

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)	Anmeldenummer:	A 50189/2019	(51)	Int. Cl.:	F02B 75/04	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	08.03.2019			F16C 7/06	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.08.2020			F02D 15/02	(2006.01)

(56)

Entgegenhaltungen:
WO 2016203047 A1

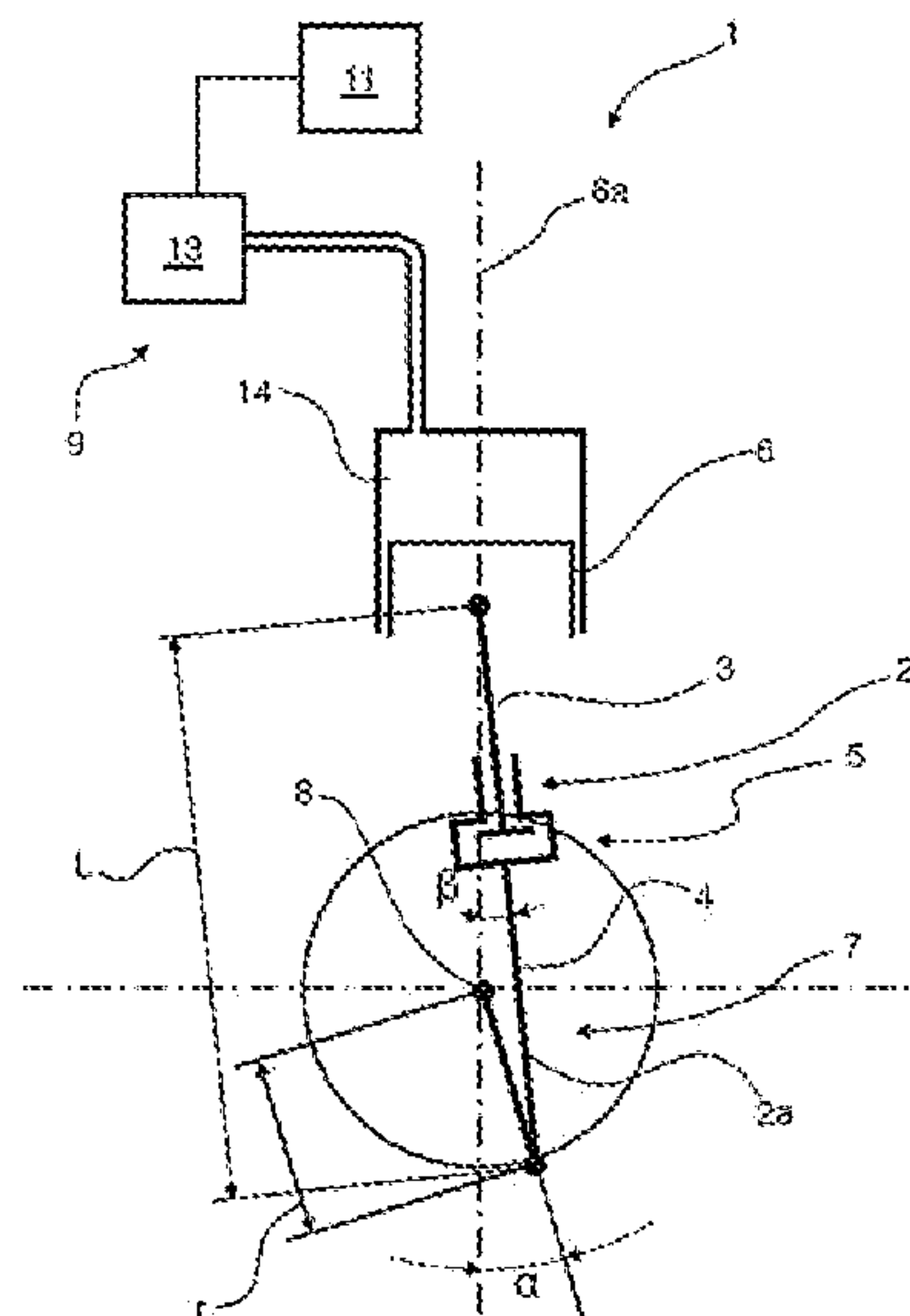
(71)	Patentanmelder:	AVL List GmbH 8020 Graz (AT)
(72)	Erfinder:	Lösch Siegfried Dr. 8051 Graz (AT) Melde-Tuczai Helmut Dipl.Ing. 8042 Graz (AT) Rath Martin Dipl.Ing. 8045 Graz (AT)
(74)	Vertreter:	Kopetz Heinrich Dipl.Ing. 8020 Graz (AT)

(54)

System und Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange

(57) Die Erfindung betrifft ein System (1) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine. Die Pleuelstange (2) weist dabei zumindest einen ersten (3) und einen zweiten Pleuelteil (4) auf, die mittels einer Längenverstelleinrichtung (5) in Richtung einer Pleuelteilelängsachse (2a) der Pleuelteile (3, 4) zu- und/oder ineinander verschiebbar sind. Die Hubkolbenmaschine weist wenigstens einen, entlang einer Hubkolbenlängsachse (6a) oszillierenden Hubkolben (6) auf. Ein Kurbeltrieb (7) wandelt die oszillierende Bewegung des Hubkolbens (6) mittels der Pleuelstange (2) in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle (8) um. Das System (1) weist eine Winkeleinstelleinrichtung (9) auf, die dazu eingerichtet ist, einen definierten Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteilelängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a) einzustellen, solange die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist oder in einen Ruhemodus gebracht wird. Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren (100, 200) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine. Die Hubkolbenmaschine weist eine Winkeleinstelleinrichtung (9) auf, die wenigstens die folgenden Arbeitsschritte durchführt:

Ermitteln eines Betriebsmodus der Hubkolbenmaschine (101, 201); und wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, Einwirken (102, 202) auf die Hubkolbenmaschine, so dass ein Winkel β zwischen Pleuelteilelängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a), auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein System (1) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine. Die Pleuelstange (2) weist dabei zumindest einen ersten (3) und einen zweiten Pleuelteil (4) auf, die mittels einer Längenverstelleinrichtung (5) in Richtung einer Pleuelteilelängsachse (2a) der Pleuelteile (3, 4) zu- und/oder ineinander verschiebbar sind. Die Hubkolbenmaschine weist wenigstens einen, entlang einer Hubkolbenlängsachse (6a) oszillierenden Hubkolben (6) auf. Ein Kurbeltrieb (7) wandelt die oszillierende Bewegung des Hubkolbens (6) mittels der Pleuelstange (2) in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle (8) um. Das System (1) weist eine Winkeleinrichtung (9) auf, die dazu eingerichtet ist, einen definierten Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteilelängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a) einzustellen, solange die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist oder in einen Ruhemodus gebracht wird. Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren (100, 200) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine. Die Hubkolbenmaschine weist eine Winkeleinrichtung (9) auf, die wenigstens die folgenden Arbeitsschritte durchführt:

Ermitteln eines Betriebsmodus der Hubkolbenmaschine (101, 201); und

wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, Einwirken (102, 202) auf die Hubkolbenmaschine, so dass ein Winkel β zwischen Pleuelteilelängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a), auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird.

Fig.1

System und Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange

Die Erfindung betrifft ein System zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange.

Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, weisen im Allgemeinen wenigstens einen Hubkolben auf, der in einem Betriebsmodus entlang einer Hubkolbenlängsachse oszilliert. Ein Kurbeltrieb wandelt die oszillierende Bewegung des Hubkolbens mittels einer Pleuelstange in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle um.

Um die Effizienz von Hubkolbenmaschinen zu erhöhen, ist es bekannt, diese mit variablen Verdichtungsverhältnissen auszustatten. Um ein solches zu erreichen, können längenverstellbare Pleuelstangen eingesetzt werden. Diese weisen vorzugsweise einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil auf, welche mittels einer Längenverstelleinrichtung, vorzugsweise mittels eines Hydraulikzylinders, in Richtung einer Pleuelteilelängsachse der Pleuelteile, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschoben werden.

Weisen solche zweiteiligen Pleuelstangen keine Verdrehsicherung auf, kann sich der Pleuelteil der Pleuelstange, der mit dem Hubkolben verbunden ist – mitsamt des Hubkolbens – gegen den anderen Pleuelteil verdrehen, wenn die Hubkolbenmaschinen in einem Ruhemodus ist. Wird die Hubkolbenmaschine in einem solch verdrehten Zustand wieder in Betrieb genommen, kann dies zu Beschädigungen der Bauteile führen. Beispielsweise kann die Pleuelstange verbogen werden oder brechen oder der Hubkolben kann sich in einem Zylinder verklemmen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes System und ein verbessertes Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine bereitzustellen. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, die Gefahr von Beschädigungen der Komponenten, insbesondere der Pleuelteile, der Hubkolben oder Zylinder zu minimieren.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt durch ein System gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 14. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht. Die Lehre der Ansprüche wird hiermit zu einem Teil der Beschreibung gemacht.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, aufweisend eine Winkeleinrichtung, die dazu eingerichtet ist, einen definierten Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteilelängsachse und Hubkolbenlängsachse einzustellen, solange die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist oder gebracht wird.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren, welches vorzugsweise mittels eines Systems gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung durchgeführt wird, folgende Arbeitsschritte aufweisend:

Ermitteln eines Betriebsmodus einer Hubkolbenmaschine; und,

wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, Einwirken auf die Hubkolbenmaschine, so dass ein Winkel β zwischen Pleuelteilelängsachse und Hubkolbenlängsachse, auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird.

Ein Ruhemodus im Sinne der Erfindung liegt vorzugsweise dann vor, wenn eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, nicht in einem Antriebsbetrieb, insbesondere Verbrennungsbetrieb, ist und insbesondere keine chemische Energie aus einem Kraftstoff in kinetische Energie umwandelt.

Eine Pleuelteilelängsachse im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Symmetrieachse mindestens zweier Pleuelteile einer längenverstellbaren Pleuelstange, um die sich die Pleuelteile vorzugsweise gegeneinander verdrehen können, wenn ein Verdrehen nicht durch eine Verdrehsicherung verhindert wird.

Eine Hubkolbenlängsachse im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Symmetrieachse eines Zylinders bzw. eines Hubkolbens, um die sich der Hubkolben in dem Zylinder verdrehen kann, insbesondere wenn dies nicht durch eine Verdrehsicherung verhindert wird.

Eine Längenverstelleinrichtung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Vorrichtung, die es ermöglicht, eine effektive Länge einer Pleuelstange zu verändern. Dies kann beispielsweise hydraulisch mittels eines Hydraulikzylinders geschehen. Auch eine mechanische Verstellung der Länge, beispielsweise mittels eines Exzenters, ist möglich. Ebenso kann die Längenverstellung auch über elektrische Bauteile, beispielsweise mittels Linearmotor, umgesetzt werden. Eine Längenverstellung erfolgt insbesondere in Richtung der Pleuelteilelängsachse.

Eine Winkeleinstelleinrichtung im Sinne der Erfindung ermöglicht vorzugsweise, im Ruhemodus oder beim Umschalten auf den Ruhemodus derart auf die Hubkolbenmaschinen einzuwirken, dass ein definierter Winkel β zwischen einer Pleuelteilelängsachse und einer Hubkolbenlängsachse eingestellt wird. Dies kann insbesondere hydraulisch oder pneumatisch mittels eines Hydraulik-/Pneumatik-Zylinders geschehen. Insbesondere kann die Winkeleinstellung auch mittels elektrischer Bauteile, beispielsweise mittels eines Elektromotors, umgesetzt werden. Die Winkeleinstelleinrichtung kann vorzugsweise als Hardware- und/oder Softwarekomponente bzw. -komponenten ausgebildet sein. Vorzugsweise nutzt die Winkeleinstelleinrichtung Bauteile, die in einer Hubkolbenmaschine oder einem Antriebsstrang bereits vorhanden sind.

Die Erfindung basiert insbesondere auf der Erkenntnis, dass ein Verdrehen der Pleuelteile zueinander durch eine geeignete Stellung der Pleuelstange verhindert werden kann. Hierbei werden die Freiheitsgrade der Pleuelstange durch die Lager am großen und kleinen Pleuelauge und definierte Stellungen der Pleuelstange gezielt eingeschränkt. Wenn im Ruhemodus der Hubkolbenmaschinen ein Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteilelängsachse und Hubkolbenlängsachse eingestellt wird, so verhindert dies – aufgrund der Freiheitsgrade der mechanischen Bauteile –, dass sich das erste Pleuelteil gegenüber dem zweiten Pleuelteil verdrehen kann. Im Antriebsmodus der Hubkolbenmaschinen verdrehen sich Pleuelteile – auch ohne Verdrehsicherung – aufgrund der permanenten Bewegung der Hubkolbenmaschinen nicht.

Mit anderen Worten wurde erkannt, dass es aufgrund der Sperrwirkung der Lager im großen und kleinen Pleuelauge ausreicht, im Ruhemodus der Hubkolbenmaschinen einen Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteilelängsachse

und Hubkolbenlängsachse einzustellen, um ein Verdrehen der Pleuelteile zueinander zu verhindern.

Eine mechanische Verdrehsicherung, beispielsweise in Form einer Nut zwischen Hubkolben und Zylinder oder zwischen erstem und zweitem Pleuelteil, ist mit der Erfindung nicht erforderlich. Dies hat den Vorteil, dass keine zusätzlichen Bauteile – wie Verdrehsicherungen, Führungen oder dergleichen – an Hubkolben und Pleuelstange angebracht werden müssen. Das Gewicht der bewegten Teile wird dadurch verringert und die Herstellungskosten gesenkt. Außerdem wird die Verschleißanfälligkeit verhindert, die durch solche zusätzlichen Bauteile entsteht.

Vorzugsweise kann die Winkeleinrichtung den Betriebsmodus der Hubkolbenmaschine durch Zugriff auf eine Steuerung der Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Motorsteuerung, und/oder mittels eines Sensors ermitteln. Durch die Einstellung des Winkels β zwischen Pleuelteil-längsachse und Hubkolbenlängsachse im Ruhemodus wird verhindert, dass sich die Pleuelteile gegeneinander verdrehen können.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Winkeleinrichtung einen Antrieb und eine Steuereinheit auf und ist insbesondere derart eingerichtet, dass der Winkel β über die Antriebswelle eingestellt wird. Wird der Winkel β über die Antriebswelle eingestellt, hat dies den Vorteil, dass der Antrieb beispielsweise fest an einer Gehäusewand der Hubkolbenmaschine angebracht werden kann. Die Ansteuerung und Energieversorgung des Antriebs wird so erleichtert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Winkeleinrichtung wenigstens einen Sensor auf, um den Winkel β einzustellen. Vorteilhafterweise wird ein Winkelsensor verwendet. Ein Sensor bietet den Vorteil, dass die Winkeleinrichtung möglichst exakt gemäß der Ist-Position der Hubkolbenmaschine geschehen kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Winkeleinrichtung einen Starter oder Startergenerator der Hubkolbenmaschine als Antrieb auf und/oder eine Motorsteuerung der Hubkolbenmaschine als Steuereinheit und/oder wenigstens einen Sensor der Hubkolbenmaschine, um den Winkel β einzustellen. Hierdurch können die Kosten des Systems gesenkt werden, da möglichst viele bestehende Standard-Komponenten verwendet werden können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Winkeleinrichtung eine Steuereinheit und eine Druckerzeugungseinheit auf, die derart eingerichtet sind, dass der Winkel β über einen Hubkolben mittels eines definierten Drucks in einer Brennkammer eingestellt wird. Gemäß dieser Ausgestaltung wird der Winkel β somit nicht über die Antriebswelle, sondern – von der anderen Seite – über den Hubkolben eingestellt. Dies hat den Vorteil, dass bereits bestehende Komponenten der Hubkolbenmaschine, wie der Hubkolben und eine dazugehörige Brennkammer, genutzt werden können, um eine Kraft zum Einstellen des Winkels α aufzubauen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Druckerzeugungseinheit einen Kompressor und insbesondere ein Druckreservoir auf. Insbesondere durch das Druckreservoir kann ein Kompressor kleinerer Dimensionierung gewählt werden, da der Druck einer benötigten Fluidmenge über einen längeren Zeitraum aufgebaut werden kann und dann schnell, mittels des Druckreservoirs, eingesetzt werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Steuereinheit Teil einer Motorsteuerung der Hubkolbenmaschine. Dadurch können die Kosten des Systems gesenkt werden, da keine zusätzliche Steuereinheit notwendig ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Winkeleinrichtung wenigstens einen Sensor, insbesondere einen Drucksensor, auf. Dadurch wird die Einstellung des Winkels β erleichtert, da beispielsweise mittels des gemessenen Drucks auf die Ist-Position des Hubkolbens in einem Zylinder geschlossen werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems weist die Hubkolbenmaschine wenigstens zwei Hubkolben auf, und die Winkeleinrichtung ist derart eingerichtet, dass wenigstens an zwei Hubkolben der gleiche Druck angelegt wird, um den Winkel β einzustellen. Hubkolbenmaschinen weisen im Allgemeinen ab einer gewissen Leistung mehrere Hubkolben auf. Damit die Winkeleinrichtung die benötigte Kraft aufbringen kann, um die Hubkolben in die gewünschte Position zu bringen, ist in diesem Fall die Druckbeaufschlagung mehrerer oder aller Hubkolben vorteilhaft.

Im Falle mehrerer Hubkolben wird der Winkel β eines Hubkolbens so gewählt, dass sich keiner der Hubkolben in einer Totpunktlage befindet, wenn sich die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus befindet.

Eine Totpunktlage im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Stellung, in welcher ein Hubkolben eine Position einnimmt, bei der ein Verdrehen eines Hubkolbens und eines zugehörigen ersten Pleuelteils bezüglich des entsprechenden zweiten Pleuelteils – aufgrund der Freiheitsgrade der Führung und Lagerung – möglich ist. Dies ist insbesondere jeweils ein Umkehrpunkt eines Hubkolbens, an dem dieser seine Bewegungsrichtung wechselt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems werden unterschiedliche Druckverhältnisse an unterschiedlichen Hubkolben angelegt, um den Winkel β einzustellen. Je nach Aufbau der Hubkolbenmaschine und Anzahl der Hubkolben kann so eine präzisere Einstellung des Winkels β gelingen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Winkeleinrichtung derart eingerichtet, dass der Winkel β , insbesondere mittels eines Winkelsensors, indirekt über einen Winkel α bestimmt wird, wobei α von einer Hubkolbenlängsachse und einer Kröpfungsachse eines zugehörigen Hubkolbens auf einem zugehörigen Kurbelstern aufgespannt wird. In anderen Worten gibt der Winkel α die Stellung der Antriebswelle – samt des Kurbeltriebs – bezüglich einer Hubkolbenlängsachse an. Der Winkel α kann einfacher gemessen werden als der Winkel β . Um den Winkel α zu messen, kann vorzugsweise ein Winkelsensor zwischen der Antriebswelle und einem entsprechenden Gehäuse angebracht werden. Eine mögliche Verkabelung des Sensors erfolgt dann vorzugsweise über das feste, am Gehäuse angebrachte Bauteil des Sensors. Um den Winkel β zu messen kann hingegen im Allgemeinen kein kostengünstiger Standard-Winkelsensor verwendet werden, da die Pleuelstange sowohl translatorisch als auch rotatorisch bewegt wird.

Die Steuereinheit kann mittels des Winkels α , mittels einer Pleuelstangenlänge L und mittels eines Hubradius r der Kröpfung den Winkel β vorzugsweise anhand der nachfolgenden Gleichung ermitteln:

$$\sin(\beta) = \sin(\alpha) \times (r/L).$$

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Hubkolbenmaschine ein 3-Zylinder-Reihenmotor, und der Winkel α wird auf ca. 15° eingestellt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Hubkolbenmaschine ein 4-Zylinder-Reihenmotor, und der Winkel α wird auf ca. 90° eingestellt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Hubkolbenmaschine ein 5-Zylinder-Reihenmotor, und der Winkel α wird auf ca. 18° eingestellt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Hubkolbenmaschine ein 6-Zylinder-V-Motor, und der Winkel α wird auf ca. 15° eingestellt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Hubkolbenmaschine ein 8-Zylinder-V-Motor, und der Winkel α wird auf ca. 45° eingestellt.

All die in Bezug auf 3- bis 8-Zylinder-Motoren genannten Ausgestaltungen bieten den Vorteil, dass sich in der angegebenen Winkelstellung jeweils kein Hubkolben in einer Totpunktlage befindet. Ein Verdrehen der Pleuelteile zueinander – im Ruhemodus der Hubkolbenmaschine – wird somit verhindert und damit die Gefahr von Beschädigung der Komponenten – im Betrieb – minimiert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Systems ist die Hubkolbenmaschine ein Boxer-Motor, ein H-Motor oder ein Taumelscheibenmotor, und der Winkel β wird derart eingestellt, dass sich in einer Ruhelage der Hubkolbenmaschine kein Hubkolben in einer Totpunktlage befindet. Auch dies verhindert ein Verdrehen der Pleuelteile zueinander und somit die Beschädigung von Komponenten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das System eine Verdrehsicherung auf, die das System im Ruhemodus in dem benötigten Winkel α fixieren kann. Die Verdrehsicherung wird insbesondere zu Transportzwecken des Hubkolbenmotors eingesetzt. Wenn der Hubkolbenmotor transportiert wird und weder ein Antrieb noch eine Druckerzeugungseinheit angeschlossen sind, kann die Verdrehsicherung verhindern, dass sich ein Hubkolben in eine Totpunktlage bewegt. Die Verdrehsicherung kann insbesondere durch einen Bolzen umgesetzt werden. Ein solcher Bolzen kann beispielsweise ein Schwungrad mit einem Gehäuse verbinden oder einen Schwingungsdämpfer bzw. eine Riemenscheibe mit dem Gehäuse.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Merkmale und Vorteile in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung gelten entsprechend auch für den zweiten Aspekt der Erfindung und umgekehrt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens beaufschlagt die Winkeleinrichtung die Brennkammern mindestens zweier Hubkolben jeweils mit einem definierten Druck, um den Winkel β einzustellen. Vorzugsweise werden alle Brennkammern mit dem gleichen Druck beaufschlagt, um den Winkel β einzustellen. Dies ist technisch besonders einfach zu realisieren, da beispielsweise alle Brennkammern mit einem Druckreservoir verbunden werden. Durch den Druck in den Brennkammern stellt sich eine Gleichgewichtssituation ein, bei der sich kein Hubkolben in einer Totpunktlage befindet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens stellt die Winkeleinrichtung den Winkel β mittels der folgenden Arbeitsschritte ein:

Wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, Messen eines Winkels β zwischen Pleuelteilelängsachse und Hubkolbenlängsachse; und

Ansteuern insbesondere eines Starters oder Startgenerators, um über die Antriebswelle den Winkel β einzustellen.

In diesem Fall wird somit nicht über eine Druckbeaufschlagung der Hubkolben, sondern über eine mechanische Einstellung der Antriebswelle der Winkel β eingestellt. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn der Starter oder Startgenerator der Hubkolbenmaschine als Antrieb verwendet wird. Dadurch können zusätzliche Komponenten eingespart werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens führt die Winkeleinrichtung ferner die folgenden Arbeitsschritte durch:

Messen eines Winkels α , wobei α zwischen einer Hubkolbenlängsachse und einer Kröpfungsachse eines zugehörigen Hubkolbens auf einem zugehörigen Kurbelstern liegt; und

Ermitteln des Winkels β in Abhängigkeit von Winkel α , einer Pleuellänge L sowie eines Hubradius r .

Dies ist vorteilhaft, da der Winkel α technisch einfacher zu messen ist als der Winkel β . Der Winkel α lässt sich beispielweise mittels günstiger Winkelsensoren direkt zwischen Antriebswelle und Motorgehäuse ablesen. Zur Messung des Winkels β sind aufwändigere Sensoren nötig, da sich die Pleuelstange sowohl translatorisch als auch rotatorisch bewegt. Die Steuereinheit ermittelt den Winkel β anschließend mittels des gemessenen Winkels α , mittels einer ermittelten Pleuelstangenlänge L und mittels eines Hubradius r der Kröpfung:

$$\sin(\beta) = \sin(\alpha) \times (r/L).$$

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren wenigstens teilweise dargestellt sind, näher erläutert. Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus diesen Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den entsprechenden Figuren. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Systems zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine;
- Fig. 2 eine Kurbelwelle eines 3-Zylinder-Reihenmotors;
- Fig. 3 eine Draufsicht eines Kurbelsterns eines 3-Zylinder-Reihenmotors gemäß Fig. 2 nach Aktivierung einer Winkeleinstelleinrichtung;
- Fig. 4 eine Kurbelwelle eines 4-Zylinder-Reihenmotors;
- Fig. 5 eine Draufsicht eines Kurbelsterns eines 4-Zylinder-Reihenmotors gemäß Fig. 4 nach Aktivierung einer Winkeleinstelleinrichtung;
- Fig. 6 eine Kurbelwelle eines 5-Zylinder-Reihenmotors;
- Fig. 7 eine Draufsicht eines Kurbelsterns eines 5-Zylinder-Reihenmotors gemäß Fig. 6 nach Aktivierung einer Winkeleinstelleinrichtung;
- Fig. 8 eine Kurbelwelle eines 6-Zylinder-V-Motors;
- Fig. 9 eine Draufsicht eines Kurbelsterns eines 6-Zylinder-V-Motors gemäß Fig. 8 nach Aktivierung einer Winkeleinstelleinrichtung;

- Fig. 10 eine Kurbelwelle eines 8-Zylinder-V-Motors;
- Fig. 11 eine Draufsicht eines Kurbelsterns eines 8-Zylinder-V-Motors gemäß Fig. 10 nach Aktivierung einer Winkeleinstelleinrichtung;
- Fig. 12 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Systems zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine; und
- Fig. 13 ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, und
- Fig. 14 ein zweites Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Systems 1 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange 2 für eine Hubkolbenmaschine. Die Hubkolbenmaschine wird im Folgenden nicht beschränkend und rein beispielhaft als Brennkraftmaschine beschrieben.

Die Brennkraftmaschine weist dabei wenigstens einen Hubkolben 6 auf. In einem Antriebsmodus der Brennkraftmaschine wird in einer Brennkammer 14 ein Kraftstoff verbrannt und der Hubkolben 6 auf diese Weise in eine oszillierende Bewegung entlang einer Hubklobenlängsachse 6a versetzt. Ein Kurbeltrieb 7 wandelt die oszillierende Bewegung des Hubkolbens 6 in eine Rotation einer Antriebswelle 8 (verläuft normal zur Blattebene von Fig. 1) um. Der Kurbeltrieb 7 weist wiederum eine über eine Längenverstelleinrichtung 5 längenverstellbare Pleuelstange 2 auf. Die Pleuelstange 2 weist ein erstes Pleuelteil 3 und ein zweites Pleuelteil 4 auf. Die Pleuelteile 3 und 4 sind – entlang einer Pleuelteilelängsachse 2a – vorzugsweise hydraulisch gegeneinander/ineinander verschiebbar, um die gewünschte Länge der Pleuelstange 2 einzustellen.

Wenn die Brennkraftmaschine in einem Ruhemodus ist oder in einen Ruhemodus gebracht wird, wird kein Kraftstoff mehr in der Brennkammer 14 verbrannt. Konstruktionsbedingt kann sich das erste Pleuelteil 3 – mitsamt des Hubkolbens 6 - gegen das zweite Pleuelteil 4 verdrehen, wenn eine Hubkolbenlängsachse 6a und eine

Pleuelteilelängsachse 2a in einer Flucht liegen. Beispielsweise kann es zu einer solchen Verdrehung kommen, wenn eine Brennkraftmaschine mit dem beschriebenen Aufbau im abgestellten Zustand transportiert wird, z.B. per Zug oder mit einem LKW.

Eine Verdrehung der Pleuelteile 3, 4 könnte durch eine Führung oder eine Nut in der Längenverstelleinrichtung 2 verhindert werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wurde eine Lösung gewählt, welche eine solche Führung zum Verhindern einer Verdrehung nicht unbedingt benötigt.

Hier aktiviert eine Steuereinheit 11 im Ruhemodus der Brennkraftmaschine eine Druckerzeugungseinheit 13. Die Steuereinheit 11 ist vorzugsweise Teil einer bestehenden Motorsteuerung der Brennkraftmaschine. Die Druckerzeugungseinheit 13 ist vorzugsweise ein Kompressor. Die Druckerzeugungseinheit 13 beaufschlagt die Brennkammer 14 mit einem definierten Druck, um durch die dadurch bewirkte Bewegung des Hubkolbens 6 einen Winkel β zwischen Hubkolbenlängsachse 6a und Pleuelteilelängsachse 2a einzustellen. Als definierter Druck kann beispielsweise 30 bar mit entsprechend angepasstem Durchfluss gewählt werden.

Es wurde herausgefunden, dass ein Winkel β , $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$ optimal ist, um ein gegenseitiges Verdrehen der Pleuelteile 3, 4 zu verhindern.

Neben dem Winkel β zeigt auch ein Winkel α die Position der Hubkolbens 6 bzw. die Position der Kurbelwelle 8 an. Der Winkel α liegt dabei zwischen einer Hubkolbenlängsachse 6a und einer zugehörigen Kröpfungsachse 15 eines zugehörigen Hubkolbens 6. Mit anderen Worten gibt der Winkel α die Stellung der Antriebswelle 8 – samt des Kurbeltriebs 7 – bezüglich einer Hubkolbenlängsachse 6a an. Die Winkel α und β sind voneinander abhängig, je nach Größe einer Pleuelstangenlänge L und je nach Größe eines Hubradius der Kröpfung r: $\sin(\beta) = \sin(\alpha) \times (r/L)$. Auch eine Berechnung über $\sin(\beta) = \sin(180^\circ - \alpha) \times (r/L)$ ist möglich.

Die Brennkraftmaschine kann beispielsweise ein 3-Zylinder-Reihenmotor sein. Dieser weist drei Hubkolben 6 gemäß Fig. 1 auf, die, wie in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt, mittels eines Kurbeltriebs 7 mit einer Antriebswelle 8 verbunden sind. Die Kurbelwelle 8 des Kurbeltriebs 7 weist dabei drei – gleichmäßig über den Umfang verteilte – Kröpfungen mit ihren jeweiligen Kröpfungsachsen 15 auf.

Bevorzugt werden alle drei Hubkolben 6 des 3-Zylinder-Reihenmotors – wenn dieser in einem Ruhemodus ist – mittels der Druckerzeugungseinheit 13 jeweils mit wenigstens im Wesentlichen gleichem Druck beaufschlagt. Durch den Druck wird ein Drehmoment auf die Kurbelwelle 8 erzeugt, welches in Betrag und Vorzeichen von der Stellung der jeweiligen Kröpfungsachse 15 der einzelnen Hubkolben in Bezug auf die Pleuelstange 2 abhängt. Die Hubkolben 6 und damit auch die Kurbelwelle 8 nehmen dann selbsttätig jene Position ein, bei welcher sich ein Gleichgewicht zwischen den Drehmomenten der drei Hubkolben einstellt. Die Kurbelwelle 8 kann dabei die jeweilige Kröpfungsachse 15 über einen Totpunkt drehen oder über den Totpunkt zurückdrehen. Hierbei kann es sich sowohl um den oberen als auch um einen unteren Totpunkt handeln.

Ein Totpunkt ist die Position des Hubkolbens 6 im jeweiligen Zylinder, in dem eine oszillierende Bewegung des Hubkolbens 6 jeweils die Bewegungsrichtung wechselt. Der obere Totpunkt ist dabei in Richtung von Einspritzventilen und der untere Totpunkt in Richtung der Antriebswelle angeordnet.

Die Druckerzeugungseinheit 13 besteht beispielsweise aus einem Kompressor und einem Druckreservoir. Das Druckreservoir weist vorzugsweise Reservoir-Einlassventile und Reservoir-Auslassventile auf. Wird das Druckreservoir mittels des Kompressors gefüllt, sind die Reservoir-Einlassventile offen, die Reservoir-Auslassventile geschlossen, und der Kompressor befördert vorzugsweise Umgebungsluft in das Druckreservoir. Ist ein benötigter Druck erreicht, werden die Reservoir-Einlassventile geschlossen und der Kompressor abgeschaltet.

Um die Hubkolben 6 mit einem geeigneten Druck beaufschlagen zu können, werden insbesondere auch Zylinder-Einlassventile und Zylinder-Auslassventile der jeweiligen Hubkolben 6 passend gesteuert. Die Zylinder-Einlassventile dienen insbesondere der Kraftstoffeinspritzung, die Zylinder-Auslassventile insbesondere dem Ausstoß von Abgasen nach erfolgtem Verbrennungsvorgang. Bevorzugt erfolgt die Druckbeaufschlagung mittels der Druckerzeugungseinheit 13 über wenigstens ein teilweise geöffnetes Zylinder-Einlassventil, während das Zylinder-Auslassventil oder die Zylinder-Auslassventile wenigstens teilweise geschlossen sind. Dazu werden die Reservoir-Auslassventile und die Zylinder-Einlassventile geöffnet und so die Hubkolben 6 mit Druck beaufschlagt. Aufgrund der Druckbeaufschlagung der Hubkolben 6 stellt sich eine Gleichgewichtslage zwischen allen mit Druck beaufschlagten Hubkolben 6 ein.

Im Falle des 3-Zylinder-Reihenmotors beträgt der einzustellende Winkel α für das Energieminimum etwa 15° . Eine Kröpfungsachse 15 eines Hubkolbens 6 des Kurbelsterns 16 muss zur Hubkolbenlängsachse 6a den besagten Winkel einnehmen. Dadurch wird sichergestellt, dass keiner der drei Hubkolben 6 in einer Totpunktlage steht bzw. zum Stehen kommt. So wird ein gegenseitiges Verdrehen der Pleuelstangen 3, 4 verhindert und eine Beschädigung der Komponenten der Brennkraftmaschine vermieden, wenn diese wieder in Betrieb geht.

Alternativ können auch die Reservoir-Auslassventile direkt in den Zylinder münden. In diesem Fall werden sowohl die Zylinder-Einlassventile als auch die Zylinder-Auslassventile geschlossen und dann die Reservoir-Auslass-Ventile geöffnet, um den Hubkolben mit Druck zu beaufschlagen.

Die vorangehend beschriebene Winkелеinstellung mittels einer Druckerzeugungseinheit 13 kann analog auch für Brennkraftmaschinen mit zwei oder auch mehr als drei Hubkolben angewendet werden. Dabei werden vorzugsweise jeweils alle Hubkolben 6 mit dem gleichen Druck beaufschlagt, und die Hubkolben 6 sowie die Kurbelwelle 7 nehmen dann jeweils selbstständig jene Position ein, in der die in den Brennkammern 14 vorhandene Druckenergie ein Minimum erreicht.

Bei einem 4-Zylinder-Reihenmotor mit einer Kurbelwelle 8 gemäß Fig. 4 wird – wie in Fig. 5 gezeigt – der Kurbelstern 16 in der Position des Energieminimums bei einem Winkel α von etwa 90° eingestellt.

Bei einem 5-Zylinder-Reihenmotor mit einer Kurbelwelle gemäß Fig. 6 wird – wie in Fig. 7 gezeigt – der Kurbelstern 16 in der Position des Energieminimums bei einem Winkel α von etwa 18° eingestellt. Die fünf Kröpfungen 15 der Hubkolben 6 sind dabei gleichmäßig über den Umfang der Kurbelwelle verteilt, was einer Teilung von jeweils 72° entspricht.

Fig. 8 zeigt die Kurbelwelle eines 6-Zylinder-V-Motors. Jeweils zwei Hubkolben 6 hängen an einer gemeinsamen Kröpfungsachse 15 einer Kurbelwelle 8. Die Hubkolbenlängsachsen 6a dieser zusammengehörigen Hubkolben 6 haben zueinander eine V-Form, die den Mittelunkt der Antriebsachse 8 schneiden. Die drei Kröpfungsachsen 15 sind gleichmäßig über den Umfang der Kurbelwelle 8 verteilt, wie in Fig. 9 anhand des Kurbelsterns 16 dargestellt ist. In diesem Fall liegt der Winkel α

zwischen einer Hubkolbenlängsachse 6a und einer Kröpfungsachse 15. Die Winkeleinstellung erfolgt auf einen Winkel α von etwa 15° .

Fig. 10 und 11 zeigen eine 8-Zylinder-V-Motor Kurbelwelle 8. Wie beim 6-Zylinder-V-Motor hängen jeweils zwei Hubkolben 6 an einer Kröpfungsachse 15, wobei deren Hubkolbenlängsachsen 6a zueinander eine V-Form einnehmen. Die vier Kröpfungen 15 der acht Hubkolben 6 sind gleichmäßig über den Umfang der Kurbelwelle 8 verteilt. In diesem Fall erfolgt die Winkeleinstellung auf einen Winkel α von etwa 45° .

Fig. 12 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel eines Systems 1 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange. Hier ist die Winkeleinstelleinrichtung 9 nicht mittels einer Druckerzeugungseinheit 13, sondern mittels eines Antriebes 10 umgesetzt. Als Antrieb 10 dient vorzugsweise ein Starter oder Startgenerator der Brennkraftmaschine. Vorzugsweise misst ein Winkelsensor 12 die Position der Kurbelwelle 8 oder der Antriebswelle 8. Eine Steuereinheit 11 verarbeitet das Sensorsignal und steuert den Antrieb 10, um den benötigten Winkel α bzw. β einzustellen. Im Falle eines 4-Zylinder-Reihenmotors dreht der Starter die Kurbelwelle auf einen Winkel α von etwa 15° . Bei einem 5-Zylinder-Reihenmotor sollte der Wert des Winkels α zwischen etwa 15° und etwa 18° liegen. Bei einem 8-Zylinder-V-Motor würde ein Nachdrehen auf einen Wert des Winkels α von etwa 15° bis etwa 45° ausreichen.

Ziel in allen der geschilderten Fälle ist es zu verhindern, dass ein Hubkolben in einer Totpunktlage zur Ruhe kommt.

Der benötigte Winkel α ist von der Zylinderanzahl und Anordnung abhängig. Der Winkel α kann somit von etwa 15° bis etwa 90° variieren und der entsprechende Winkel β von etwa 4° bis etwa 45° .

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren 100 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für einen 3-Zylinder-Reihenmotor anhand der Fig. 13 beschrieben. Eine Winkeleinstelleinrichtung 9 führt dabei die folgenden Arbeitsschritte aus:

Ermitteln 101 eines Betriebsmodus des 3-Zylinder-Reihenmotors. Dies geschieht vorzugsweise über ein Auslesen einer Motorsteuerung.

Wird festgestellt, dass der 3-Zylinder-Reihenmotor in einem Ruhemodus ist, folgt ein Einwirken 102 auf den 3-Zylinder-Reihenmotor, so dass ein Winkel β zwischen

Pleuelteilelängsachse 2a und Hubkolbenlängsachse 6a auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird. Dazu werden alle drei Brennkammern mit dem gleichen Druck beaufschlagt 102a, vorzugsweise indem alle drei Brennkammern mit einem Druckreservoir verbunden werden. Durch den Druck in den Brennkammern stellt sich eine Gleichgewichtssituation ein, bei der sich kein Hubkolben in einer Totpunktlage befindet.

Vorzugsweise wird wenigstens ein Einlassventil pro Hubkolben der Brennkraftmaschine – insbesondere während des Beaufschlagens mit Druck – geöffnet oder offen gehalten, 102b. Weiter vorzugsweise wird oder werden – insbesondere während des Beaufschlagens mit Druck – ein Auslassventil oder Auslassventile der Hubkolben geschlossen oder geschlossen gehalten, 102c. Weiter vorzugsweise werden alle Einlassventile und Auslassventile des zugehörigen Hubkolbens geschlossen oder geschlossen gehalten, 102d, wenn das Beaufschlagens mit Druck abgeschlossen ist. So kann der aufgebaute Druck nicht aus der zugehörigen Brennkammer 14 entweichen und der eingestellte Winkel β zwischen Pleuelteilelängsachse 2a und Hubkolbenlängsachse 6a bleibt auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt.

Nachfolgend wird ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Verfahren 200 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für einen 3-Zylinder-Reihenmotor anhand der Fig. 14 beschrieben. Eine Winkeleinstelleinrichtung 9 führt dabei die folgenden Arbeitsschritte aus:

Ermitteln 201 eines Betriebsmodus des 3-Zylinder-Reihenmotors. Dies geschieht vorzugsweise über ein Auslesen einer Motorsteuerung.

Wird festgestellt, dass der 3-Zylinder-Reihenmotor in einem Ruhemodus ist, folgt ein Messen eines Winkels α , insbesondere mittels eines Winkelsensors. α zeigt die Position eines Hubkolbens 6 bzw. die Position einer Kurbelwelle 8 an. Der Winkel α liegt dabei zwischen einer Hubkolbenlängsachse 6a und einer zugehörigen Kröpfungsachse 15 eines zugehörigen Hubkolbens 6. Mit anderen Worten gibt der Winkel α die Stellung der Antriebswelle 8 – samt des Kurbeltriebs 7 – bezüglich einer Hubkolbenlängsachse 6a an. Nach Ermittlung 201a des Winkels α wird der Winkel β – ausgehend vom gemessenen Winkel α – ermittelt 201b: $\sin(\beta) = \sin(\alpha) \times (r/L)$.

Anschließend folgt ein Einwirken 202 auf den 3-Zylinder-Reihenmotor, so dass ein Winkel β zwischen Pleuelteilelängsachse 2a und Hubkolbenlängsachse 6a, auf

$0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird. Dazu wird vorzugsweise ein Starter oder Startgenerator angesteuert 202a, um über die Antriebswelle den Winkel β einzustellen.

Bei den exemplarisch erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich lediglich um Beispiele, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau der Erfindung in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einem exemplarischen Ausführungsbeispiel gegeben, wobei Änderungen, insbesondere Kombinationen von einzelnen Merkmalen verschiedener Ausführungsbeispiele, im Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile vorgenommen werden können, ohne den offenbarten Schutzbereich zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	System
2	Pleuelstange
2a	Pleuelteilelängsachse
3	erstes Pleuelteil
4	zweites Pleuelteil
5	Längenverstelleinrichtung
6	Hubkolben
6a	Hubkolbenlängsachse
7	Kurbeltrieb
8	Antriebswelle
9	Winkeleinstelleinrichtung
10	Antrieb
11	Steuereinheit
12	Sensor
13	Druckerzeugungseinheit
14	Brennkammer
15	Kröpfungsachse
16	Kurbelstern

Patentansprüche

1. System (1) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange (2) zumindest einen ersten Pleuelteil (3) und einen zweiten Pleuelteil (4) aufweist und die beiden Pleuelteile (3, 4) mittels einer Längenverstelleinrichtung (5) in Richtung einer Pleuelteillängsachse (2a) der Pleuelteile (3, 4), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind,

wobei die Hubkolbenmaschine wenigstens einen Hubkolben (6) aufweist, der entlang einer Hubkolbenlängsachse (6a) oszillieren kann,

wobei ein Kurbeltrieb (7) die oszillierende Bewegung des Hubkolbens (6) mittels der Pleuelstange (2) in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle (8) umwandelt,

wobei das System (1) eine Winkeleinrichtung (9) aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen definierten Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteillängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a) einzustellen, solange die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist oder in einen Ruhemodus gebracht wird.
2. System (1) nach Anspruch 1, wobei die Winkeleinrichtung (9) den Winkel β über die Antriebswelle (8) mittels eines Antriebs (10) und einer Steuereinheit (11) einstellt.
3. System (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Winkeleinrichtung (9) wenigstens einen Sensor (12), insbesondere einen Winkelsensor, aufweist.
4. System (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Winkeleinrichtung (9) einen Antrieb (10), insbesondere einen Starter oder Startergenerator der Hubkolbenmaschine, und/oder eine Motorsteuerung der Hubkolbenmaschine als Steuereinheit (11), und/oder wenigstens einen Sensor (12) der Hubkolbenmaschine zur Einstellung des Winkels β aufweist.
5. System (1) nach Anspruch 1, wobei die Winkeleinrichtung (9) eine Steuereinheit (11) und eine Druckerzeugungseinheit (13) aufweist, eingerichtet,

- 19 -

um den Winkel β über einen Hubkolben (6) mittels eines definierten Drucks in einer Brennkammer (14) einzustellen.

6. System (1) nach Anspruch 5, wobei die Druckerzeugungseinheit (13) einen Kompressor und ein Druckreservoir aufweist.
7. System (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuereinheit (11) Teil einer Motorsteuerung der Hubkolbenmaschine ist.
8. System (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Winkeleinstelleinrichtung (9) wenigstens einen Sensor (12), insbesondere einen Drucksensor, aufweist.
9. System (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Hubkolbenmaschine wenigstens zwei Hubkolben (6) aufweist und die Winkeleinstelleinrichtung (9) derart eingerichtet ist, dass wenigstens an zwei Hubkolben (6) der gleiche Druck, oder unterschiedliche Drücke, angelegt werden, um den Winkel β einzustellen.
10. System (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei die Winkeleinstelleinrichtung (9) derart eingerichtet ist, dass der Winkel β mittels eines Winkelsensors indirekt über einen Winkel α bestimmt wird, wobei α zwischen einer Hubkolbenlängsachse (6) und einer Kröpfungsachse (15) eines zugehörigen Hubkolbens (6) auf einem zugehörigen Kurbelstern (16) liegt.
11. System (1) nach Anspruch 10, wobei die Hubkolbenmaschine
 - ein 3-Zylinder-Reihenmotor ist und der Winkel α auf ca. 15° eingestellt wird; oder
 - ein 4-Zylinder-Reihenmotor ist und der Winkel α auf ca. 90° eingestellt wird; oder
 - ein 5-Zylinder-Reihenmotor ist und der Winkel α auf ca. 18° eingestellt wird; oder
 - ein 6-Zylinder-V-Motor ist und der Winkel α auf ca. 15° eingestellt wird; oder
 - ein 8-Zylinder-V-Motor ist und der Winkel α auf ca. 45° eingestellt wird.
12. System (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Hubkolbenmaschine ein Boxer-Motor, ein H-Motor oder ein Taumelscheibenmotor ist und der Winkel β

derart eingestellt wird, dass sich in einer Ruhelage der Hubkolbenmaschine kein Hubkolben (6) in einer Totpunktlage befindet.

13. System (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12, aufweisend eine Verdrehsicherung, die das System (1) im Ruhemodus in einer Position, insbesondere mit dem benötigten Winkel α , fixieren kann.

14. Verfahren (100, 200) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange (2) zumindest einen ersten Pleuelteil (3) und einen zweiten Pleuelteil (4) aufweist und die beiden Pleuelteile (3, 4) mittels einer Längenverstelleinrichtung (5) in Richtung einer Pleuelteilelängsachse (2a) der Pleuelteile (3, 4), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Hubkolbenmaschine wenigstens einen Hubkolben (6) aufweist, der entlang einer Hubkolbenlängsachse (6a) oszillieren kann, wobei ein Kurbeltrieb (7) die oszillierende Bewegung des Hubkolbens (6) mittels der Pleuelstange (2) in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle (8) umwandelt, folgende Arbeitsschritte aufweisend:

Ermitteln (101, 201) eines Betriebsmodus der Hubkolbenmaschine; und

Einwirken (102, 202), wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, auf die Hubkolbenmaschine, so dass ein Winkel β zwischen Pleuelteilelängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a) auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Einwirken folgenden Unterschritt aufweist:

Beaufschlagen (102a) der Brennkammern (14) mindestens zweier Hubkolben (6) jeweils mit einem definierten Druck, um den Winkel β einzustellen.

16. Verfahren nach Anspruch 15, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

Öffnen oder offenhalten (102b) wenigstens eines Einlassventils pro Zylinder der Hubkolbenmaschine; und

Schließen oder geschlossen halten (102c) eines Auslassventils oder von Auslassventilen der Zylinder der Hubkolbenmaschine.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

Beaufschlagen (102a) aller Brennkammern mit dem gleichen Druck, um den Winkel β einzustellen.

18. Verfahren nach Anspruch 14, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, Messen (201) eines Winkels β zwischen einer Pleuelteilelängsachse (2a) und einer Hubkolbenlängsachse (6a); und

Ansteuern (202) eines Antriebs, insbesondere eines Starters oder Startgenerators, um über die Antriebswelle (8) den Winkel β einzustellen.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Verfahrensansprüche 14 bis 18, bei dem die Winkeleinrichtung (9) ferner die folgenden Arbeitsschritte durchführt:

Messen (201a) eines Winkels α , wobei α zwischen einer Hubkolbenlängsachse (6) und einer Kröpfungsachse (15) eines zugehörigen Hubkolbens (6) auf einem zugehörigen Kurbelstern (16) liegt; und

Ermitteln (201b) des Winkels β in Abhängigkeit von Winkel α , einer Pleuellänge (L) sowie eines Hubradius (r).

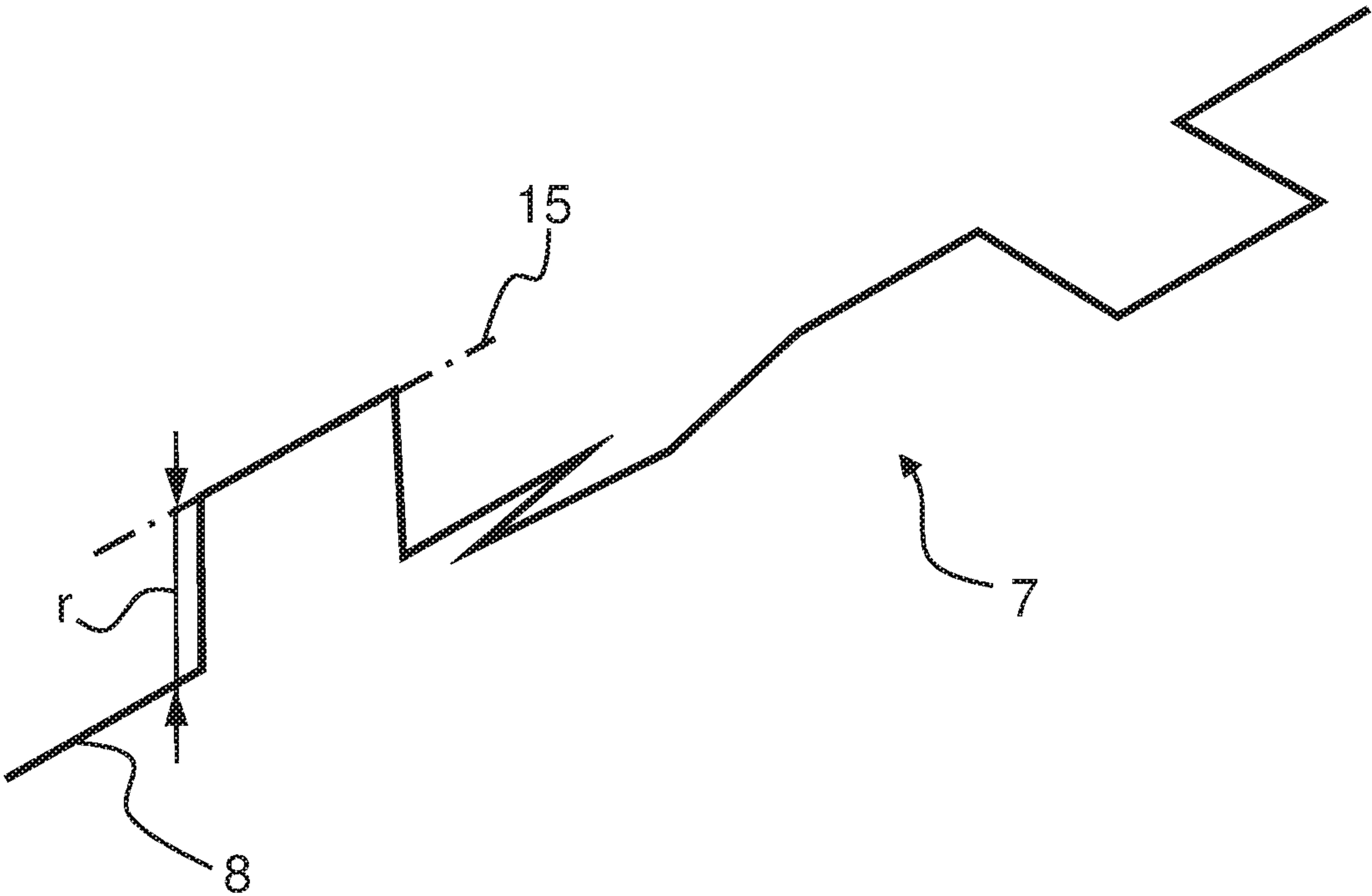


Fig. 2

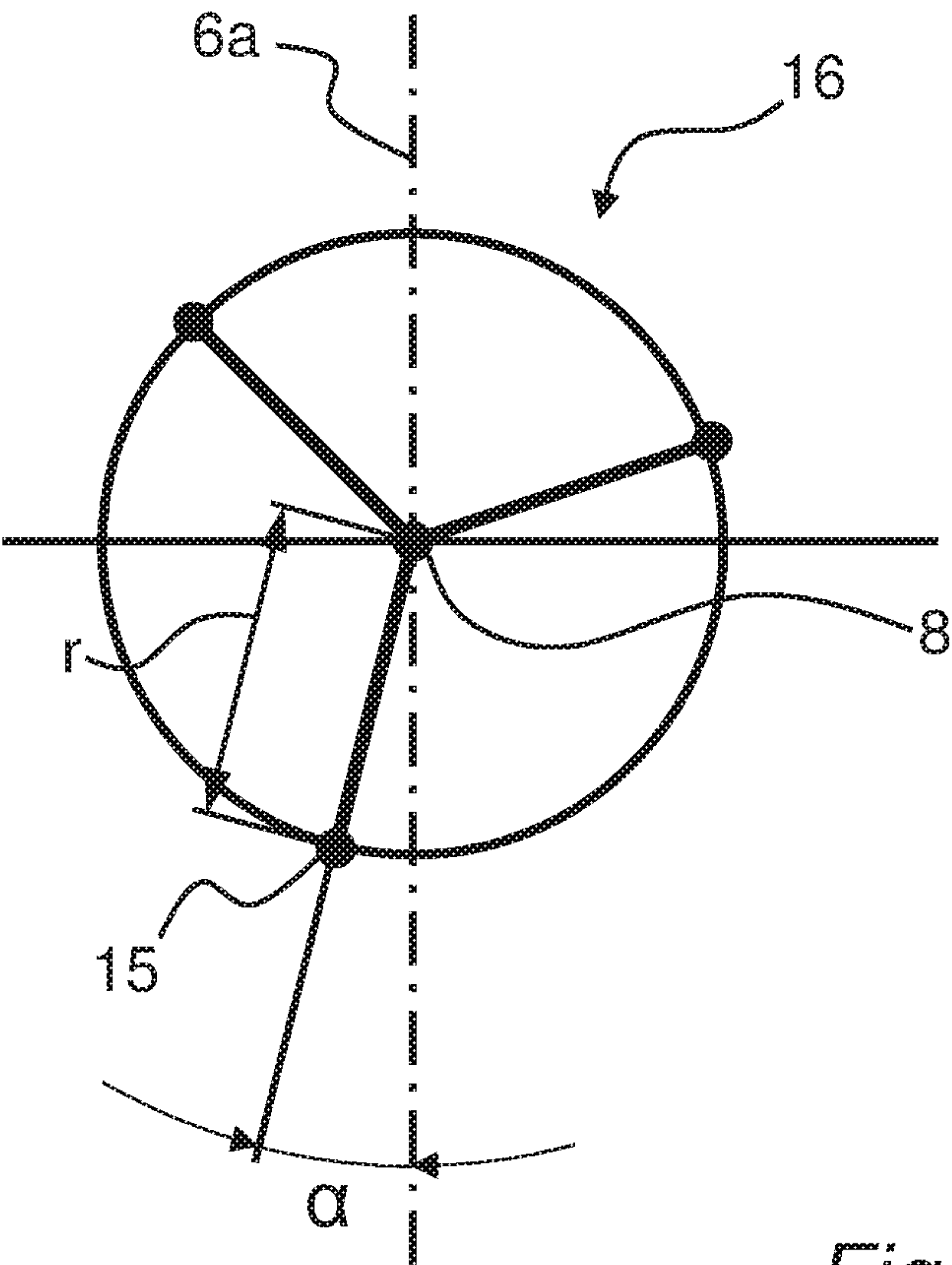
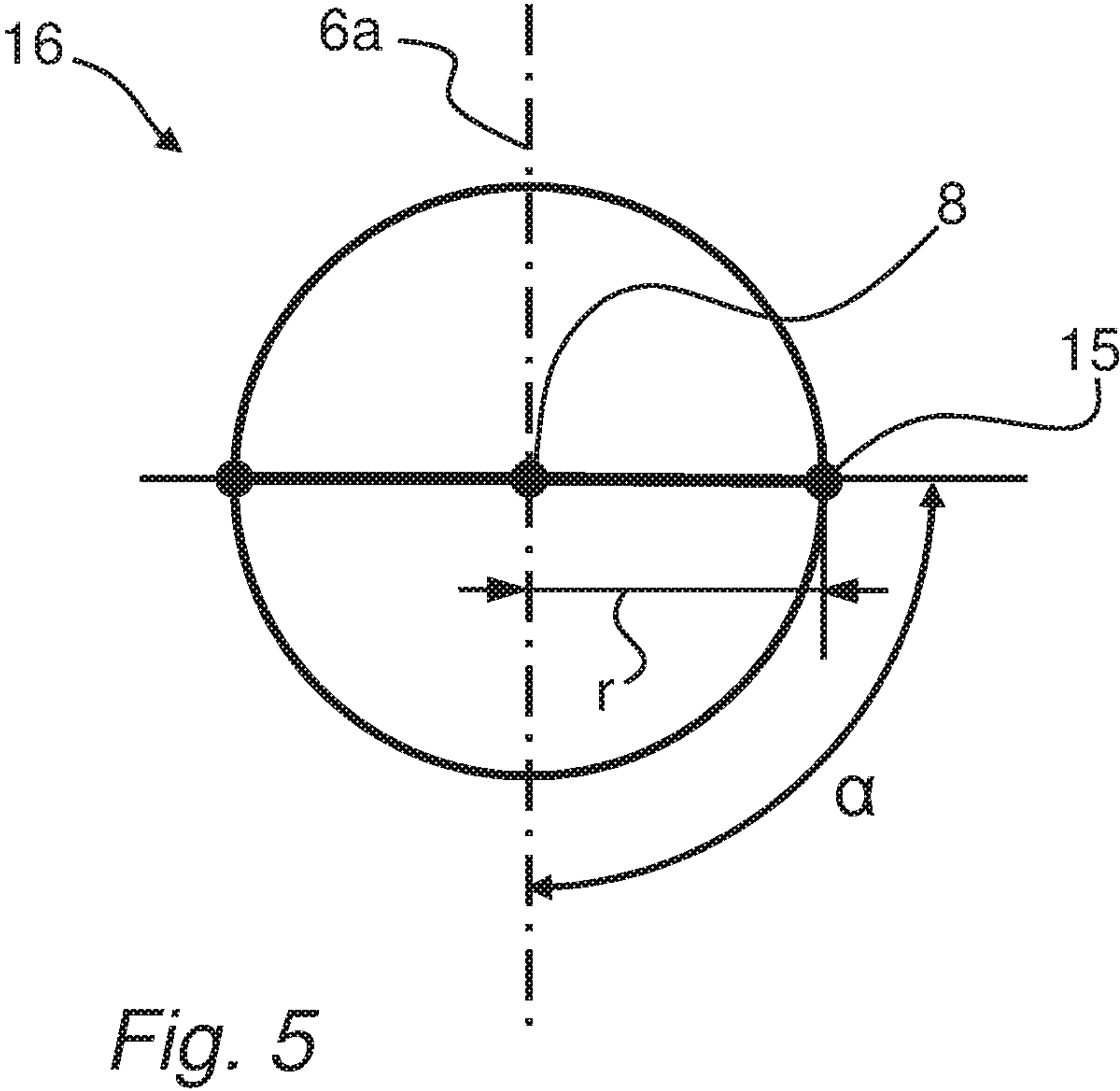
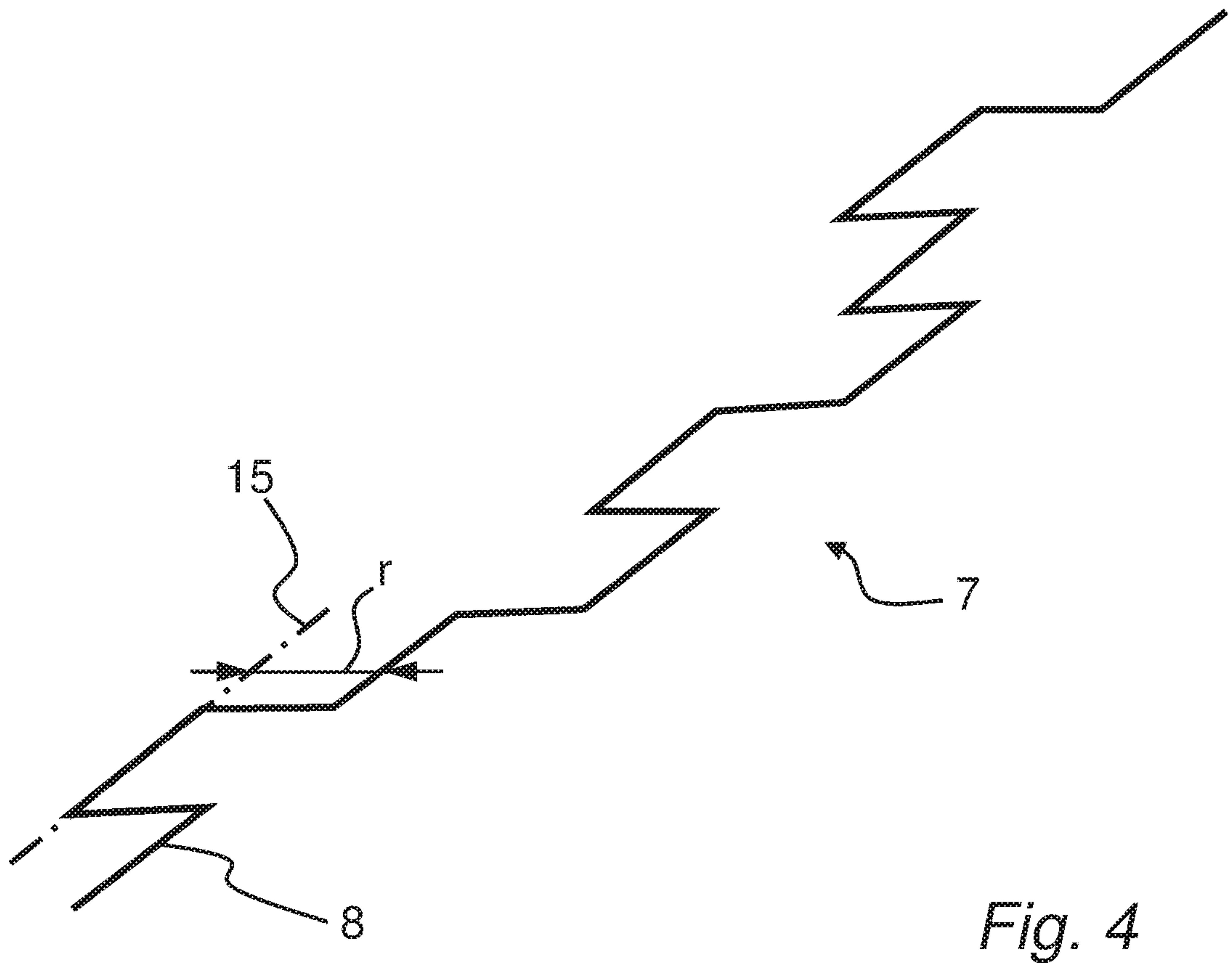


Fig. 3



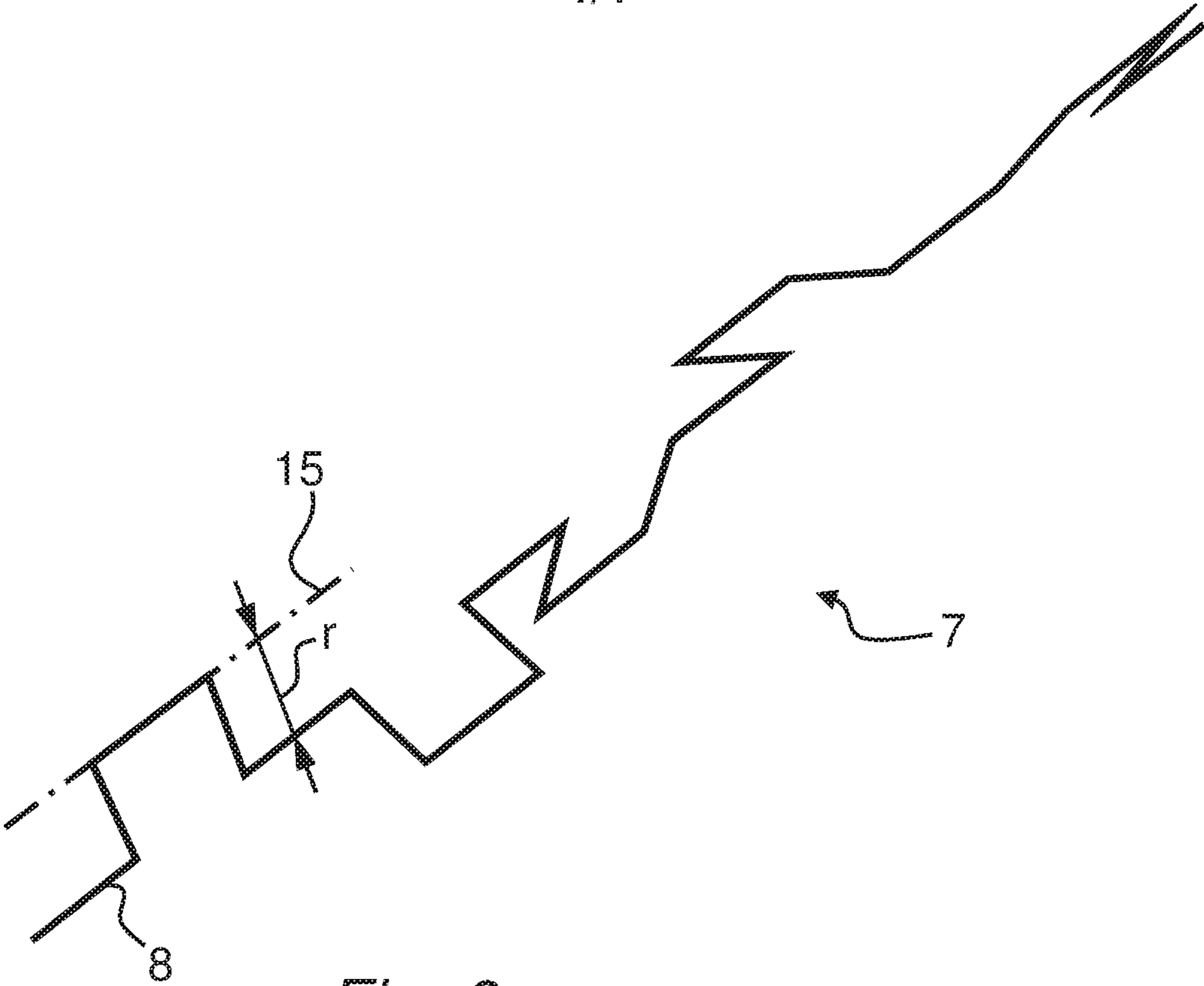


Fig. 6

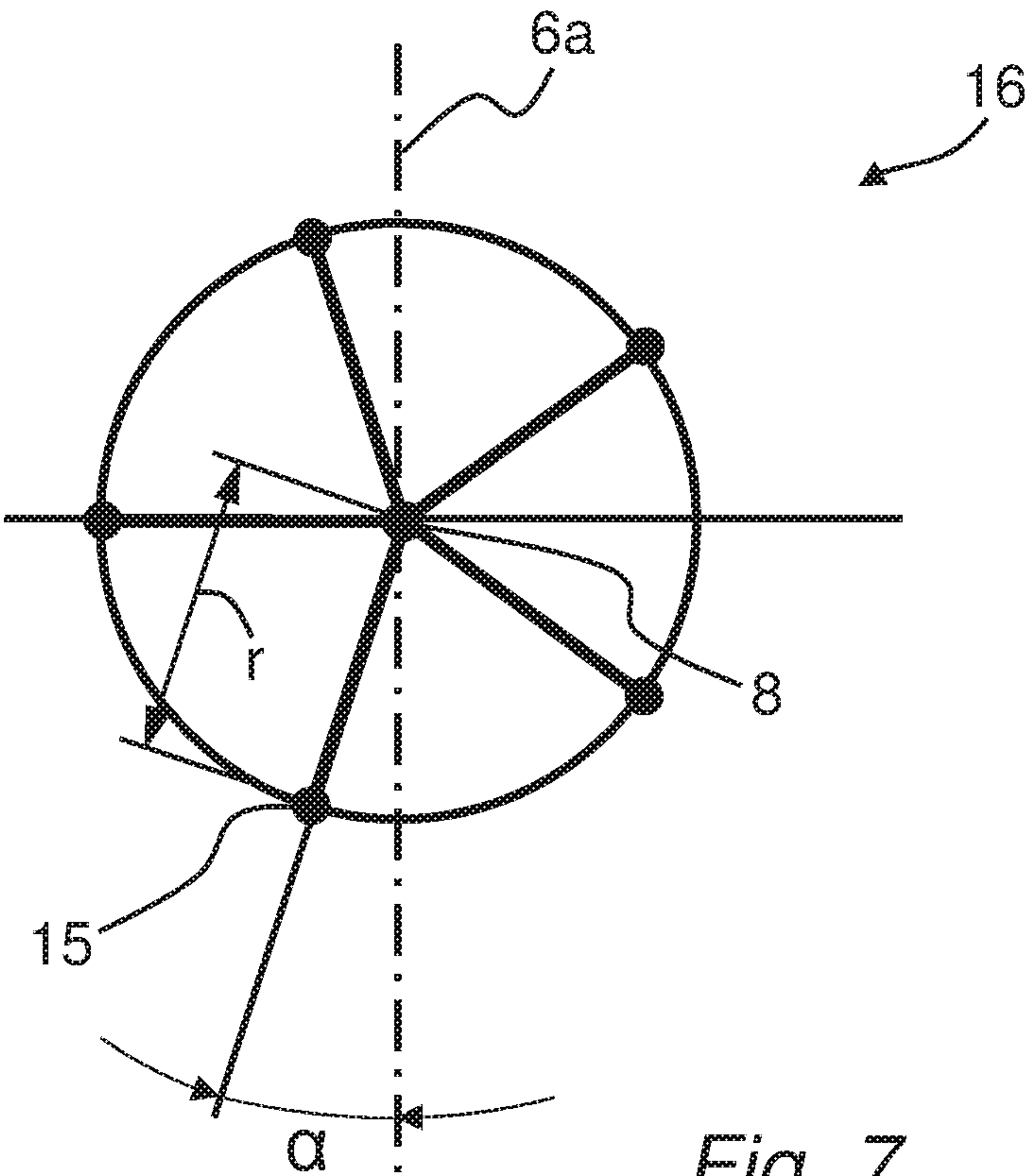


Fig. 7

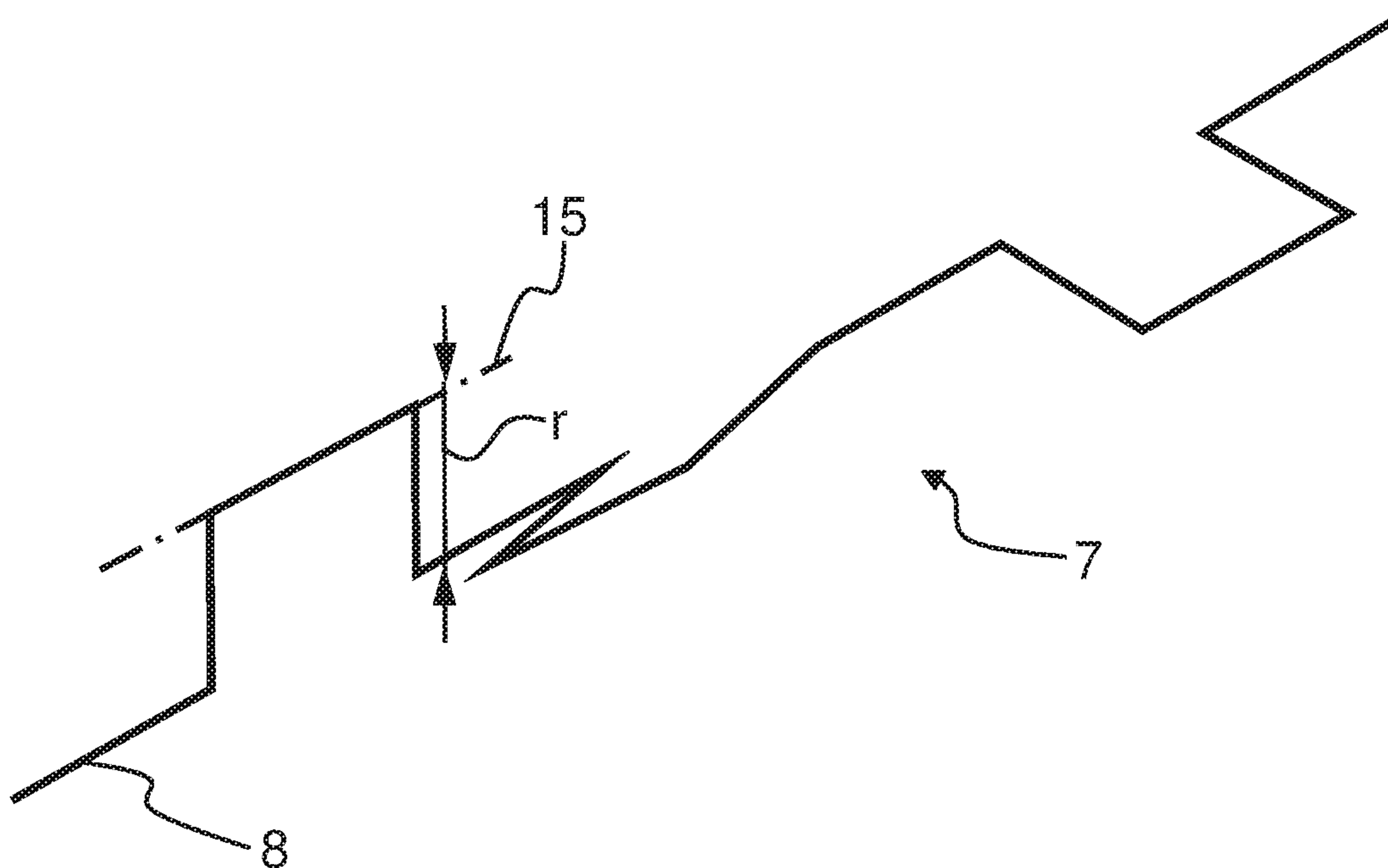


Fig. 8

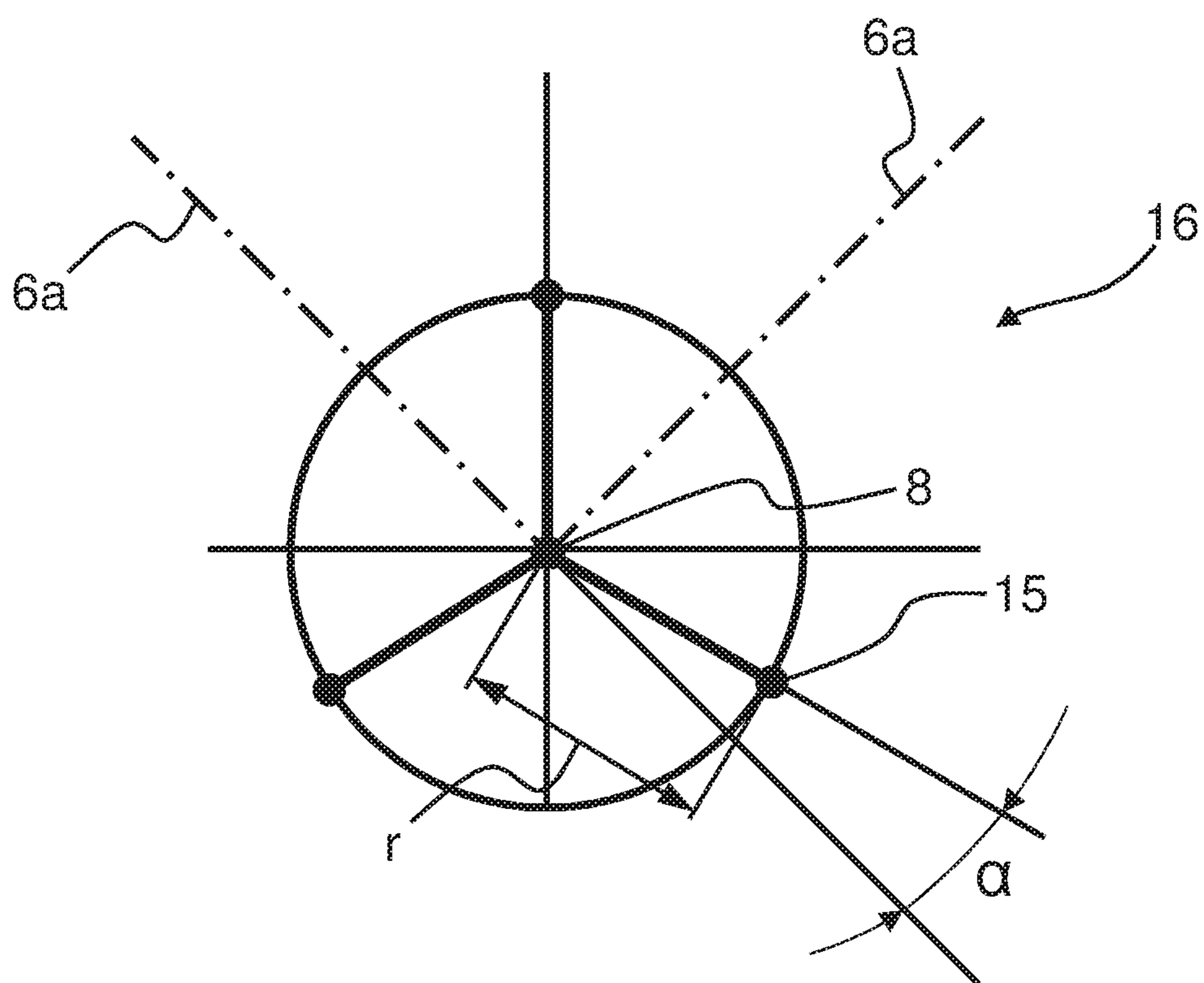


Fig. 9

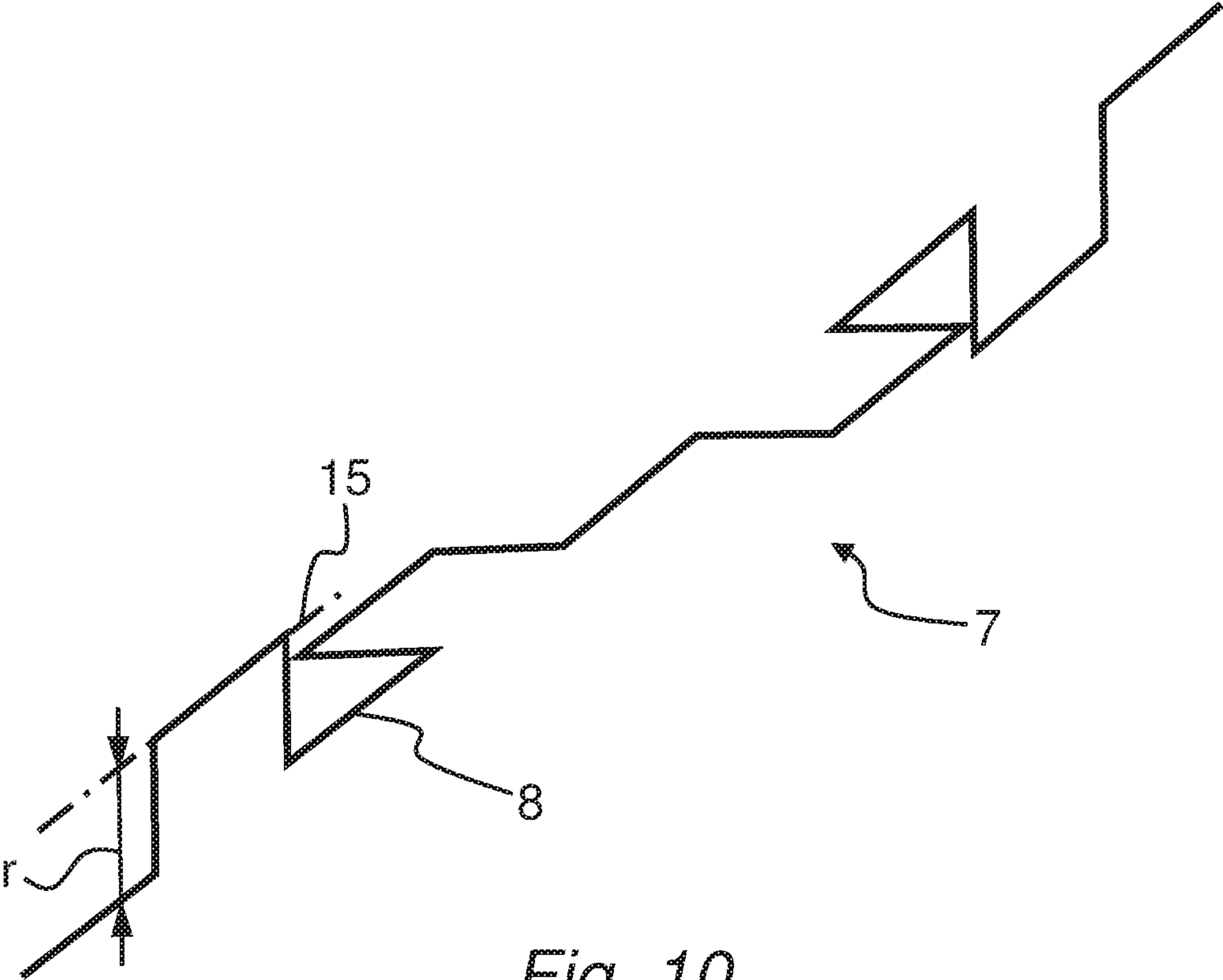


Fig. 10

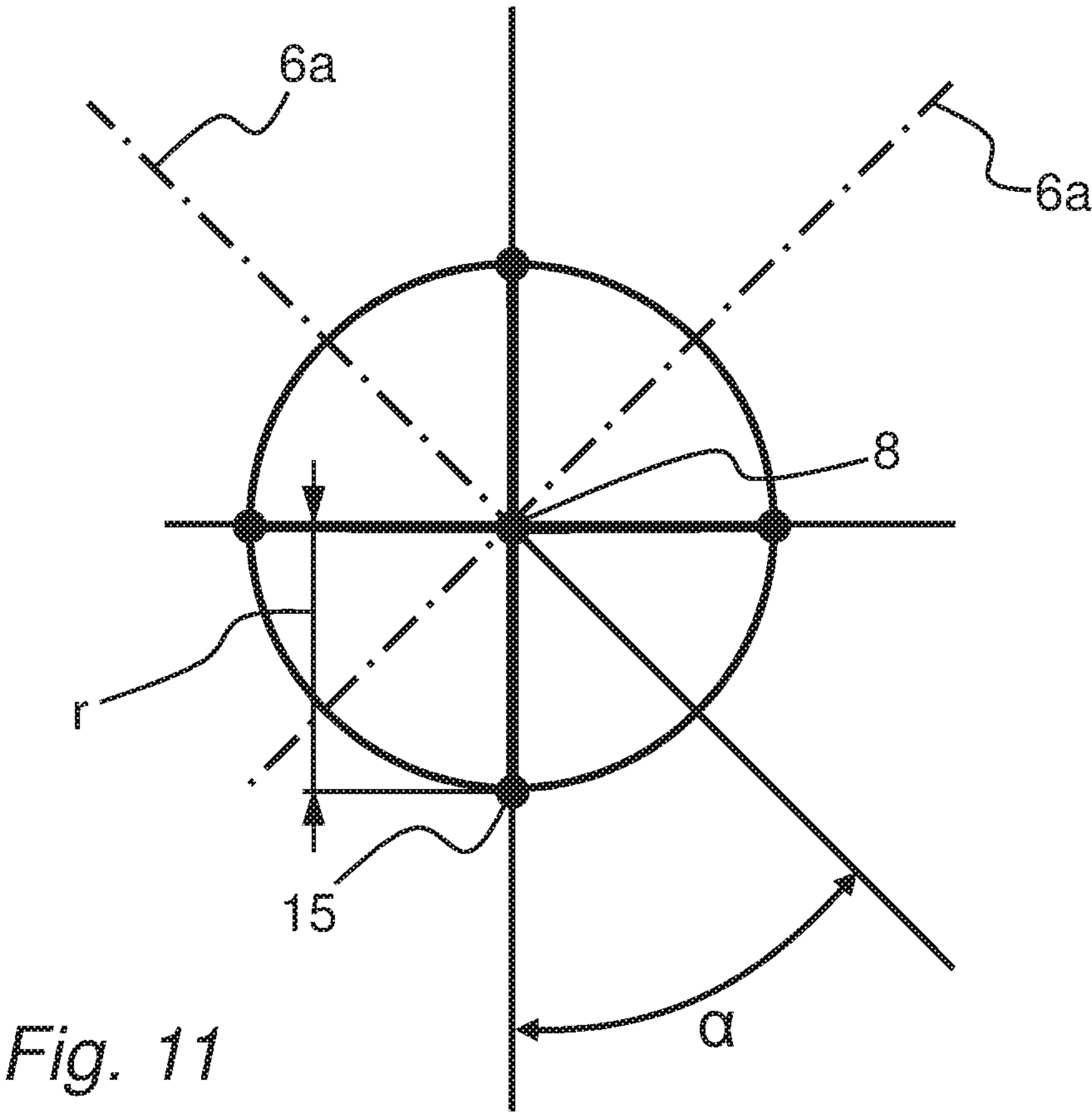
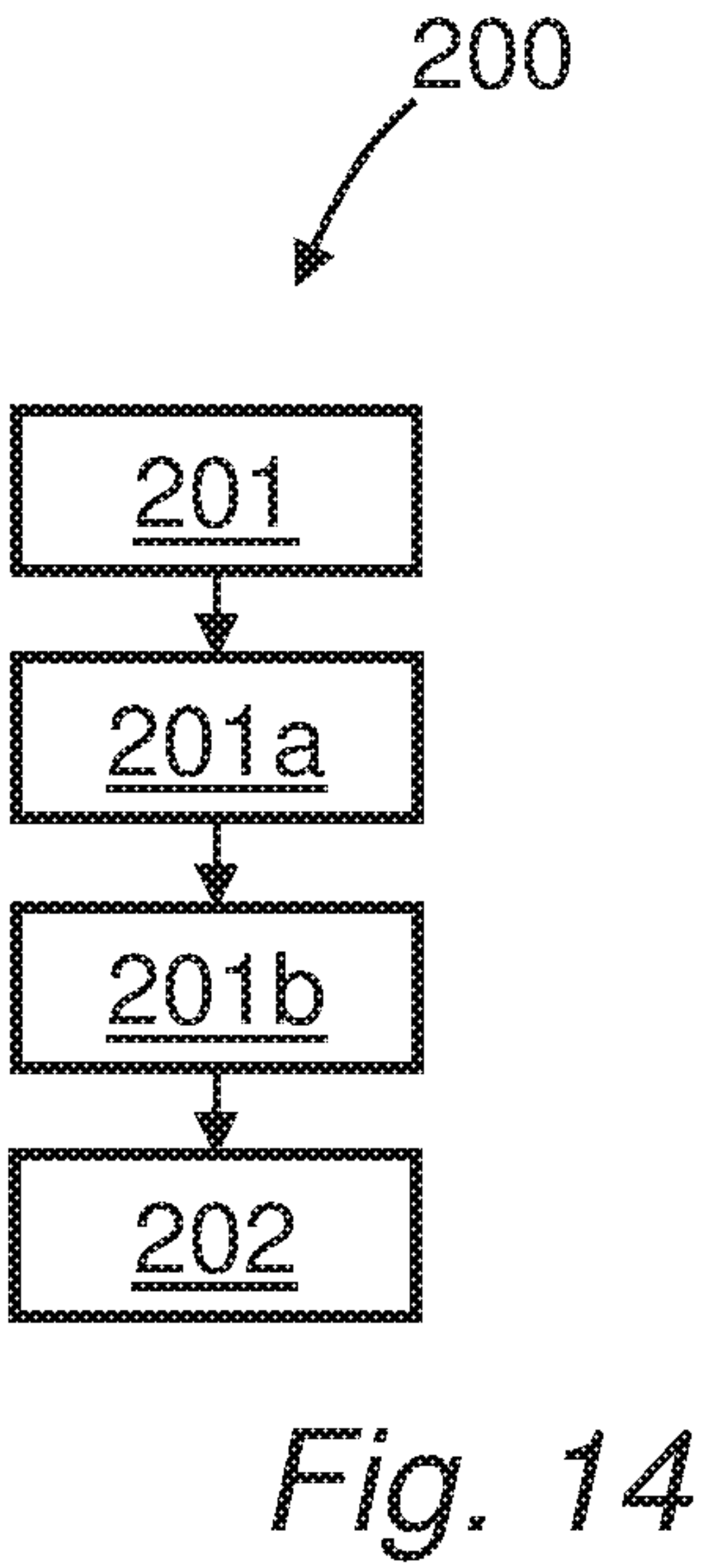
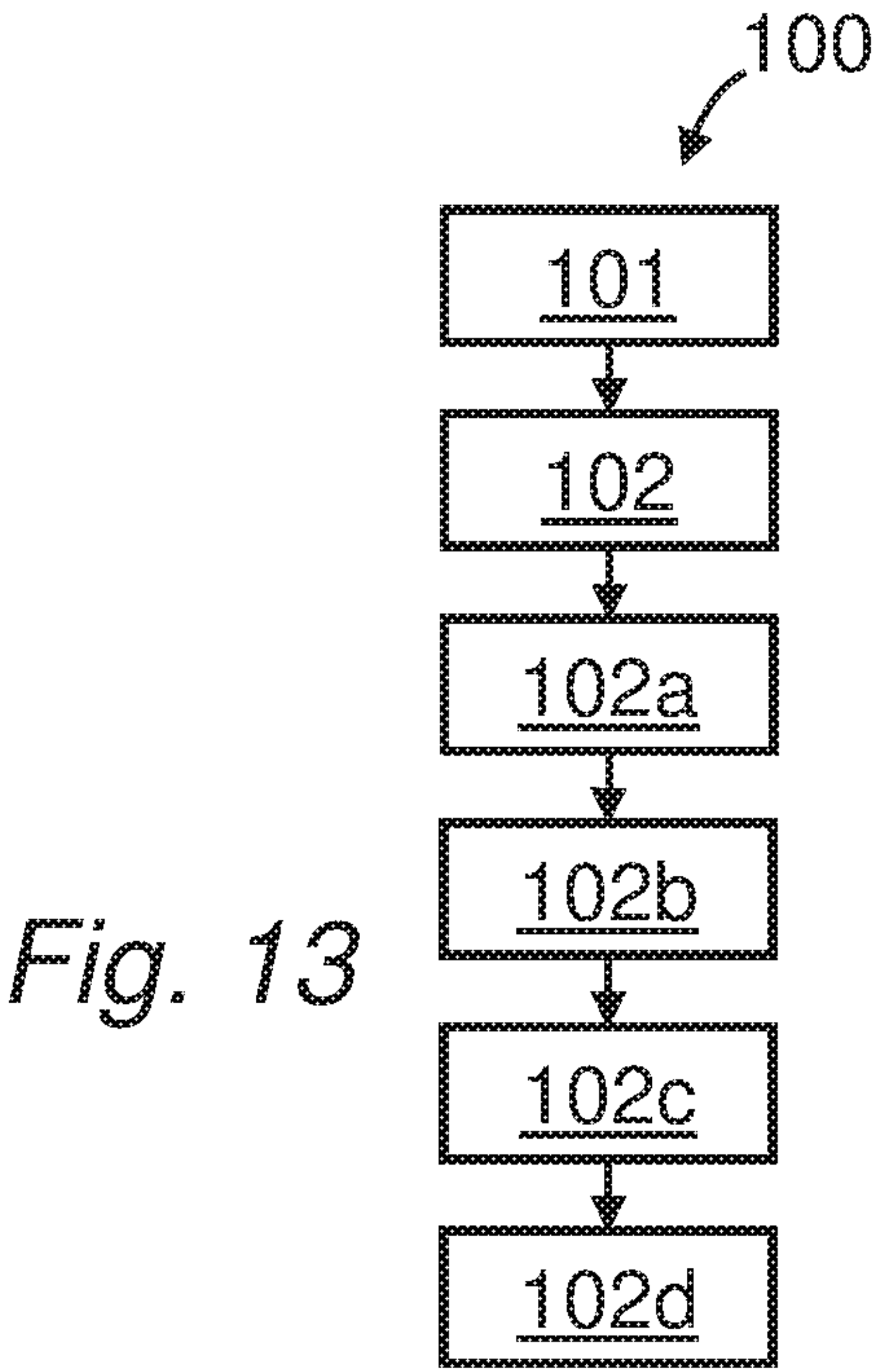
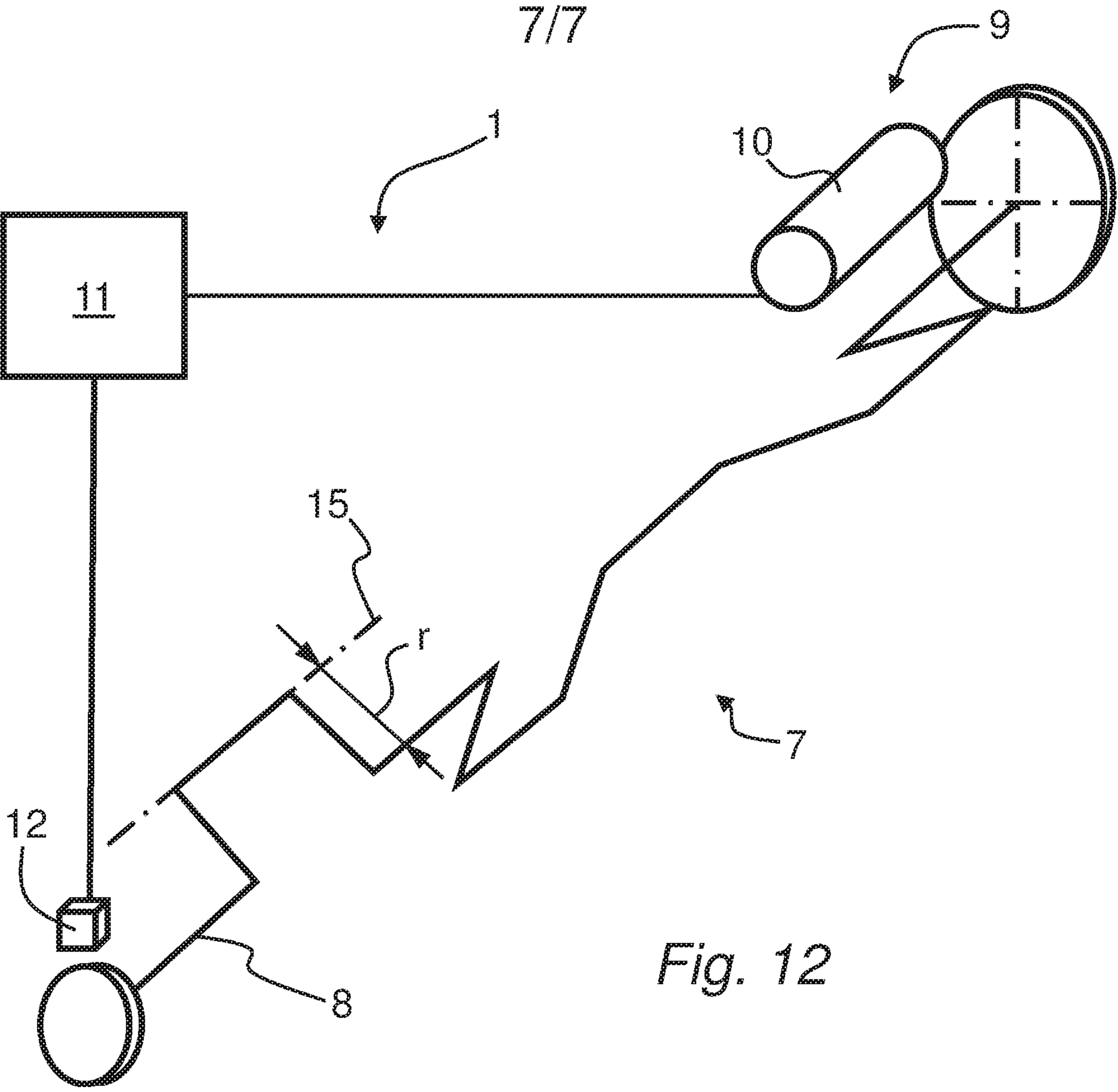


Fig. 11



Patentansprüche

1. System (1) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange (2) zumindest einen ersten Pleuelteil (3) und einen zweiten Pleuelteil (4) aufweist und die beiden Pleuelteile (3, 4) mittels einer Längenverstelleinrichtung (5) in Richtung einer Pleuelteillängsachse (2a) der Pleuelteile (3, 4), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind,

wobei die Hubkolbenmaschine wenigstens einen Hubkolben (6) aufweist, der entlang einer Hubkolbenlängsachse (6a) oszillieren kann,

wobei ein Kurbeltrieb (7) die oszillierende Bewegung des Hubkolbens (6) mittels der Pleuelstange (2) in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle (8) umwandelt,

dadurch gekennzeichnet, dass das System (1) eine Winkeleinrichtung (9) aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen definierten Winkel β , $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, zwischen Pleuelteillängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a) einzustellen, solange die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist oder in einen Ruhemodus gebracht wird.
2. System (1) nach Anspruch 1, wobei die Winkeleinrichtung (9) den Winkel β über die Antriebswelle (8) mittels eines Antriebs (10) und einer Steuereinheit (11) einstellt.
3. System (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Winkeleinrichtung (9) wenigstens einen Sensor (12), insbesondere einen Winkelsensor, aufweist.
4. System (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Winkeleinrichtung (9) einen Antrieb (10), insbesondere einen Starter oder Startergenerator der Hubkolbenmaschine, und/oder eine Motorsteuerung der Hubkolbenmaschine als Steuereinheit (11), und/oder wenigstens einen Sensor (12) der Hubkolbenmaschine zur Einstellung des Winkels β aufweist.
5. System (1) nach Anspruch 1, wobei die Winkeleinrichtung (9) eine Steuereinheit (11) und eine Druckerzeugungseinheit (13) aufweist, eingerichtet,

um den Winkel β über einen Hubkolben (6) mittels eines definierten Drucks in einer Brennkammer (14) einzustellen.

6. System (1) nach Anspruch 5, wobei die Druckerzeugungseinheit (13) einen Kompressor und ein Druckreservoir aufweist.
7. System (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuereinheit (11) Teil einer Motorsteuerung der Hubkolbenmaschine ist.
8. System (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Winkeleinstelleinrichtung (9) wenigstens einen Sensor (12), insbesondere einen Drucksensor, aufweist.
9. System (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Hubkolbenmaschine wenigstens zwei Hubkolben (6) aufweist und die Winkeleinstelleinrichtung (9) derart eingerichtet ist, dass wenigstens an zwei Hubkolben (6) der gleiche Druck, oder unterschiedliche Drücke, angelegt werden, um den Winkel β einzustellen.
10. System (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei die Winkeleinstelleinrichtung (9) derart eingerichtet ist, dass der Winkel β mittels eines Winkelsensors indirekt über einen Winkel α bestimmt wird, wobei α zwischen einer Hubkolbenlängsachse (6) und einer Kröpfungsachse (15) eines zugehörigen Hubkolbens (6) auf einem zugehörigen Kurbelstern (16) liegt.
11. System (1) nach Anspruch 10, wobei die Hubkolbenmaschine
 - ein 3-Zylinder-Reihenmotor ist und der Winkel α auf ca. 15° eingestellt wird; oder
 - ein 4-Zylinder-Reihenmotor ist und der Winkel α auf ca. 90° eingestellt wird; oder
 - ein 5-Zylinder-Reihenmotor ist und der Winkel α auf ca. 18° eingestellt wird; oder
 - ein 6-Zylinder-V-Motor ist und der Winkel α auf ca. 15° eingestellt wird; oder
 - ein 8-Zylinder-V-Motor ist und der Winkel α auf ca. 45° eingestellt wird.
12. System (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Hubkolbenmaschine ein Boxer-Motor, ein H-Motor oder ein Taumelscheibenmotor ist und der Winkel β

derart eingestellt wird, dass sich in einer Ruhelage der Hubkolbenmaschine kein Hubkolben (6) in einer Totpunktlage befindet.

13. System (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12, aufweisend eine Verdrehsicherung, die das System (1) im Ruhemodus in einer Position, insbesondere mit dem benötigten Winkel α , fixieren kann.
14. Verfahren (100, 200) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (2) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange (2) zumindest einen ersten Pleuelteil (3) und einen zweiten Pleuelteil (4) aufweist und die beiden Pleuelteile (3, 4) mittels einer Längenverstelleinrichtung (5) in Richtung einer Pleuelteillängsachse (2a) der Pleuelteile (3, 4), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Hubkolbenmaschine wenigstens einen Hubkolben (6) aufweist, der entlang einer Hubkolbenlängsachse (6a) oszillieren kann, wobei ein Kurbeltrieb (7) die oszillierende Bewegung des Hubkolbens (6) mittels der Pleuelstange (2) in eine Rotationsbewegung einer Antriebswelle (8) umwandelt, gekennzeichnet durch die folgenden Arbeitsschritte:

Ermitteln (101, 201) eines Betriebsmodus der Hubkolbenmaschine; und

Einwirken (102, 202), wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, auf die Hubkolbenmaschine, so dass ein Winkel β zwischen Pleuelteillängsachse (2a) und Hubkolbenlängsachse (6a) auf $0^\circ < \beta \leq 45^\circ$, vorzugsweise $4^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$, eingestellt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Einwirken folgenden Unterschritt aufweist:

Beaufschlagen (102a) der Brennkammern (14) mindestens zweier Hubkolben (6) jeweils mit einem definierten Druck, um den Winkel β einzustellen.
16. Verfahren nach Anspruch 15, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

Öffnen oder offenhalten (102b) wenigstens eines Einlassventils pro Zylinder der Hubkolbenmaschine; und

Schließen oder geschlossen halten (102c) eines Auslassventils oder von Auslassventilen der Zylinder der Hubkolbenmaschine.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

Beaufschlagen (102a) aller Brennkammern mit dem gleichen Druck, um den Winkel β einzustellen.

18. Verfahren nach Anspruch 14, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

wenn die Hubkolbenmaschine in einem Ruhemodus ist, Messen (201) eines Winkels β zwischen einer Pleuelteilelängsachse (2a) und einer Hubkolbenlängsachse (6a); und

Ansteuern (202) eines Antriebs, insbesondere eines Starters oder Startgenerators, um über die Antriebswelle (8) den Winkel β einzustellen.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Verfahrensansprüche 14 bis 18, bei dem die Winkeleinrichtung (9) ferner die folgenden Arbeitsschritte durchführt:

Messen (201a) eines Winkels α , wobei α zwischen einer Hubkolbenlängsachse (6) und einer Kröpfungsachse (15) eines zugehörigen Hubkolbens (6) auf einem zugehörigen Kurbelstern (16) liegt; und

Ermitteln (201b) des Winkels β in Abhängigkeit von Winkel α , einer Pleuellänge (L) sowie eines Hubradius (r).