

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 448 566 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **25.05.94** 51 Int. Cl.⁵: **F02P 7/03, F02P 3/045**

21 Anmeldenummer: **89912393.9**

22 Anmeldetag: **15.11.89**

86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE89/00714

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 90/07057 (28.06.90 90/15)

54 **VERFAHREN ZUR STEUERUNG DER ZÜNDUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE.**

30 Priorität: **13.12.88 DE 3841862**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.91 Patentblatt 91/40

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
25.05.94 Patentblatt 94/21

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 113 894 EP-A- 0 170 064
EP-A- 0 259 986 US-A- 4 112 895
US-A- 4 265 211 US-A- 4 327 687
US-A- 4 378 779 US-A- 4 380 980

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

72 Erfinder: **ZIMMERMANN, Jürgen**
Frankenstra e 38
D-7141 Schwieberdingen(DE)
Erfinder: **BAUER, Bernard**
Adlerstr. 23
D-7259 Friolzheim(DE)

EP 0 448 566 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1 sowie ein Steuergerät für die Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine gemäß Oberbegriff des Anspruchs 8.

Bei bekannten Verfahren zur Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine bzw. bei bekannten Zündsteuergeräten werden die einzelnen Zündkerzen über einen Verteiler angesteuert. Wenn die Brennkraftmaschine viele Zylinder aufweist, und bei hohen Drehzahlen reicht der Schließwinkel häufig nicht mehr aus, die Spule ausreichend zu laden.

Daher wurde versucht, mit einer sogenannten ruhenden Verteilung, die ohne einen rotierenden Verteilerfinger auskommt, die Schließwinkel auch bei hohen Drehzahlen zu verlängern. Dabei wurden Einzelfunkenspulen verwendet, die jeweils einer Zündkerze zugeordnet waren. Bei einer derartigen Steuerung ist es jedoch problematisch, wenn gleichzeitig mehr als eine Spule geladen werden soll. Es bedarf eines großen Steueraufwands, einen derartigen Betriebsfall zu ermöglichen. Zündsteuergeräte, die übelappende Schließwinkel zulassen, müssen mit ebenso vielen Zählern versehen werden, wie Zündspulen angesteuert werden sollen. Dies hat den Nachteil, daß die Steuergeräte nicht nur sehr groß, sondern auch sehr teuer werden. Überdies wird die Rechenzeit für Steuerprogramme, die bei derartigen Steuergeräten vorgesehen werden müssen, sehr lang. Dadurch werden andere Funktionen, die das Gerät ebenfalls übernehmen muß, beeinträchtigt.

Aus der US-A-265 211 ist eine Brennkraftmaschine mit ruhender Hochspannungsverteilung bekannt, wobei die Zündung an einer Zündspule durch die Verwendung eines Zählers, dessen Inhalt in Abhängigkeit eines winkelabhängigen Taktsignals verändert wird, realisiert wird. Zur Realisierung des Ladebeginns an den einzelnen Zündspulen werden mehrere Zähler und Register benötigt, so daß dies Schaltung relativ komplex ist.

Vorteile der Erfindung

Das Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit den in Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen hat demgegenüber den Vorteil, daß mit einem relativ einfach aufgebauten Steuergerät insbesondere auch Brennkraftmaschinen mit mehr als 6 Zylindern auch bei sehr hohen Drehzahlen problemlos angesteuert werden können. Besonders vorteilhaft ist es, daß für alle Zündspulen lediglich ein erstes Zählmittel bzw. erster Zähler für den

Zündzeitpunkt und ein zweites Zählmittel bzw. ein zweiter Zähler für den Beginn des Ladevorgangs der Zündspulen erforderlich sind. Obwohl nicht jeder einzelnen Zündspule ein eigener Zähler zugeordnet ist, kann ohne weiteres eine Schließwinkelüberlappung realisiert werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Zählerstand des zweiten Zählers in Abhängigkeit von einem winkelabhängigen Taktsignal schrittweise reduziert. Dem zweiten Zähler wird jeweils ein der nächsten zu ladenden Zündspule entsprechender Anfangswert eingegeben. Der Ladevorgang dieser Spule wird eingeleitet, sobald der Zählerstand des zweiten Zählers den Wert NULL annimmt. Je höher der eingegebene Anfangswert ist, desto später wird der Ladevorgang der nächsten Spule begonnen. Durch die Wahl des Anfangswerts kann also der Beginn des Ladevorgangs gesteuert werden. Dabei zeigt sich auch, daß diese Art der Steuerung besonders einfach durchführbar ist.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß der einer Spule zugehörige Anfangswert eine oder mehrere, vorzugsweise zwei Kurbelwellenumdrehungen im voraus berechnet wird aus der Gleichung

$$A1 = 720^\circ - (A2R + A3 + A4 + \dots + An + \alpha_{s1}).$$

Mit A1 wird der Abstand bis zum Beginn des Ladevorgangs der Spule 1, mit α_{s1} der Schließwinkel der Spule 1, mit A2R der Rest-Abstandswert, der für die zweite Spule im zweiten Zähler gespeichert ist, während der Zündzeitpunkt der ersten Spule erreicht ist. Entsprechend werden mit A3, A4 und An die Abstandswerte der Spulen 3, 4 und n bezeichnet. Aus der Gleichung ist ersichtlich, daß der Aufwand zur Bestimmung des nächsten Abstandswerts einer Spule relativ gering ist, daß also das Steuerverfahren sehr einfach ist.

Weitere Vorteile des Verfahrens ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Das erfindungsgemäße Steuergerät für die Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine mit den in Anspruch 6 aufgeführten Merkmalen hat gegenüber bekannten Zündsteuergeräten den Vorteil, daß es bei einer beliebigen Zahl der ansteuerbaren Zylinder lediglich zwei Zähler aufweist. Der erste Zähler dient der Auslösung des Zündvorgangs und der zweite Zähler der Einleitung eines Ladevorgangs einer Spule.

Weitere Ausgestaltungen des Zündsteuergeräts ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 ein Steuerdiagramm für eine Brennkraftmaschine mit sechs Zylindern;
 Figur 2 ein Blockschaltbild einer Zündsteuerung und
 Figur 3 ein Flußdiagramm für das Steuerverfahren.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist über dem Kurbelwellenwinkel α der Spannungsverlauf an sechs Einzelfunkenspulen eines Zündsteuergeräts für eine Brennkraftmaschine mit sechs Zylindern dargestellt. Dabei ist der Spannungsverlauf an der Spule des sechsten Zylinders in Figur 1 an unterster Stelle angeordnet. Es ist deutlich erkennbar, wie die Spannung an den einzelnen Spulen ansteigt und schlagartig abfällt, wenn eine zugehörige Zündkerze angesteuert wird.

Das Diagramm in Figur 1 soll keinen realistischen Betriebsfall darstellen, vielmehr soll hier eine Schließwinkelüberlappung dargestellt werden, das heißt, der Betriebsfall, in dem mehrere Zündspulen gleichzeitig geladen werden. Von links nach rechts gesehen, ergibt sich eine Schließwinkelüberlappung zwischen der zweiten und dritten Spule und dann wieder zwischen der fünften und sechsten Spule. Im späteren Verlauf des Diagramms ergibt sich eine einfache Schließwinkelüberlappung zwischen der Spule 2 und 3 sowie zwischen der Spule 3 und 4. Später ergibt sich eine Mehrfachüberlappung des Schließwinkels bei der Spule 3,4 und 5, dann für die Spulen 4,5 und 6. Im weiteren Verlauf des Kurbelwinkels α ergibt sich eine weitere, einfache Schließwinkelüberlappung zwischen der ersten und sechsten Spule.

Um eine optimale Ladung der Spulen vor dem Zünden einer Zündkerze zu erreichen, muß für eine bestimmte Zeit der Ladevorgang aufrechterhalten werden. Diese Zeit ist im wesentlichen immer konstant. Für die über dem Kurbelwellenwinkel α dargestellten Spannungsverläufe an den Zündspulen ergibt sich, daß sich bei hohen Drehzahlen der Ladevorgang über einen größeren Winkelbereich erstreckt als bei niedrigeren Drehzahlen.

Dadurch erstrecken sich die in Figur 1 dargestellten Ladevorgänge über verschieden große Winkelbereiche.

Der Winkelbereich, während dessen eine Spule geladen wird, wird als Schließwinkel α_s bezeichnet. Er ist hier beispielhaft in den Spannungsverlauf der Spule 1 eingezeichnet.

Die Steuerung der Zündspulen wird hier folgendermaßen durchgeführt:

Der Zündzeitpunkt wird durch einen ersten Zähler

ausgelöst, der bei einer winkelsynchronen Bezugs-
 marke mit einem vorgegebenen Wert geladen wird. Dieser Wert wird durch ein winkelsynchrones Taktsignal schrittweise erniedrigt, bis der Wert NULL erreicht ist. Sobald dies der Fall ist, wird die Zündung der zugehörigen Zündkerze über eine geeignete Endstufe veranlaßt. Das Taktsignal kann hier beispielsweise mit Hilfe eines Geberrads erzeugt werden, welches mit sechzig Zähnen versehen ist. Die Zähne werden durch einen geeigneten Sensor abgetastet. Bei jeder negativen Flanke wird ein Impuls, ein Taktsignal, an den Zähler abgegeben und dessen Zählerstand um eine Stufe erniedrigt.

Um jeweils den korrekten Zeitpunkt für den Ladebeginn einer Spule bestimmen zu können, muß definiert und berechnet werden, in welchem Winkelabstand bei einer gegebenen Lage die nächste Spule geladen werden soll. Ausgangspunkt der Berechnung kann eine kurbelwellensynchrone Marke aber auch der Zündzeitpunkt einer Spule sein. Im folgenden soll beispielhaft die Berechnung zum Zündzeitpunkt der Spule 1 erfolgen.

Zur Bestimmung des Abstandes bis zum nächsten Betriebszustand "Spule laden" wird ein zweiter Zähler verwendet, dem immer dann, wenn ein Ladevorgang einer Spule eingeleitet wird, ein neuer Anfangswert für die nächste zu ladende Spule eingegeben wird. Der Zählerstand wird durch ein Winkelinkrement, also durch ein winkelsynchrones Taktsignal getaktet. Dadurch wird sein Zählerstand schrittweise reduziert. Das Taktsignal wird auch hier beispielsweise durch ein Geberrad erzeugt, dessen negative Flanken zur Taktung des Zählers herangezogen werden.

Wenn also dem zweiten Zähler ein hoher Anfangswert eingegeben wird, so dauert es länger, bis er durch das Taktsignal auf den Wert NULL heruntergezählt hat. Der Kurbelwinkelbereich bis zum Laden der nächsten Spule nach dem Zünden der vorangehenden Spule ist also größer, wenn ein hoher Anfangswert in den zweiten Zähler eingegeben wird. Dadurch verkürzt sich der Winkelbereich für den Ladevorgang dieser Spule.

Dies soll nun anhand von Figur 1 näher erläutert werden.

Der zweite Zähler wird zu Beginn eines Zyklus mit einem Anfangswert A1 geladen. Der Zählerstand wird durch das Taktsignal sukzessive reduziert, bis der Wert NULL erreicht ist. In diesem Moment wird der Ladevorgang der Spule 1 eingeleitet. In Figur 1 wird also die Spannung in der ersten Spule erhöht.

Sobald der zweite Zähler den Wert NULL erreicht hat, wird als nächster Anfangswert der Wert A2 geladen. Nachdem der zweite Zähler von diesem Anfangswert auf NULL heruntergetaktet wurde, wird der Ladevorgang der zweiten Spule eingeleitet. Der Spannungsanstieg in der zweiten Spule ist

aus Figur 1 deutlich ersichtlich. Sobald der zweite Zähler den Wert NULL erreicht hat, wird als nächster Anfangswert A3 eingegeben. Dieser Wert entspricht dem Winkelabstand bis zum Beginn des Ladevorgangs der Spule 3. Sobald der zweite Zähler von dem Anfangswert A3 auf NULL heruntergezählt hat, wird der Ladevorgang der dritten Spule eingeleitet. Es ist aus Figur 1 deutliche ersichtlich, daß die Spannung in der dritten Spule ansteigt, während die zweite Spule noch geladen wird. Es liegt hier also eine Schließwinkelüberlappung vor.

Anschließend wird in den zweiten Zähler der Anfangswert A4, dann A5 und schließlich A6 eingegeben.

Die verschiedene Anfangswerte A1 bis A6 werden in einen geeigneten Speicher, beispielsweise in einem RAM abgelegt.

Die Anfangswerte, aus denen also ersichtlich ist, in welchem Winkelabstand bei Beginn des Ladevorgangs einer Spule der Ladevorgang der nächsten Spule eingeleitet wird, werden im voraus berechnet. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Berechnung der Anfangswerte A1 bis A6 720° im voraus. Dabei entsprechen 720° einem Zyklus.

Wenn die Berechnung der einzelnen Anfangswerte einen vollen Zyklus im voraus erfolgt, können maximal n-1 Schließwinkelüberlappungen auftreten, wobei n der Zahl der Zylinder entspricht. Um eine bessere Dynamik des Verfahrens zu erreichen, kann die Berechnung der Anfangswerte auch zu einem anderen Zeitpunkt, etwa nur 360° im voraus erfolgen. Dadurch wird jedoch die Zahl der möglichen Schließwinkelüberlappungen reduziert.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel waren die Anfangswerte A1, A2, ..., A6 schon berechnet und in einem Speicher abgelegt worden. Es geht nun also darum, die neuen Anfangsabstände A1 bis A6 für die folgenden Zündvorgänge zu berechnen. Dies soll im folgenden anhand des Anfangswerts A1 für die Spule 1 geschehen:

Die Berechnung des neuen Anfangswerts A1 erfolgt nach folgender Gleichung

$$A1 = 720^\circ - (A2R + A3 + A4 + A5 + A6 + \alpha_{s1}).$$

Wie oben gesagt, wird bei diesem Ausführungsbeispiel davon ausgegangen, daß der Anfangswert A1 bei dem Zündvorgang der Spule 1 bestimmt wird. Ähnlich wird der Anfangswert A2 bei dem Zündvorgang der Spule 2 berechnet und so weiter.

Aus der Darstellung in Figur 1 ist ersichtlich, daß mit Beginn des Ladevorgangs der Spule 1 der Anfangswert A2 in den zweiten Zähler eingegeben wird. Der Zähler wird durch das winkelsynchrone Taktsignal heruntergezählt. Er hat im Moment der

Zündung der Spule 1 einen Restzählerstand A2R erreicht.

In Figur 1 sind die Anfangsabstände A1 bis A6 oberhalb von den Spannungsverläufen an den Spulen 1 bis 6 dargestellt. Von dem ersten Zündvorgang links im Diagramm der Spule 1 bis zum darauffolgenden Zündvorgang finden zwei Kurbelwellenumläufe statt. Auf der horizontal verlaufenden Winkelachse hat also eine Verschiebung um einen Zyklus, also um 720° stattgefunden. Es ist nun ersichtlich, daß der nächstfolgende Anfangswert A1 der Spule 1 dadurch errechnet werden kann, daß von der vollen Periode der Restlaufwert der zweiten Spule A2R, der Anfangswert A3, sowie die Anfangswerte A4, A5 und A6 abgezogen werden. Schließlich wird noch der Schließwinkel der ersten Spule α_{s1} subtrahiert.

Der neu berechnete Anfangswert A1 für die Spule 1 wird in den Speicher für die Anfangswerte abgelegt.

Auf ähnliche Weise kann nun der Anfangswert A2 für die Zweite Spule berechnet werden. Allerdings ist aus Figur 1 ersichtlich, daß der Anfangswert A3 schon ganz abgelaufen ist, während der Zündvorgang der zweiten Spule eingeleitet wird. Es ist hier daher die Restlaufzeit A4R der vierten Spule in der Gleichung zu berücksichtigen, die folgendermaßen lautet:

$$A2 = 720^\circ - (A3 + A4R + A5 + A6 + A1 + \alpha_{s2}).$$

Die Schließwinkel α_s der einzelnen Spulen sind ebenfalls in einem geeigneten Speicher abgelegt. Diese Werte können dann ohne weiteres für die Berechnung der verschiedenen Anfangswerte abgerufen werden.

Aus dem oben Gesagten ergibt sich, daß Fehler bei der Berechnung eines Anfangswertes sich nur innerhalb einer Periode auswirken. Zu Beginn der nächsten Periode werden die Anfangswerte A1 bis A6 neu berechnet, vorangegangene Fehler wirken sich damit nicht mehr aus. Es zeigt sich also, daß dieses Verfahren bzw. ein nach diesem Verfahren arbeitendes Zündsteuergerät sehr unanfällig gegen Störungen ist. Eine Überwachung der Berechnung kann daher entfallen.

Es zeigt sich auch, daß der zweite Zähler, der bei diesem Ausführungsbeispiel ausgehend von einem vorgegebenen Anfangswert abwärts zählt auch aufwärtszählend ausgelegt werden kann. Der Ladebeginn einer Spule muß jeweils dann ausgelöst werden, wenn der zugehörige Anfangswert der entsprechenden Spule erreicht ist. Auf jeden Fall sind Komparatoren nötig, die feststellen, ob der zweite Zähler den Wert NULL oder den vorgegebenen Anfangswert erreicht hat. Wenn dies der Fall ist, wird der entsprechende Ladevorgang ausge-

löst.

Aus der Darstellung in Figur 1 ist auch ersichtlich, daß das Verfahren nicht auf Brennkraftmaschinen mit sechs Zylindern beschränkt ist. Die Zahl der Zylinder ist also beliebig. Überdies kann das hier beschriebene Verfahren nicht nur auf ruhende Zündverteilung sondern auch auf sogenannte Zweikreisverteilungen bzw. Verteiler mit rotierenden Systemen übertragen werden. Es ist auch bei Doppelfunkenspulen verwendbar.

Ein nach diesem Verfahren arbeitendes Zündsteuergerät wird nunmehr anhand von Figur 2 erläutert, die ein Blockdiagramm einer derartigen Steuerung wiedergibt.

Beispielsweise mit einem winkelsynchron umlaufenden Geberrad 1 wird ein Winkelinterrupt-Signal bzw. ein Winkelinkrement erzeugt, daß an einem ersten Zähler 3 sowie an einen zweiten Zähler 5 weitergeleitet wird. Es wurde oben dargelegt, daß der Zündzeitpunkt mit Hilfe des ersten Zählers 3 festgelegt wird. Er wird mit einem Anfangswert geladen, der bei Erreichen einer winkelfesten Bezugsmarke schrittweise auf NULL reduziert wird. Sobald der Wert NULL erreicht ist, wird der Zündvorgang ausgelöst, indem ein Signal an einen ersten Pointer 7 abgegeben wird, der ein Ausgangssignal an eine Endstufe 9 abgibt, die die zugehörige Zündkerze zündet. Gleichzeitig gibt der erste Pointer 7 ein Signal x an ein dem zweiten Zähler 5 zugeordnetes Register 11 ab. Dieses Signal stellt sicher, daß ein in dem Addierer 13 berechneter Wert in der richtigen Speicherzelle abgelegt wird.

Nach dem oben Gesagten wird auch deutlich, daß der zweite Zähler 5 mit Hilfe der Signale des Geberrads ausgehend von einem Anfangswert schrittweise abwärts gezählt wird, bis der Wert NULL erreicht ist.

Im Register 11 sind die Adressen für die Anfangswerte A1 bis A6 angedeutet.

Der Addierer 13 dient der Berechnung der Anfangswerte nach der oben angegebenen Gleichung. Die Berechnung findet immer dann statt, wenn der erste Zähler 3 den Wert NULL erreicht und einen Zündvorgang ausgelöst hat. Wenn also in Figur 1 die Spule 1 einen Zündvorgang ausgelöst hat, wird der nächste Anfangswert A1 berechnet und in dem Register 11 an der Stelle abgelegt, der für den Aufruf des nächsten Wertes A1 zuständig ist. Die Speicherung an der richtigen Adresse wird durch das Ausgangssignal x des ersten Pointers 7 sichergestellt.

Sobald der zweite Zähler 5 aufgrund der Taktsignale des Geberrads 1 ausgehend von einem Anfangswert A den Wert NULL erreicht hat, wird der nächste Ausgangswert in den zweiten Zähler 5 geladen. Durch ein Ausgangssignal y des zweiten Zählers 5 an einen zweiten Pointer 15 wird sicher-

gestellt, daß der richtige Ausgangswert in den zweiten Zähler geladen wird. Gleichzeitig wird das Ausgangssignal y des zweiten Pointers 15 an die Endstufenansteuerung 9 des Steuergeräts abgegeben, damit die richtige Spule mit dem Ladevorgang beginnt.

Das erfindungsgemäße Verfahren und das Zündsteuergerät zur Ausführung dieses Verfahrens werden anhand von Figur 3 nochmals erläutert. Um das Verständnis zu erleichtern, sind gleiche Teile in Figur 2 und 3 mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Aus dem Flußdiagramm in dieser Figur ergibt sich, daß ein Winkelinterrupt-Signal 1 einem ersten Zähler 3 zugeleitet wird.

Durch das Winkelinterrupt-Signal des Geberrads 1 wird in einem ersten Schritt a der Zählerstand des ersten Zählers 3 um eine Stufe erniedrigt. In einem nächsten Schritt b wird abgefragt, ob der Zählerstand den Wert NULL erreicht hat. Wenn dies der Fall ist, wird in einem Schritt der nächste Anfangswert Ax nach der anhand von Figur 1 erläuterten Gleichung berechnet. Dieser Wert wird in dem zweiten Zähler 5 gespeichert. Gleichzeitig wird die zugehörige Zündkerze gezündet. Anschließend wird in einem Schritt d der erste Pointer 7 um eine Stufe also von x auf x + 1 verschoben.

In einem nächsten Schritt e wird der Zählerstand des zweiten Zählers 5 um eine Stufe erniedrigt. Dies wird unmittelbar ausgeführt, wenn in Schritt b festgestellt wurde, daß der auch als Zündungszähler bezeichnete erste Zähler 3 den Wert NULL angenommen hat.

Anschließend wird in einem Schritt f abgefragt, ob der zweite Zähler 5 den Wert NULL angenommen hat. Wenn dies der Fall ist, wird in einem nächsten Schritt g die zugehörige Spule gemäß dem zweiten Pointer 15 eingeschaltet und deren Ladevorgang begonnen.

In einem weiteren Schritt h wird der Inhalt der entsprechenden Speicherzelle im Register 11 in den zweiten Zähler 5 eingegeben.

Schließlich wird in Schritt i der zweite Pointer 15 um eine Stufe verschoben.

Nunmehr wird das Flußdiagramm von neuem durchlaufen. Wenn sich bei der Abfrage in Schritt f ergibt, daß der Zählerstand des zweiten Zählers den Wert NULL angenommen hat, wird unmittelbar das Flußdiagramm von vorne durchlaufen.

Nach allem ist ersichtlich, daß mit dem dargestellten Verfahren zur Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine und mit dem beschriebenen Zündsteuergerät eine einfache Lösung zur Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine auch bei überlappenden Schließwinkeln gefunden wurde. Das Zündsteuergerät zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß lediglich zwei Zähler für das Ein- und Ausschalten der Einzelfunkenspulen des Zünd-

geräts erforderlich sind. Dies bedeutet eine wesentliche Vereinfachung der Hardware und damit eine Verminderung der Störanfälligkeit des Geräts. Außerdem wurden die Kosten für ein derartiges Gerät deutlich gesenkt, da bei bekannten Geräten für jede Spule ein separater Zähler vorgesehen werden mußte.

Nach dem oben Gesagten ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Zählmittel bzw. Zähler nicht nur durch Hardware sondern auch durch geeignete Software realisierbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zündspulen, wobei jeder Zündspule wenigstens eine Zündkerze zugeordnet ist, sowie mit einem ersten Zählmittel (3), das bei einer winkelfesten Bezugsmarke ausgehend von einem vorgebbaren Wert mittels eines winkelabhängigen Taktsignals zur Auslösung der Zündung an einer Zündkerze der Brennkraftmaschine auf- oder abwärts gezählt wird, wobei über eine Zylindererkennung die zu zündende Zündkerze festgelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils der Ladebeginn an allen Zündspulen der Brennkraftmaschine mit Hilfe eines einzigen weiteren Zählmittels (5) ausgelöst wird, dessen Zählerstand in Abhängigkeit von dem winkelabhängigen Taktsignals geändert wird und daß bei jedem Auslösen eines Ladevorgangs an einer der Zündspulen jeweils ein Anfangswert vorgegeben wird, der dem zeitlichen Abstand von der Auslösung des Ladevorgangs dieser einen Zündspule bis zum Ladebeginn der laut Zündfolge nächsten Spule entspricht, und daß nach dem Abarbeiten des Ausgangswertes des weiteren Zählmittels (5) an dieser nächsten Zündspule der Ladevorgang beginnt. 15 20 25 30 35 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Zählmittel (5) in Abhängigkeit von dem Taktsignal abwärts zählt, und daß der Ladevorgang der Spule eingeleitet wird, wenn der Zählerstand den Wert NULL annimmt. 45
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Zählmittel mit dem der darauffolgenden Spule zugeordneten Anfangswert geladen wird, sobald es den Wert NULL erreicht hat. 50 55
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der einer Spule zugehörige Anfangswert für den einer Entla-

dung folgenden Ladebeginn bestimmt wird aus dem bei Erreichen des Zündzeitpunkts dieser Spule im zweiten Zählmittel vorhandenen Rest-Abstandswert der nachfolgenden Spule, und den Anfangswerten der übrigen Spulen, wobei der zu bestimmende Anfangswert im voraus berechnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der einer Spule zugehörige Anfangswert eine oder mehrere, vorzugsweise zwei Kurbelwellenumdrehungen im voraus berechnet wird aus der folgenden Gleichung

$$A_1 = 720^\circ - (A_{2R} + A_3 + A_4 + \dots + A_n + \alpha_{s1}),$$

wobei A_1 der Abstand bis zum Ladebeginn der Spule 1, α_{s1} der Schließwinkel der zugehörigen Spule 1, A_{2R} der Rest-Abstandswert, der für die zweite Spule im zweiten Zähler bei Erreichen des Zündzeitpunktes der Spule 1 und $A_3, A_4 \dots A_n$ die Abstandswerte der Spulen 3, 4 bis n sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Pointer (15) vorgesehen ist, der die zu ladende Zündspule bestimmt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Pointer (15) bei Beginn des Ladevorgangs an einer Zündspule vom zweiten Zähler (5) ein Signal erhält und von einer Zündspule auf die nächste zu ladende Zündspule schaltet.
8. Steuergerät für die Steuerung der Zündung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zündspulen, wobei jeder Zündspule wenigstens eine Zündkerze zugeordnet ist, sowie mit einem ersten Zählmittel, das bei einer winkelfesten Bezugsmarke ausgehend von einem vorgebbaren Wert mittels eines winkelabhängigen Taktsignals zur Auslösung der Zündung an einer Zündkerze der Brennkraftmaschine auf- oder abwärts gezählt wird, wobei über eine Zylindererkennung die zu zündende Zündkerze festgelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Zählmittel (5), das in Abhängigkeit von dem winkelabhängigen Taktsignal auf- oder abwärts zählt, zur Steuerung des Ladebeginns der entsprechenden Zündspule bei Erreichen eines vorgegebenen Wertes des Zählerstandes des zweiten Zählmittels (5) vorgesehen ist und daß in das zweite Zählmittel bei Ladebeginn einer Zündspule ein dem Ladebeginn der nächsten zu ladenden Zündspule entsprechender Anfangswert geladen ist.

9. Steuergerät nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch ein Register für die dem zweiten Zählmittel einzugebenden Anfangswerte zur Steuerung des Ladebeginns der Zündspulen.

5

10. Steuergerät nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch einen Addierer (13) zur Berechnung des nächsten Anfangswertes für den Ladebeginn einer Zündspule nach deren Entladung.

10

Claims

1. Method for controlling the ignition of an internal combustion engine with a plurality of ignition coils, each ignition coil being assigned at least one spark plug, and having a first counting means (3) which is incremented or decremented at an angularly fixed reference mark starting from a predeterminable value by means of an angle-dependent clock signal in order to trigger ignition at a spark plug of the internal combustion engine, the spark plug to be fired being determined by means of a cylinder detection, characterized in that in each case the start of charging at all the ignition coils of the internal combustion engine is triggered with the aid of a single further counting means (5) whose counting state is changed as a function of the angle-dependent clock signal, and in that whenever a charging process is triggered at one of the ignition coils in each case one initial value is prespecified which corresponds to the time interval between the triggering of the charging process of this one ignition coil and the start of charging of the next coil according to the ignition sequence, and in that after the initial value of the further counting means (5) is processed the charging process begins at this next ignition coil.

15

20

25

30

35

40

2. Method according to Claim 1, characterized in that the second counting means (5) decrements as a function of the clock signal, and in that the charging process of the coil is initiated when the counter state assumes the value zero.

45

3. Method according to Claim 2, characterized in that the second counting means is loaded with the initial value assigned to the subsequent coil as soon as the said counting means has reached the value zero.

50

4. Method according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the initial value associated with a coil for the start of charging following a discharge is determined from the residual in-

55

terval value of the subsequent coil present in the second counting means when the ignition time of the first coil is reached, and from the initial values of the other coils, the initial value to be determined being calculated in advance.

5. Method according to Claim 4, characterized in that the initial value associated with one coil is calculated one or more, preferably two crank shaft revolutions in advance from the following equation

$$A1 = 720^\circ - (A2R + A3 + A4 + \dots + An + \alpha_{s1}),$$

A1 being the distance up to the start of charging of the coil 1, α_{s1} being the closing angle of the associated coil 1, A2R being the residual interval value, that for the second coil in the second counter when the ignition time of coil 1 is reached, and A3, A4 ... An being the interval values of coils 3, 4 to n.

6. Method according to Claim 1, characterized in that a pointer (15) is provided which determines the ignition coil to be charged.

7. Method according to Claim 6, characterized in that the pointer (15) receives a signal from the second counter (5) at the start of the charging process at an ignition coil and switches from one ignition coil to the next ignition coil to be charged.

8. Control device for controlling the ignition of an internal combustion engine with a plurality of ignition coils, each ignition coil being assigned at least one spark plug, and having a first counting means which is incremented or decremented at an angularly fixed reference mark starting from a predeterminable value by means of an angle-dependent clock signal in order to trigger ignition at a spark plug of the internal combustion engine, the spark plug to be fired being determined by means of a cylinder detection, characterized in that a second counting means (5) which increments or decrements as a function of the angle-dependent clock signal is provided for controlling the start of charging of the corresponding ignition coil when a prescribed value of the counting state of the second counting means (5) is reached, and in that an initial value which corresponds to the start of charging of the next ignition coil to be charged is loaded into the second counting means at the start of charging of an ignition coil.

9. Control device according to Claim 8, characterized by a register for the initial values, to be entered into the second counting means, for controlling the start of charging of the ignition coils. 5
10. Control device according to Claim 8 or 9, characterized by an adder (13) for calculating the next initial value for the start of charging of an ignition coil after its discharge. 10

Revendications

1. Procédé pour commander l'allumage d'un moteur à combustion interne avec plusieurs bobines d'allumage, à chaque bobine d'allumage étant associée au moins une bougie d'allumage, avec aussi un premier organe de comptage (3), qui dans le cas d'une marque de référence fixe de l'angle en partant d'une valeur prédéfinie, on compte en avant ou à rebours au moyen d'un signal de cadence fonction de l'angle pour déclencher l'allumage sur une bougie d'allumage du moteur à combustion interne, la bougie d'allumage à allumer étant déterminée au moyen d'une identification du cylindre, caractérisé en ce que respectivement le début de la charge est déclenché sur toutes les bobines d'allumage du moteur à combustion interne à l'aide d'un autre organe individuel de comptage (5), dont l'état de comptage est modifié en fonction du signal de cadence fonction de l'angle et en ce que lors de chaque déclenchement d'un processus de charge, on fournit à l'une des bobines d'allumage respectivement une valeur initiale, qui correspond à l'intervalle de temps depuis le déclenchement du processus de charge de l'une de ces bobines d'allumage jusqu'au début de la charge de la bobine suivante selon la suite des allumages et en ce que le processus de charge commence après la prise en charge de la valeur de départ de l'autre organe de comptage (5) sur cette bobine d'allumage suivante. 15
20
25
30
35
40
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième organe de comptage (5) compte en fonction du signal de cadence, et en ce que le processus de charge de la bobine est initié quand l'état du comptage prend la valeur ZERO. 45
50
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le second organe de comptage est chargé avec la valeur initiale associée à la bobine suivante, dès que la valeur ZERO a été atteinte. 55

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la valeur initiale correspondant à une bobine est déterminée pour le début de la charge faisant suite à une décharge, à partir de la valeur résiduelle de l'intervalle de la bobine suivante existant, quand on atteint l'instant de l'allumage de cette bobine, dans le deuxième organe de comptage et des valeurs initiales des bobines restantes, la valeur initiale à déterminer étant calculée auparavant. 10

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la valeur initiale correspondant à une bobine est calculée une ou plusieurs de préférence deux révolutions de l'arbre du vilebrequin auparavant à partir de l'équation suivante :

$$A1 = 720^\circ - (A2R + A3 + A4 + \dots + An + \alpha_{s1}),$$

équation dans laquelle A1 est l'intervalle jusqu'au début de la charge de la bobine 1, α_{s1} est l'angle de came de la bobine correspondante 1, A2R est la valeur résiduelle de l'intervalle, celle pour la seconde bobine dans le deuxième compteur quand on atteint l'instant d'allumage de la bobine 1 et A3, A4 ... An sont les valeurs des intervalles des bobines 3, 4 jusqu'à n.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on prévoit un compteur additionnel (15), qui détermine la bobine d'allumage à charger. 45
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le compteur additionnel (15) reçoit un signal au début du processus de charge sur une bobine d'allumage du deuxième compteur (5) et commande d'une bobine d'allumage à la bobine d'allumage suivante à charger. 50
8. Dispositif de commande pour la commande d'allumage d'un moteur à combustion interne avec plusieurs bobines d'allumage, à chaque bobine d'allumage étant associée au moins une bougie d'allumage, avec aussi un premier organe de comptage (3), qui dans le cas d'une marque de référence indépendante de l'angle en partant d'une valeur que l'on peut prédéfinir, on compte en avant ou à rebours au moyen d'un signal de cadence fonction de l'angle pour déclencher l'allumage sur une bougie d'allumage du moteur à combustion interne, la bougie d'allumage à allumer étant déterminée au moyen d'une identification du 55

cylindre, caractérisé en ce que l'on prévoit un deuxième organe de comptage (5) qui compte, en fonction du signal de cadence dépendant de l'angle, en avant ou à rebours pour commander le début de la charge de la bobine d'allumage correspondante quand l'état du comptage du second organe de comptage (5) atteint une valeur prédéfinie et en ce que l'on charge une valeur initiale, correspondant au début de la charge de la bobine suivante à charger, dans le second organe de comptage lors du début de la charge d'une bobine d'allumage.

5

10

9. Dispositif de commande selon la revendication 8, caractérisé par un enregistreur pour les valeurs initiales à fournir au deuxième organe de comptage pour commander le début de la charge des bobines d'allumage.

15

20

10. Dispositif de commande selon la revendication 8 ou 9, caractérisé par un totalisateur (13) servant à calculer la valeur suivante initiale pour le début d'une bobine d'allumage après sa décharge.

25

30

35

40

45

50

55

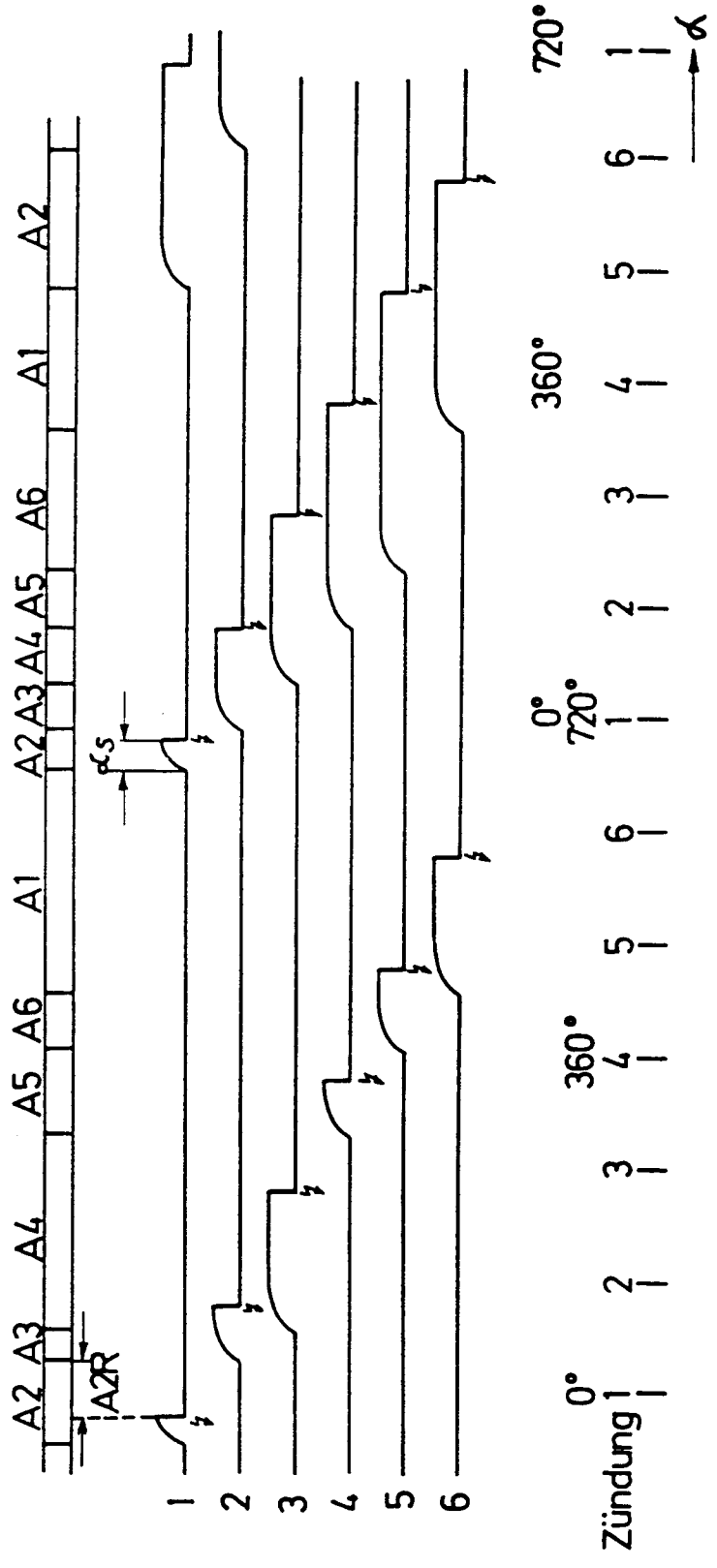


Fig. 1

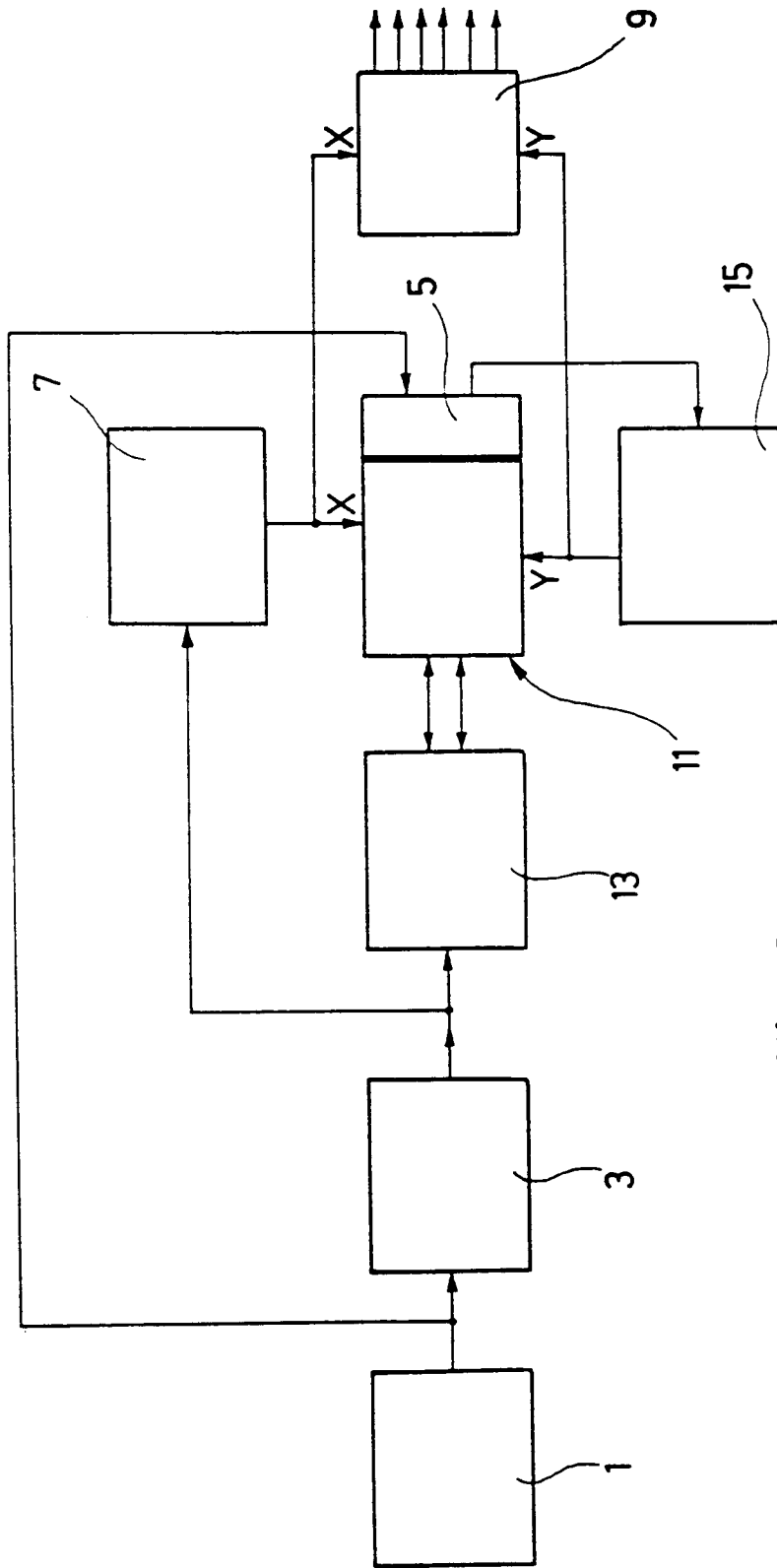


Fig. 2

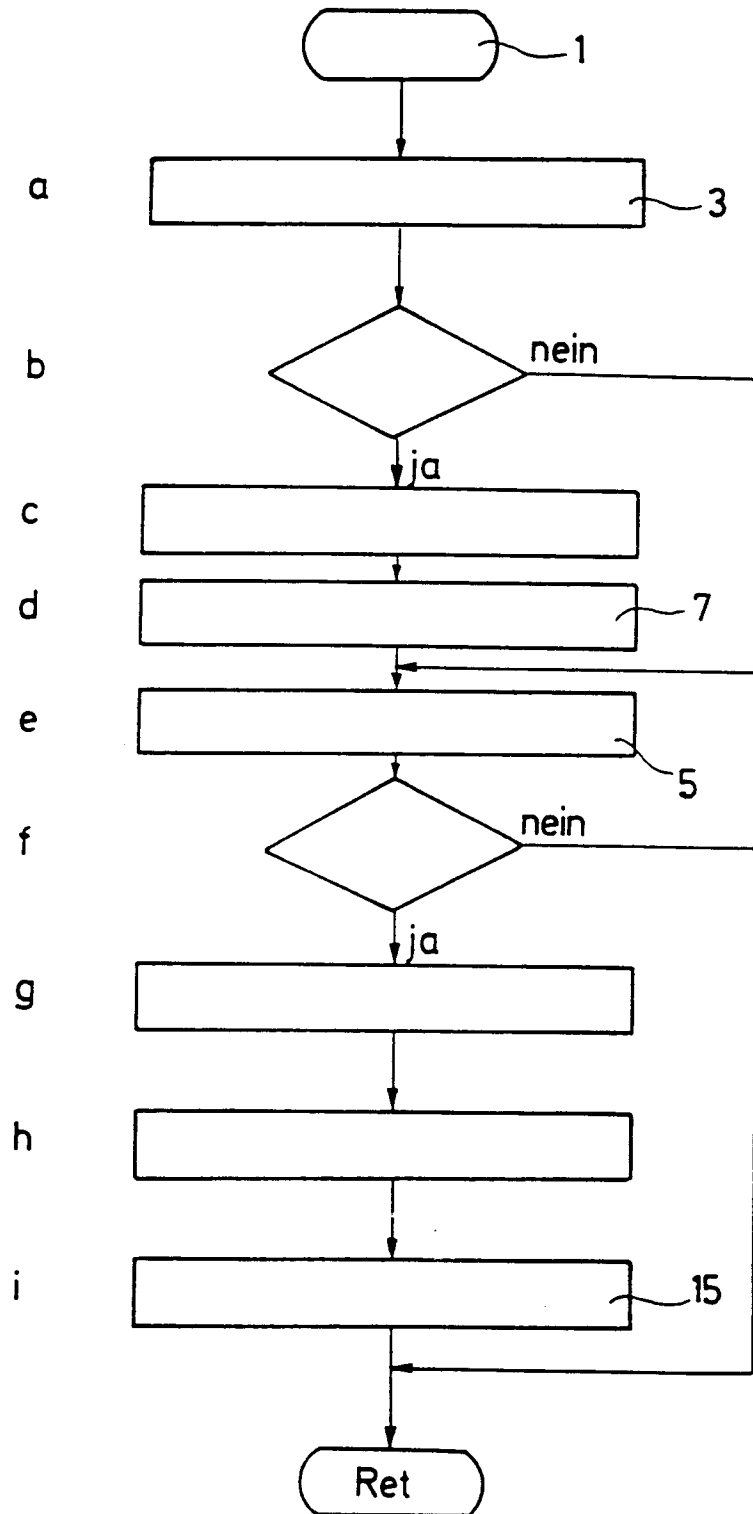


Fig. 3