



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
08.11.95 Patentblatt 95/45

⑤① Int. Cl.⁶ : **F02P 7/02**

②① Anmeldenummer : **91911759.8**

②② Anmeldetag : **11.07.91**

⑧⑥ Internationale Anmeldenummer :
PCT/DE91/00571

⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 92/03655 05.03.92 Gazette 92/06

⑤④ **ZÜNDANLAGE FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN.**

③⑩ Priorität : **24.08.90 DE 4026723**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
09.06.93 Patentblatt 93/23

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
08.11.95 Patentblatt 95/45

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE FR IT

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 142 817
WO-A-89/11591
GB-A- 2 172 115
US-A- 4 543 936
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no.
136 (P-130) 24. Juli 1982 ; & JP-A-57 059 138

⑦③ Patentinhaber : **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

⑦② Erfinder : **KOELLE, Ulrich**
Richard-Wagner-Str. 5
D-7141 Schieberdingen (DE)
Erfinder : **RANDOLL, Helmut**
Bismarckstr. 20
D-7146 Tamm (DE)
Erfinder : **STREIB, Martin**
Schiltacher Str. 35
D-7000 Stuttgart (DE)

EP 0 544 682 B1

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

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 Die Erfindung geht aus von einer Zündanlage nach der Gattung des Hauptanspruchs.
 Eine solche Zündanlage ist aus der WO-A-89/11591 bekannt. Hierbei wird zum Nachweis von Kurzschlüssen und Unterbrechungen im Sekundärkreis die auf die Primärseite transformierte Brennspannung erfaßt und mit einem vorgegebenen Referenzpegel verglichen.
- 10 Aus der US-A-4,593,936 ist ein Zündsystem bekannt, bei welchem an der sekundärseitigen Zündleitung über einen kapazitiv gekoppelten Fühler die Höhe des sekundärseitigen Spannungsimpuls gemessen und aufgrund dessen Ausstoßtakt und Kompressionstakt eines Zylinders unterschieden werden.
- Es sind weiterhin verschiedene Verfahren zur Funktionsüberwachung von Zündanlagen bekannt. So wird beispielsweise in der DE-OS 36 34 587 ein Verfahren zur Gewinnung des Phasensignals mittels Hallsensors beschrieben.
- 15 Eine Zünd- und Explosionserkennung ist ebenfalls anhand eines Drucksensors oder optischen Sensors im Brennraum jedes Zylinders möglich.
- Bei diesen bekannten Zündsteuerungen müssen zur Funktionsüberwachung zusätzliche Sensoren in die Zündanlage eingebaut werden müssen. Dadurch wird die notwendige Signalerkennung sehr kostenaufwendig, einerseits durch die Kosten der Sensoren selbst und andererseits durch Fertigungskosten, die bei dem Einbau
- 20 der Sensoren in die Zylinder entstehen. Außerdem muß das einwandfreie Funktionieren dieser zusätzlichen Sensoren überwacht werden.
- Um den Forderungen an die Abgaswerte gerecht zu werden ist man bestrebt, Zündsteuerungen zu entwickeln, die einen möglichst minimalen Schadstoffausstoß bei Viertakt-Ottomotoren gewährleisten. Damit ergibt sich die Anforderung auf möglichst einfache Art eine Phasenerkennung durchzuführen und ein Phasensignal auszugeben.
- 25

Vorteile der Erfindung

- 30 Die erfindungsgemäße Lösung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat gegenüber dem Bekannten den Vorteil, daß die Funktionsüberwachung und Phasenerkennung durch Erfassung und Auswertung der Primär-Zündspannung erfolgt, d.h. es sind keine zusätzlichen Sensoren im Motorraum erforderlich. Eine solche Lösung der Phasenerkennung, die ohne zusätzliche Bauelemente, wie Hall- oder Induktivsensor arbeitet, ist wesentlich kostengünstiger. Die notwendige Auswerteelektronik kann zusammen mit der
- 35 Steuerelektronik in einem Gerät integriert werden. Besonders vorteilhaft ist die Gewinnung eines Phasensignals durch Vergleich zweier aufeinanderfolgender Zündereignisse eines Zylinders. Da so sehr schnell eine zylinderindividuelle Einspritzung und/oder Zündung erfolgen kann.
- Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen primärseitigen Zündspannungsüberwachung möglich. Besonders vorteilhaft ist die Gewinnung eines Phasensignals für die Erkennung des Kompressionstaktes an jedem Zylinder, welches die Voraussetzung für eine zylinderindividuelle Einspritzung und/oder Zündung ist. Dieses ermöglicht eine Leistungsoptimierung des Motors bei gleichzeitig verringertem Verschleiß der Zündanlage sowie zylinderaktive Diagnosemaßnahmen.
- 40 Ein anderer wesentlicher Vorteil besteht darin, daß durch die Erkennung von Zünd- beziehungsweise Explosionssignalen an jedem Zylinder ein fehlerhaftes Arbeiten an einem der Zylinder erkannt und dieser Zylinder mit einer entsprechenden Fehleranzeige abgeschaltet werden kann. D. h. es wird kein unverbranntes Kraftstoff-Luft-Gemisch ausgestoßen. Dadurch wird gleichzeitig ein Schutz des Katalysators erreicht wird.
- 45

Zeichnung

- 50 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.
- Es zeigen:
- Figur 1 Prinzipschaltbild einer Zündanlage mit Einzelfunkensteuerung und integrierter Auswertelogik
- Figur 2 Verlauf der primärseitigen Zündspannung
- 55 Figur 3 Programmablauf des Vergleichs zweier aufeinanderfolgender Zündereignisse eines Zylinders zur Gewinnung des Phasensignals,
- Figur 4 Programmablauf zur Gewinnung des Zünd- und Explosionserkennungssignals.
- Das in Figur 1 dargestellte Prinzipschaltbild zeigt einen allgemeinen Aufbau eines vierzylindrigen Viertakt-

Ottomotors, in Verbindung mit der erfindungsgemäßen primärseitigen Spannungserfassungsschaltung 1 für jeden Zylinder mit der anschließenden Auswertelogik 2 für die einzelnen Spannungsverläufe.

Dort sind vier Sekundärwicklungen 4 bis 7 von vier Zündspulen 8 bis 11 mit ihren Zündkerzen 12 bis 15 verbunden. Die Primärwicklungen 16 bis 19 dieser einzelnen Zündspulen 8 bis 11 sind jeweils über einen Zündtransistor 20 bis 23 an eine Spannungsversorgung UB, beispielsweise an die hier nicht dargestellte Batterie eines Kraftfahrzeuges angeschlossen. Die Zündtransistoren 20 bis 23 werden jeweils über eine ihnen zugehörige Steuerklemme 24 bis 27 von einer Steuerlogik 3 angesteuert. An den Primärwicklungen 16 bis 19 wird für jeden Zylinder ihr primärseitiger Spannungsverlauf Up in einer Schaltung 1 erfaßt und der gemeinsamen Auswertelogik 2 zugeführt. Die in der Auswertelogik ermittelten Ergebnisse werden der Steuerlogik 3 zugeführt und bilden zusammen mit weiteren Parametern wie Kurbelwellenstellung, Drehzahl, Ansaugdruck und dergleichen die Grundlage für die Ansteuerung der Zündendstufen.

Figur 2 zeigt bei einer vorgegebenen Drehzahl den typischen Verlauf der primärseitigen Zündspannung Up bei ordnungsgemäßigem Zündverlauf. Zum Zeitpunkt t0 beginnt das Zündsignal, wodurch zunächst ein Überschwingen der Primärspannung Up erfolgt. Da dieses Überschwingen für die Auswertung ohne Bedeutung ist, erfolgt der Beginn der Auswertung nach einer kurzen Zeitverzögerung erst zum Zeitpunkt t1. Das so geöffnete Meßfenster 28 bleibt bis zu einem Zeitpunkt t2 effektiv. Während dieser Zeit wird primärseitig der Verlauf der Zündfunken-Brennspannung an der Zündkerze erfaßt und daraus die mittlere primärseitige Zündspannung

$$U_z = \frac{t_2 \int_{t_1}^{t_2} U_p dt}{t_2 - t_1}$$

berechnet. Über den Verlauf der primärseitigen Brennspannung kann man eine eventuell notwendige Fehlerdiagnose führen. Das Meßfenster bleibt, obwohl es nur bis zum Zeitpunkt t2 effektiv ist, bis zum Zeitpunkt t4 geöffnet. Der Spannungsverlauf bzw. das Überschwingen der Primärspannung beim Funkenabriß zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 ist für die Berechnung der mittleren Spannung Uz nicht von Bedeutung und wird deshalb nicht erfaßt. Von Bedeutung ist aber die primärseitige Zündspannung nach dem Funkenabriß zum Zeitpunkt t4. Ein Spannungssprung ΔU zwischen Uz und der Spannung Up zum Zeitpunkt t4, der einen festgelegten Vergleichswert Us1 (beispielsweise mindestens 10 V) übersteigt, signalisiert das Funkenende und demzufolge das Vorliegen eines ordnungsgemäßen Zündfunkenes.

Der in Figur 3 dargestellte Schaltungs- und Programmablaufplan steht für den in der Steuerlogik 3 bei Arbeitsbeginn des Motors zu realisierenden Vergleich zweier aufeinanderfolgender Zündereignisse eines Zylinders, hier des Zylinders 1. Durch den Vergleich der aufeinanderfolgenden Zündvorgänge, von denen der eine im Ausstoßtakt des Zylinders und der andere im Kompressionstakt auftritt, soll zunächst ein Phasensignal für die Erkennung des Kompressionstaktes ermittelt werden, um anschließend die Zündvorgänge im Ausstoßtakt abzustellen und eventuell eine Einspritzung für jeden Zylinder phasenrichtig zu steuern.

Eine umlaufende Kurbelwellenmarke 29 wirkt mit einem Sensor 30 zusammen, welcher einerseits an einen Meßfenstergenerator 31 und andererseits über eine Zeitstufe 32 an einen Umschalter 33 angeschlossen ist. Der Umschalter 33 schaltet nach jedem Impuls zwischen zwei Klemmen 34 und 35 hin und her. Die Primärspannung Up liegt über einen Schalter 36, welcher von dem Meßfenstergenerator 31 gesteuert wird, und dem Umschalter 33 entweder über seine Ausgangs-Klemme 34 an einem ersten Signalspeicher 37 oder über seine Ausgangs-Klemme 35 an einem zweiten Signalspeicher 38 an. Ein mit den Ausgängen der Signalspeicher 37, 38 verbundener Zähler 39 steuert einen ersten Schalter 40 und einen zweiten Schalter 41. Die beiden Schalter 40 und 41 verbinden die Signalspeicher 37 und 38 über einen Komparator 42 mit einem Programmteil 43. Dieser Programmteil 43 ist über ein Frageglied 44 mit einem weiteren Frageglied 45 verbunden. Eine positive Antwort dieser Frageglieder 44 und 45 bedeutet - wie weiter unten erläutert - die Erkennung 46 eines Phasensignals für den Zylinder 1. In einer gestrichelten Umrandung 47 ist symbolhaft dargestellt, daß diese Phasensignalerkennung 46 analog für alle Zylinder durchgeführt wird. Ein Frageglied 48 kontrolliert anschließend die Anzahl der Phasensignale. Bei mehreren Phasensignalen muß im Frageglied 50 die Plausibilität der Phasensignale zur vorgegebenen Zündfolge geprüft werden. Sind die erkannten Phasensignale plausibel zur Zündfolge, so wird dies zur Einzelfunkensteuerung an die Steuerlogik 3 weitergegeben. Das bedeutet, daß nunmehr die Zündtransistoren 20 bis 23 nur noch im Kompressionstakt der Zylinder angesteuert werden können und das die Einspritzung zylinderselektiv erfolgen kann. Die "Nein"-Ausgänge der Frageglieder 44, 45, 48 und 50 führen zu dem Programmteil 49, der die Signalspeicher 37, 38 löscht und die Phasenerkennung erneut startet.

Das eben beschriebene Schaltungs- und Programmschema der Figur 3 hat die im folgenden erläuterte Arbeitsweise. Die Kurbelwellenmarke 29 löst alle 360° einen Impuls im Sensor 30 aus. Dieser Impuls wird weitergegeben an den Meßfenstergenerator 31, der nun in Abhängigkeit von der Kurbelwellenumdrehung für jeden Zylinder drehwinkelversetzt alle 360° ein Meßfenster öffnet, d. h. der Schalter 36 wird geschlossen und die

Primärspannung U_p liegt nun am Umschalter 33 an. Dieser Umschalter 33 schaltet nach jedem Impuls des Sensors 30 zeitverzögert, so daß der Schalter 36 dann geöffnet ist, von Klemme 34 auf 35 oder umgekehrt. Das bewirkt, daß die Signalverläufe der Primärspannung U_p in einem Arbeitszylinder abwechselnd in den Signalspeichern 37 und 38 abgelegt werden. Der Kolben eines Zylinders erreicht während eines Arbeitszyklusses zweimal den oberen Totpunkt, nämlich zwischen Ausstoßtakt und Ansaugtakt bzw. zwischen Kompressionstakt und Arbeitstakt. D. h. in dem einen Signalspeicher werden die Signalverläufe der Primärspannung im Kompressionstakt und in dem anderen Signalspeicher die Signalverläufe im Ausstoßtakt abgelegt. Um ein sicheres Ergebnis zu garantieren, werden in den Signalspeichern eine bestimmte Anzahl n (z. B. $n = 1-10$) von Signalverläufen gespeichert. Sind beide Speicher 37 und 38 voll, so werden die Schalter 40 und 41 geschlossen und im Komparator 42 wird ein erster Vergleich durchgeführt. Hier wird entschieden, ob ein signifikanter Unterschied vorliegt. Bei einer negativen Entscheidung werden im Programmteil 49 die Signalspeicher gelöscht und die Signalerkennung beginnt erneut. Konnte ein signifikanter Unterschied ermittelt werden, so wird in 43 dieser Unterschied und das Vorzeichen $\text{sign}(\Delta n)$ nach der Formel $\Delta n = (U_p - U_{p+1})$ berechnet, d. h. es wird die Differenz und das Vorzeichen Δn zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalverläufen berechnet und zwischengespeichert. Jedesmal wenn in einem der Signalspeicher 37 und 38 ein neues Signal gespeichert wurde, wird in dem Programmteil 43 die Differenz Δn und das Vorzeichen $\text{sign}(\Delta n)$ neu berechnet. Somit wird am Komparator 42 die Differenz Δn einmal zwischen dem alten Signal des Kompressionstaktes und dem neuen Signal des Ausstoßtaktes und beim nächstenmal ein $\Delta(n+1)$ zwischen dem Signal des nun folgenden Kompressionstaktes und dem bereits einmal verwendeten Signal des Ausstoßtaktes berechnet. In einer anschließenden Abfrage 44 wird kontrolliert, ob diese Differenz Δn eine bestimmte Schwelle überschreitet, denkbar ist hierbei ein Mindestunterschied der Signalverläufe im Kompressions-beziehungsweise im Ausstoßtakt von mindestens 10 %. Ist dieser Mindestunterschied vorhanden, so kann ein Phasensignal für diesen Zylinder ermittelt werden. In einer Abfrage 45 wird nun geprüft, ob das Vorzeichen von Δn und $\Delta(n+1)$ verschieden ist. Ist dies nicht der Fall ($\text{sign} \Delta n - \text{sign}(\Delta n + 1) = 0$), so ist damit im Programmschritt 46 ein Phasensignal für die Kompressionstakt - Erkennung für den Zylinder 1 zu ermitteln, d. h. aus den unterschiedlichen Signalverläufen der in die Speicher 37, 38 eingelesenen Signale heraus erfolgt eine Zuordnung, ob die Zündung im Kompressionstakt oder im Ausstoßtakt erfolgte. Der beschriebene Programmablauf wird in allen Zylindern durchgeführt. Sollte bei den Fragegliedern 43, 45, 48 oder 50 eine negative Antwort vorliegen, so beginnt die Signalerkennung erneut.

Sobald im Frageglied 48 mindestens für zwei Zylinder ein Phasensignal auftritt, werden diese im Abfrageglied 50 auf Übereinstimmung mit der vorgegebenen Zündfolge hin geprüft. Stimmt die Phasensignalfolge mit der Zündfolge überein, wird über die Steuerlogik 3 für jeden Zylinder das gewonnene Phasensignal beim weiteren Betrieb des Motors zur Ansteuerung der Zündendstufen für den Einzelfunkbetrieb der Zündanlage im Kompressionstakt und zur Ansteuerung der Kraftstoffzufuhr für jeden Zylinder verwendet, d. h. die Zündfunken im Ausstoßtakt werden abgeschaltet.

In Figur 4 ist der Programmablaufplan zur Erkennung des Zünd- und Explosionserkennungssignals (Zündereignisdiagnose) dargestellt, das bei korrektem Betrieb des Motors zur Ansteuerung der Zündendstufen bzw. bei Störungen an bestimmten Zylindern zur Abschaltung der Zündung und Kraftstoffzufuhr an diesen Zylindern verwendet werden kann.

Das Zündsignal T_s beginnt gemäß Figur 2 zu einem Zeitpunkt t_0 . Nach einer kurzen Zeitverzögerung öffnet ein Meßfenstergenerator 51 zum Zeitpunkt t_1 , d. h. er schließt einen Schalter 52. Die Verzögerung ist notwendig, um das Überspringen der Primärspannung zwischen t_0 und t_1 zu eliminieren. Der Schalter 52 öffnet wieder, wenn im Frageglied 53 festgestellt wird, daß $\frac{U(t)}{dt} = \text{konstant}$ ist, oder falls dieser Fall nicht eintritt, nach einer Zeit $T_{\max}$ (etwa 2 ms). Der Zeitpunkt, zu dem das Meßfenster geschlossen wird, ist der Zeitpunkt t_4 . Jedoch ist der effektive Nutzbereich des Meßfensters, wie zu Figur 1 ausgeführt, um eine Zeitspanne T_2 kürzer, um das Überspringen am Funkenende zu eliminieren. Dieser Nutzbereich $T_{\max} - T_2$ wird im Programmschritt 54 berechnet, wobei T_2 die Zeitspanne umfaßt, in der das Überspringen auftritt. Nach dem Ermitteln des effektiven Meßfensterzeitabschnittes $t_2 - t_1$ wird im Programmschritt 55 die mittlere primärseitige Zündspannung

$$U_z = \frac{t_1 \int_{t_2}^{t_2+T_2} U_p dt}{t_2 - t_1}$$

55

während dieses Nutzbereiches berechnet. Parallel dazu werden im Schritt 56 Augenblickswerte der Spannung U_p erfaßt und im Schritt 57 zwischengespeichert.

Nach dem Ermitteln der mittleren Primärzündspannung U_z wird im Frageglied 58 untersucht, ob zum Zeit-

punkt t_4 ein Spannungssprung ΔU bezüglich der mittleren Zündspannung U_z vorliegt. Dabei sollte dieser Spannungssprung beim Auftreten eines Zündfunken mindestens einen Wert U_{s1} von 5 V betragen. Solche Vergleichsspannungen U_{s1} bis U_{s5} (wie sie weiter unten noch erwähnt werden) sind von Motorzustandskriterien abhängige festgelegte Vergleichsspannungswerte, die in einem Speicher der Auswertelogik 2 abgelegt sind.

Konnte ein Zündfunke erkannt werden, so wird im Programmschritt 59 untersucht, ob der Zündfunke auch zu einer Gasexplosion geführt hat. Dazu werden im Frageglied 59 die Spannungswerte zu Beginn t_1 und am Ende t_2 des Zündfunken verglichen. Ist die Differenz dieser beiden Spannungswerte größer als eine Vergleichsspannung U_{s2} (z.B. ca. 20 V), so erfolgte die Zündung in einer Verdichtung ohne Kraftstoffzufuhr, was bedeutet, daß im Programmschritt 60 erkannt wird, daß keine Gasexplosion erfolgte. Im anderen Fall wird im Programmschritt 61 ein ordnungsgemäßer Explosionsverlauf erkannt. Die Information der fehlenden Gasexplosion - Programmschritt 60 - wird über eine Fehleranzeige 69 an die Steuerlogik 3 weitergegeben.

Konnte bei der Abfrage 58 kein Zündfunke erkannt werden, so wird in den Programmschritten 62, 63 und 64 nach der Fehlerursache gesucht. In der Abfrage 62 wird untersucht, ob die mittlere Zündspannung U_z kleiner als eine Vergleichsspannung U_{s3} (z. B. 2 V) war; sollte dies der Fall sein, so wird im Programmschritt 66 sekundärseitig eine Leitungsunterbrechung erkannt. Ist die primärseitige Zündspannung U_z dem Spannungswert zum Zeitpunkt t_3 gleich ($U_z = U(t_3)$), so handelt es sich um einen primärseitigen Kurzschluß, der im Programmschritt 67 angezeigt wird. Ein sekundärseitiger Kurzschluß liegt vor, wenn die Differenz der Zündspannung U_z und der Spannung $U(t_3)$ kleiner als ein Vergleichswert U_{s4} (z. B. 5 V) ist ($U_z - U(t_3) < U_{s4}$). Die Spannungswerte $U(t_1)$, $U(t_2)$ und $U(t_3)$, die im Speicher 57 abgelegt werden, werden im Programmschritt 56 durch Spannungsmessung zu den Zeiten t_1 , t_2 , t_3 gewonnen und in der Ablauflogik bei Bedarf dem Speicher entnommen.

Die in den Programmschritten 60, 66, 67 und 68 erhaltenen Informationen über die Fehlerursache wird an die Fehleranzeige 69 weitergegeben und führen in der Steuerlogik 3 zu den entsprechenden Maßnahmen, z. B. Abschalten des fehlerhaft arbeitenden Zylinders. Die oben erwähnten Vergleichsspannungen sind für jeden Fahrzeugtyp zu ermitteln und entsprechend in der Steuerlogik abzuspeichern. Für ein Fahrzeug wurden diese Vergleichswerte auf einem Prüfstand ermittelt, sie betragen z. B. $U_{s1} = 10$ V, $U_{s2} = 20$ V, $U_{s3} = 2$ V und $U_{s4} = 5$ V.

Diese Ablauflogik der Zündereignisdiagnose wird für alle Zylinder angewandt. Wenn in einem Zylinder ein Fehler ermittelt wurde, so wird eine Fehleranzeige betätigt und an dem entsprechenden Zylinder die Einspritzung und Zündung abgeschaltet, um einen unzulässigen Schadstoffausstoß zu vermeiden.

Bei der Erkennung eines fehlerhaften Zündsignals kann in periodischen Abständen die Zündung ohne Einspritzung eingeschaltet werden, um zu testen, ob die Zündung wieder funktioniert (z. B. durch Freibrennen der Zündkerze). Sollte dabei wieder ein ordnungsgemäßer Zündfunke aufgetreten sein, kann die Einspritzung wieder zugeschaltet werden.

Um eine sichere Signalgewinnung zu gewährleisten, kann das beschriebene Verfahren zu Figur 4 auch mit anderen Verfahren und Systemen zur Zündereignisdiagnose (z. B. Laufunruheerkennung der Kurbelwelle) kombiniert werden. Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Erkennung einer fehlenden Gasexplosion nicht in allen Betriebspunkten eines Motors sicher möglich ist.

Patentansprüche

1. Zündanlage eines Viertakt-Ottomotors mit ruhender Zündverteilung, bei der jedem Zylinder eine Zündkerze, eine Zündspule und eine Endstufe einer Steuerschaltung der Zündanlage zum Einzelfunkenbetrieb zugeordnet ist, wobei zur Funktionsüberwachung für jeden Zündvorgang der zeitliche Verlauf der Zündspannung (U_p) primärseitig erfaßt und ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei Arbeitsbeginn des Motors durch den Vergleich zweier aufeinanderfolgender Zündereignisse eines jeden Zylinders, d. h. jeweils einmal bei Zündung im Ausstoßtakt bzw. im Kompressionstakt, ein Phasensignal für die Kompressionstakt-Erkennung gewonnen wird.
2. Zündanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Zylinder das gewonnene Phasensignal beim weiteren Betrieb des Motors zur Ansteuerung seiner Endstufen für den Einzelfunkenbetrieb der Zündanlage und zur Ansteuerung der Kraftstoffzufuhr verwendet wird.
3. Zündanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Zylinder bei jedem Zündereignis ein Zünd- und Explosionserkennungssignal durch den Vergleich von momentan gemessenen Spannungswerten mit bei ordnungsgemäßigem Zünd- und Explosionsverlauf gemessenen und in einem Speicher abgelegten Spannungswerten, gewonnen wird.

4. Zündanlage nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem fehlerhaften Zünd- und Explosionserkennungssignal in der Steuerlogik der Fehler angezeigt und der betreffende Zylinder abgeschaltet wird.
- 5 5. Zündanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Abschalten eines Zylinders periodisch Test-Zündfunken an den betreffenden Zylinder abgegeben werden und bei ordnungsgemäßigem Zündereignis der Zylinder wieder zugeschaltet wird.
6. Zündanlage nach Anspruch 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Funktionsüberwachung zusätzlich zur primärseitigen Erfassung und Auswertung der Zündspannung auch weitere Überwachungssysteme vorgesehen sind.

Claims

- 15 1. Ignition system of a four-stroke spark-ignition internal-combustion engine with constant spark distribution in which each cylinder is assigned a spark plug, an ignition coil and an output stage of a control circuit of the ignition system for single-spark operation, the variation of the ignition voltage (U_p) over time being measured and evaluated on the primary side for the purpose of function monitoring for each ignition process, characterized in that at the start of the operation of the engine a phase signal is acquired for the detection of the compression stroke by means of the comparison of two successive ignition events of each cylinder (i.e. in each case once when ignition occurs in the exhaust stroke or in the compression stroke).
- 20 2. Ignition system according to Claim 1, characterized in that as the engine continues to operate the acquired phase signal is used for each cylinder to actuate its output stages for single-spark operation of the ignition system and to actuate the supply of fuel.
- 25 3. Ignition system according to Claim 1, characterized in that an ignition and explosion detection signal is acquired for each cylinder at each ignition event by the comparison of instantaneously measured voltage values with voltage values which are measured during a correct progression of ignitions and explosions and stored in a memory.
- 30 4. Ignition system according to Claims 1 and 3, characterized in that when the ignition and explosion detection signal in the control logic is faulty the fault is indicated and the respective cylinder is switched off.
- 35 5. Ignition system according to Claim 4, characterized in that after a cylinder is switched off test ignition sparks are periodically output to the respective cylinder and when the ignition event is correct the cylinder is connected up again.
- 40 6. Ignition system according to Claims 1, 3 and 4, characterized in that, for the purpose of function monitoring, further monitoring systems in addition to the primary-side measuring and evaluation of the ignition voltage are also provided.

Revendications

- 45 1. Installation d'allumage d'un moteur à essence à quatre temps, à distribution d'allumage fixe, dans laquelle à chaque cylindre est associée une bougie d'allumage, une bobine d'allumage et un étage de puissance d'un circuit de commande de l'installation d'allumage pour le fonctionnement séparé de l'allumage, et pour surveiller le fonctionnement, pour chaque phase d'allumage, on détecte le profil dans le temps de la tension d'allumage (U_p) du côté du primaire et on exploite ce signal, installation caractérisée en ce que'au début du fonctionnement du moteur, par la comparaison de deux événements d'allumage successifs dans chaque cylindre, c'est-à-dire chaque fois l'allumage d'une part dans la phase de refoulement et d'autre part, dans la phase de compression, on obtient un signal de phase pour détecter la phase de compression.
- 50 2. Installation d'allumage selon la revendication 1, caractérisée en ce que, pour chaque cylindre, on utilise le signal de phase obtenu pour la suite du fonctionnement du moteur pour commander les étages de puissance pour le fonctionnement d'allumage séparé de l'installation d'allumage et pour commander l'alimen-
- 55

tation en carburant.

- 5 **3.** Installation d'allumage selon la revendication 1, caractérisée en ce que pour chaque cylindre, à chaque événement d'allumage, on forme un signal d'allumage et de reconnaissance d'explosion par la comparaison des valeurs de tension mesurées instantanément et le profil d'allumage et d'explosion correct, et des valeurs de tension enregistrées réunies dans une mémoire.
- 10 **4.** Installation d'allumage selon les revendications 1 et 3, caractérisée en ce qu'en cas de signal défectueux d'allumage et de détection d'explosion, on affiche le défaut dans la logique de commande et on coupe le cylindre concerné.
- 15 **5.** Installation d'allumage selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'après la coupure d'un cylindre, on émet périodiquement des étincelles d'allumage de test pour le cylindre concerné et on remet en route le cylindre lorsque l'événement d'allumage est correct.
- 20 **6.** Installation d'allumage selon les revendications 1, 3 et 4, caractérisée en ce, que pour contrôler le fonctionnement, en plus de la détection du côté primaire et de l'exploitation de la tension d'allumage, on prévoit également d'autres systèmes de surveillance.

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

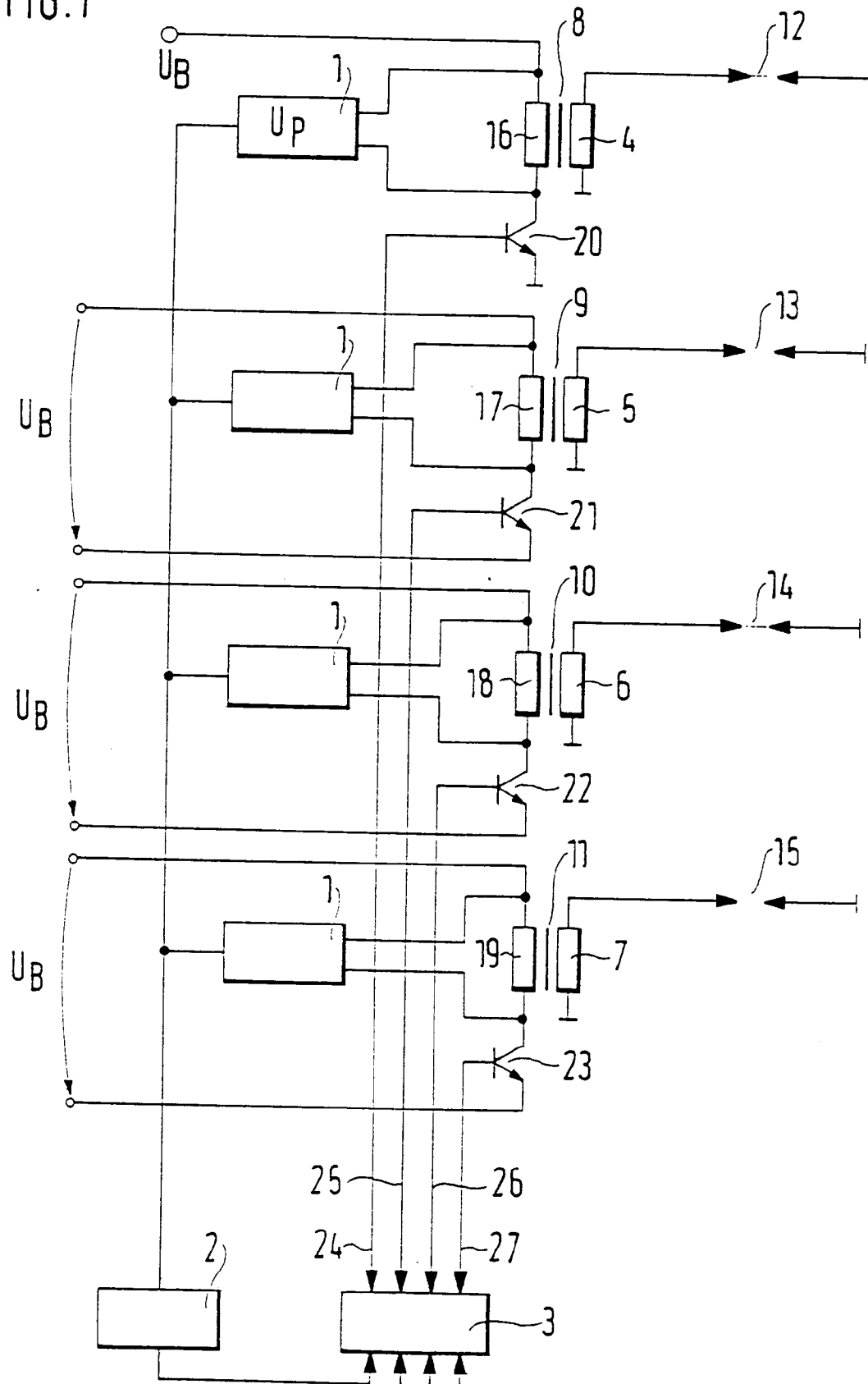


FIG. 2

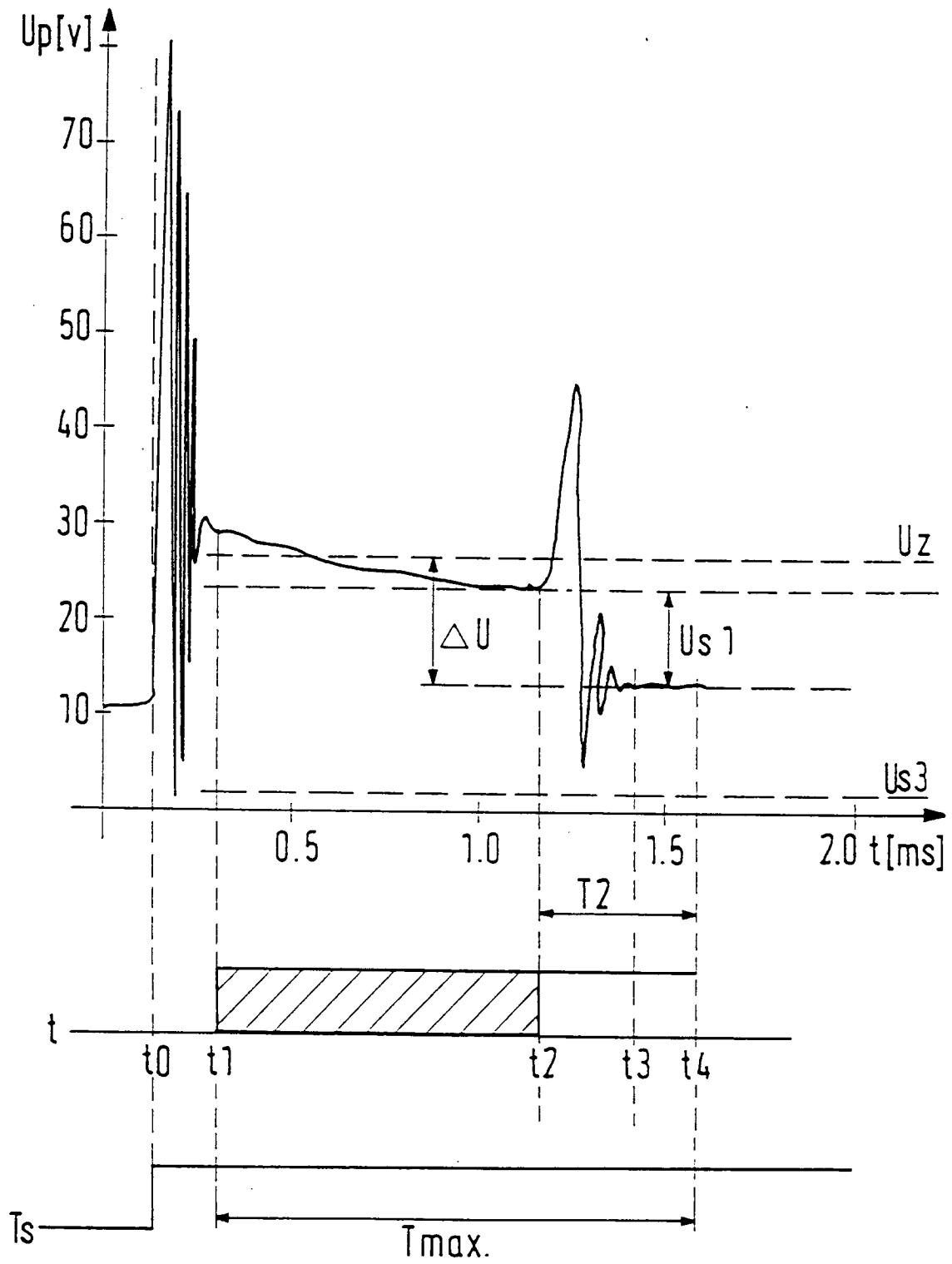


FIG. 3

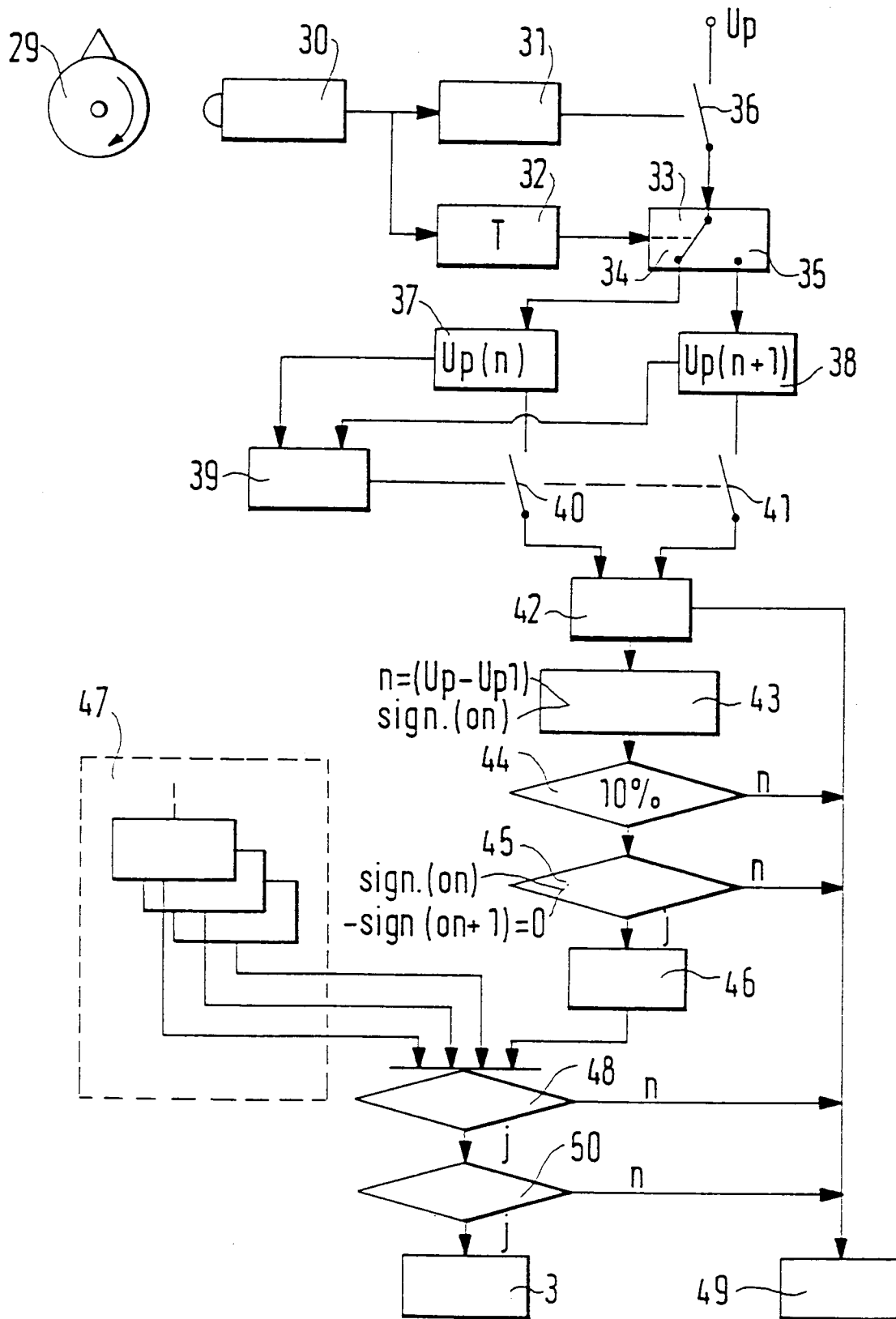


FIG. 4

