] Ferner zeigt die DE 36 07 256 A eine Verstellvorrichtung, bei der die Verstellung der Nockenwelle durch einen Schrittmotor erfolgt, der fest mit dem Antriebsrad verbunden ist. Dieser Schrittmotor muß jedoch das gesamte Drehmoment aufnehmen, das zum Antrieb der Nockenwelle erforderlich ist. Ein solcher Schrittmotor scheidet aufgrund der erforderlichen Größe und Leistungsaufnahme für den praktischen Einsatz aus.

[0007] Die US 5,293,845 A zeigt einen Verstellmechanismus für eine Nockenwelle, der ein Planetengetriebe aufweist. Ein feststehender Elektromotor bewirkt dabei eine Phasenverschiebung der Nockenwelle. Nachteilig dabei ist jedoch, dass die Kraftübertragung für den Antrieb der Nockenwelle über die rotierenden Zahnräder des Planetengetriebes erfolgt, so dass der beschränkte Wirkungsgrad des Planetengetriebes zu den entsprechenden Verlusten führt. Außerdem verschiebt sich bei einer Verstellung die Achse des Antriebsrades, was durch aufwendige Spannmechanismen auszugleichen ist.

[0008] Die EP 0 234 853 A zeigt eine Vorrichtung zum Verstellen einer Nockenwelle, bei der die Verstellung über ein Harmonic-Drive-Getriebe erfolgt. Ein solches Getriebe besteht aus einem innenverzahnten Zahnrad und einem eliptischen verformbaren Zahnrad, das in das innenverzahnte Zahnrad eingreift. Die Belastbarkeit und Lebensdauer eines solchen Getriebes besitzt gewisse Grenzen, die es nicht für alle Anwendungen geeignet erscheinen lassen.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zu schaffen, bei der die oben beschriebenen Nachteile vermieden werden können, und die es insbesondere ermöglicht, in einfacher Weise eine schnelle und zuverlässige Verstellung der Nockenwelle zu ermöglichen. insbesondere soll die Vorrichtung wenig Bauraum beanspruchen, so dass auch eine unabhängige Verstellung von zwei Nockenwellen mit geringem Axialabstand möglich ist.

[0010] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die Ausführungsvarianten mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 2 gelöst, dass der Verstellmechanismus ein Planetengetriebe umfaßt. Durch die Verwendung eines Planetengetriebes können Verstellelemen-

te, die sich in Axialrichtung bewegen, vermieden werden. Dadurch kann der mechanische Aufbau vereinfacht werden und eine geringe Baugröße erreicht werden. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass es relativ einfach ist, eine sichere Ölabdichtung zu gewährleisten, so dass der Elektromotor im Trockenen läuft. Um auch einen Notlaufbetrieb bei Ausfall der Verstellung gewährleisten zu können, ist im allgemeinen vorgesehen, dass durch das Antriebsmoment der Nockenwelle eine Endstellung erreicht wird, bei der ein gefahrloser Betrieb der Brennkraftmaschine möglich ist.

[0011] Vorzugsweise weist das Planetengetriebe ein großes Untersetzungsverhältnis auf, das vorzugsweise größer als 1:8 und besonders vorzugsweise größer als 1:12 ist. Durch ein solches Untersetzungsverhältnis kann gegebenenfalls eine Selbsthemmung erreicht werden oder zumindest näherungsweise erreicht werden. Auf diese Weise wird der Elektromotor während des normalen Betriebs der Brennkraftmaschine, bei dem keine Verstellung erfolgt, nicht oder nur minimal belastet. Dies erhöht die Lebensdauer und verringert den erforderlichen Energieaufwand.

[0012] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Elektromotor und ein innenverzahntes Zahnrad des Planetengetriebes fest mit dem Antriebsrad verbunden sind. Dabei ist vorzugsweise der Planetenträger des Planetengetriebes fest mit der Nockenwelle verbunden. Die Abtriebswelle des Elektromotors steht in diesem Fall mit dem Sonnenrad des Planetengetriebes in Verbindung. Auf diese Weise kann ein relativ großes Untersetzungsverhältnis erreicht werden.

[0013] In einer weiteren besonders begünstigten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass das Planetengetriebe nur aus einem innenverzahnten Zahnrad und einem Planetenträger mit einem einzigen darauf gelagerten Planetenrad besteht. Ein Sonnenrad ist bei einem solchen Planetengetriebe nicht vorgesehen. Vorzugsweise ist dabei die Zähnezahzahl des Planetenrades nur geringfügig kleiner als die Zähnezahzahl des innenverzahnten Zahnrades, und zwar vorzugsweise um eins. Dies bedeutet, dass die Achse des Planetenrades nur geringfügig gegenüber der Achse des innenverzahnten Zahnrades verschoben ist. Auf diese Weise stehen stets mehrere Zähne dieser Zahnräder gleichzeitig in Eingriff, so dass eine sehr günstige Situation in Hinblick auf die Belastung gegeben ist. Eine solche Vorrichtung kann daher äußerst kompakt ausgeführt werden, so dass auch bei geringem Abstand zwei Nockenwellen unabhängig voneinander verstellt werden können. Außerdem wird auf diese Weise ein großes Untersetzungsverhältnis erreicht, was im Hinblick auf die erforderliche Baugröße des Elektromotors günstig ist.

[0014] Es ist dabei vorteilhaft, wenn der Elektromotor fest mit der Nockenwelle verbunden ist und dass das Planetenrad über eine Gleichlaufkupplung mit dem Antriebsrad verbunden ist. Die Gleichlaufkupplung, die beispielsweise als Oldhamkupplung ausgebildet ist,

gleich dabei den axialen Versatz von Planetenrad und Antriebsrad aus.

[0015] Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass der Elektromotor fest mit dem Antriebsrad verbunden ist und dass das Planetenrad über eine Gleichlaufkupplung mit der Nockenwelle verbunden ist.

[0016] Konstruktiv besonders günstig ist es, wenn der Planetenträger als Abtriebswelle des Elektromotors ausgebildet ist, die einen desaxiierten Abschnitt aufweist, auf dem das Planetenrad gelagert ist.

[0017] Eine exakte Steuerung des Verstellwinkels kann dadurch erreicht werden, dass der Elektromotor als Schrittmotor ausgebildet ist.

[0018] Weiters betrifft die vorliegende Erfindung eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, die eine Vorrichtung, wie sie oben beschrieben ist, aufweist.

[0019] In der Folge wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Figuren zeigen: Fig. 1, eine erste Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt Fig. 2 eine weitere Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt; Fig. 3 die Ausführungsvariante von Fig. 2 in einem Schnitt nach Linie III - III in Fig. 2, wobei zur Erhöhung der Übersichtlichkeit einzelne Bauteile nicht dargestellt sind; die Fig. 4 eine Explosionsdarstellung der Ausführungsvariante von Fig. 2 und 3; und die Fig. 5 ein Detail dieser Ausführungsvariante.

[0020] Eine erste Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung ist in der Fig. 1 dargestellt. Auf einer Nockenwelle 1 ist eine Halterung 30 verdrehbar, jedoch axial unverschieblich befestigt. Auf dieser Halterung 30 ist am äußeren Umfang eine Verzahnung 36 vorgesehen, die zur Aufnahmen eine Zahnriemens dient, der die Nockenwelle 1 antreibt und die somit das Antriebsrad darstellt. Die Halterung 30 trägt weiters eine Platte 31, an der ein Elektromotor 15 fest angebracht ist. Der Elektromotor 15 dreht sich somit gemeinsam mit dem Antriebsrad 36. Es sind Schleifringe 19 vorgesehen, die von feststehenden Schleifkontakten 41 angespeist werden. Das Ritzel 32 des Elektromotors 15 steht über Planetenräder 33, 34 mit einem Hohlrad, d.h. einem innenverzahnten Zahnrad 35 in Eingriff, das einstückig in der Halterung 30 ausgebildet ist. Ein Planetenträger 37, der die Planetenräder 33, 34 drehbar trägt, ist fest mit der Nockenwelle 1 verbunden. Wenn der Elektromotor 15 nicht angesteuert wird, steht das Ritzel 32 in Bezug auf den Motor 15 still, und somit drehen sich Ritzel 32 und Planetenträger 37 mit der Drehzahl des Antriebsrades 36, wodurch auch die Nockenwelle 1 mit dieser Drehzahl rotiert. Durch die Ansteuerung des Elektromotors 15 kann eine Relativbewegung des Planetenträgers 37 in Bezug auf das Antriebsrad 36 bewirkt werden. Durch die relativ große Übersetzung durch das Planetengetriebe wird erreicht, das entsprechend große Drehmomente zur Verstellung der Nockenwelle 1 durch einen relativ leistungsschwachen Elektromotor 15 zur Verfügung gestellt werden können. Die Abdichtung des Sy-

stems gegenüber dem Ölraum im Bereich der Nockenwelle 1 erfolgt über Radialwellendichtringe 38 und 39. Eine Schraube 40 dient zur Befestigung des Planetenträgers an der Nockenwelle 1.

[0021] Um eine möglichst große Genauigkeit zur Verstellung der Nockenwelle 1 zu erzielen, kann das Planetengetriebe, bestehend aus den Zahnrädern 32, 33, 34 und 35, in einer bekannten Art und Weise spielfrei ausgeführt sein. Um die Geräuschbelastung möglichst zu minimieren, können diese Zahnräder 32 bis 35 aus hochfestem Kunststoff ausgeführt sein.

[0022] Bei der Ausführungsvariante der Fig. 2 bis 5 besitzt die Nockenwelle 1 an ihrem Ende einen Flansch 2. Über ein Gleitlager 42 ist an dem Flansch 2 ein Antriebsrad 6 für die Nockenwelle 1 gelagert, das an seinem Umfang eine Verzahnung 6a zur Aufnahme einer nicht dargestellten Antriebskette aufweist. Über Gewindebolzen 8 ist mit dem Flansch 2 ein Haltekörper 43 verbunden. Die Gewindebolzen 8 treten dabei durch Öffnungen 10 im Antriebsrad 6 hindurch, die als bogenförmige Langlöcher ausgebildet sind. Dadurch ist gleichzeitig der Winkelbereich der Verstellung der Nockenwelle 1 definiert. Am Haltekörper 43 ist eine Wellenmutter 44 befestigt, die über Schrauben 45 einen Elektromotor 15 trägt. Wie bei der vorigen Ausführungsvariante wird der Elektromotor 15 über Schleifringe 19 und Schleifkontakte 41 mit Strom versorgt.

[0023] Die Abtriebswelle 29 des Elektromotors 15 ist über Wälzlager 46 und 47 am Haltekörper 43 und an der Wellenmutter 44 gelagert und besitzt an ihrem vom Motor 15 entfernten Ende einen desaxiierten Abschnitt 48. Die Wälzlager 46 und 47 werden durch Sicherungsringe 49 in Axialrichtung gehalten. An dem desaxiierten Abschnitt ist über ein Nadellager 50 ein Planetenrad 51 gelagert, das mit einem innenverzahnten Zahnrad 52 in Eingriff steht, das einstückig mit dem Haltekörper 43 ausgebildet ist. Eine Axialgleitlagerbuchse 53 sichert das Planetenrad 51 in Axialrichtung.

[0024] Das Planetenrad 51 ist über eine sogenannte Oldhamkupplung 54, die ein Gleichlaufgelenk darstellt, mit dem Antriebsrad 6 in Drehverbindung. Die Oldhamkupplung 54 besitzt einen Eingriffsteil 55, der mit dem Planetenrad 51 über eine Gleitführung 56 in Verbindung steht, die eine beschränkte Bewegung des Eingriffsteils 55 gegenüber dem Planetenrad 51 in der Ebene der Fig. 2 ermöglicht. Andererseits steht der Eingriffsteil 55 mit einem Adapter 58 des Antriebsrades 6 über eine weitere Gleitführung 57 in Verbindung, die eine beschränkte Bewegung des Eingriffsteils 55 gegenüber dem Antriebsrad 6 in der Ebene der Fig. 3 ermöglicht. Auf diese Weise ist es möglich, das Antriebsmoment von dem Antriebsrad 6 auf das Planetenrad 51 zu übertragen, wobei die Exzentrizität s überwunden wird. Schrauben 59 verbinden den Adapter 58 mit dem Kettenrad 6 und sichern gleichzeitig den Eingriffsteil 55.

[0025] Ein Gehäuse 60, das mit einem Radialwellendichtring 61 gegenüber dem Halteteil 43 abgedichtet ist, trennt die motorseitigen Bauteile, wie Nockenwelle 1,

Oldhamkupplung 54 und das Planetengetriebe von den nicht ölbenetzten Bauteilen, wie den Elektromotor 15.

[0026] Aus der Fig. 5 ist der Aufbau des Planetengetriebes ersichtlich. Das innenverzahnte Zahnrad 52 im Haltekörper 43 besitzt vierzehn Zähne, während das Planetenrad 51 dreizehn Zähne besitzt. An der dem Eingriffspunkt gegenüberliegenden Stelle berührt der Kopfkreis des Planetenrades 51 näherungsweise den Kopfkreis des innenverzahnten Zahnrades 52. Auf diese Weise ist etwa die Hälfte aller Zähne stets in Eingriff, was die Zahnflankenbelastung verringert. Daher kann das Planetengetriebe sehr kompakt ausgeführt werden. Außerdem bewirkt eine Umdrehung der Abtriebswelle 29 des Elektromotors 15 nur eine dreizehntel Umdrehung des Planetenrades 51 in Bezug auf den Elektromotor 15, so dass die Belastung des Elektromotors ebenfalls minimiert werden kann.

[0027] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, die Steuerzeiten der Ventile einer Brennkraftmaschine in einfacher Weise und sicher zu verändern. Besonders vorteilhaft ist, dass auch beliebige Zwischenstellungen angesteuert werden können.

25 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verstellung der Nockenwelle (1) einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, mit einem Verstellmechanismus, der durch einen fest mit der Nockenwelle (1) verbundenen Elektromotor (15) betätigt wird, der über Schleifkontakte mit Strom versorgt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellmechanismus ein Planetengetriebe umfaßt und dass das Planetenrad (51) über eine Gleichlaufkupplung (54) mit einem Antriebsrad (6) für die Nockenwelle (1) verbunden ist.
2. Vorrichtung zur Verstellung der Nockenwelle (1) einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, mit einem Verstellmechanismus, der durch einen fest mit einem Antriebsrad (36) für eine Nockenwelle (1) verbundenen Elektromotor (15) betätigt wird, der über Schleifkontakte mit Strom versorgt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellmechanismus ein Planetengetriebe umfaßt und dass das Planetenrad (51) über eine Gleichlaufkupplung (54) mit der Nockenwelle (1) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Planetengetriebe ein großes Untersetzungsverhältnis aufweist, das vorzugsweise größer als 1:8 und besonders vorzugsweise größer als 1:12 ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Planetengetriebe in Bezug auf die Verstellung der Nockenwelle (1) durch das Antriebsrad (6, 36) selbsthemmend ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (15) und ein innenverzahntes Zahnrad (35) des Planetengetriebes fest mit dem Antriebsrad (36) verbunden sind. 5
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Planetenträger (37) des Planetengetriebes fest mit der Nockenwelle (1) verbunden ist. 10
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Planetengetriebe nur aus einem innenverzahnten Zahnrad (52) und einem Planetenträger (48) mit einem einzigen darauf gelagerten Planetenrad (51) besteht. 15
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zähnezahl des Planetenrades (51) nur geringfügig kleiner ist als die Zähnezahl des innenverzahnten Zahnrades (52), und zwar vorzugsweise um eins. 20
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Planetenträger (48) als Teil der Abtriebswelle (29) des Elektromotors (15) ausgebildet ist, die einen desaxiierten Abschnitt (48) aufweist, auf dem das Planetenrad (51) gelagert ist. 25
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (15) als Schrittmotor ausgebildet ist. 30
11. Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist. 35

Claims

1. Device for adjusting the phase angle of a camshaft (1) of an internal combustion engine, comprising an adjusting mechanism that is operated by an electric motor (15), which electric motor (15) is rigidly connected to the camshaft (1) and supplied with power via sliding contacts, **characterized in that** the adjusting mechanism comprises a planetary gear set and that the planet gear (51) is connected to a drive gear (6) for the camshaft (1) by means of a synchronizing coupling (54). 45
2. Device for adjusting the phase angle of a camshaft (1) of an internal combustion engine, comprising an adjusting mechanism that is operated by an electric motor (15), which electric motor (15) is rigidly connected to a drive gear (6) for a camshaft (1) and supplied with power via slip contacts, **character-** 50

ized in that the adjusting mechanism comprises a planetary gear set and that the planet gear (51) is connected to the the camshaft (1) by means of a synchronizing coupling (54).

3. Device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the planetary gear set has a large reduction ratio, i.e., preferably greater than 1:8, and even more preferably, greater than 1:12.
4. Device according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the planetary gear set is self-locking as regards adjustment of the camshaft (1) by means of the drive gear (6, 36).
5. Device according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the electric motor (15) and an internally toothed gear (35) of the planetary gear set are rigidly connected to the drive gear (36).
6. Device according to claim 5, **characterized in that** the planet carrier (37) of the planetary gear set is rigidly connected to the camshaft (1).
7. Device according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the planetary gear set comprises only an internally toothed gear (52) and a planet carrier (48) supporting a single planet gear (51).
8. Device according to claim 7, **characterized in that** the number of teeth of the planet gear (51) is only slightly - smaller than the number of teeth of the internally toothed gear (52), i.e., preferably by one.
9. Device according to any of claims 7 or 8, **characterized in that** the planet carrier (48) is configured as part of the output shaft (29) of the electric motor (15), which output shaft (29) is provided with an eccentric piece (48) on which the planet gear 51 is supported. 40

10. Device as claimed according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** the electric motor (15) is configured as a stepping motor.
11. Internal combustion engine, **characterized in that** it is provided with a device as claimed in any of claims 1 to 10.

Revendications

1. Dispositif pour l'entraînement d'un arbre à cames (1) d'un moteur à combustion interne avec un mécanisme d'entraînement qui est commandé par un moteur électrique (15) solidaire rigidement de l'arbre à cames, lequel moteur est alimenté en courant par des balais, **caractérisé en ce que** le mécanis-

me d'entraînement comprend un engrenage planétaire et **en ce que** la roue planétaire (51) est solidaire, par l'intermédiaire d'un couplage (54) d'une roue d'entraînement (6) de l'arbre à cames (1).

2. Dispositif pour l'entraînement d'un arbre à cames (1) d'un moteur à combustion interne avec un mécanisme d'entraînement qui est commandé par un moteur électrique (15) solidaire d'une roue d'entraînement (36) d'un arbre à cames (1), lequel moteur (15) est alimenté en courant par des balais, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement comprend un engrenage planétaire et **en ce que** la roue planétaire (51) est solidaire, par l'intermédiaire d'un couplage (54) avec l'arbre à cames (1).

10

15

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'engrenage planétaire présente un rapport de transmission élevé, qui est, de préférence, supérieur à 1 : 8 et surtout, supérieur à 1 : 12.

20

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'engrenage planétaire peut être bloqué par rapport à l'entraînement de l'arbre à cames (1), grâce à la roue d'entraînement (6, 36).

25

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le moteur électrique (15) et une roue dentée (35) à dents internes de l'entraînement planétaire est solidaire de la roue d'entraînement (36).

30

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la cage de transmission planétaire (37) de l'engrenage planétaire est solidaire de l'arbre à cames (1).

35

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'engrenage planétaire est constitué seulement d'une roue dentée (52) à dents internes et d'une cage de transmission planétaire (48) avec une roue planétaire unique (51) disposée sur celle-ci.

40

45

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le nombre de dents de la roue planétaire (51) est légèrement inférieur au nombre de dents de la roue dentée à dents internes (52) et, de préférence, par une dent.

50

9. Dispositif selon la revendication 7 ou la revendication 8, **caractérisé en ce que** la cage de transmission (48) est réalisée en tant que partie de l'arbre d'entraînement (29) du moteur électrique (15), qui présente une portion désaxée (48) sur laquelle est placée la roue planétaire (51).

55

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le moteur électrique (15) est réalisé sous la forme d'un moteur pas à pas.

5

11. Moteur à combustion interne, **caractérisé en ce qu'il** comporte un dispositif selon l'une des revendications 1 à 10.

Fig. 1

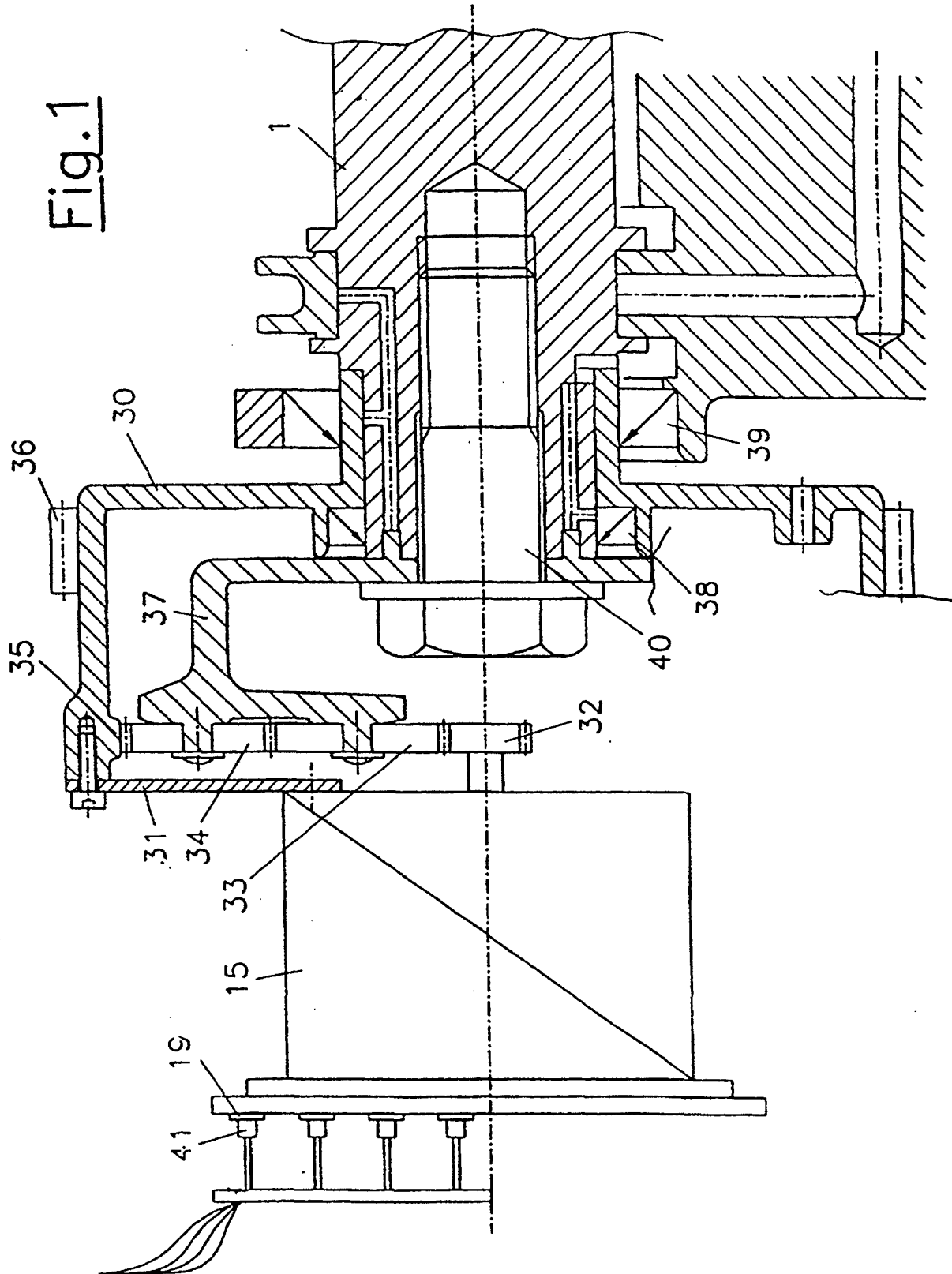


Fig. 2

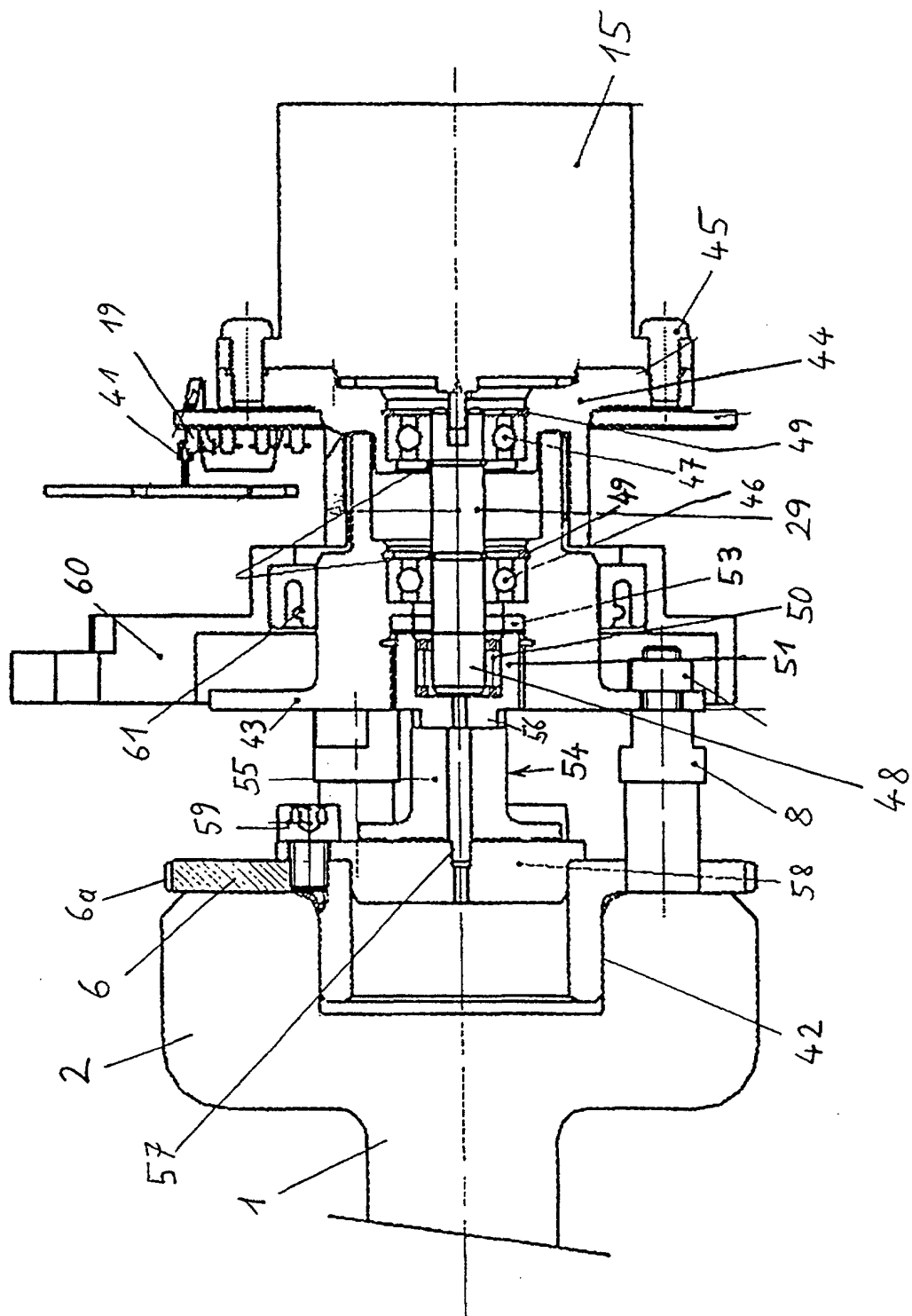


Fig. 3

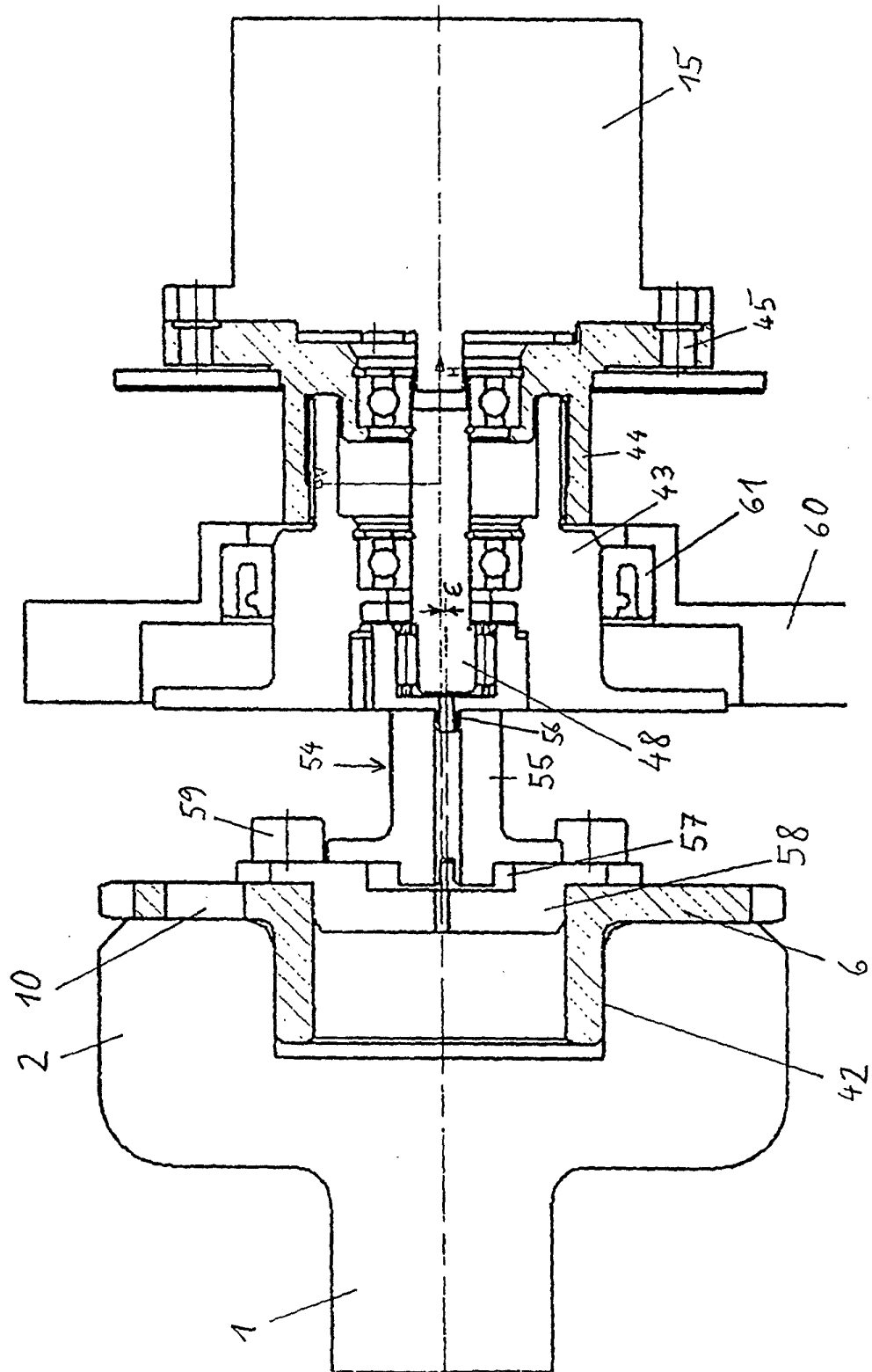


Fig. 4

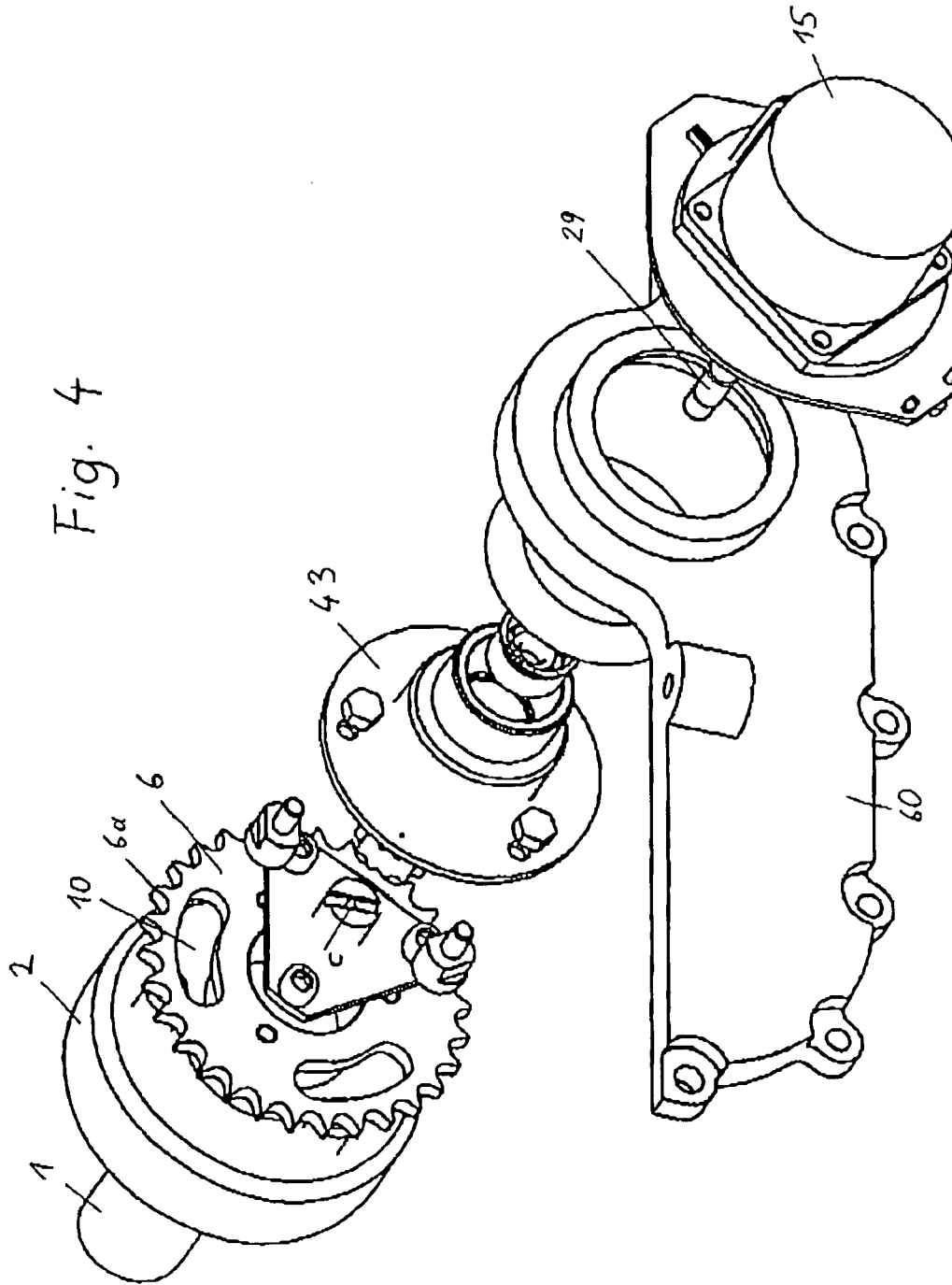


Fig. 5

