



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.09.2002 Patentblatt 2002/36

(51) Int Cl.7: **F02P 17/12**

(21) Anmeldenummer: **02004575.3**

(22) Anmeldetag: **28.02.2002**

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

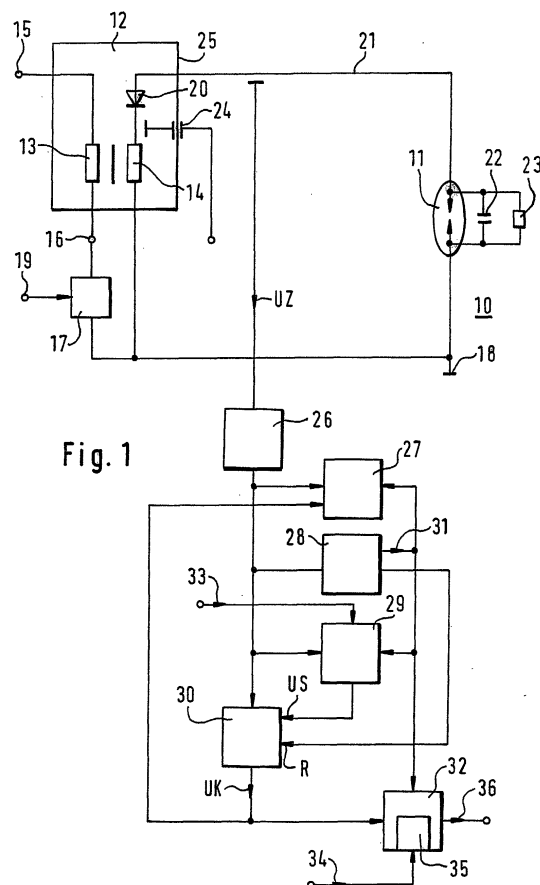
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Bumen, Werner**
73230 Kirchheim (DE)

(30) Priorität: **02.03.2001 DE 10110047**

(54) **Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine**

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine vorgeschlagen. Die zur Entflammung eines in einen Zylinder der Brennkraftmaschine eingespritzten Kraftstoffs vorgesehene Zündkerze ist über eine potenzialtrennende Entkoppelung (20) mit der Sekundärwicklung (14) der Zündspule (12) verbunden. Die an der Zündkerze (11) liegende Spannung (UZ) wird von einem Komparator (30) mit einem Schwellenwert (US) verglichen. Das Schaltsignal (UK) des Komparators (30) ist gewertet als ein Signal, das anzeigt, daß Kraftstoff nach dem Einspritzvorgang die Zündkerze (11) erreicht hat. Durch einen Vergleich mit bekannten Sollpositionen bezogen auf den Kurbelwellenwinkel oder bezogen auf Kurbelwellenwinkelbereiche ist eine Diganose möglich.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs. Aus der DE-A 42 36 878 ist eine Vorrichtung zum Erfassen von Hochspannungssignalen bekannt geworden, bei der die an einer Zündspule auftretenden Signale mit kapazitiven Kopplungen aufgenommen und zur Diagnose der Zündanlage verwendet werden. Einer der kapazitiven Geber erfaßt Potenzialgetrennt die Spannung an der Zündkerze, die eine Diagnosemöglichkeit der Zündanlage nach dem Ende des Zündimpulses eröffnet. Die Auswertung des Abklingvorgangs der Spannung nach Zündimpulsende ermöglicht die Detektion eines Nebenschlusses im Zündkreis.

[0002] Aus der DE-A 42 07 140 ist ein Fehlzündungsdetektor für Verbrennungsmotoren bekannt geworden, der ebenfalls die kapazitive Erfassung der Spannung an der Zündkerze vorsieht. Anhand des Signalverlaufs während des Zündvorgangs und innerhalb eines Zeitfensters nach dem Ende des Zündimpulses wird entschieden, ob eine ordnungsgemäße Zündung vorgelegen hat. Das Ende des Zündimpulses startet einen Zeitgeber, der ein Zeitintervall vorgibt, in welchem ein Komparator die Spannung an der Zündkerze mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht. Ein zuverlässiges Zünden ist insbesondere wichtig bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen, die einen Katalysator zur Abgasreinigung aufweisen. Zündaussetzer würden dazu führen, daß die von einer Kraftstoffeinspritzung zur Verfügung gestellte Kraftstoffmenge unverbrannt in den Katalysator gelangt und dort Schäden durch eine gegebenenfalls stattfindende unkontrollierte Verbrennung verursacht.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde die Diagnosemöglichkeiten an einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine zu erweitern.

[0004] Die Aufgabe wird durch die im unabhängigen Anspruch angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Vorrichtung nutzt den Effekt aus, daß der in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine eingespritzter Kraftstoff ausreichend niederohmig ist, um eine an der Zündkerze liegende elektrische Spannung auf MassePotential zu ziehen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine detektiert diesen Spannungsabfall, der auftritt, wenn der eingespritzte Kraftstoff die Zündkerze erreicht hat. Vorgesehen ist ein Komparator, der die Zündkerzenspannung mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht und der ein entsprechendes Schaltsignal abgibt. Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt in einem vorgege-

nen, vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängigen Kurbelwellenwinkel, der anhand von Versuchen festgelegt wird. Durch einen Vergleich der erfaßten mit vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereichen kann eine Diagnose durchgeführt werden.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist nicht nur für den Einsatz in Service-Werkstätten vorgesehen. Sie kann auch insbesondere bei der Motorenentwicklung wertvolle Hinweise geben.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen.

[0008] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß das vom Komparator abgegebene Schaltsignal daraufhin überwacht ist, daß es in einem vorgegebenen Kurbelwellenwinkelintervall vor dem Zündzeitpunkt liegt. Eine Überprüfung des Vorliegens des Schaltsignals in einem vorgegebenen Winkelintervall ermöglicht eine rasche Übersicht, ob das Schaltsignal überhaupt aufgetreten ist.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen betreffen die Festlegung des Kurbelwellenwinkelintervalls. In Abhängigkeit vom Typ der Kraftstoffeinspritzung sowie vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine kann das Intervall im Einlaßtakt und/oder im Verdichtungsstakt der Brennkraftmaschine vorgesehen sein. Eine Intervallfestlegung im Bereich von 60 ° bis 30 ° Kurbelwellenwinkel vor dem Zündvorgang ermöglicht insbesondere eine Überprüfung von direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen im Magerbetrieb.

[0010] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß der Schwellenwert des Komparators abhängt von der Spannung an der Zündkerze im Verbrennungsstakt nach dem Ende des Zündvorgangs. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Festlegung der Schwelle am Ende des Verbrennungsstakts vorgesehen, wobei die Schwelle vorzugsweise wenigstens näherungsweise auf 50 % der zu diesem Zeitpunkt erfaßten Spannung fixiert wird.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine ermöglicht weiterhin eine Aussage zu möglichen Fehlern im Zündkreis. Ein außerhalb des vorgegebenen Intervalls liegendes Schaltsignal oder ein vollständiges Ausbleiben des Schaltsignals deuten beispielsweise auf einen Nebenschluß im Zündkreis hin.

[0012] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß der Kurbelwellenwinkel der Brennkraftmaschine festgelegt ist aus dem zeitlichen Abstand zwischen aufeinander folgenden Zündzeitpunkten. Die Gewinnung des Kurbelwellenwinkels aus der an der Zündkerze liegenden Spannung weist den Vorteil auf, daß keine weitere Adaption der erfindungsgemäßen Vorrichtung am Kraftfahrzeug erforderlich ist.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der folgenden Beschreibung.

Zeichnung

[0014] Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Diagnose einer fremd-gezündeten Brennkraftmaschine und die Figuren 2a - 2d zeigen funktionale Zusammenhänge in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel der Brennkraftmaschine, wobei der erste Zusammenhang einen Ventilhub, der zweite und dritte Zusammenhang eine Spannung an einer Zündkerze und der vierte Zusammenhang ein Schaltsignal eines in der Vorrichtung enthaltenen Komparators betrifft.

[0015] Figur 1 zeigt eine Zündanlage 10, die zum Erzeugen von Funken an einer Zündkerze 11 vorgesehen ist. Die Zündanlage 10 enthält eine Zündspule 12, die zumindest eine Primärwicklung 13 und zumindest eine Sekundärwicklung 14 aufweist. Ein erster Anschluß 15 der Primärwicklung 13 ist mit einer nicht gezeigten Energiequelle verbindbar. Ein zweiter Anschluß 16 der Primärwicklung 13 ist über Schaltmittel 17 mit einer elektrischen Schaltungsmasse 18 verbindbar. Die Schaltmittel 17 sind über einen Steuereingang 19 betätigbar.

[0016] Die Sekundärwicklung 14 ist einerseits mit der elektrischen Schaltungsmasse 18 und andererseits mit einem Katodenanschluß einer Diode 20 verbunden. Ein Anodenanschluß der Diode 20 ist mit einer Hochspannungsleitung 21 verbunden, die zur Zündkerze 11 führt.

[0017] Parallel zur Zündkerze 11 sind ein Kondensator 22 und ein Widerstand 23 eingetragen. Der Kondensator 22 symbolisiert die Kapazität zwischen der Hochspannungsleitung 21, einschließlich der Zündkerze 11, und der elektrischen Schaltungsmasse 18. Der Widerstand 23 symbolisiert einen elektrischen Nebenschluß, der hauptsächlich durch Verunreinigungen an der Zündkerze 11 entsteht.

[0018] An der Zündspule 12 ist ein erster kapazitiver Sensor 24 angeordnet, der die an der Sekundärwicklung 14 vor der Diode 20 auftretenden Spannung erfäßt. Im Bereich zwischen der Diode 20 und der Zündkerze 11 ist ein zweiter kapazitiver Sensor 25 zum Erfassen der an der Zündkerze 11 auftretenden Spannung vorgesehen. Die Zündkerzenspannung ist mit UZ bezeichnet.

[0019] Die Zündkerzenspannung UZ gelangt über einen Impedanzwandler 26 an ein Display 27, an eine Kurbelwellenwinkelermittlung 28, an eine Schwellenfestlegung 29 und an einen Komparator 30. Die Kurbelwellenwinkelermittlung 28 gibt ein Skalierungssignal 31 an das Display 27, an die Schwellenfestlegung 29 und an eine Signalbewertung 32 ab. Weiterhin stellt die Kurbelwellenwinkelermittlung 28 ein Resetsignal R für den Komparator 30 bereit.

[0020] Die Schwellenfestlegung 29 gibt eine Schwellenspannung US an den Komparator 30 weiter. Zugeführt wird der Schwellenfestlegung 29 weiterhin ein externes Schwellenfestlegungssignal 33.

[0021] Die Signalbewertung 32, der neben dem Skalierungssignal 31 ein Schaltsignal UK des Komparators

30 und ein externes Sollwertsignal 34 zugeführt wird, enthält einen Sollwertspeicher 35 und gibt ein Bewertungssignal 36 ab.

[0022] Figur 2a zeigt einen Ventilhub VH von Ventilen eines Verbrennungsmotors einer nicht näher gezeigten Brennkraftmaschine in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel °KW. Gezeigt ist ein vollständiger Zyklus eines Vier-Takt-Verbrennungsmotors, der sich über zwei Umdrehungen der Kurbelwelle erstreckt, entsprechend einem Winkelbereich von 0° bis 720°. Im Bereich von 0° bis 180° liegt der Verbrennungstakt BT, an den sich der Ausstoßtakt AT anschließt. Nach einer Umdrehung der Kurbelwelle, entsprechend 360°, beginnt der Einlaßtakt ET, an den sich der Verdichtungstakt VT anschließt, der nach zwei Umdrehungen, entsprechend 720°, endet. Ein Ventilhub VH tritt im Auslaßtakt AT und im Einlaßtakt ET auf. Der gezeigte Ventilhub VH ist schematisch dargestellt. In der Praxis können andere Winkelbereiche, insbesondere eine Überlappung der Ventilhubes zwischen Auslaß- und Einlaßtakt AT, ET der Brennkraftmaschine auftreten.

[0023] Figur 2b zeigt die Zündkerzenspannung UZ in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel °KW. Der Zündvorgang beginnt bei einer Schließposition ZS des Schaltmittels 17. Zum Zündbeginn ZA springt die Zündkerzenspannung UZ auf einen Wert, bei dem die Zündkerze 11 durchschlägt. Daran schließt sich eine Brennschpannung des Zündkerzenfunken an, die beim Zündende ZE in eine an der Zündkerze 11 verbleibende Restspannung UZR übergeht. Eingetragen ist weiterhin die Schwellenspannung US des Komparators 30.

[0024] Figur 2b zeigt im weiteren Verlauf drei mögliche Kurvenverläufe UZ. Bei einem ersten Kurvenverlauf a fällt die Zündkerzenspannung UZ bei einer Position PDL zurück auf Null. Bei der Position PDL erreicht der Kraftstoff bei einer Direkteinspritzung im Leistungsmodus die Zündkerze 11. Bei einem zweiten Kurvenverlauf b fällt die Zündkerzenspannung UZ bei einer Position PS ab, bei der der Kraftstoff einer saugrohrein-spritzenden Brennkraftmaschine die Zündkerze 11 erreicht. Ein dritter Kurvenverlauf c zeigt einen Abfall der Zündkerzenspannung UZ bei einer Position PDS, bei der der Kraftstoff einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine im Sparmodus die Zündkerze 11 erreicht.

[0025] In Figur 2c sind wieder mehrere Kurvenverläufe der Zündkerzenspannung UZ in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel °KW eingetragen. Ein vierter Kurvenverlauf d zeigt einen Abfall der Zündkerzenspannung UZ im Verbrennungstakt BT. Ein fünfter Kurvenverlauf e zeigt einen Abfall der Zündkerzenspannung im Bereich des Auslaßtakts AT. Ein sechster Kurvenverlauf f zeigt keinen Spannungsabfall.

[0026] Figur 2d zeigt das Schaltsignal UK des Komparators 30, das die Pegel Null und S annehmen kann. Das Schaltsignal UK ändert seinen Pegel bei denjenigen Positionen PDL, PS, PDS, an denen die Zündkerzenspannung UZ die Schwellenspannung US unterschreitet. Bei der Position des Zündbeginns ZA weist

das Schaltsignal UK den Pegel Null auf.

[0027] Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine wird anhand der in den Figuren 2a - 2d gezeigten Signalverläufe in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel $^{\circ}\text{KW}$ näher erläutert:

[0028] Die Zündanlage 10 einer nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine dient zum Zünden des in einen Zylinder der Brennkraftmaschine eingespritzten Luft-Kraftstoff-Gemischs mittels der Zündkerze 11. Pro Zylinder ist wenigstens eine Zündkerze vorgesehen.

[0029] Bei der Schließposition ZS des Kurbelwellenwinkels $^{\circ}\text{KW}$ schließt aufgrund der Vorgabe am Steuerungseingang 19 das Schaltmittel 17. Während der Schließphase wird die Primärwicklung 13 der Zündspule 12 bestromt. Bei der Position des Zündbeginns ZA hat das Schaltmittel 17 geöffnet und den Stromfluß durch die Primärwicklung 13 kurzzeitig stark geändert. Aufgrund der Änderung tritt an der Primärwicklung 13 ein Spannungssprung auf, der auf die Sekundärwicklung 14 übertragen wird. In der Folge steht ein Hochspannungsimpuls beim Zündbeginn ZA zur Verfügung, der über die Diode 20 zur Zündkerze 11 geleitet wird, die daraufhin durchschlägt. Die Diode 20 entkoppelt das Potenzial zwischen der Zündkerze 11 und der elektrischen Schaltungsmasse 18 immer dann, wenn die Durchlaßspannung der Diode unterschritten ist. Die Diode 20 sorgt dafür, daß unerwünschte Zündvorgänge an der Zündkerze 11 unterbleiben, die durch den Einschaltvorgang der Primärwicklung 13 mit dem Schaltmittel 17 in der Zündanlage 10 verursacht sein können. Nach dem Zündende ZE ist deshalb die Zündkerze 11 nur über den Kondensator 22 sowie den Widerstand 23 mit der elektrischen Schaltungsmasse 18 verbunden. Der Kondensator 22 entspricht der Kapazität zwischen der Hochspannungsleitung 21, einschließlich der Zündkerze 11, und der elektrischen Schaltungsmasse 18. Zusammen mit der Potenzialtrennwirkung der Diode 20 bildet der Kondensator 22 einen Spitzenwertdetektor, der nach dem Zündende bei der Position ZE auf die Restspannung UZR der Zündkerzenspannung UZ aufgeladen bleibt. Die Restspannung UZR entspricht etwa der Brennspannung nach dem Funkenabriß am Ende eines nicht näher dargestellten Ausschwingvorgangs der Zündkerzenspannung UZ. Der Widerstand 23 entsteht durch einen unerwünschten Nebenschluß, der insbesondere durch Verunreinigungen an der Zündkerze 11 auftritt.

[0030] Die beiden kapazitiven Sensoren 24, 27 dienen im eingangs angegebenen Stand der Technik zur Diagnose von Fehlern in der Zündanlage 10. Für die weiteren Betrachtungen ist lediglich die vom zweiten kapazitiven Sensor 27 erfaßte Zündkerzenspannung UZ von Bedeutung. Die Zündkerzenspannung UZ steht nur mit einem hohen Innenwiderstand zur Verfügung. Der Kondensator 22 weist eine Kapazität von einigen wenigen Picofarad auf. Der unerwünschte Nebenschluß durch den Widerstand 23 liegt im störungsfreien Betrieb

im Megaohmbereich, beispielsweise bei 100 Megaohm. Die Zündkerzenspannung UZ wird deshalb gegebenenfalls mit dem Impedanzwandler 26 für die weitere Signalverarbeitung aufbereitet. Die Zündkerzenspannung UZ ist beispielsweise dem Display 27 zugeführt, das eine graphische Wiedergabe des Spannungsverlaufs ermöglicht. Benötigt wird eine geeignete Zeitbasis, um einen vorgegebenen zeitlichen Abschnitt der Zündkerzenspannung UZ anzeigen zu können. Anstelle einer zeitbezogenen Darstellung kann eine positionsbezogene Darstellung in Bezug auf den Kurbelwellenwinkel $^{\circ}\text{KW}$ der Brennkraftmaschine vorgesehen sein. Zur Ermittlung des Kurbelwellenwinkels ist die Kurbelwellenwinkelermittlung 28 vorgesehen, die vorzugsweise aus der Zündkerzenspannung den Kurbelwellenwinkel ermittelt. Hierzu wird der Bereich zwischen beispielsweise zweier Zündbeginne ZA in einen Winkelbereich von 720° , entsprechend eines Arbeitszyklusses einer Viertakt-Brennkraftmaschine eingeteilt. Anstelle der Ermittlung des Kurbelwellenwinkels $^{\circ}\text{KW}$ aus der Zündkerzenspannung UZ könnte ein nicht näher gezeigtes externes Signal vorgesehen sein, das beispielsweise vom Motorsteuergerät, das die Benzineinspritzung steuert, vorgesehen sein. Die Ermittlung des Kurbelwellenwinkels aus der Zündkerzenspannung UZ weist den Vorteil auf, daß eine zusätzliche Adaption nicht erforderlich ist.

[0031] Die Zündkerzenspannung UZ wird im Komparator 30 mit der Schwellenspannung US verglichen. Die Schwellenspannung US kann fest vorgegeben sein. In diesem Fall erfolgt eine Vorgabe der Schwellenspannung anhand von experimentellen Ergebnissen von gemessenen Zündkerzenspannungen UZ. Gegebenenfalls ist eine manuelle Vorgabe vorgesehen. Weiterhin kann mittels des externen Schwellenfestlegungssignals 33, das ebenfalls beispielsweise vom Motorsteuergerät der Brennkraftmaschine zur Verfügung gestellt wird, die Schwellenspannung US beeinflusst werden. Vorzugsweise wird die Schwellenspannung US aus der Zündkerzenspannung UZ gewonnen. Die Schwellenfestlegung 29 ermittelt die Restspannung UZR der Zündkerzenspannung UZ bei einer vorgegebenen Position nach dem Zündende ZE. Geeignet ist beispielsweise die Position am Ende des Verbrennungstakts BT, die einem Kurbelwellenwinkel von 180° entspricht. Die Schwellenfestlegung 29 legt die Schwellenspannung US dann auf einen Wert fest, der beispielsweise 50 % der Restspannung UZR der Zündkerzenspannung 11 beträgt. Zur Ermittlung der Restspannung UZR bei der vorgegebenen Position benötigt die Schwellenermittlung 29 das von der Kurbelwellenwinkelermittlung 28 bereitgestellte Skalierungssignal 31.

[0032] In einer einfachen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann das Schaltsignal UK des Komparators 30 dem Display 27 zugeführt und angezeigt werden. Durch die Darstellung sowohl der Zündkerzenspannung UZ als auch des Schaltsignals UK ist bereits eine visuelle Diagnose möglich.

[0033] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Dia-

gnose von Brennkraftmaschinen macht sich die Erkenntnis zunutze, daß die Zündkerzenspannung UZ von der Restspannung UZR zusammenbricht auf das Potenzial der elektrischen Schaltungsmasse 18 zu dem Zeitpunkt, an dem der Kraftstoff die Zündkerze 11 erreicht. Das zündfähige Luft-Kraftstoff-Gemisch ist gegenüber dem Widerstand 23 erheblich niederohmiger, so daß eine rasche Entladung des Kondensators 22 erfolgt.

[0034] Die Motorsteuerung gibt die Positionen vor, an denen Kraftstoff im Zylinder der Brennkraftmaschine vorliegen soll. Das Schaltsignal UK signalisiert, ob der Kraftstoff tatsächlich die Zündkerze 11 bei den vorgegebenen Positionen erreicht. Bei einer saugroheinspritzenden Brennkraftmaschine liegt die Position PS in einem Bereich, der sich vom Einlaßtakt ET bis in den Verdichtungstakt VT erstrecken kann. In Figur 2b ist mit dem zweiten Kurvenverlauf b ein ordnungsgemäßes Verhalten eingetragen, bei dem die Position PS beispielsweise im Einlaßtakt ET liegt. Mit dem ersten und dritten Kurvenverlauf a, c der Zündkerzenspannung UZ sind in Figur 2b zwei ordnungsgemäße Vorgänge eingetragen, die bei einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine auftreten können. Die beispielsweise im Einlaßtakt ET liegende Position PDL tritt im Leistungsmodus auf, bei dem die Treibstoffeinspritzung in einem breiten Sprühkegel bereits im Einlaßtakt ET erfolgt. Im anschließenden Verdichtungstakt VT wird der Zündkerze 11 vom Kolben ein homogenes Gemisch zugeschoben, das bei der Position ZA des Zündbeginns entflammt wird. Die Position PDS entspricht dem Sparmodus. Im Sparmodus wird ein mageres Gemisch verbrannt, das den Zylinderraum nur inhomogen ausfüllt. Um dennoch ein zündfähiges Luft-Kraftstoff-Gemisch zu erreichen, wird der Kraftstoff erst kurz vor dem Zündbeginn ZA, beispielsweise 45° , in eine speziell geformte Kolbenmulde eingespritzt. Bei den Positionen PDL, PS, PDS treten Schaltsignale UK des Komparators 30 auf, da an diesen Positionen die Schwellenspannung US unterschritten wird. Durch einen Vergleich der Positionen PDL, PS, PDS mit vorgegebenen Sollpositionen oder durch einen Vergleich, ob die Positionen PDL, PS, PDS in einem vorgegebenen Positionsintervall liegen, kann eine Diagnose durchgeführt werden. Die Diagnose kann in Service-Werkstätten zur Reparatur des Einspritzsystems herangezogen werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann aber auch in der Motorenentwicklung eine wertvolle Hilfestellung bieten.

[0035] Das Bewertungssignal 36 zeigt eine Abweichung der Sollposition von der Istposition an. Die Signalbewertung 32 vergleicht die auftretenden Schaltsignale UK des Komparators 30 positionsbezogen mit Sollpositionen, die beispielsweise im Sollwertspeicher 35 hinterlegt sind. Über das externe Sollwertsignal 34 können die Sollwerte geändert werden. Das externe Sollwertsignal wird beispielsweise von der elektronischen Steuerung der Kraftstoffeinspritzanlage zur Verfügung gestellt. Das externe Sollwertsignal 34 kann

auch manuell bereitgestellt werden durch eine entsprechende Eingabe von Sollpositionen oder entsprechenden Positionsintervallen durch eine Bedienperson.

[0036] Figur 2c zeigt drei Signalverläufe d, e, f, die erhebliche Abweichungen gegenüber einem erwarteten Signalverlauf aufweisen. Der vierte Kurvenverlauf d tritt auf, wenn der Widerstand 23 niederohmig geworden ist. Der Kurvenverlauf d deutet auf ein Verschmutzen der Zündkerze hin. Der vierte Kurvenverlauf d führt zu einem Schaltsignal UK des Komparators 30, das bereits im Verbrennungstakt BT auftritt. In Figur 2c ist für diesen Fall unterstellt, daß keine Bildung der Schwellenspannung US möglich ist. Es tritt dann überhaupt kein Schaltsignal UK auf. Der fünfte Kurvenverlauf e zeigt ein Schaltsignal, das im Auslaßtakt AT auftritt. Ein Schaltsignal UK in diesem Positionsintervall deutet darauf hin, daß unverbrannte Kraftstoffrückstände vorhanden sind, die durch eine unvollständige Verbrennung entstehen. Der sechste Kurvenverlauf f weist keinen nennenswerten Abfall der Restspannung UZR zwischen zwei Zündvorgängen auf. In diesem Fall hat kein Kraftstoff die Zündkerze 11 erreicht. Wie beim gezeigten vierten Kurvenverlauf d tritt im sechsten Kurvenverlauf f kein Schaltsignal UK des Komparators 30 auf.

[0037] Bei der Position des Zündbeginns ZA erfolgt in jedem Fall ein Rücksetzen des Schaltsignals UK, um eine definierte Ausgangsposition für den nächsten Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine zu erhalten. Die Rücksetzung erfolgt mit dem Resetsignal R, das die Kurbelwellenwinkelermittlung 28 zur Verfügung stellt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Diagnose einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, die eine Kraftstoffeinspritzung aufweist, die zu einem vorgegebenen, vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängigen Kurbelwellenwinkel ($^\circ$ KW) vor dem Zündvorgang Kraftstoff einspritzt, der von wenigstens einer Zündkerze (11) entflammt wird, die über eine potenzialtrennende Entkopplung (20) mit der Sekundärwicklung (14) einer Zündspule (12) verbunden ist, mit einer Erfassung der an der Zündkerze (11) liegenden Spannung (UZ) und einem Komparator (30), der die Zündkerzenspannung (UZ) mit einem Schwellenwert (US) vergleicht, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schaltsignal (UK) des Komparators (30) gewertet ist als ein Signal, das anzeigt, daß Kraftstoff nach dem Einspritzvorgang die Zündkerze (11) erreicht hat.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schaltsignal (UK) daraufhin überwacht ist, daß es in einem vorgegebenen Kurbelwellenwinkelintervall (ET, VT) vor dem Zündbeginn (ZA) liegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kurbelwellenwinkelintervall im Einlaßtakt (ET) und/oder im Verdichtungstakt (VT) der Brennkraftmaschine liegt. 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kurbelwellenwinkelintervall im Bereich von 60° bis 30° vor dem Zündbeginn (ZA) liegt. 10
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwellenspannung (US) des Komparators (30) abhängt von der Zündkerzenspannung (UZ) im Verbrennungstakt (BT) nach dem Zündende (ZE). 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwellenspannung (US) des Komparators (30) am Ende des Verbrennungstakts (BT) festgelegt wird. 20
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwellenspannung (US) des Komparators (30) wenigstens näherungsweise auf 50 % einer Restspannung (UZR) der Zündkerzenspannung (11) nach dem Zündende (ZE) festgelegt ist. 25
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schaltsignal (UK) des Komparators (30) im Auslaßtakt (AT) der Brennkraftmaschine als eine unvollständige Verbrennung gewertet ist. 30
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Schaltsignal (UK) des Komparators (30) außerhalb eines vorgegebenen Positionsintervalls oder das Ausbleiben des Schaltsignals (UK) zwischen zwei Zündvorgängen als Fehler in der Zündanlage (10) gewertet ist. 35 40
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kurbelwellenwinkel von einer Kurbelwellenwinkelfestlegung (28) festgelegt ist aus dem zeitlichen Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zündvorgängen. 45

50

55

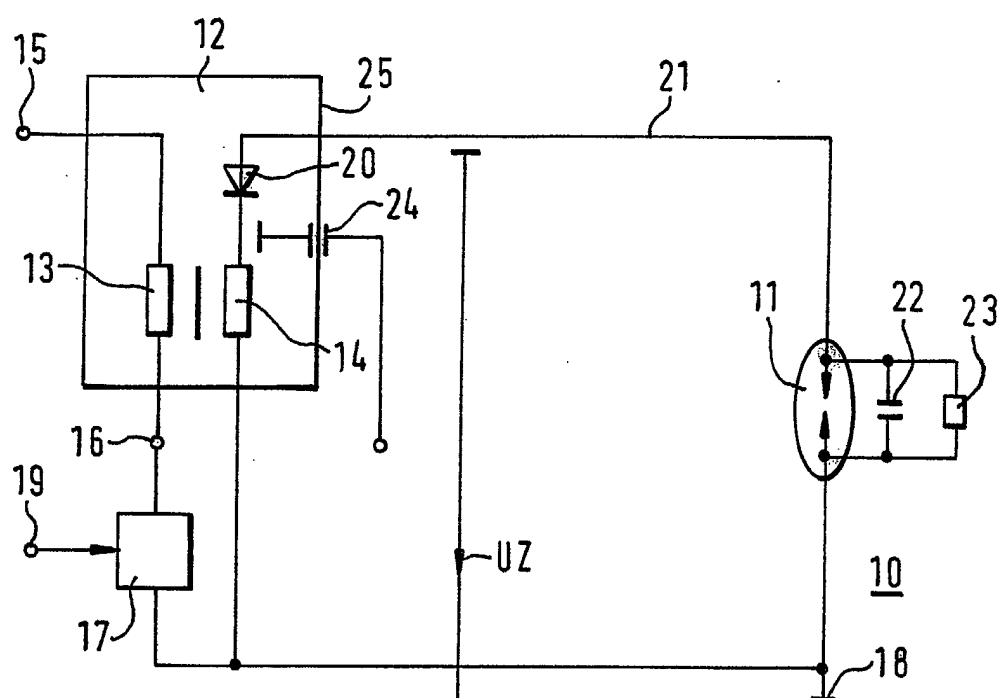


Fig. 1

