

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 933 525 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.1999 Patentblatt 1999/31

(51) Int. Cl.⁶: **F02P 7/077**

(21) Anmeldenummer: **98101784.1**

(22) Anmeldetag: **03.02.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **VOGT electronic AG**
D-94130 Obernzell (DE)

(72) Erfinder:
• **Mai, Udo**
94107 Untergriesbach (DE)

• **Kollmann, Ekkehard**
94034 Passau (DE)
• **Schichl, Roman**
94036 Passau (DE)

(74) Vertreter:
Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner
Waldstrasse 33
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine**

(57) Die vorliegende Erfindung schafft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Kurbelwellen-Sensoreinrichtung zum Erfassen eines Kurbelwinkels und einer vorbestimmten Kurbelwellenstellung und Ausgeben entsprechender Kurbelsignale; eine Zündeinrichtung zum Zünden der jeweiligen Zylinder der Brennkraftmaschine durch Erzeugen von entsprechenden Hochspannungsimpulsen ansprechend auf entsprechende Steuersignale; eine Steuereinrichtung zum Empfangen der Kurbelsignale und Ausgeben der Steuersignale an die Zündeinrichtung in Abhängigkeit von zumindest den Kurbelsignalen; wobei die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie in einer Zylindererkennungsphase beim Empfang eines Kurbelsignals entsprechend einer vorbestimmten Kurbelstellung ein Steuersignal zum Erzeugen eines Hochspannungsimpulses mit einer vorbestimmten erreichbaren Amplitude in mindestens einem bestimmten Zylinder ausgibt; eine Zünderfassungseinrichtung zum Erfassen, ob und / oder bei welcher Zündspannung der bestimmte Zylinder durch den Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und Ausgeben eines entsprechenden Zünderfassungssignals; und eine Zylindererkennungseinrichtung zum Ermitteln, ob der bestimmte Zylinder in der vorbestimmten Kurbelstellung in seinem Arbeitstakt ist, basierend auf zumindest dem Zünderfassungssignal auf.

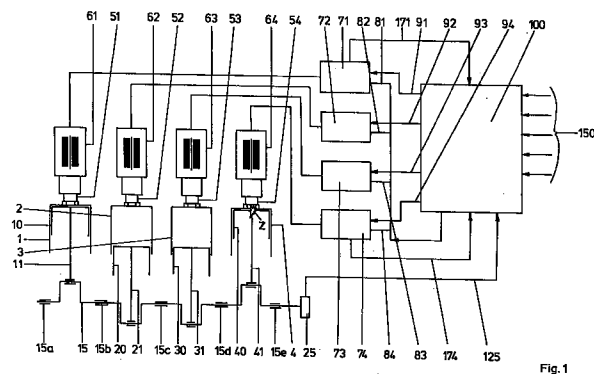


Fig. 1

EP 0 933 525 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine (im weiteren auch kurz als Motor bezeichnet).

[0002] In modernen Kraftfahrzeugen erfolgt das Motor-Management, d.h. die Steuerung und Regelung sowie Überwachung der wesentlichen Funktionen des Motors, üblicherweise unter Verwendung eines Steuergeräts mit einer Rechneinrichtung.

[0003] Insbesondere müssen die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung gemeinsam und aufeinander abgestimmt gesteuert werden, wobei der jeweilige Betriebszustand des Motors genau erfaßt werden und bei der Zündzeitpunktberechnung und der Kraftstoffmessung berücksichtigt werden muß.

[0004] Eine von der Rechneinrichtung für die Steuerung der Zündung und Kraftstoffeinspritzung benötigte wichtige Information betrifft die Stellung der Kurbelwelle. Üblicherweise ist ein Kurbelwellensensor zur Erfassung der Kurbelwellenstellung vorgesehen. Dieser Kurbelwellensensor ist beispielsweise ein induktiver Geber, der ein Signal für die Drehzahl als auch ein Signal für mindestens eine ausgewählte Kurbelwellenstellung ausgibt. In der Regel ist die ausgewählte Kurbelwellenstellung der obere Totpunkt (OT) eines oder mehrerer bestimmter Zylinder.

[0005] Bei Zündanlagen mit ruhender Zündhochspannungsverteilung mit Einzelspulen benötigt die Rechneinrichtung noch eine zusätzliche Information über die Stellung der Nockenwelle, damit die Zündspule des Zylinders, der sich gerade im oder in der Nähe des OT des Arbeitstaktes befindet, angesteuert werden kann. Anderenfalls könnte es sein, daß unerwünschterweise die Zündspule des Zylinders, der sich gerade im oder in der Nähe des OT des Ausstoßtaktes befindet, angesteuert wird.

[0006] Die Ermittlung der Stellung der Nockenwelle erfolgt üblicherweise mittels eines Nockenwellensensors, welcher beispielsweise dann ein Signal abgibt, wenn sich die Nockenwelle in einer Stellung befindet, in der ein bestimmter Zylinder am OT seines Arbeitstaktes ist. Dieses bekannte Verfahren wird auch als Zylinder-Eins-Erkennung bezeichnet.

[0007] Aus der Verknüpfung der Signale des Kurbelwellensensors und des Nockenwellensensors können die Zündzeitpunkte und Einspritzzeitpunkte sämtlicher Zylinder in eindeutiger Weise durch die Rechneinrichtung berechnet werden.

[0008] Das angegebene Verfahren nach dem Stand der Technik hat den Nachteil, daß zwei kostspielige Sensoren und eine entsprechend aufwendige Verdrahtung benötigt werden.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine zu schaffen, wobei es keines zusätzlichen Nockenwellensensors bedarf.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst, also durch eine Vorrichtung zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine mit einer Kurbelwellen-Sensoreinrichtung zum Erfassen eines Kurbelwinkels und einer vorbestimmten Kurbelwellenstellung und Ausgeben entsprechender Kurbelsignale; einer Zündeinrichtung zum Zünden der jeweiligen Zylinder der Brennkraftmaschine durch Erzeugen von entsprechenden Hochspannungsimpulsen ansprechend auf entsprechende Steuersignale; einer Steuereinrichtung zum Empfangen der Kurbelsignale und Ausgeben der Steuersignale an die Zündeinrichtung in Abhängigkeit von zumindest den Kurbelsignalen; wobei die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie in einer Zylindererkennungsphase beim Empfang eines Kurbelsignals entsprechend einer vorbestimmten Kurbelstellung ein Steuersignal zum Erzeugen eines Hochspannungsimpulses mit einer vorbestimmten erreichbaren Amplitude in mindestens einem bestimmten Zylinder ausgibt; einer Zündfassungseinrichtung zum Erfassen, ob und / oder bei welcher Zündspannung der bestimmte Zylinder durch den Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und Ausgeben eines entsprechenden Zündfassungssignals, und einer Zylindererkennungseinrichtung zum Ermitteln, ob der bestimmte Zylinder in der vorbestimmten Kurbelstellung in seinem Arbeitstakt ist, basierend auf zumindest dem Zündfassungssignal.

[0011] Diese Aufgabe wird ebenfalls durch das in Anspruch 25 angegebene Verfahren gelöst, also durch ein Verfahren zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine mit den Schritten: Erfassen eines Kurbelwinkels und einer vorbestimmten Kurbelwellenstellung und Ausgeben entsprechender Kurbelsignale; Erzeugen eines Hochspannungsimpulses mit einer vorbestimmten erreichbaren Amplitude in mindestens einen bestimmten Zylinder beim Erfassen einer vorbestimmten Kurbelstellung während einer Zylindererkennungsphase; Erfassen, ob und / oder bei welcher Zündspannung der bestimmte Zylinder durch den Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und Ausgeben eines entsprechenden Zündfassungssignals; und Ermitteln, ob der bestimmte Zylinder in der vorbestimmten Kurbelstellung in seinem Arbeitstakt ist, basierend auf zumindest dem Zündfassungssignal.

[0012] Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Das Prinzip der vorliegenden Erfindung beruht darauf, daß die Zündspannung bei einer vorbestimmten Kurbelstellung, welche am oder in der Nähe des OT des betreffenden Zylinders liegt, unter anderem vom im Zylinder herrschenden Druck abhängt. So beträgt die Zündspannung bei 1 bar typischerweise 5 kV, während sie bei etwa 5-7 bar typischerweise etwa 13-20 kV beträgt. Die aufgeführten Drücke und Zündspannungen können sich in zwei unterschiedlichen Zylindern eines Motors einstellen, wenn sich der eine Zylinder gerade am oder in der Nähe des OT seines Ausstoßtaktes

(Ventile sind geöffnet) und der andere Zylinder gerade am oder in der Nähe des OT seines Arbeitstaktes (Ventile sind geschlossen) befindet.

[0014] Mithin kann durch Erfassung der unterschiedlichen Zündspannungen ermittelt werden, welcher der Zylinder der im Arbeitstakt befindliche ist, und dementsprechend die Zündreihenfolge festgelegt werden, ohne daß es des üblichen Nockenwellensensors bedarf.

[0015] Zur Erfassung bietet sich insbesondere erstens die Möglichkeit, daß der in der Zylindererkennungsphase zugeführte Hochspannungsimpuls ein normaler Hochspannungsimpuls ist, d.h. ein Hochspannungsimpuls, dessen Amplitude die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Größe von typischerweise etwa 13 kV erreichen kann. In diesem Fall wird die tatsächliche Zündspannung erfaßt und das Resultat zur Zylindererkennung ausgewertet.

[0016] Zweitens kann der in der Zylindererkennungsphase zugeführte Hochspannungsimpuls ein reduzierter Hochspannungsimpuls sein, d.h. ein Hochspannungsimpuls, dessen Amplitude die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Größe von typischerweise etwa 13 kV nicht erreichen kann, sondern nur eine Größe, die typischerweise 7 kV beträgt und zur Zündung im Ausstoßtakt ausreichend ist. In diesem Fall wird erfaßt, ob überhaupt ein Funke aufgetreten ist, und das Resultat zur Zylindererkennung ausgewertet.

[0017] Ist dann die Anfangsreihenfolge der Zylinder einmal festgelegt, so lassen sich alle weiteren Zündzeitpunkte bis zum nächsten Stillstand des Motors inkremental durch Erfassen der Kurbelstellung mit dem Kurbelsensor festlegen. Mit anderen Worten muß die Zylindererkennung nur in der Anlaufphase des Motors durchgeführt werden. Besonders vorteilhaft am Gegenstand nach Anspruch 1 der vorliegenden Erfindung ist also die Tatsache, daß der übliche Nockenwellensensor eingespart werden kann.

[0018] Gemäß der bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 3 ist die vorbestimmte Kurbelstellung der obere Totpunkt des bestimmten Zylinders. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß bei dieser Kurbelstellung die Druckdifferenz zwischen Arbeitstakt und Ausstoßtakt und damit die Zuverlässigkeit der Messung am größten ist.

[0019] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 4 ist die vorbestimmte Amplitude kleiner als die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Amplitude. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß kein zusätzlicher Steueraufwand zur Einstellung der Größe der Amplitude der Hochspannungsimpulse notwendig ist. In diesem Fall ist die Zündfassungseinrichtung vorzugsweise derart gestaltet, daß sie die Zündspannung des bestimmten Zylinders erfaßt. Das Zündfassungssignal ist dann entweder die erfaßte Zündspannung selbst oder ein daraus eindeutig ableitbares Signal.

[0020] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 6 weist die Zylindererkennungs-

einrichtung eine Speichereinrichtung zum Speichern mindestens eines Zündbezugssignals und eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Zündfassungssignals mit dem Zündbezugssignal auf. Das Zündbezugssignal ist vorzugsweise ein Referenzspannungswert, der so gewählt ist, daß dieser geringer als die zur Zündung notwendige Spannungsamplitude ist, wenn sich der betreffende Zylinder im Arbeitstakt befindet, aber höher als die zur Zündung notwendige Spannungsamplitude, wenn sich dieser Zylinder im Ausstoßtakt befindet. Das Zündbezugssignal kann z. B. 9 kV betragen. Diese Weiterbildung ist einfach zu realisieren, setzt aber voraus, daß die zum Zünden notwendige Zündspannung im komprimierten und im nicht komprimierten Zustand hinreichend verschieden ist, um eine zuverlässige Zylindererkennung zu ermöglichen.

[0021] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 7 ist in der Speichereinrichtung eine Vielzahl von Zündbezugssignalen entsprechend verschiedener Betriebszustände der Brennkraftmaschine gespeichert, und die Vergleichseinrichtung ist derart gestaltet, daß sie ein dem aktuellen Betriebszustand der Brennkraftmaschine entsprechendes Zündbezugssignal zum Vergleich heranzieht. Durch eine derartige Ausgestaltung kann der Tatsache Rechnung getragen werden, daß das Zündbezugssignal von dem Betriebszustand des Motors abhängig ist. Unter Betriebszustand sind dabei sowohl interne Parameter, wie z.B. Kompressionsdruck, als auch externe Parameter, wie z.B. Außentemperatur oder Luftdruck, zu verstehen.

[0022] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 8 ist die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet, daß sie die Zündspannung des bestimmten Zylinders bei zwei aufeinanderfolgenden Perioden der Zündwechselspannung erfaßt. In diesem Fall weist die Zylindererkennungseinrichtung vorzugsweise eine Speichereinrichtung zum Speichern des ersten Zündfassungssignals und eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des ersten Zündfassungssignals mit dem zweiten Zündfassungssignal auf. Repräsentiert das erste Zündfassungssignal eine höhere Zündspannung, ist der bestimmte Zylinder bei der ersten Umdrehung im Arbeitstakt, ansonsten bei der zweiten Umdrehung.

[0023] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 10 ist die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet, daß sie die Zündspannung mindestens zweier einander entsprechender bestimmter Zylinder bei derselben Periode der Zündwechselspannung erfaßt. In diesem Fall weist die Zylindererkennungseinrichtung vorzugsweise eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen der Zündfassungssignale entsprechend der zwei bestimmten Zylinder auf. Das gleichzeitige Anlegen der Zündspannung an die zwei bestimmten Zylinder und der anschließende Vergleich der Erfassungssignale hat den Vorteil, daß die anderen Einflußgrößen, die die Zündspannung beein-

flussen, wie z.B. Elektrodenabstand, Gaszusammensetzung und Gasdynamik, in beiden Zylindern in der Regel gleich sind und sich daher kompensieren.

[0024] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 12 ist die vorbestimmte Amplitude, d. h. das Zündbezugssignal, geringer als die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Amplitude.

[0025] Eine solche verringerte Amplitude läßt sich beispielsweise durch Verringern der der Zündspule primärseitig zugeführten Energie, konkret des Primärstroms, oder durch Verringern der Steilheit der Abschaltflanke des Primärstroms erreichen.

[0026] In diesem Fall ist vorzugsweise die vorbestimmte Amplitude, also das Zündbezugssignal höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude.

[0027] Bei einer derartige Weiterbildung ist die Zünderfassungseinrichtung vorzugsweise derart gestaltet, daß sie erfaßt, ob der bestimmte Zylinder gezündet worden ist, also eine JA / NEIN-Bestimmung durchführt.

[0028] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 18 ist die Zündeinrichtung zum Erzeugen von bipolaren Hochspannungsimpulsen ausgelegt. Neben den vorstehend aufgeführten Weiterbildungen, die vorzugsweise bei einer unipolaren Zündeinrichtung realisiert werden, gibt es bei solch einer bipolaren Zündeinrichtung weitere vorteilhafte Möglichkeiten zur Zylindererkennung.

[0029] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 19 ist die Steuereinrichtung derart gestaltet, daß sie ein Steuersignal zum Erzeugen eines bipolaren Hochspannungsimpulses mit einer unterschiedlichen ersten und zweiten vorbestimmten Amplitude in Abhängigkeit von der jeweiligen Halbwelle ausgibt. Mit anderen Worten sind bei dieser Weiterbildung die positive und die negative Halbwelle der Zündspannung unterschiedlich dimensioniert.

[0030] Vorzugsweise ist in diesem Fall die zweite vorbestimmte Amplitude die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Amplitude, und die erste vorbestimmte Amplitude geringer als die zweite vorbestimmte Amplitude und höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude. Ebenfalls in diesem Fall möglich ist, daß die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie die erste vorbestimmte Amplitude bei aufeinanderfolgenden Perioden der Zündwechselspannung eines Funkens erhöht, bis die vorbestimmte Amplitude höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude ist.

[0031] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 23 ist die Zünderfassungseinrichtung derart gestaltet, daß sie erfaßt, ob der bestimmte Zylinder in der ersten und / oder zweiten Halbwelle gezündet worden ist. Wird der bestimmte Zylinder bereits in der ersten Halbwelle gezündet, so ist er im Ausstoßtakt, ansonsten ist er im Arbeitstakt.

[0032] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 23 ist die Zünderfassungseinrich-

tung an der primärseitigen Wicklung der jeweiligen Zündspule vorgesehen. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist, daß es leicht möglich ist, den Zeitpunkt des Auftretens eines Zündfunkens auf der Primärseite zu erfassen und daraus die gewünschte Information über die Druckverhältnisse im bestimmten Zylinder bzw. dessen momentanen Takt zu gewinnen.

[0033] Gemäß der weiteren bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 24 ist eine Anlaßsignal-Erzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Anlaßsignals beim Starten der Brennkraftmaschine und Ausgeben des Anlaßsignals an die Steuereinrichtung zum Festlegen der Zylindererkennungsphase vorgesehen. Dies ist von Vorteil, da, wie bereits erwähnt, die Zylindererkennung nur am Anfang des Betriebs des Motors notwendig ist. Be beispielsweise kann das Anlaßsignal mit der Startposition des Zündschlüssels ausgegeben werden.

[0034] Im folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert werden.

[0035] In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zylindererkennungsvorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Zündspannungsverlaufs der Zündwechselspannung bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zylindererkennungsvorrichtung gemäß Fig. 1 während einer vollen Periode der Zündwechselspannung, in den Zylindern 1 und 4, wobei Zylinder 4 zündet, und

Fig. 3 eine ähnliche Darstellung des Zündspannungsverlaufs wie in Fig. 2, allerdings wird sowohl im Zylinder 1 und 4 ein Zündfunke erzeugt, jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten, was ausgewertet wird.

[0036] In den Figuren bezeichnen identische Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zylindererkennungsvorrichtung.

[0038] In Fig. 1 bezeichnen Bezugszeichen 1, 2, 3 und 4 einen ersten, zweiten, dritten und vierten Zylinder eines Vierzylinder-Viertakt-Motors, welche einen jeweiligen Kolben 10, 20, 30, und 40 enthalten, der über eine entsprechende Pleuelstange 11, 21, 31 und 41 mit einer Kurbelwelle 15 verbunden ist. Die Kurbelwelle 15 ist durch zugehörige Lager 15a - 15e im nicht dargestellten Motorblock gelagert.

[0039] Im Zylinderkopf eines jeden Zylinders 1, 2, 3 und 4 ist eine jeweilige Zündkerze 51, 52, 53 und 54 vorgesehen, welcher die notwendige Zündspannung von einer entsprechenden Zündspule 61, 62, 63 und 64

zugeführt wird.

[0040] Mit der Primärseite einer jeweiligen Zündspule 61, 62, 63 und 64 verbunden ist eine zugehörige Zündendstufe 71, 72, 73 und 74, welche zum Zuführen und Abschalten des Primärwechselstromes der Zündspulen 61, 62, 63 und 64 ansteuerbar ist.

[0041] Dazu sind die Zündendstufen 71, 72, 73 und 74 über jeweilige Steuerleitungen 81, 82, 83 und 84, die die Zündspannung und/oder Zündstrom festlegen, mit einer nicht dargestellten Primärstromquelle, die sich zweckmäßigerweise in einem Steuergerät 100 befindet, verbunden. Die Primärstromquelle wird mit einer Versorgungsspannung von typischerweise 12 V entsprechend der Batteriespannung betrieben.

[0042] Weiterhin liefert das Steuergerät 100 über Steuerleitungen 91, 92, 93 und 94 Steuersignale an die jeweiligen Zündendstufen 71, 72, 73 und 74, um die Dauer und damit den Beginn und das Ende des die jeweilige Zündspule zugeführten Primärstromes zu steuern. In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich zum Zwecke der Offenbarung auf die vorveröffentlichte EP 0 596 471 A1 der Anmelderin verwiesen, in welcher bereits detailliert das Ansteuern der Zündspulen mit die Zündenergie und die Zünddauer bestimmenden Signalen offenbart ist.

[0043] Die dem ersten Zylinder 1 entsprechende erste Zündendstufe 71 und die dem vierten Zylinder 4 entsprechende Zündendstufe 74 weisen jeweils eine primärseitige Zünderfassungseinrichtung in Form einer nicht dargestellten Einrichtung auf, die zum Erfassen, ob und / oder bei welcher Zündspannung der betreffende erste bzw. vierte Zylinder 1, 4 durch einen erzeugten Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und Ausgeben eines entsprechenden Zünderfassungssignals dient. Die Einrichtung kann z.B. eine primärseitige Zeitmeßeinrichtung oder eine di/dt-Meßeinrichtung sein. Die entsprechenden Zünderfassungssignale werden dem Steuergerät 100 über Signalleitungen 171 bzw. 174 zugeführt.

[0044] An der Kurbelwelle 15 ist weiterhin ein Kurbelwellensensor 25 angebracht, mit dem die Kurbelstellung und der gemeinsame obere Totpunkt des ersten und vierten Zylinders 1, 4 erfaßt werden können. Ein entsprechendes Kurbelsignal wird dem Steuergerät 100 über eine Signalleitung 125 zugeführt.

[0045] Schließlich bezeichnet 150 eine Mehrzahl weiterer Signalleitungen, welche dem Steuergerät 100 entsprechende Signale zuführen, die den Betriebszustand des Motors, z.B. Temperatur, Drehzahl, Stellung des Zündschlüssels usw., charakterisieren.

[0046] Im folgenden wird der Betrieb der so aufgebauten Zylindererkennungsvorrichtung näher erläutert.

[0047] Eine sogenannte Zylindererkennungsphase wird durch die Startstellung des Zündschlüssels definiert dem Steuergerät 100 über eine der Signalleitungen 150 mitgeteilt. Beim Empfang eines Kurbelsignals entsprechend der gemeinsamen Kurbelstellung OT des ersten und vierten Zylinders 1, 4 über die Signalleitung

125 während dieser Zylindererkennungsphase, erzeugt das Steuergerät 100 ein Steuersignal zum Erzeugen eines Hochspannungswechselstromimpulses mit einer Amplitude von z. B. etwa 9 kV für die erste und vierte Zündendstufe 71, 74.

[0048] Die Amplitude von 9 kV des Hochspannungsimpuls ist derart gewählt, daß sie geringer als die zur Zündung notwendige Amplitude, wenn sich der erste bzw. vierte Zylinder 1, 4 im Arbeitstakt befindet, aber höher als die zur Zündung notwendige Amplitude, wenn sich der erste bzw. vierte Zylinder 1, 4 im Ausstoßtakt befindet, ist.

[0049] Dementsprechend wird in demjenigen der beiden Zylinder 1, 4, welcher sich im Arbeitstakt befindet (hier der Zylinder 1), kein Zündfunke erzeugt, und in demjenigen, der sich im Ausstoßtakt befindet (hier der Zylinder 4), ein Zündfunke Z erzeugt.

[0050] Die primärseitig vorgesehene Zünderfassungseinrichtungen in der ersten und vierten Zündendstufe 71, 74 erfassen, ob der zugehörige Zylinder 1, 4 durch den Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und liefern ein entsprechendes Zünderfassungssignal über die jeweilige Steuerleitung 171, 174 an das Steuergerät 100.

[0051] Anhand der Wellenform des so empfangenen Zünderfassungssignals ermittelt das Steuergerät mit Hilfe eines internen Rechners, welcher der beiden Zylinder 1, 4 in seinem Arbeitstakt ist (im gezeigten Fall der Zylinder 1) und trifft eine entsprechende Zuordnung als "Zylinder-Eins" für die weitere Zündzeitpunktfestlegung.

[0052] Fig. 2 zeigt eine Darstellung des Zündspannungsverlaufs gemäß der erläuterten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zylindererkennungsvorrichtung von Fig. 1.

[0053] In Fig. 2 ist auf der Abszisse die Zeit dargestellt, während auf der Ordinate die Sekundärspannung an der Zündkerze 51, 54 des ersten und vierten Zylinders 1, 4 dargestellt ist. Es sei bemerkt, daß Abszisse geteilt ist und jeweils für den ersten Zylinder 1 und den vierten Zylinder 4 den gleichen zeitlichen Vorgang darstellt.

[0054] Der links in Fig. 2 dargestellte Sekundärspannungsverlauf des ersten Zylinders 1 beginnt mit einem negativen Bereich von ca. -3 kV, welcher vom Einschalten der Zündendstufe 71 herrührt und hier nicht weiter interessiert.

[0055] Beim Erfassen der gemeinsamen Kurbelstellung OT des ersten und vierten Zylinders 1, 4 wird der Primärstrom der Zündendstufe 71 mit steiler Flanke abgeschaltet, und dementsprechend wird ein Hochspannungsimpuls mit einer erreichbaren Amplitude u von ca. 9 kV, welche durch

$$u = L \, di/dt \quad (1)$$

gegeben ist, erzeugt. Dabei bezeichnet L die Gegeninduktivität der Zündspule 61 und di/dt die zeitliche Ablei-

tung des Stromverlaufs zur Zeit des Abschaltens des Primärstroms in der betreffenden Zündendstufe. Unter OT ist hier der obere Totpunkt eines Zylinders zu verstehen.

[0056] Aus der Beziehung (1) ist ersichtlich, daß die Größe der erreichbaren Amplitude u des Hochspannungsimpulses einerseits durch Verkleinern der Steilheit der Abschaltflanke und andererseits durch Verkleinern des Abschaltstroms beeinflussbar ist.

[0057] Da im vorliegenden Fall die erreichbare Amplitude u des Hochspannungsimpulses nicht zum Zünden des im Arbeitstakt befindlichen ersten Zylinders 1 ausreicht, zeigt der Sekundärspannungsverlauf ein kurzes Plateau bei 9 kV und fällt anschließend wieder ab.

[0058] Anders ist der rechts in Fig. 2 dargestellte Sekundärspannungsverlauf des vierten Zylinders 4. Auch hier beginnt der Hochspannungsimpuls mit dem nicht interessierenden negativen Abschnitt, zeigt anschließend bei OT jedoch nur einen Anstieg bis zu ca. 5 kV, wo sich vorzeitig ein Funke im Zylinder 4 bildet, da dieser sich im Ausstoßtakt befindet. Die mit dem Funken verbundene Ionisierung bewirkt einen Abfall der Spannung auf ein sogenanntes Brennplateau bei ca. 1 kV, das solange andauert, bis die Endstufe abschaltet. Danach fällt die Sekundärspannung an der Zündkerze 64 wieder ab.

[0059] Es sollte bemerkt werden, daß es möglich ist, anstelle der gleichzeitigen Erfassung des Spannungsverlaufs im ersten und im vierten Zylinder 1, 4 eine Erfassung des Spannungsverlaufs in beiden oder in nur einem dieser Zylinder bei zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle durchzuführen, da die gezeigten Spannungsverläufe in jedem der Zylinder bei dieser Form der primärseitigen Ansteuerung alternierend auftreten.

[0060] Im folgenden wird im Zusammenhang mit Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0061] Auch bei dieser Ausführungsform sind die Zündkerzen 51, 52, 53 und 54, die Zündspulen 61, 62, 63 und 64, die Zündendstufen 71, 72, 73 und 74 und das Steuergerät 100 zur Erzeugung von bipolaren Hochspannungsimpulsen ausgelegt. Dabei besteht ein Hochspannungsimpuls z. B. aus einer negativen ersten Halbwelle und einer positiven zweiten Halbwelle, welche im Normalbetrieb beide zur Erzeugung eines Zündfunken, dienen.

[0062] Der Betrieb der so aufgebauten Zylindererkennungsvorrichtung verläuft folgendermaßen.

[0063] Während der Zylindererkennungsphase, die sich analog zur obigen ersten Ausführungsform festlegen läßt, werden die Amplituden der positiven und negativen Halbwelle unterschiedlich groß gemacht.

[0064] Dabei wird die erste negative Halbwelle derart dimensioniert, daß sie in dem komprimierten, im Arbeitstakt befindlichen ersten Zylinder 1 nicht zur Ausbildung eines Zündfunken führt. Die zweite positive Halbwelle hingegen erhält die Amplitude wie beim nor-

malen Zündvorgang: Somit wird erst die zweite positive Halbwelle den Zündfunken im ersten Zylinder 1 erzeugen.

[0065] Entsprechend wird der vierte Zylinder 4 beim Anlegen eines derartigen bipolaren Hochspannungsimpulses bereits bei der ersten negativen Halbwelle gezündet.

[0066] Die Zylindererkennung durch die Zylindererkennungseinrichtungen in der ersten und vierten Zündendstufe 71, 74 erfolgt dadurch, daß die jeweilige Zylindererkennungseinrichtung erfaßt, ob der betreffende Zylinder in der ersten und / oder zweiten Halbwelle gezündet worden ist.

15 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine mit:

einer Kurbelwellen-Sensoreinrichtung zum Erfassen eines Kurbelwinkels und einer vorbestimmten Kurbelwellenstellung und Ausgeben entsprechender Kurbelsignale;

einer Zündeinrichtung zum Zünden der jeweiligen Zylinder der Brennkraftmaschine durch Erzeugen von entsprechenden Hochspannungsimpulsen ansprechend auf entsprechende Steuersignale;

einer Steuereinrichtung zum Empfangen der Kurbelsignale und Ausgeben der Steuersignale an die Zündeinrichtung in Abhängigkeit von zumindest den Kurbelsignalen; wobei die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie in einer Zylindererkennungsphase beim Empfang eines Kurbelsignals entsprechend einer vorbestimmten Kurbelstellung ein Steuersignal zum Erzeugen eines Hochspannungsimpulses mit einer vorbestimmten erreichbaren Amplitude in mindestens einem bestimmten Zylinder ausgibt;

einer Zünderfassungseinrichtung zum Erfassen, ob und / oder bei welcher Zündspannung der bestimmte Zylinder durch den Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und Ausgeben eines entsprechenden Zünderfassungssignals; und

einer Zylindererkennungseinrichtung zum Ermitteln, ob der bestimmte Zylinder in der vorbestimmten Kurbelstellung in seinem Arbeitstakt ist, basierend auf zumindest dem Zünderfassungssignal.

2. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung an der primärseitigen Wicklung der jeweiligen Zündspule vorgesehen ist.

3. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Kurbelstellung mindestens annähernd der obere Totpunkt des bestimmten Zylinders ist. 5
4. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Amplitude kleiner als die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Amplitude ist. 10
5. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie die Zündspannung des bestimmten Zylinders erfaßt. 15
6. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylindererkennungseinrichtung eine Speichereinrichtung zum Speichern mindestens eines Zündbezugssignals und eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Zündfassungssignals mit dem Zündbezugssignal aufweist. 20 25
7. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Speichereinrichtung eine Vielzahl von Zündbezugssignalen entsprechend verschiedener Betriebszustände der Brennkraftmaschine gespeichert sind und die Vergleichseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie ein dem aktuellen Betriebszustand der Brennkraftmaschine entsprechendes Zündbezugssignal zum Vergleich heranzieht. 30 35
8. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie die Zündspannung des bestimmten Zylinders bei zwei aufeinanderfolgenden Perioden erfaßt. 40
9. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylindererkennungseinrichtung eine Speichereinrichtung zum Speichern des ersten Zündfassungssignals und eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des ersten Zündfassungssignals mit dem zweiten Zündfassungssignal aufweist. 45 50
10. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie die Zündspannung mindestens zweier einander entsprechender bestimmter Zylinder bei derselben Umdrehung der Kurbelwelle erfaßt. 55
11. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylindererkennungseinrichtung eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen der Zündfassungssignale entsprechend der zwei bestimmten Zylinder aufweist.
12. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Amplitude geringer als die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Amplitude ist.
13. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Amplitude höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude ist.
14. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie die vorbestimmte Amplitude bei aufeinanderfolgenden Perioden der Kurbelwelle erhöht, bis die vorbestimmte Amplitude höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude ist.
15. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie erfaßt, ob der bestimmte Zylinder gezündet worden ist.
16. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß bei zwei aufeinanderfolgenden Perioden der Kurbelwelle erfaßt, ob der bestimmte Zylinder gezündet worden ist.
17. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie erfaßt, ob einer von mindestens zwei einander entsprechenden bestimmten Zylindern gezündet worden ist.
18. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündeinrichtung zum Erzeugen von bipolaren Hochspannungsimpulsen ausgelegt ist.
19. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie ein Steuersignal zum Erzeugen eines bipolaren Hochspannungsimpulses mit einer unterschiedlichen ersten und zweiten vorbestimmten Amplitude in Abhängigkeit von der jeweiligen Halbwelle ausgibt.

20. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite vorbestimmte Amplitude die zur Zündung im Arbeitstakt notwendige Amplitude ist und die erste vorbestimmte Amplitude geringer als die zweite vorbestimmte Amplitude ist. 5
21. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die erste vorbestimmte Amplitude höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude ist. 10
22. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung derart gestaltet ist, daß sie die erste vorbestimmte Amplitude bei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle erhöht, bis die vorbestimmte Amplitude höher als die zur Zündung im Ausstoßtakt notwendige Amplitude ist. 15
20
23. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Zünderfassungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie erfaßt, ob der bestimmte Zylinder in der ersten und / oder zweiten Halbwelle gezündet worden ist. 25
24. Vorrichtung zur Zylindererkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anlaßsignal-Erzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Anlaßsignals beim Starten der Brennkraftmaschine und Ausgeben des Anlaßsignals an die Steuereinrichtung zum Festlegen der Zylindererkennungsphase vorgesehen ist. 30
25. Verfahren zur Zylindererkennung in einer Brennkraftmaschine mit den Schritten: 35
- Erfassen eines Kurbelwinkels und einer vorbestimmten Kurbelwellenstellung und Ausgeben entsprechender Kurbelsignale; 40
- Erzeugen eines Hochspannungsimpulses mit einer vorbestimmten erreichbaren Amplitude in mindestens einen bestimmten Zylinder beim Erfassen einer vorbestimmten Kurbelstellung während einer Zylindererkennungsphase; 45
- Erfassen, ob und / oder bei welcher Zündspannung der bestimmte Zylinder durch den Hochspannungsimpuls gezündet worden ist und Ausgeben eines entsprechenden Zünderfassungssignals; und 50
- Ermitteln, ob der bestimmte Zylinder in der vorbestimmten Kurbelstellung in seinem Arbeitstakt ist, basierend auf zumindest dem Zünderfassungssignal. 55

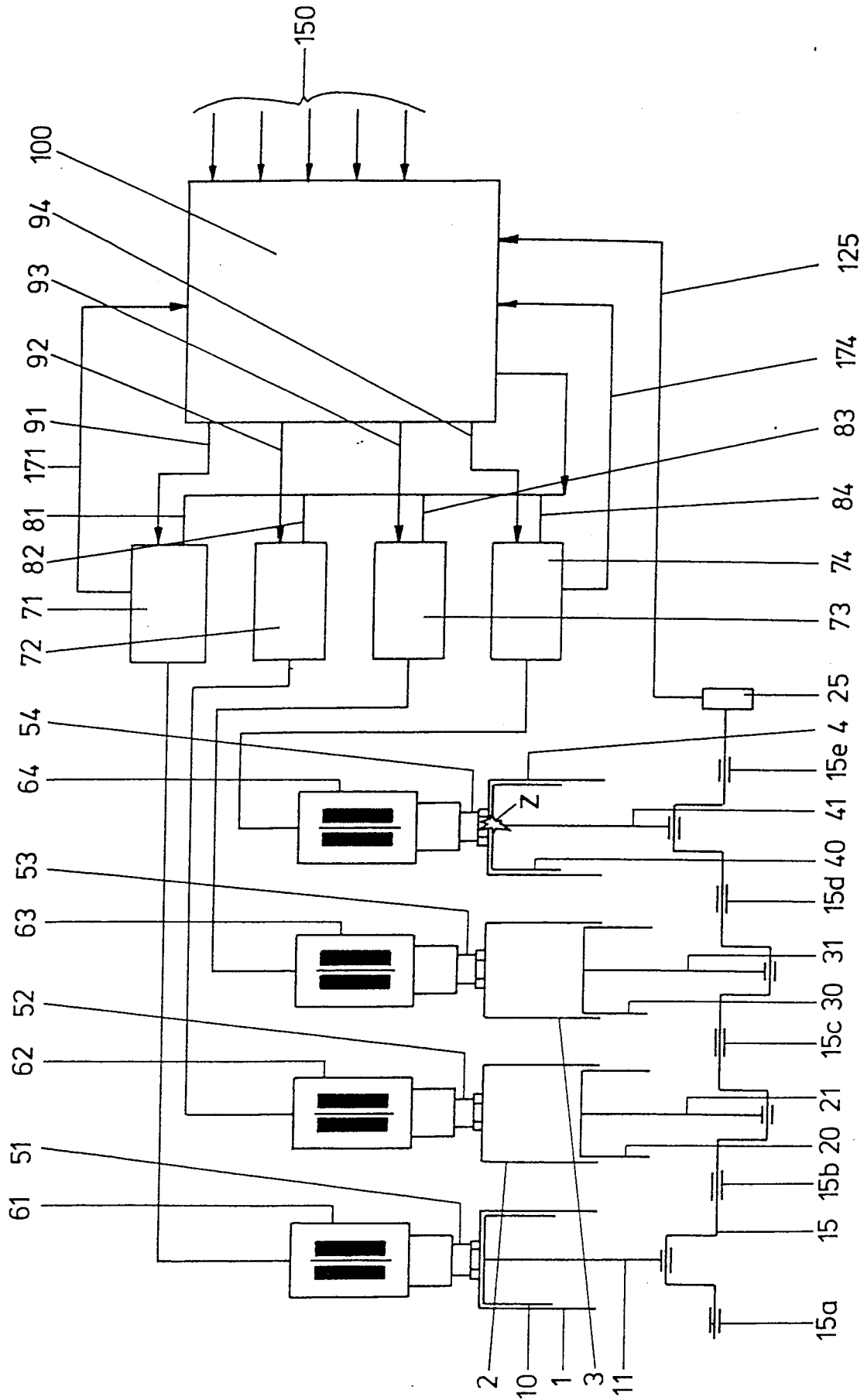


Fig. 1

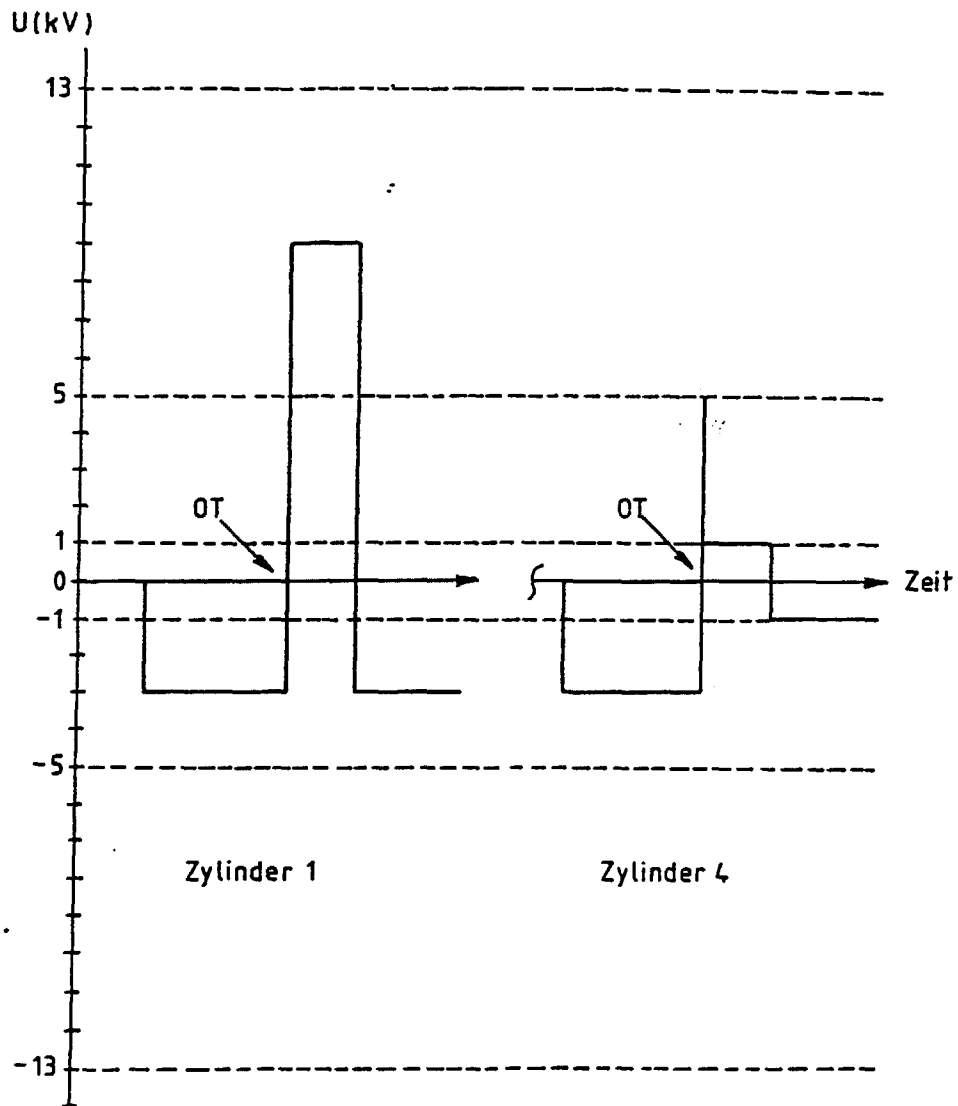


Fig. 2

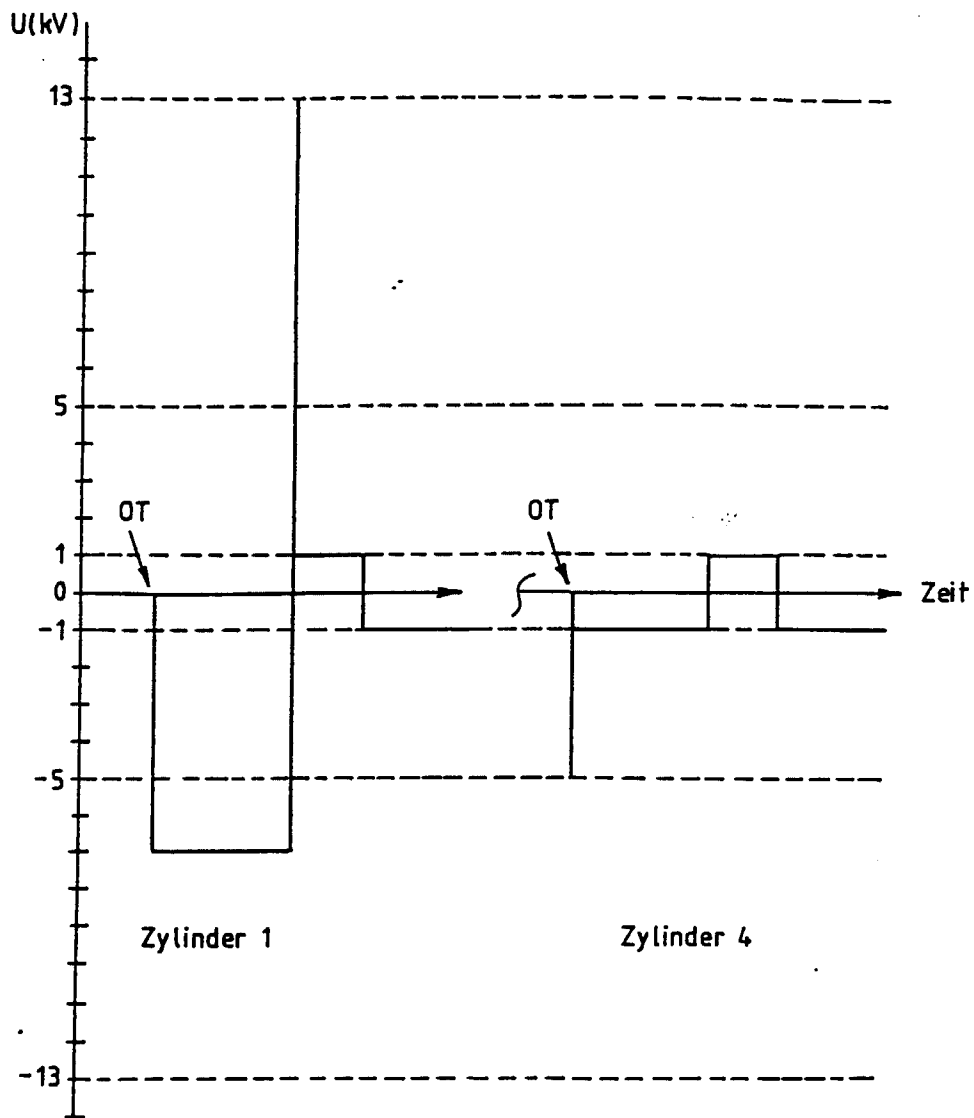


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 1784

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	WO 89 08778 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21. September 1989 * Seite 2, Zeile 18 - Seite 3, Zeile 5 * * Seite 4, Zeile 17 - Seite 5, Zeile 14; Abbildungen 1,2 *	1,25	F02P7/077
A	US 5 699 769 A (UCHINAMI MASANOBU ET AL) 23. Dezember 1997 * Zusammenfassung *	1,25	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F02P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17. Juni 1998	Prüfer Fuchs, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)