

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 747 595 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
23.02.2000 Patentblatt 2000/08

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

(21) Anmeldenummer: **96106063.9**

(22) Anmeldetag: **18.04.1996**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Zündungserkennung**

Device and method for detection of ignition

Dispositif et méthode de détection d'allumage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **08.06.1995 DE 19520852**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.1996 Patentblatt 1996/50

(73) Patentinhaber: **VOGT electronic AG**
D-94130 Obernzell (DE)

(72) Erfinder:
• **Kollmann, Ekkehard**
94034 Passau (DE)
• **Mai, Udo**
94107 Untergriesbach (DE)

• **Schichl, Roman**
94036 Passau (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 654 604 WO-A-92/20912

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no.**
480 (E-1425), 31.August 1993 & JP 05 121145 A
(NGK SPARK PLUG CO LTD), 18.Mai 1993,

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zündungserkennung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei modernen Kraftfahrzeugen ist es aus Gründen des Umweltschutzes notwendig, die Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches im Verbrennungsmotor zu erkennen und sofort Gegenmaßnahmen einzuleiten, sofern keine Zündung erfolgt. Werden nämlich keine Gegenmaßnahmen getroffen, kann das unverbrannte Luft-Kraftstoff-Gemisch in den Katalysator gelangen und diesen zerstören. Es ist deshalb erforderlich, daß jeder Zündaussetzer erkannt wird.

[0003] Zur Erkennung der Zündung bzw. Zündaussetzer sind bereits verschiedene Vorrichtungen und Verfahren bekannt.

[0004] So ist es möglich, den Druckanstieg im Brennraum, der durch die Verbrennung des Kraftstoff-Gemisches erfolgt, zu messen. Hierfür kann ein Drucksensor innerhalb des Motorblocks angebracht werden. Dies ist sehr aufwendig und kostspielig. Außerdem ist der Drucksensor dann nachteiligerweise enormen thermischen Belastungen ausgesetzt.

[0005] Verfahren zur Erzeugung zweier Zündimpulse innerhalb eines Arbeitstaktes zur Zündungs- bzw. Fehlzündungserkennung sind beispielsweise in DE 42 18 803 A1, EP 0 546 827 A2 und US 53 88 560 beschrieben. Während in DE 42 18 803 A1 die Amplitude des bei der zweiten Zündung entstehenden Funkenspannungs-Nadelimpulses ausgewertet wird, erfolgt in US 53 88 560 eine zeitliche Analyse des Abfalls der gemessenen Funkenspannung nach der zweiten Zündung. In EP 0 546 827 A2 wird eine entsprechende Analyse des Abfalls des entstehenden Ionenstromes durchgeführt.

[0006] Bei einer anderen bekannten Vorrichtung wird die Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle gemessen, die bei einer erfolgten Verbrennung höher als bei einer nicht erfolgten Verbrennung ist. Hierfür sind allerdings zusätzliche mechanische Sensoren notwendig, die äußerst empfindlich sein müssen, um verhältnismäßig geringe Geschwindigkeitsunterschiede erfassen zu können. Solche Sensoren sind ebenfalls aufwendig und kostspielig.

[0007] Eine weitere Möglichkeit der Zündungserkennung ist die Messung des Ionenstromes. Hierbei wird der Ionenstrom, der durch die thermische Ionisation des Kraftstoff-Gemisches bei einer Entflammung erfolgt, gemessen. Bei dieser Lösung müssen Dioden eingesetzt werden, die während des Zündimpulses einer enormen Spannung ausgesetzt sind. Solche Dioden sind sehr teuer und empfindlich.

[0008] Aus WO 92/20912 ist eine Zündungserkennung bekannt, bei der innerhalb eines Arbeitstaktes des Verbrennungsmotors zwei Zündfunken erzeugt werden und die Zündspannung des zweiten Zündfunkens mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird. Eine erfolgte Entflammung des Kraftstoff-Gemisches wird

dadurch detektiert, daß die Zündspannung unterhalb dieses Schwellenwertes liegt. Liegt die Zündspannung dagegen über diesem Schwellenwert, so ist dies ein Kriterium für ein Nichtzünden des Kraftstoff-Gemisches.

[0009] Problematisch an diesem Verfahren ist, daß nur die Zündspannung des zweiten Zündfunkens gemessen wird. Hierdurch kann nicht unterschieden werden, ob die Verringerung der Zündspannung allein durch die Ionisation des ersten Funkens oder wirklich durch eine erfolgte Entflammung innerhalb des Brennraumes erfolgte. Außerdem kann bei diesem Verfahren nicht festgestellt werden, ob eine Entflammung nicht erfolgte, weil kein geeigneter Zündfunke erzeugt wurde, oder weil kein Kraftstoff-Gemisch für die Entflammung im Brennraum zur Verfügung stand.

[0010] Darüber hinaus ist die gemessene Zündspannung auch noch von äußeren Faktoren, wie z. B. Spannungsabfall am Zündverteiler und Elektrodenabbrand, abhängig. Solche Faktoren können sich im Laufe der Zeit langsam oder z. B. beim Austausch der Zündkerzen plötzlich verändern. Diese Faktoren können bei Vorgabe nur eines einzigen Schwellenwertes als sicheres Entscheidungskriterium, ob eine Entflammung des Kraftstoff-Gemisches erfolgte, nicht berücksichtigt werden. Die Schwellenspannung abhängig von diesen Faktoren zu variieren, wäre auch bei Einsatz einer entsprechenden Rechnersteuerung nur unter großem Aufwand möglich.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Zündungserkennung anzugeben, das die oben genannten Nachteile nicht aufweist, wobei die Zündungserkennung insbesondere keine mechanischen Komponenten enthält, einfach in vorhandene Systeme integrierbar ist, und zuverlässig arbeitet.

[0012] Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0013] Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0014] Die Erfindung beruht darauf, mittels eines ersten Zündfunkens das Luft-Kraftstoff-Gemisch im Brennraum eines Kraftfahrzeugverbrennungsmotors zu entflammen und mit mindestens einem zweiten Zündfunken, der innerhalb desselben Arbeitstaktes gezündet wird, die Entflammung des Kraftstoff-Gemisches nachzuweisen. Erfindungsgemäß sieht die Wechselspannung zum Erzeugen mindestens des zweiten Zündfunkens, vorzugsweise jedoch auch zum Erzeugen des ersten Zündfunkens, eine oder mehrere Perioden von zwei unterschiedlich hohen Halbwellen vor, wobei die erste Halbwelle eine Amplitude aufweist, die zwischen der maximal notwendigen Spannung bei vorhandener Ionisierung zwischen den Elektroden einer Zündkerze der Zündanlage und der minimal notwendigen Spannung bei nicht vorhandener Ionisierung liegt und die zweite Halbwelle eine Amplitude aufweist, welche über der maximal notwendigen Spannung liegt. Als Kriterium für eine erfolgte Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches

wird erfaßt, ob sich der zweite Zündfunke bei der ersten Halbwelle der Wechselfspannung ausgebildet hat oder nicht.

[0015] Vorzugsweise liegt die Spannung der ersten Halbwelle der Wechselfspannung zum Erzeugen des oder der Zündfunken zwischen 2kV und 6kV. Die Spannung der zweiten Halbwelle ist erfindungsgemäß größer als 30kV und beträgt vorzugsweise etwa 32kV.

[0016] Ist die Periodendauer der Wechselfspannung deutlich kleiner als die Dauer des Arbeitstaktes der Brennkraftmaschine, kann folgender Funktionsablauf erzeugt werden:

Der erste Zündimpuls wird aus einer oder mehreren Perioden (Zündteilimpulse) der Wechselfspannung bestehend erzeugt, wobei die Ausbildung des Zündfunkens während der zweiten Halbwelle erfolgt. Dieser erste Zündimpuls dient normalerweise zur Entzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Nach einer bestimmten Zeit, wie bereits erwähnt, innerhalb des gleichen Arbeitstaktes, wird ein zweiter Zündimpuls erzeugt, der ebenfalls aus mehreren Zündteilimpulsen bestehen kann. Da sich jetzt durch die Flamme erzeugte Ionen zwischen den Elektroden der Zündkerze befinden, kann die niedrige Spannung der ersten Halbwelle des zweiten Zündimpulses den Zündfunken erzeugen. Die Zeit, die nach dem Einschalten der Wechselfspannung bis zur Ausbildung des Funkens vergeht, kann zum Beispiel durch Messung des Stromes durch die Zündkerzen zur Ermittlung einer Aussage über die Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches dienen. Ist eine Entflammung durch den durch den ersten Zündimpuls erzeugten Zündfunken erfolgt, tritt der Zündfunke des zweiten Zündimpulses während der ersten Halbwelle auf. Ist die Entflammung durch den ersten Zündimpuls ausgeblieben, zündet der Zündfunke während des zweiten Zündimpulses erst mit der zweiten Halbwelle, also später als im Normalfall. Dies wird erfindungsgemäß detektiert.

[0017] Es kann der Fall eintreten, besonders bei hohen Drehzahlen, daß die Ionisierung, die durch den ersten Funken selbst erzeugt wurde, noch nicht vollständig abgebaut wurde. Das bedeutet, daß die zum Erzeugen des zweiten Funkens notwendige Spannung nach unten verschoben wird, also kleiner als beispielsweise 6kV wird. Um die Amplitude der ersten Halbwelle der Zündwechselfspannung wieder in den optimalen Bereich, d. h. in die Mitte zwischen maximal notwendiger Spannung mit voller thermischer Ionisierung und minimal notwendiger Spannung mit durch den ersten Funken verursachten Restionisierung zu bringen, kann z. B. die Dauer der beiden Halbwellen untereinander verändert werden, was zu einer Änderung der Amplitude der ersten Halbwelle ausgenutzt werden kann. Ein entsprechendes, im Steuerrechner des Kraftfahrzeuges abgelegtes Kennlinienfeld kann beispielsweise die Steuerung der Amplitude der ersten Halbwelle vornehmen.

[0018] Obwohl es grundsätzlich ausreicht, die Zündspannung der beiden Zündimpulse zu messen, ist es ebenso möglich, nicht die Hochspannung selbst, son-

dern einen ihr proportionalen Wert auszuwerten. Ein solcher Wert kann beispielsweise die Primärspannung an einem Zündübertrager der Zündanlage sein. Es ist jedoch auch möglich, den primären Ladestrom einer Zündspule der Zündanlage als proportionalen Wert für die Zündspannung auszuwerten.

[0019] Ebenso ist es möglich, einen anderen Parameter, der eine Information über die Ionisierung der Gasentladungsstrecke enthält, auszuwerten. Beim Heranziehen des primären Ladestromes der Zündspule zeigt sich nämlich, daß der Ladestrom von der Primärinduktivität der Zündspule abhängig ist, solange keine Ionisierung der Entladungsstrecke vorhanden ist. Ist dagegen eine Ionisierung vorhanden, wird die wirksame Primärinduktivität durch die Parallelschaltung der Streuinduktivität verringert. Der Stromanstieg in der Zündspule erfolgt schneller. Dieser Unterschied in den Stromanstiegen, der z. B. durch Messungen der Zeit vom Beginn des Stromflusses bis zum Erreichen einer bestimmten Stromamplitude ermittelt werden kann, stellt ebenfalls ein auswertbares Maß für die zwischen den Elektroden vorhandene Ionisierung dar.

[0020] Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor, innerhalb eines Arbeitstaktes nicht nur zwei Zündimpulse zu erzeugen, sondern jeden dieser Zündimpulse in mindestens zwei Zündteilimpulse zu unterteilen. Geeignete Zündanlagen hierfür sind z. B. Hochfrequenz-Wechselstromzündanlagen, die in der Lage sind, mehrere Funken sehr schnell hintereinander innerhalb eines einzigen Arbeitstaktes zu erzeugen. Die Zündteilimpulse eines Zündimpulses werden so schnell hintereinander ausgelöst, daß sich die Ionisierung, hervorgerufen durch den jeweilig unmittelbar vorhergehenden Zündteilimpuls und den sich hierbei ausbildenden Teilfunken, nur unwesentlich abgebaut hat. Wird hierbei aufgrund des ersten Zündteilimpulses ein Funke ausgelöst und hat sich die Gasentladung ausgebildet, so ist ein großer Unterschied zwischen den Zündspannungen dieser beiden Zündteilfunken festzustellen. Ein solcher Unterschied stellt sich nicht ein, wenn sich der erste Teilfunke nicht ausgebildet hat. Zusätzlich kann ein dritter Fall auftreten. Dieser dritte Fall tritt auf, wenn ein im Brennraum befindliches Kraftstoff-Luft-Gemisch durch die Teilfunken des ersten Impulses gezündet wurde. Jetzt sorgt die im Brennraum befindliche Entflammung für eine Ionisierung der Entladungsstrecke, was dazu führt, daß der erste Teilfunke des zweiten Funkens bei einer viel geringeren Zündspannung als bei dem ersten Teilfunken des ersten Funkens auftritt. Durch Auswertung der Zündspannungen bzw. Ladeströme der Teilfunken des ersten und des zweiten Funkens kann somit entschieden werden, ob eine nicht erfolgte Zündung auf nicht vorhandenes Kraftstoff-Luft-Gemisch oder Nichtausbildung des Funkens zurückzuführen ist.

[0021] In einer Weiterbildung der Erfindung wird ein entsprechendes Signal an eine Steuereinheit gesendet, sobald keine Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches stattgefunden hat. Darüber hinaus wird die Zufuhr

des Luft-Kraftstoff-Gemisches an den Brennraum verhindert, um eine Zerstörung des Katalysators zu vermeiden. Schließlich wird dem Fahrer der Brennkraftmaschine ein akustisches oder optisches Signal übermittelt, das die Fehlfunktion anzeigt.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend im Zusammenhang eines Ausführungsbeispiels und Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer beispielhaften Zündendstufe zur Zündungserkennung,

Fig. 2 typische Signalverläufe auf der Primärseite der in Figur 1 dargestellten Zündendstufe,

Fig. 3 typische Signalverläufe auf der Sekundärseite der in Figur 1 dargestellten Zündendstufe,

Fig. 4 ein Spannungsdiagramm,

Fig. 5 Spannungs- Zeitdiagramme von jeweils vier innerhalb eines Arbeitstaktes einer Brennkraftmaschine aufeinanderfolgenden Zündfunken bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen.

[0023] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung für eine Zündendstufe nach der Erfindung. Die Schaltungsanordnung weist fünf Klemmen 1, 2, 3, 4 und 5 auf. An der Klemme 1 liegen beispielsweise 200V, an der Klemme 2 15V, an der Klemme 3 ein Stromsteuersignal und an der Klemme 4 ein Einschaltsignal an. Die Klemme 5 ist mit Bezugspotential verbunden. Zwischen der Klemme 1 und der Klemme 5 ist ein Kondensator 6 geschaltet, ebenfalls zwischen die Klemme 2 und die Klemme 5 ein Kondensator 7. Zwischen die Klemmen 2 und 5 ist zusätzlich die Reihenschaltung eines Widerstandes 8 mit einem Kondensator 9 geschaltet, wobei der Widerstand 8 mit der Klemme 2 in Verbindung steht. Die Klemme 2 ist über einen weiteren Widerstand 10 mit der Klemme 4 in Verbindung. Zwischen der Klemme 3 und der Klemme 5 für Bezugspotential ist ein weiterer Kondensator 11 geschaltet. Die Klemme 3 steht mit dem nicht invertierenden Eingang eines Komparators 12 in Verbindung, dessen invertierender Eingang an den Verbindungspunkt des Widerstandes 8 und des Kondensators 9 geschaltet ist. Der Ausgang des Komparators 12 ist einerseits mit der Klemme 4 in Verbindung und andererseits mit zwei Basisanschlüssen von zwei komplementären Transistoren 14, 15, die mit ihren Emitteranschlüssen miteinander in Verbindung stehen. Der Kollektor des npn-Transistors ist an die Klemme 2 und der Kollektor des pnp-Transistors 15 an die Klemme 5 geschaltet. Der Verbindungspunkt der beiden Emitteranschlüsse dieser Transistoren 14, 15 ist über einen Widerstand 16 mit dem Basisanschluß eines Leistungsschalttransistors 18 in Verbindung. Der Kollektoranschluß dieses Leistungstransistors 18 ist über die Primärwicklung 19 einer Zündspule

20 mit der Klemme 1 in Verbindung. Der Emitteranschluß des Leistungstransistors 18 ist über einen Widerstand 11 an die Klemme 5 für Bezugspotential geschaltet. Parallel zur Laststrecke des Leistungstransistors 18 und dem Widerstand 11 ist ein Kondensator 23 geschaltet, ebenso eine Freilaufdiode 24, die mit ihrem Katodenanschluß an die Primärwicklung 19 der Zündspule 20 gelegt ist.

[0024] Der Verbindungspunkt des Widerstandes 8 und des Kondensators 9 ist über einen weiteren Widerstand 13 an den Verbindungspunkt des Leistungstransistors 18 und des Widerstandes 11 gelegt. Dieser zuletzt genannte Verbindungspunkt ist zugleich über einen Widerstand 17 an die Basis bzw. das Gate des Leistungstransistors 18 geschaltet.

[0025] Die Zündspule weist darüber hinaus eine Sekundärwicklung 21 auf, an deren beiden Anschlüsse die Elektroden 25, 26 geschaltet sind.

[0026] Die in Figur 1 dargestellte Schaltungsanordnung weist darüber hinaus einen Taktgenerator auf. Dieser Taktgenerator besteht im wesentlichen aus einem Taktgeneratorbaustein 28, dessen Pluseingang mit dem Q-Ausgang verbunden ist. Der Q-Ausgang steht darüber hinaus über eine Diode 29 mit dem Verbindungspunkt des Widerstandes 8 und des Kondensators 9 in Kontakt. An diesem Verbindungspunkt ist die Kathode der Diode 29 gelegt. Der Minus-Eingang des Taktgeneratorbausteines 28 ist an die Klemme 4 geschaltet, während der Takteingang über einen Kondensator 30 an die Klemme 5 für Bezugspotential geschaltet ist. Zwischen dem Takteingang des Taktgeneratorbausteines 28 und der Klemme 2 ist ein weiterer Widerstand 31 gelegt.

[0027] Mit der in Figur 1 dargestellten Schaltungsanordnung einer Zündstufe können im wesentlichen die in den Figuren 2 und 3 beschriebenen Signale generiert werden.

[0028] In Figur 2 ist mit A das Einschaltsignal zum Einschalten der Zündendstufe bezeichnet. Dieses Einschaltsignal wird an die Klemme 4 der Zündendstufe angelegt und ist ein Rechtecksignal einer vorgegebenen Dauer. Mit D ist die Gate bzw. Basisspannung des Leistungsschalttransistors 18 bezeichnet. Dieses Signal ist eine Rechteckspannung, deren Längen von dem Strom durch die Zündspule abhängen. Mit C ist der Kollektor-Strom bezeichnet, welcher ein dreiecksförmiges Rampensignal ist. Die Steilheit der Rampe ist wiederum von der Induktivität der Zündspule abhängig. Mit D ist die Kollektor-Spannung am Kondensator 23 der Zündendstufe von Figur 1 bezeichnet. Die Kollektorspannung ist sinushalbwellenförmig. Der Signalverlauf E bezeichnet den durch diesen Kondensator 23 fließenden Strom, F bezeichnet den Strom durch die Freilaufdiode 24.

[0029] In Figur 3 sind die typischen Signalverläufe auf der Sekundärseite der Zündendstufe von Figur 1 dargestellt. Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist nochmals der sinushalbwellenförmige Verlauf der Kollektorspannung anhand der Kurve D dargestellt. G bezeichnet die ideal transformierte Sekundärspannung auf der

Sekundärseite der Zündendstufe. Wie die strichlierte Bezugslinie, die 0 Volt darstellt, deutlich macht, zeichnet sich dieser Signalverlauf G durch einen unterhalb von 0 Volt liegenden Bereich und einen über 0 Volt liegenden Spannungsbereich aus. Die unterschiedlich schraffierten Flächen sind gleichgroß.

[0030] Mit H ist die Sekundärspannung mit Kapazität dargestellt. Im Unterschied zum Signalverlauf G oszilliert dieses Signal dort, wo die Kollektorspannung eine Halbwelle zeigt.

[0031] Der Signalverlauf I zeigt die typische Sekundärspannung bei an die Sekundärwicklung der Zündspule angeschlossener Zündkerze.

[0032] Figur 4 zeigt, wie die Wechselspannung zum Erzeugen der Zündfunken bei der vorliegenden Erfindung beispielhaft zu wählen sind. Ausgehend von der Spannung 0 sind in dem in Figur 4 dargestellten Diagramm weitere Spannungen eingezeichnet, nämlich $U_1 = 2\text{ kV}$, $U_2 = 4\text{ kV}$, $U_3 = 6\text{ kV}$, $U_4 = 30\text{ kV}$ und $U_5 = 32\text{ kV}$. Bei 2 kV bilden sich die Funken im ionisierten Zustand des Elektrodenzwischenraumes aus. Zwischen 6 kV und 30 kV kann eine Zündung im nichtionisierten Zustand erreicht werden, sicher wird die Zündung jedoch bei einer Spannung von größer 30 kV erreicht. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Wechselspannung zum Erzeugen mindestens eines zweiten Zündfunken, vorzugsweise aber auch dem ersten Zündfunken so gewählt, daß die erste Halbwelle eine Amplitude aufweist, welche zwischen der maximal notwendigen Spannung bei vorhandener Ionisierung zwischen den Elektroden einer Zündkerze der Zündanlage und der minimal notwendigen Spannung bei nicht vorhandener Ionisierung liegt. Dies bedeutet im vorliegenden Fall, daß die erste Halbwelle zwischen U_1 und U_3 und damit im nicht schraffierten Bereich liegen muß. Vorzugsweise wird die erste Halbwelle bei $U_2 = 4\text{ kV}$ gewählt. Die zweite Halbwelle wird dagegen so groß gewählt, daß sie sicher über der maximal notwendigen Spannung liegt, die bei vorhandener Ionisierung zwischen den Elektroden einer Zündkerze der Zündanlage auftritt. Im vorliegenden Fall muß die zweite Halbwelle folglich größer als U_4 sein. Vorzugsweise wird die zweite Halbwelle so groß wie U_5 gewählt.

[0033] Wird der erste und der zweite Zündimpuls auf gleiche Weise und damit mit der gleichen Wechselspannung erzeugt, kann anhand des zweiten Zündimpulses bestimmt werden, ob der erste Zündimpuls für eine Entflammung sorgte oder nicht. Bei einer erfolgten Entflammung kann nämlich bereits die erste Halbwelle des zweiten Zündimpulses einen Zündfunken erzeugen. Hat keine Entflammung durch den ersten Zündimpuls stattgefunden, führt dagegen erst die zweite Halbwelle des zweiten Zündimpulses zur Entflammung. Dies natürlich nur, wenn ein Luft-Kraftstoff-Gemisch im Brennraum vorhanden ist.

[0034] Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt also folgenden Effekt aus:

[0035] Die kritische Feldstärke, die zur Ausbildung ei-

ner Gasentladung notwendig ist, ist von den im Brennraum vorhandenen Ionen und der vorhandenen Fremddionisierung abhängig. Bei konstanten geometrischen Abmessungen und konstanten äußeren Einflüssen ist die zur Ausbildung einer Gasentladung bzw. eines Funkens zwischen zwei Elektroden, z. B. den Elektroden einer Zündkerze, notwendige Spannung ebenfalls konstant. Werden nun durch Fremddionisation, z. B. thermische Ionisation, wie sie sich bei einer Entflammung des Kraftstoff-Gemisches im Brennraum ereignet, Ionen in den Bereich der Elektroden gebracht, sinkt die zur Erzeugung eines Funkens notwendige Zündspannung.

[0036] Innerhalb eines Arbeitstaktes einer Brennkraftmaschine werden zwei Zündimpulse erzeugt. Der erste Zündimpuls, der idealerweise einen Funken erzeugt, dient zur Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches. Mit dem zweiten Zündimpuls wird ebenfalls ein Funke erzeugt. Bei dem zweiten Zündimpuls wird aber detektiert, wann genau sich der Funke ausbildet, also bei der ersten Halbwelle oder bei der zweiten Halbwelle.

[0037] Eine Entscheidung, ob diese Ionisierung durch den durch den ersten Zündimpuls ausgelösten ersten Funken oder durch die Entflammung des Kraftstoff-Gemisches erfolgte, ist nicht ohne weiteres möglich. Eine Möglichkeit, dies sicher zu entscheiden, besteht darin, die Zeitdauer zwischen den beiden Zündimpulsen so groß zu wählen, daß die durch den ersten Funken erzeugte Ionisierung sicher abgebaut ist. Ist der zweite Spannungswert deutlich geringer als der erste, so deutet dies sicher auf eine Entflammung des Kraftstoff-Gemisches hin. Da die Dauer dieser Ionisierung von der angelegten Hochspannung selbst und den Verwirbelungsverhältnissen im Brennraum abhängt, kann eine relativ lange Zeitspanne notwendig sein, bis die Ionisierung abgebaut ist. Dies kann insbesondere bei hohen Drehzahlen zu Zeitproblemen führen, wenn die Zeitdauer länger als eine Arbeitstaktzeitdauer wird, da dann der zweite Impuls nicht mehr während dieses einen Arbeitstaktes gezündet werden kann.

[0038] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Zeitdauer der beiden Impulse so kurz gewählt, daß sie sicher innerhalb eines Arbeitstaktes liegen. Die Zeitdauer kann dabei konstant oder variabel, z. B. drehzahlabhängig, gewählt werden.

[0039] Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich in vorteilhafter Weise auch bei Zündanlagen, z. B. Hochfrequenz-Wechselstromzündanlagen anwenden, bei denen mehrere Zündimpulse sehr schnell hintereinander innerhalb eines Arbeitstaktes erzeugt werden können. Mit diesen Anlagen ist, wie nachfolgend gezeigt, eine zusätzliche Unterscheidung möglich, ob eine Entflammung des Kraftstoff-Gemisches nicht erfolgt, weil kein Zündfunke erzeugt wurde, oder weil sich kein Kraftstoff-Gemisch im Brennraum befindet.

[0040] Dazu werden erfindungsgemäß die beiden oben erwähnten Zündimpulse als mindestens je zwei Zündimpulse erzeugt.

[0041] Im folgenden wird der Einfachheit halber an-

genommen, daß ein Zündfunken nur aus zwei Teilfunken besteht. Der zeitliche Abstand dieser beiden Teilfunken ist erfindungsgemäß so gering zu wählen, daß sich die Ionisierung im Brennraum, die durch den Teilfunken hervorgerufen wurde, nur unwesentlich abgebaut hat und die mindestens zwei Teilfunken wie ein einziger Funken erscheinen.

[0042] Wird in diesem Fall z. B. der erste Teilfunke ausgelöst und hat sich aufgrund des ersten Teilfunkens eine Gasentladung innerhalb des Brennraumes ausgebildet, so wird ein großer Unterschied zwischen den Zündspannungen dieses ersten Teilfunkens und des unmittelbar nachfolgenden zweiten Teilfunkens festgestellt. Darüber hinaus erreicht der auf der Primärseite der Zündanlage fließende Kollektorstrom schneller die für die Entflammung nötige Amplitude. Dieser große Unterschied zwischen den beiden Zündspannungen der beiden Teilfunken und zwischen den Steilheiten der Flanken des Kollektorstromes tritt dagegen nicht auf, wenn sich der erste Teilfunke aufgrund des ersten Teilimpulses nicht ausgebildet hat. Bei den nachfolgenden zwei Teilfunken des zweiten Funkens können sich die soeben beschriebenen Zustände ebenfalls einstellen, wobei der erste Teilfunke des zweiten Zündimpulses bei der ersten Halbwelle und damit früher auftritt als wenn der erste Zündimpuls zu keiner Entflammung geführt hat. Zusätzlich kann jedoch hier ein dritter Fall auftreten. Dieser dritte Fall stellt sich ein, wenn ein im Brennraum befindliches Kraftstoff-Luft-Gemisch durch den ersten Teilfunken eines Impulses gezündet wurde. Jetzt sorgt nämlich die im Brennraum befindliche Flamme für eine Ionisierung der Entladungsstrecke, was dazu führt, daß der erste Teilfunke des zweiten Funkens bei einer viel geringeren Zündspannung als bei dem ersten Teilfunken des ersten Funkens auftritt. Durch Auswertung der Stromanstiege der Teilfunken des ersten und des zweiten Funkens bzw. der zugehörigen Ströme durch die Primärwicklung kann somit entschieden werden, ob eine nicht erfolgte Zündung auf ein nicht vorhandenes Kraftstoff-Luft-Gemisch oder eine Nichtausbildung eines Funkens innerhalb des Brennraumes zurückzuführen ist.

[0043] Dieses Prinzip wird nachfolgend anhand der Fig. 5 im Zusammenhang mit verschiedenen Spannungs-Zeit-Diagrammen näher erläutert. Um das Wesentliche besser darstellen zu können, sind die Kurven auf Symbole für den Zündspannungsverlauf bei ionisierten (Diagramm C, Kurve U2A) bzw. nicht ionisierten (Diagramm C, Kurve U1A) Elektroden-Zwischenraum reduziert.

[0044] In Fig. 5a sind Impulse I1, I2 dargestellt, die innerhalb eines Arbeitstaktes AT der Brennkraftmaschine zur Erzeugung von Zündimpulsen herangezogen werden. Zunächst wird davon ausgegangen, daß jeder dieser Impulse I1, I2 aus einem einzigen Impuls I1A, I2A besteht. Die ansteigende Flanke des ersten Impulses I1A erscheint zum Zeitpunkt t1 und die ansteigende Flanke des zweiten Impulses I2A zum Zeitpunkt t2. Die

beiden Zeitpunkte t1, t2 liegen innerhalb des Arbeitstaktes AT. Der Abstand zwischen den Zeitpunkten t1, t2 ist so gewählt, daß im Zeitpunkt t2 eine aufgrund einer durch den ersten Impuls I1A erzeugten Funkenbildung einstellende Ionisierung innerhalb des Brennraumes sicher abgeklungen ist.

[0045] In Fig. 5b sind die zu den erwähnten Zündimpulsen I1A, I2A zugehörigen Zündspannungen U1A, U2A dargestellt, wenn sich innerhalb des Brennraumes keine Entflammung ausgebildet hat. Die Amplituden der beiden Zündspannungen U1A und U2A sind gleich oder annähernd gleich groß, da zum Zeitpunkt des Auftretens des zweiten Zündimpulses I2A keinerlei Ionisierung innerhalb des Brennraumes mehr vorhanden ist. Die Nichtentflammung kann entweder dadurch bedingt sein, daß kein Kraftstoff-Luft-Gemisch innerhalb des Brennraumes vorhanden ist oder dadurch, daß der erste Impuls I1A zu keinem Zündfunken führte.

[0046] In Fig. 5c sind die Zündspannungsverhältnisse dargestellt, wenn sich innerhalb des Brennraumes eine Entflammung einstellt. Es ist deutlich die im Vergleich zur Zündspannung U1A des ersten Impulses I1A geringere Zündspannung U2A des zweiten Zündimpulses I2A erkennbar.

[0047] Gemäß einer bereits erwähnten Weiterbildung der Erfindung ist es möglich, jedem der bereits erwähnten Impulse I1A, I2A unmittelbar einen weiteren Impuls I1B bzw. I2B folgen zu lassen. Diese weiteren Impulse I1B und I2B sind in Fig. 5a strichliert dargestellt. Diese beiden Impulse folgen den Impulsen I1A bzw. I2A zeitlich so eng aufeinander, daß diese wie ein einziger Zündimpuls erscheinen. In den Fig. 5d, 5e und 5f sind die zugehörigen Zündspannungen bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen dargestellt.

[0048] In Fig. 5d sind die Zündspannungen gezeigt, die sich einstellen, wenn sich zwar aufgrund des ersten Zündteilimpulses I1A ein Funke innerhalb des Brennraumes gebildet hat und sich eine Gasentladung einstellt, jedoch kein Kraftstoff-Luft-Gemisch innerhalb des Brennraumes vorhanden ist. Eine Entflammung kann sich damit nicht einstellen. Diese Nichtentflammung wird, ähnlich wie in Fig. 5b, dadurch detektiert, daß die Zündspannung U2A in etwa gleich groß der Zündspannung U1A ist. Daß sich ein Funke aufgrund des ersten Zündimpulses I1A ausgebildet hat, ist anhand der deutlich geringeren Zündspannungen U1B bzw. U2B im Vergleich zu den Zündspannungen U1A bzw. U2A erkennbar. Diese niedrigere Zündspannung U1B bzw. U2B rührt von der durch die durch die Funkenbildung des ersten Zündteilimpulses I1A bzw. I2A bedingten Ionisierung innerhalb des Brennraumes her. Da die Zündteilimpulse I1B und I2B unmittelbar den ersten Zündteilimpulsen I1A und I2A folgen, kann diese Ionisierung anhand der niedrigeren Zündspannung U1B bzw. U2B detektiert werden. Die niedrigere Zündspannung ist durch einen steileren Verlauf des Kollektorstromes auf der Primärseite der Zündanlage erfaßbar.

[0049] In Fig. 5e sind die Verhältnisse gezeigt, wenn

sich aufgrund des ersten Zündteilimpulses I1A kein Funke und damit keine Gasentladung und damit auch keine Entflammung innerhalb des Brennraumes ausgebildet. Die Zündspannungen U1A, U1B sowie U2A und U2B sind etwa gleich groß.

[0050] In Fig. 5f sind die Verhältnisse bei erfolgter Entflammung dargestellt. Die Zündspannungen U1B, U2A und U2B sind deutlich geringer als die Zündspannung U1A.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Klemme
2	Klemme
3	Klemme
4	Klemme
5	Klemme
6	Kondensator
7	Kondensator
8	Widerstand
9	Kondensator
10	Widerstand
11	Widerstand
12	Komparator
13	Widerstand
14	Transistor
15	Transistor
16	Widerstand
17	Widerstand
18	Transistor
19	Primärwicklung
20	Zündspule
21	Sekundärwicklung
23	Kondensator
24	Freilaufdiode
25	Elektrode
26	Elektrode
27	Zündkerze
28	Taktgeneratorbaustein
29	Diode
31	Widerstand
A	Ein-Signal
B	Basisspannung
C	Kollektorstrom
D	Kollektorspannung
E	Kondensatstrom
F	Diodenstrom
G	Sekundärspannung
H	Sekundärspannung mit Kapazität
I	Sekundärspannung mit Zündkerze
I1, I2	Impuls, Zündimpuls
I1A, I2A	Zündteilimpuls
I1B, I2B	Zündteilimpuls
t1, t2	Zeitpunkt

U1A, U2A	Zündspannung
U1B, U2B	Zündspannung
Us	Schwellenwert

Patentansprüche

- Verfahren zur Zündungserkennung für eine Zündanlage einer Brennkraftmaschine, bei dem innerhalb eines Arbeitstaktes ein erster Zündimpuls (I1A) zur Erzeugung eines ersten Zündfunkens und mindestens ein zweiter Zündimpuls zur Erzeugung eines zweiten Zündfunkens mittels Wechselfspannung erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Wechselfspannung zum Erzeugen mindestens des zweiten Zündfunkens eine oder mehrere Perioden von unterschiedlich hohen Halbwellen hat, wobei die erste Halbwelle eine Amplitude aufweist, die zwischen der maximal notwendigen Spannung (U1) bei vorhandener Ionisierung zwischen den Elektroden (25, 26) einer Zündkerze der Zündanlage und der minimal notwendigen Spannung (U3) bei nicht vorhandener Ionisierung liegt und die zweite Halbwelle eine Amplitude aufweist, die über der maximal notwendigen Spannung (U4) bei nicht vorhandener Ionisierung liegt, und daß als Kriterium für eine erfolgte Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches erfaßt wird, ob sich der zweite Zündfunke bei der ersten Halbwelle der Wechselfspannung ausgebildet hat oder nicht.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Zündfunke mit der gleichen Wechselfspannung wie der zweite Zündfunke erzeugt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung der ersten Halbwelle der Wechselfspannung zwischen 2 kV und 6kV liegt.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung der ersten Halbwelle größer als 30kV vorzugsweise etwa 32kV, beträgt.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Halbwellen einer Periode der Wechselfspannung untereinander variiert werden.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer nach dem Einschalten der Wechselfspannung für den zweiten Zündimpuls bis zur Ausbildung des Zündfunkens gemessen und als Kriterium für eine erfolgte Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches herangezogen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß vom Einschalten der Wechselspannung an der Strom durch die Zündspule erfaßt wird und daß die Zeitdauer bestimmt wird, bis der Strom eine die Entflammung kennzeichnende Amplitude erreicht hat. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Kriterium zur Erkennung der Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches ein Parameter, der eine Information über die Ionisierung der Gasentladungsstrecke enthält, auf der Primärseite der Zündanlage erfaßt wird. 10
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Primärseite der Zündanlage der Ladestrom einer Zündspule (19) der Zündanlage erfaßt wird. 15
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromanstieg durch die Zündspule (19) erfaßt wird, und daß ein vorgegebener steiler Stromanstieg als Kriterium für eine erfolgte Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches herangezogen wird. 20
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromanstieg durch die Zündspule durch Messung der Zeit vom Beginn des Stromflusses durch die Zündspule (19) bis zum Erreichen einer vorgegebenen Stromamplitude erfaßt wird. 25
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Zündfunken mittels einer Hochfrequenz-Wechselstromzündanlage erzeugt werden, und die beiden Zündfunken jeweils aus mehreren, mindestens aber aus zwei Teilfunken (I1A, I1B, I2A, I2B) bestehen, daß die Zündspannungen (U1A, U1B, U2A, U2B) oder ein ihr proportionaler Wert, der jeweils zuerst auftretenden Teilfunken erfaßt werden, und daß aus diesen beiden Werten die Differenz (U) gebildet und als Kriterium für eine erfolgte Entflammung herangezogen wird. 30
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden zu einem Zündimpuls (I1, I2) gehörenden Teilimpuls (I1A, I1B, I2A, I2B) die zugehörige Zündspannung (U1A, U1B, U2A, U2B) oder ein ihr proportionaler Wert erfaßt wird, daß jeweils deren Differenz (dU) gebildet wird, und daß aus dieser Differenz abgeleitet wird, ob sich ein Zündfunke ausgebildet hat. 35
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Werten von dU und U geschlossen wird, ob eine Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches nicht stattgefunden hat, weil sich kein Zündfunke ausgebildet hat, oder weil kein Kraftstoff im Brennraum vorhanden war. 40
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß als proportionaler Wert für die Zündspannung die Stromflußzeiten durch die Zündspule der Zündanlage erfaßt und ausgewertet werden. 45
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß, falls keine Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches stattgefunden hat, ein Signal an eine Steuereinheit gesendet wird, die Zufuhr des Luft-Kraftstoff-Gemisches an den entsprechenden Brennraum verhindert und dem Fahrer der Brennkraftmaschine ein entsprechendes Signal übermittelt wird. 50
- ### Claims 55
1. A method for the recognition of ignition for an ignition system of an internal combustion engine, in which within one ignition stroke there is generated a first ignition pulse (I1A) for generating a first ignition spark and at least a second ignition pulse for generating a second ignition spark by means of alternating voltage, **characterised in that** the alternating voltage for generating at least the second ignition spark has one or more periods of half waves of different sizes, the first half wave having an amplitude which lies between the maximum required voltage (U1) when there is ionisation between the electrodes (25, 26) of a spark plug of the ignition system and the minimum required voltage (U3) when there is no ionisation, and the second half wave having an amplitude lying above the maximum required voltage (U4) when there is no ionisation, **and in that** as a criterion for successful ignition of the air-fuel mixture it is recorded whether the second ignition spark has developed during the first half wave of the alternating voltage or not.
2. A method according to Claim 1, **characterised in that** the first ignition spark is produced with the same alternating voltage as the second ignition spark.
3. A method according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the voltage of the first half wave of the alternating voltage lies between 2 kV and 6 kV.
4. A method according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the voltage of the first half wave is greater than 30 kV, preferably roughly 32 kV.

5. A method according to one of Claims 1 to 4,
characterised in that the two half waves of a period of the alternating voltage are varied with one another.
6. A method according to one of Claims 1 to 5,
characterised in that the duration after the switching-on of the alternating voltage for the second ignition pulse until the development of the ignition spark is measured and is used as a criterion for successful ignition of the air-fuel mixture.
7. A method according to Claim 6,
characterised in that from the switching-on of the alternating voltage the current through the ignition coil is recorded
and in that the time duration is determined until the current has reached an amplitude characterising ignition.
8. A method according to one of Claims 1 to 7,
characterised in that a parameter containing an item of information on the ionisation of the gaseous discharge distance is recorded on the primary side of the ignition system as a criterion for the recognition of the ignition of the air-fuel mixture.
9. A method according to Claim 8,
characterised in that on the primary side of the ignition system the charging current of an ignition coil (19) of the ignition system is recorded.
10. A method according to Claim 9,
characterised in that the current increase through the ignition coil (19) is recorded,
and in that a predetermined steep current increase is used as a criterion for successful ignition of the air-fuel mixture.
11. A method according to Claim 10,
characterised in that the current increase through the ignition coil is recorded by measuring the time from the beginning of the current flow through the ignition coil (19) until a predetermined current amplitude is reached.
12. A method according to one of Claims 1 to 11,
characterised in that the first and second ignition sparks are produced by means of a high-frequency alternating current ignition system, and the two ignition sparks each consist of several, but at least two, partial sparks (I1A, I1B, I2A, I2B),
in that the firing voltages (U1A, U1B, U2A, U2B) or a value proportional thereto, of the respective partial sparks that first occur are recorded,
and in that from these two values the difference (U) is formed and is used as a criterion for successful ignition.

13. A method according to Claim 12,
characterised in that for each partial pulse (I1A, I1B, I2A, I2B) belonging to an ignition pulse (I1, I2) the accompanying firing voltage (U1A, U1B, U2A, U2B) or a value proportional thereto is recorded,
in that in each case its difference (dU) is formed,
and in that from this difference it is concluded whether an ignition spark has developed.
14. A method according to Claim 12,
characterised in that from the values of dU and U it is concluded whether an ignition of the air-fuel mixture has not taken place because no ignition spark has developed or because no fuel was present in the combustion chamber.
15. A method according to one of Claims 12 to 14,
characterised in that the current flow times through the ignition coil of the ignition system are recorded and evaluated as a proportional value for the firing voltage.
16. A method according to one of Claims 1 to 15,
characterised in that, if no ignition of the air-fuel mixture has taken place, a signal is sent to a control unit, the supply of the air-fuel mixture to the corresponding combustion chamber is prevented and a corresponding signal is transmitted to the driver of the internal combustion engine.

Revendications

1. Procédé de reconnaissance de l'allumage dans une installation d'allumage équipant un moteur à combustion interne, selon lequel, à l'intérieur d'un cycle de travail, il est produit une première impulsion d'allumage (I1A) pour engendrer une première étincelle d'allumage et au moins une seconde impulsion d'allumage pour engendrer une seconde étincelle d'allumage à partir d'une tension alternative, caractérisé en ce que
- la tension alternative utilisée pour produire au moins la seconde étincelle d'allumage a une ou plusieurs périodes dont les demi-ondes ont des hauteurs différentes,
 - la première demi-onde présente une amplitude qui se situe entre la tension maximale nécessaire (U1) lorsqu'existe une ionisation entre les électrodes (25, 26) d'une bougie de l'installation d'allumage et la tension minimale nécessaire (U3) quand il n'y a pas d'ionisation,
 - la seconde demi-onde présente une amplitude qui se situe au-dessus de la tension maximale nécessaire (U4) quand il n'y a pas d'ionisation,
 - le critère retenu pour savoir si le mélange combustible a été enflammé consiste à déterminer

si la seconde étincelle d'allumage s'est formée ou non pendant la première demi-onde de la tension alternative.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première étincelle d'allumage est obtenue avec la même tension alternative que la seconde étincelle. 5
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la tension de la première demi-onde de la tension alternative est comprise entre 2 kV et 6 kV. 10
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la tension de la première demi-onde est supérieure à 30 kV, de préférence environ 32 kV. 15
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les deux demi-ondes d'une période de la tension alternative varient l'une par rapport à l'autre. 20
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la durée après enclenchement de la tension alternative pour réaliser la seconde impulsion d'allumage jusqu'à formation de l'étincelle d'allumage est mesurée et utilisée comme critère de la réussite de l'inflammation du mélange combustible. 25
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'on saisit, à partir de l'enclenchement de la tension alternative, le courant qui traverse la bobine d'allumage et on détermine la durée nécessaire pour que le courant ait atteint une amplitude caractérisant l'inflammation. 30
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que comme critère de reconnaissance de l'inflammation du mélange combustible, on saisit du côté primaire de l'installation d'allumage un paramètre contenant une information sur l'ionisation du parcours de la décharge gazeuse. 35
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que sur le côté primaire de l'installation d'allumage, on saisit le courant de charge d'une bobine (19) de l'installation d'allumage. 40
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on saisit la montée de courant traversant la bobine 45

d'allumage (19) et on retient comme critère d'une inflammation réussie du mélange combustible une pente donnée de la montée du courant.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la montée du courant traversant la bobine d'allumage est saisie en mesurant le temps séparant le début de la traversée de la bobine (19) par le courant et l'obtention d'une amplitude donnée du courant. 50
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que
 - les première et seconde étincelles d'allumage sont obtenues à partir d'une tension alternative à haute fréquence et ces deux étincelles sont composées chacune de plusieurs mais au moins de deux étincelles élémentaires (I1A, I1B, I2A, I2B),
 - on saisit les valeurs de tension (U1A, U1B, U2A, U2B) correspondant chaque fois aux étincelles élémentaires qui se produisent d'abord, ou des valeurs proportionnelles à ces tensions, on établit à partir de ces valeurs la différence (U) et on l'utilise comme critère d'une inflammation effective. 55
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que pour chacune des impulsions élémentaires (I1A, I1B, I2A, I2B), appartenant à une impulsion d'allumage (I1, I2) on saisit la tension d'allumage correspondante (U1A, U1B, U2A, U2B) ou des valeurs proportionnelles à ces tensions, on établit chaque fois la différence (dU) et à partir de celle-ci, on déduit si une étincelle d'allumage a été formée.
14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que des valeurs de dU et U, on déduit si l'inflammation du mélange combustible n'a pas eu lieu parce qu'il n'y a pas eu d'étincelle ou parce qu'il n'y avait pas de carburant dans la chambre de combustion.
15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que comme valeur proportionnelle à la tension, on saisit et on évalue les temps pendant lesquels le courant a traversé la bobine de l'installation d'allumage.
16. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que quand il n'y a pas eu inflammation du mélange air-carburant, un signal est envoyé à une unité de commande qui empêche l'envoi du mélange combustible à la chambre de combustion correspondante et transmet un signal correspondant au conducteur.

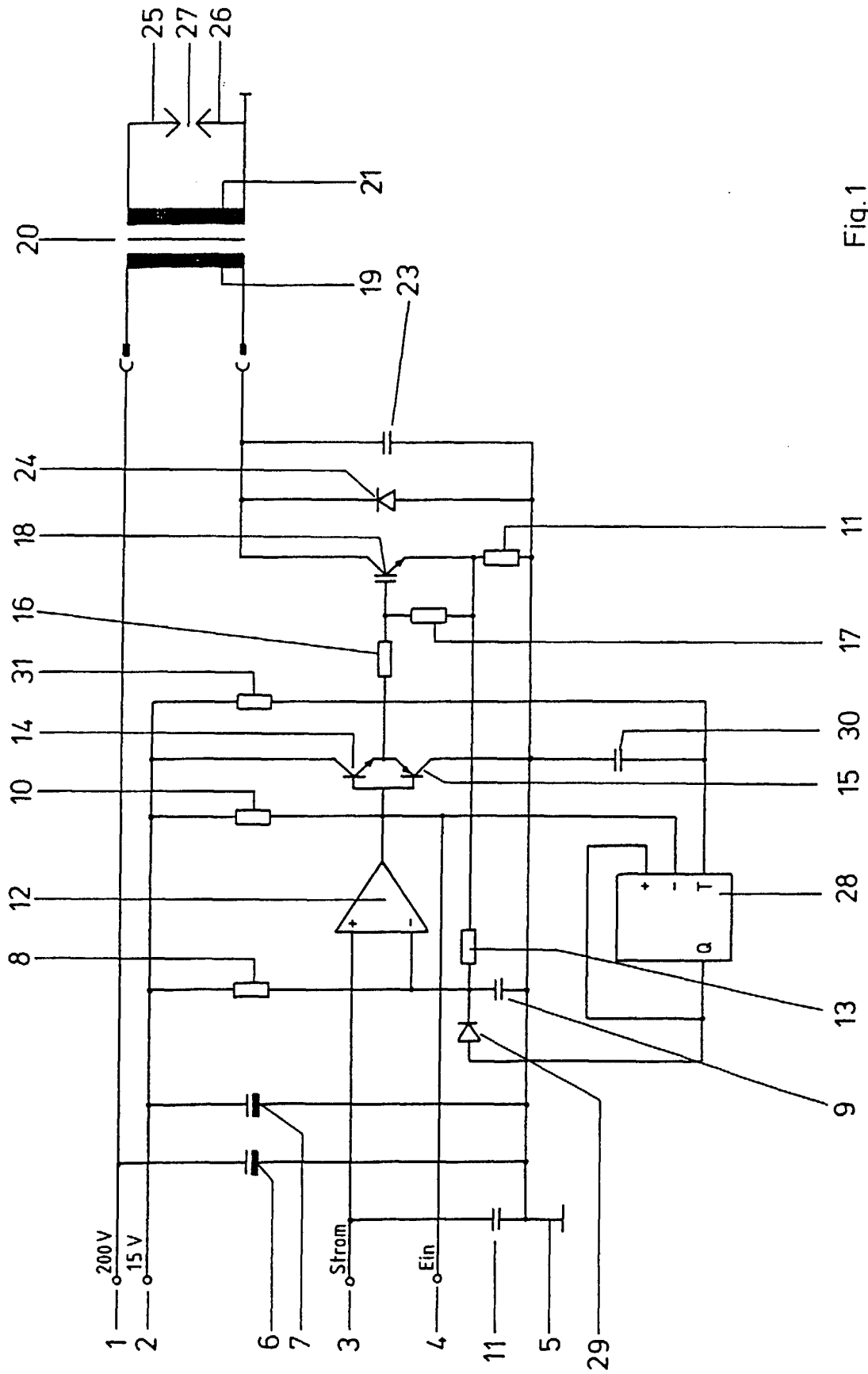


Fig.1

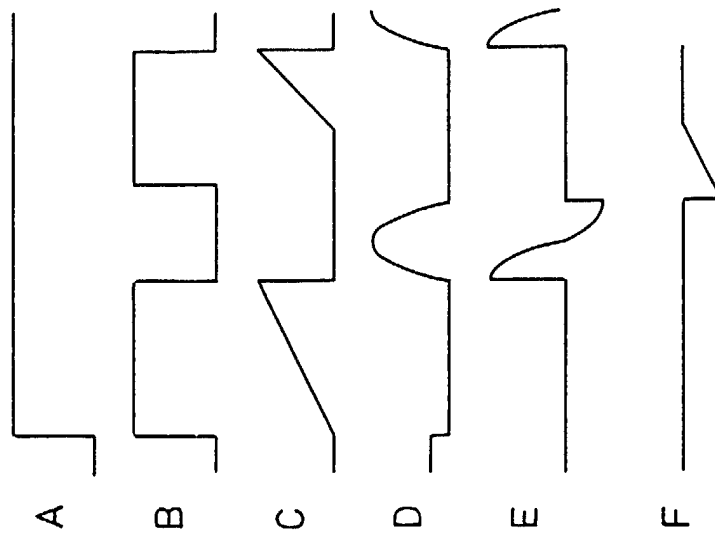


Fig. 2

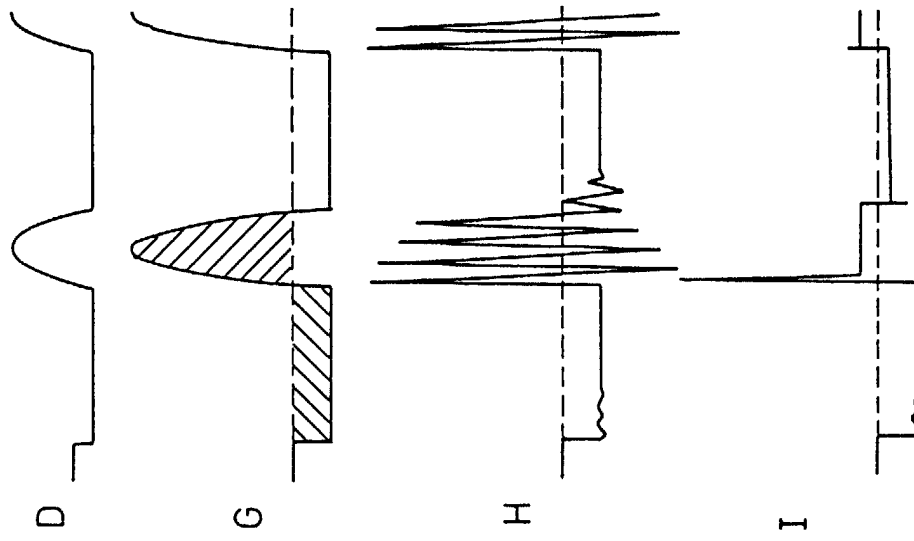


Fig. 3

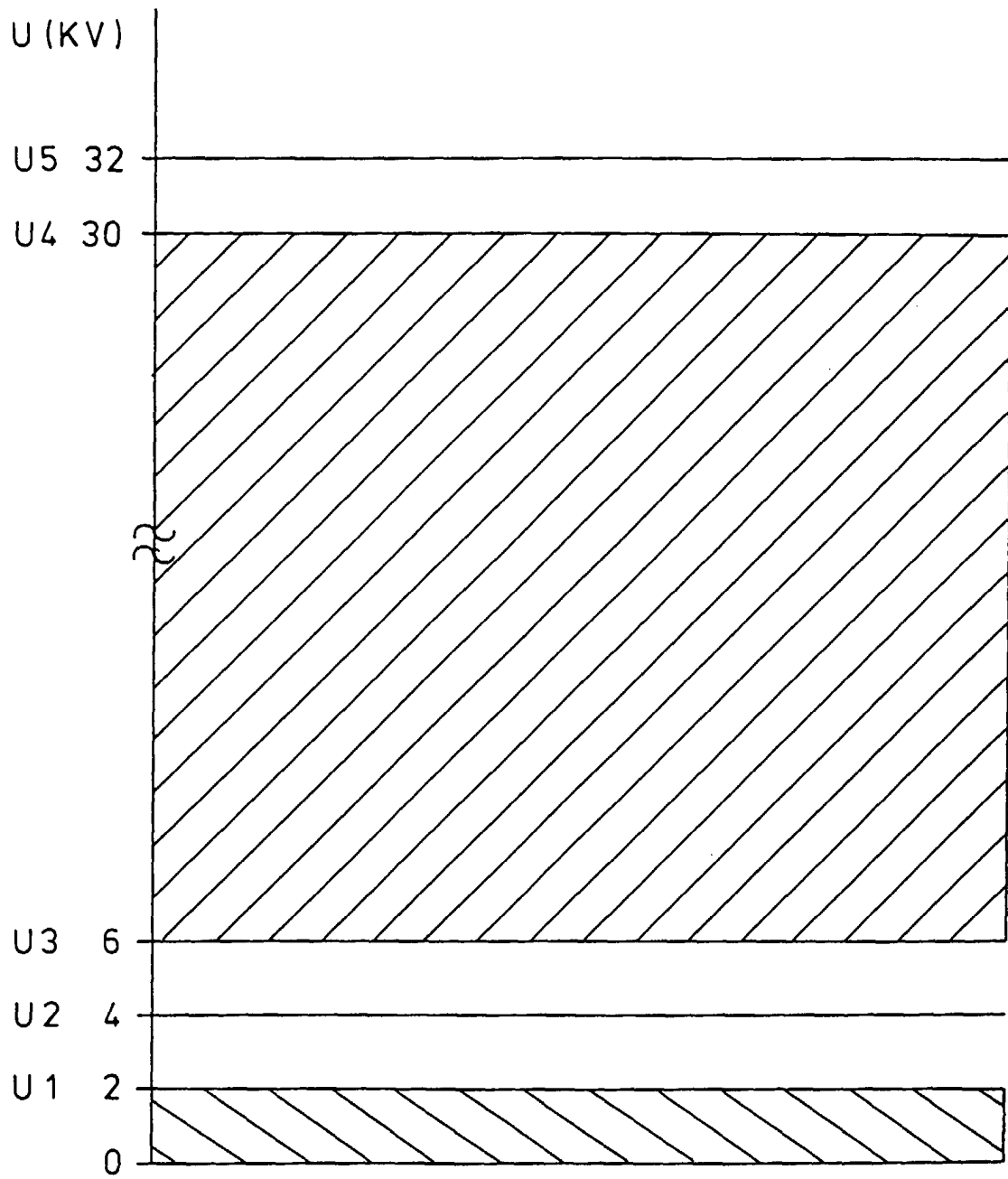


Fig. 4

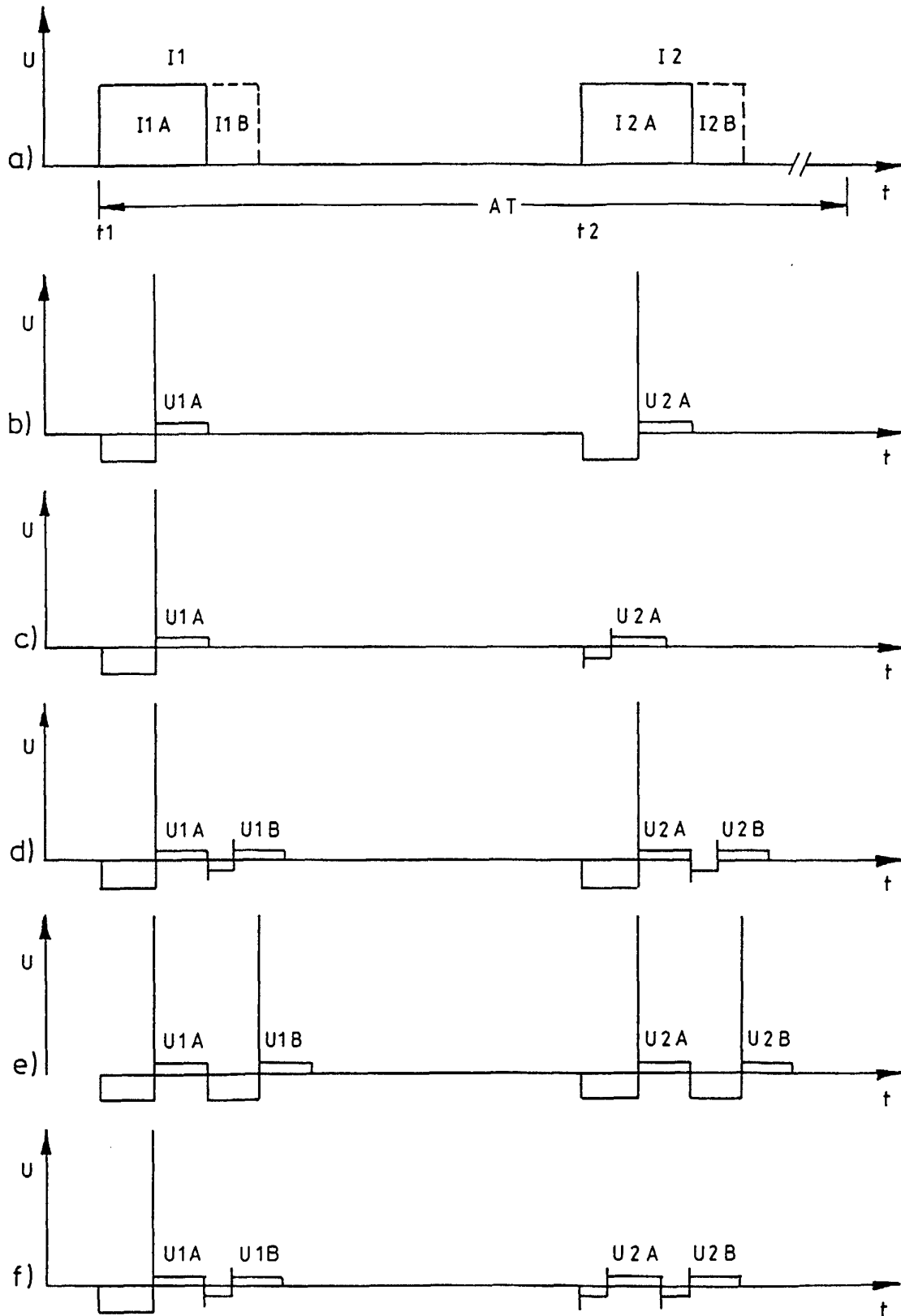


Fig. 5