



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 27 173 B4 2006.11.09**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 27 173.5**
 (22) Anmeldetag: **05.06.2001**
 (43) Offenlegungstag: **08.05.2002**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **09.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 41/00 (2006.01)**
F02D 41/06 (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2000-317930 18.10.2000 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITL, 81925 München

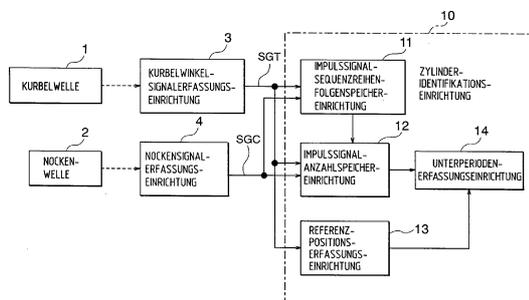
(72) Erfinder:
Yonezawa, Shiro, Tokyo, JP; Hashimoto, Atsuko, Tokyo, JP; Ohuchi, Hirofumi, Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 40 31 129 C2
DE 42 21 308 A1
JP 11-3 11 146 A
JP 06-1 46 992 A

(54) Bezeichnung: **Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung**

(57) Hauptanspruch: Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, welches aufweist:

eine Kurbelwelle (1);
 eine Kurbelwinkelsignalerfassungseinrichtung zur Erzeugung eines Kurbelwinkelimpulssignals (SGT), welches Impulsfolgen aufweist, die jeweils eine Referenzposition synchron mit der Drehung der Kurbelwelle (1) der Verbrennungskraftmaschine aufweisen;
 eine Nockenwelle (2), welche sich mit einer Geschwindigkeit dreht, die der Hälfte der Geschwindigkeit der Kurbelwelle (1) entspricht;
 eine Nockensignalerfassungseinrichtung (4) zur Erzeugung eines Nockenimpulssignals (SGC), welches spezifische Impulse zur jeweiligen einzelnen Zylinderidentifizierung der Verbrennungskraftmaschine synchron mit der Drehung der Nockenwelle (2) aufweist; und
 eine Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) zur Identifizierung der jeweiligen einzelnen Zylinder der Verbrennungskraftmaschine auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) und des Nockenimpulssignals (SGC);
 wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) aufweist:
 eine Einrichtung zur Speicherung der Impulsanzahl (12) zur Unterteilung eines Zündwinkelbereichs für jeden der einzelnen Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden, um dadurch die Signalanzahl der spezifischen Impulse der Nockensignalerfassungseinrichtung (4) zu zählen und zu speichern, welche...



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, die in einem Automobil oder einem Motorfahrzeug angeordnet ist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine, die zur Unterscheidung der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung innerhalb einer kurzen Zeit nach dem Starten des Motors ausgelegt wird, um es dadurch zu ermöglichen, eine Kraftstoffeinspritzsteuerung und eine Zündsteuerung für den Motor schnell für jeden Zylinder auszuführen.

Stand der Technik

[0002] Als bisher bekannte oder herkömmliche Zylinderidentifizierungssysteme der oben erwähnten Art kann dasjenige erwähnt werden, welches beispielsweise in der JP 6-146992 A veröffentlicht wurde. Bei dem in dieser Veröffentlichung beschriebenen Zylinderidentifizierungssystem werden ein Kurbelwinkelimpulssignal, das synchron mit der Drehung einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine erzeugt wird, und ein Nockenimpulssignal, das synchron mit der Drehung einer Nockenwelle erzeugt wird, die mit der Kurbelwelle wirkend gekoppelt ist und mit einem Geschwindigkeitsverhältnis von 1:2 bezüglich der Kurbelwelle rotiert, zur Erfassung des Drehwinkels oder der Winkelposition der Kurbelwelle auf der Basis verwendet, auf deren die Motorbetriebssteuerungen, wie beispielsweise die Kraftstoffeinspritzsteuerung, die Zündsteuerung usw. für die einzelnen Zylinder des Motors durchgeführt werden.

[0003] Zur Erzeugung des Kurbelwinkelimpulssignals ist ein Kurbelwinkelsensor vorgesehen, welcher aus einem Ringzahnrad (oder gezahnten Rad) gebildet wird, das in koaxialem Verhältnis mit der Kurbelwelle angeordnet ist und einen äußeren Umfang aufweist, der mit Vorsprüngen oder Zähnen ausgebildet ist, und aus einer elektromagnetischen Aufnahmevorrichtung gebildet ist, die gegenüber dem äußeren Umfang des Ringzahnrades angeordnet ist, um Pulse in Antwort auf die individuellen Vorsprünge bzw. Zähne zu erzeugen. Das Kurbelwinkelimpulssignal leitet sich von dem Ausgabesignal der elektromagnetischen Aufnahmevorrichtung ab und enthält eine sequentielle Serie von Impulsfolgen, wobei jede Pulsfolge einem vorbestimmten Drehwinkel der Kurbelwelle oder einem vorbestimmten Winkelbereich entspricht, der von einer Referenzposition abgegrenzt wird.

[0004] Auf der anderen Seite ist der Impulsgenerator zur Erzeugung des Nockenimpulssignals derart

angeordnet, dass die Anzahl der Impulse, welche jeweils in den Nockenimpulssignalen enthalten sind, sich voneinander im Hinblick auf die Kurbelwinkelimpulssignale SGT unterscheiden, die sukzessive jeweils über einen vorbestimmten Kurbelwinkelbereich erzeugt werden, welcher einem vorgegebenen Zylinder des Motors entspricht. Somit ist es auf der Basis der Kombination der Impulsanzahl, welche in den Nockenimpulssignalen enthalten sind, die während einer vorhergehenden Periode erzeugt werden, möglich, sowohl die einzelnen Zylinder als auch deren spezifische Positionen in dem Kurbelwinkelimpulssignal zu identifizieren.

[0005] Jedoch sind in dem herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystem für die Verbrennungskraftmaschine die Kombinationen der Impulsanzahl, die in spezifischen Positionen erzeugt werden, auf die drei Werte "0", "1" und "2" begrenzt. Dementsprechend ist es für den Fall einer Sechszylindermaschine unmöglich, jeglichen vorgegebenen Zylinder auf der Basis von nur der Kombination der Impulsanzahl entscheidend zu identifizieren, die während zwei Perioden (oder über zwei Bereiche) jeweils erzeugt werden.

[0006] Da ferner die spezifische Position und die Zylinder auf der Basis der Kombination der Impulsanzahl, die während der vorhergehenden Periode bzw. der vorliegenden Periode erzeugt wird, unterscheidend bestimmt werden, ist die Zylinderidentifizierung in dem Fall unmöglich gemacht worden, wo der Endpunkt der gegenwärtigen Periode nicht mit der spezifischen Position übereinstimmt.

[0007] Als Beispiel im Fall eines Vierzylindermotors ist der Bereich des Kurbelwinkels, der einer Periode entspricht oder zu dieser äquivalent ist, auf 90° CA festgelegt (d.h. 90 Prozent bezüglich des Kurbelwinkels oder kurz geschrieben CA). Folglich kann der Zylinderidentifizierungsprozess innerhalb einer Periode durchgeführt werden, welche der Rotation des Motors zumindest über 180° CA entspricht, obwohl es von dem Kurbelwinkel abhängig ist, an dem der Motor in dem vorstehenden Betrieb gestoppt worden ist. Jedoch wird dort eine derartige Situation auftreten, dass die Zylinderidentifizierung nicht vollständig durchgeführt werden kann, bis sich der Motor um 360° CA im Maximum gedreht hat, was natürlich wiederum von dem Kurbelwinkel abhängt, an dem der Motor in dem vorherstehenden Betrieb gestoppt worden ist. Im letzteren Fall ist es unnötig zu betonen, dass sehr viel mehr Zeit erforderlich ist, wenn der Motor von dem gestoppten Zustand aus gestartet werden muss.

[0008] Ein weiteres Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine ist beispielsweise in der JP 11-311146 A offenbart. Dieses bekannte Zylinderidentifizierungssystem weist ein Kurbelwinkelimpulssignal (POS) einschließlich einer Pulsabfolge,

die jeweils eine Dauer oder eine Periode aufweist, welche einem vorbestimmten Kurbelwinkelbereich entspricht (10° CA) und welcher eine Referenzposition aufweist, welche einer Zahnücke oder Fehlstelle in einem äußeren Umfangsvorsprung oder Zahnbereich eines Ringzahnrad entspricht, ein Winkelreferenzsignal (REF), welches einen Referenzwinkel anzeigt, der von der oben erwähnten Referenzposition abweicht, und ein Nockenpulssignal (CAM) auf.

[0009] In diesem bisher bekannten Zylinderidentifizierungssystem ist die Nockenpulssignalerzeugungseinheit derart angeordnet, dass die Pulsanzahl, welche während sukzessiven Unterperioden erzeugt wird, welche durch die Unterteilung einer entsprechenden Kurbelwinkelperiode für jeden Motorzylinder definiert wird, voneinander abweichen.

[0010] In dem vorstehend erwähnten System ist eine elektronische Steuereinheit, welche von einem Mikrocomputer oder ähnlichem ausgebildet sein kann, derart gestaltet, dass es der Erfassung des Winkelreferenzsignals REF entspricht, um dadurch einen Bereich oder eine Periode zu unterteilen, welche zwischen einem erfassten Startpunkt (Führungspunkt) und einem Endpunkt (abfallende Flanke) des Winkelreferenzsignals REF in eine Vielzahl von Unterperioden unterteilt (beispielsweise zwei Unterperioden) wird.

[0011] Die Dauer der Unterperioden kann durch das Kurbelwinkelimpulssignal POS gemessen werden. Andererseits kann ein Bereich von Vorsprüngen oder Zähnen, die an und entlang des äußeren Umfangs einer drehbaren Platte koaxial mit der Nockenwelle angebracht sind, vorstehend so angeordnet sein, dass die Nockenimpulssignale CAM während der Unterperioden jeweils erzeugt werden, welche sich jeweils in bezug auf die Impulsanzahl voneinander unterscheiden.

[0012] Insbesondere ist die Impulsanzahl der Nockenimpulssignale CAM, die während der Unterperioden erzeugt werden, vorstehend auf zwei unterschiedliche Werte festgelegt (beispielsweise "1" und "0"), wobei jeweils die Zylinderidentifizierung auf der Basis der Kombination von der Anzahl der Nockenimpulse realisiert werden kann, die während der Unterperioden erzeugt werden, welche sich jeweils von einem vorgegebenen Winkelreferenzsignal REF bis zu einem darauffolgenden Winkelreferenzsignal REF erstrecken.

[0013] Ebenso in diesem Fall wird eine Periode, die sich zwischen den Winkelreferenzsignalen REF erstreckt, in eine Vielzahl von Unterperioden unterteilt, nachdem die Erfassung der Winkelreferenzsignale REF durchgeführt worden ist und daraufhin die Zylinderidentifizierung auf der Basis der Kombination der Anzahl von Impulsen durchgeführt worden ist, wel-

che während der Vielzahl von Unterperioden jeweils erzeugt worden ist. Somit kann die Zylinderidentifizierung lediglich nach der Erzeugung von Winkelreferenzsignalen REF gestartet werden.

[0014] Diese Umstände liegen ebenso in dem Zylinderidentifizierungssystem vor, welches in der JP 11-311146 A offenbart ist, bei dem eine Periode, welche eine Drehung des Motors um 180° CA entspricht, zur Durchführung des Zylinderidentifizierungsvorgangs zumindest erforderlich ist, obwohl es von dem Kurbelwinkel abhängt, an dem der Motor in dem vorangehenden Betriebszustand gestoppt worden ist, ähnlich zu dem Fall des Zylinderidentifizierungssystems, das in der JP 6-146992 A offenbart ist. Im ungünstigsten Fall kann die Zylinderidentifizierung nicht vollendet werden, bis der Motor eine Drehung um 360° CA durchgeführt hat, was natürlich bedeutet, dass eine große Verzögerungszeit für das Starten des Motors aus dem stationären Zustand erforderlich ist.

[0015] Da ferner die Impulsanzahl, welche jeweils während der Unterperioden erzeugt wird, auf verschiedene Werte "0" und "1" festgelegt wird, kann in derartigen Situationen im Fall eines Vierzylindermotors folgendes auftreten, dass die Impulsanzahl sowohl in der vorhergehenden als auch in der darauffolgenden Unterperiode jeweils "0" beträgt. In diesem Zusammenhang ist es zu erwähnen, dass ähnliche Situationen im Fall eines Fehlers, wie beispielsweise eines Kabelbruchs, auftreten können. In diesem Fall wird kein Nockenpulssignal erzeugt. Mit anderen Worten, es ist keine Unterscheidung von dem Zustand, in welchem keine Nockenpulssignale aufgrund eines Fehlers erzeugt werden, möglich, in welchem ein derartiges Problem bezüglich einer Ausfallsicherungsfunktion auftritt.

[0016] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, wird bei herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystemen, wie beispielsweise in der JP 6-146992 A offenbart, die spezifische oder bestimmte Position auf der Basis der Kombination der Impulsanzahl des Nockenimpulssignals bestimmt, welches während vorbestimmten Zeitperioden oder Zeitdauern erzeugt wird. Da die Anzahl der Kombinationen der Impulsanzahl, die an spezifischen Positionen geringer ist als die Anzahl der Zylinder, ist es jedoch unmöglich, jeglichen vorgegebenen spezifischen Zylinder auf der Basis von nur der Kombination der Impulsanzahl zu identifizieren, während zwei bestimmter Perioden im Fall eines Sechszylindermotors einer inneren Verbrennungskraftmaschine zu identifizieren, wodurch ein Problem hervorgerufen wird.

[0017] Wenn ferner in einem Fall der Endpunkt der vorliegenden Periode nicht mit der spezifischen Position übereinstimmt, ist es unmöglich, die Zylinderidentifizierung auf der Basis der Kombination der An-

zahl von erzeugten Impulsen des Nockenpulssignals durchzuführen. Als Folge davon kann die Zylinderidentifizierung nicht vervollständigt werden, bis der Motor 360° CA Maximum rotiert hat, obwohl es von dem Kurbelwinkel abhängt, an welchem der Motor in der vorhergehenden Betriebsituation gestoppt wurde, wodurch das folgende Problem auftritt, dass eine beträchtliche Zeitverzögerung für das erneute Starten des Motors erforderlich ist.

[0018] Auf der anderen Seite wird im Fall des Zylinderidentifizierungssystems, welches in der JP 11-311146 A offenbart ist, die Zylinderidentifizierung auf der Basis der Kombination der Impulsanzahl des Nockenimpulssignals CAM durchgeführt, welches während einer Vielzahl von Unterperioden erzeugt wird, die durch die Unterteilung von entsprechenden Perioden des Winkelreferenzsignals REF definiert werden. Somit wird der Zylinderidentifizierungsprozess nach Erzeugung des Winkelreferenzsignals REF gestartet. Folglich tritt dort ebenso das Problem auf, dass der Zylinderidentifizierungsvorgang nicht vervollständigt werden kann, bis der Motor sich um 360° CA im Maximum gedreht hat, obwohl es von dem Kurbelwinkel abhängt, an welchem der Motor in der vorherigen Betriebsituation gestoppt wurde, wobei als Folge davon sehr viel Zeit zum erneuten Starten des Motorbetriebs erforderlich ist.

[0019] Da darüber hinaus die Anzahl der Impulssignale, welche während der jeweiligen Unterperioden erzeugt wird, auf zwei unterschiedliche Werte festgelegt wird, tritt das Problem auf, dass, wenn die Impulsanzahl, welche in beiden Unterperioden der Zylinderidentifizierungsperioden jeweils "0" ist, die Unterscheidung von dem Zustand, in welchem kein Nockenimpulssignal aufgrund eines Fehlers, wie beispielsweise eines Kabelbruchs ausgegeben wird, unmöglich, wodurch ein Problem in bezug auf die Durchführung einer Ausfallsicherung auftritt.

[0020] Die DE 40 31 129 C2 betrifft eine Zylindererkennungseinrichtung für eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine. In der DE 40 31 129 C2 werden die Betriebszustände der Zylinder durch Nutzung von zwei Arten von Ausgangssignalen eines Signalgebers mittels eines Auswerteverfahrens erkannt. Die beschriebene Zylindererkennungseinrichtung führt die Zylindererkennung auf der Basis einer geeigneten Anzahl von nacheinander detektierten und in einem Register gespeicherten letzten Signalpegel der beiden Arten von Ausgangssignalen unter Bezugnahme auf eine Nachschlagetabelle durch.

[0021] Die DE 42 21 308 A1 betrifft eine Regelvorrichtung für eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine. In der DE 42 21 308 A1 sind zwei Signalgeneratoren auf einer Nockenwelle vorgesehen, die in Wirkungsverbindung mit einer Kurbelwelle steht, um jeweils ein Zylinderidentifizierungssignal und ein Bezugsposi-

sitionssignal synchron mit dem Umlauf der Nockenwelle zu erzeugen. Ferner ist ein Impulssignalgenerator auf einer Kurbelwelle vorgesehen, um ein Impulssignal hoher Frequenz synchron mit dem Umlauf der Kurbelwelle zu erzeugen. Das Bezugspositionssignal enthält eine Reihe von Impulsen, wovon jeder eine erste und zweite Bezugsposition für jeden Zylinder angibt, die durch Zählen der Anzahl der Impulse im Impulssignal modifiziert werden, um genaue Bezugspositionen zu ergeben. Ein Mikrocomputer steuert die Maschine auf der Grundlage dieser Bezugspositionen.

Aufgabenstellung

[0022] Im Hinblick auf den vorstehend beschriebenen Stand der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine zu schaffen, dessen System zur Durchführung der Zylinderidentifizierung innerhalb eines geringen Winkelbereichs der Motorrotation und somit innerhalb einer kurzen Zeit möglich ist, um dadurch die Kraftstoffeinspritzsteuerung und die Zündsteuerung für jeden Zylinder des Motors schnell nach dem Starten des Motors durchzuführen.

[0023] Diese Aufgabe der Erfindung wird durch ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0024] In einem Beispiel umfasst ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine eine Kurbelwinkelsignalerfassungseinrichtung zur Erzeugung eines Kurbelwinkelimpulssignals, welches aus einer Impulsfolge aufgebaut ist, die jeweils eine Referenzposition in Synchronisierung mit der Drehung der Kurbelwelle der inneren Verbrennungskraftmaschine enthält, eine Nockenwelle, welche mit einer Geschwindigkeit dreht, die der Hälfte der Geschwindigkeit der Kurbelwelle entspricht, eine Nockensignalerfassungseinrichtung zur Erzeugung eines Nockenimpulssignals, das spezifische Impulse zur Identifizierung einzelner Zylinder einer inneren Verbrennungskraftmaschine in Synchronisierung mit der Drehung der Nockenwelle aufweist, und eine Zylinderidentifizierungseinrichtung zur jeweiligen Identifizierung der einzelnen Zylinder der inneren Verbrennungskraftmaschine auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignals und des Nockenimpulssignals aufweist. Bei dem vorstehend beschriebenen Zylinderidentifizierungssystem weist die Zylinderidentifizierungseinrichtung eine Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl zur Aufteilung eines Zündwinkelbereichs für jeden der einzelnen Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden, wodurch dabei ein Zählen der Speichersignalanzahl der spezifischen Impulse durchgeführt wird, die jeweils während der Vielzahl von Unterperioden erzeugt werden,

und eine Unterperiodenunterscheidungseinrichtung zur unterscheidenden Erfassung einer Sequenzfolge von mehreren Unterperioden auf der Basis der Kombinationen der Signalanzahl der spezifischen Impulse auf, die während der jeweiligen Mehrzahl von Unterperioden erzeugt werden. Die Kombinationen der Signalanzahl der spezifischen Impulse, welche jeweils während der Vielzahl von Unterperioden erzeugt werden, unterscheidet sich von den anderen entsprechend der Vielzahl von Unterperioden in Abhängigkeit von den Startpunkten der jeweiligen Mehrzahl von Unterperioden. Die Zylinderidentifizierungseinrichtung ist derart gestaltet, dass die einzelnen Zylinder auf der Basis der Ergebnisse der unterschiedlichen Bestimmungen der Unterperioden durchgeführt werden, die durch Unterperiodenunterscheidungseinrichtungen unabhängig vom Startpunkt der Vielzahl von Unterperioden durchgeführt wird.

[0025] Das Zylinderidentifizierungssystem ist zur Durchführung der Zylinderidentifizierung innerhalb eines geringen Winkelbereichs der Motorrotation und somit innerhalb einer kurzen Zeit fähig, wobei dadurch die Kraftstoffeinspritzsteuerung und Zündsteuerung für jeden Motorzylinder schnell durchgeführt werden kann.

[0026] In einer bevorzugten Art bzw. Ausführungsform zur Durchführung der Erfindung kann eine Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl derart gestaltet sein, dass diese zur Speicherung der Signalanzahl des Nockenimpulssignals und der Impulsanzahl des jeweiligen Kurbelwinkelimpulssignals vom Start des Betriebs der inneren Verbrennungskraftmaschine zählt. Die Zylinderidentifizierungseinrichtung kann eine Einrichtung zur sequentiellen Speicherung von Impulssignalen zur Speicherung von temporären Beziehungen zwischen den Impulsfolgen der Kurbelwinkelimpulssignale und der spezifischen Impulse des Nockenpulssignals sowie eine Referenzpositionserfassungseinrichtung zur Erfassung der Referenzposition des Kurbelwinkelimpulssignals aufweisen, wobei, wenn entschieden worden ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal spätestens seit einem Startpunkt einer vorhergehenden Unterperiode auf der Basis der Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals erfasst worden ist, das bis zur Referenzposition gespeichert worden ist, die Zylinderidentifizierungseinrichtung die einzelnen Zylinder auf der Basis der Signalanzahl der Nockenimpulssignale bzw. des Nockenimpulssignals identifiziert, welche während der vorhergehenden Unterperiode erzeugt werden.

[0027] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Zylinderidentifizierungseinrichtung derart gestaltet sein, dass, wenn nach der Erfassung der Referenzposition entschieden worden ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal spätestens seit dem Startpunkt der vorliegenden Unterperiode

auf der Basis der Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals erfasst worden ist, das bis zu einem Zeitpunkt gespeichert worden ist, an dem ein Endpunkt der vorliegenden Unterperiode einschließlich der Referenzposition erfasst ist, identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung die einzelnen Zylinder auf der Basis der Signalanzahl der Nockenimpulssignale bzw. des Nockenimpulssignals, welche während der vorliegenden Unterperiode erfasst worden sind.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Zylinderidentifizierungseinrichtung vorzugsweise derart implementiert sein, dass, wenn es auf der Basis der Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals erfasst worden ist, das bis zu einem Unterperiodenendpunkt der Vielzahl von Perioden gespeichert worden ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal spätestens seit dem Startpunkt der vorhergehenden Unterperiode erfasst worden ist, identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung dann die einzelnen Zylinder auf der Basis der Kombination der Signalanzahl des Nockenimpulssignals bzw. der Nockenimpulssignale, welche während der vorhergehenden Unterperiode erzeugt worden sind, und der Signalanzahl der Nockenimpulssignale bzw. des Nockenimpulssignals, welche während der vorliegenden Unterperiode erzeugt worden sind.

[0029] Aufgrund der vorstehend beschriebenen Anordnung des Zylinderidentifizierungssystems kann die Kraftstoffeinspritzsteuerung und die Zündsteuerung für die einzelnen Motorzylinder nach dem Starten des Motorbetriebs schnell durchgeführt werden.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sollte eine derartige Anordnung bevorzugterweise darauf angepasst sein, dass die Kombination der Signalanzahl der Nockenimpulssignale, welche während der Vielzahl von Unterperioden erzeugt worden sind, keine Kombination von lediglich dem Wert "0" aufweist, welcher das Nichtvorhandensein einer Ausgabe anzeigt.

[0031] Durch die vorstehend beschriebene Anordnung kann das Zylinderidentifizierungssystem realisiert werden, welches eine nachstehend beschriebene Auswahlisierungsfunktion sicherstellt.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, welche auf eine Vierzylinder-Verbrennungskraftmaschine angewandt werden kann, in der der Zündwinkelbereich für jeden einzelnen Zylinder derart festgelegt ist, dass diese einem Kurbelwinkel von 180° entspricht, sollten eine Vielzahl von Unterperioden bevorzugterweise eine erste Unterperiode und eine zweite Unterperiode aufweisen, wobei die Anzahl der spezifischen Pulse, welche in dem Nockenimpulssignal enthalten sind, die während der ersten und zweiten Unterperiode jeweils erzeugt worden sind, den Wert "1" und "0", "2" und "1", "0" und "2" so-

wie "0" und "1" in der Reihenfolge aufweisen, in welcher die Zylinder gesteuert werden sollen.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche auf eine Sechszylinder-Verbrennungskraftmaschine angewandt wird, in der der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder derart festgelegt ist, dass diese einem Kurbelwinkel von 120° entspricht, sollten die Vielzahl der Unterperioden aus einer ersten Unterperiode und einer zweiten Unterperiode bestehen, wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, welche in dem Nockenimpulssignal enthalten sind, das während der ersten bzw. zweiten Unterperiode erzeugt worden ist, den Wert "1" und "0", "2" und "0", "1" und "2", "0" und "2", "1" und "1" sowie "0" und "1" jeweils in der Reihenfolge annehmen, in der die Zylinder zu steuern sind.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die auf eine Dreizylinder-Verbrennungskraftmaschine angewandt wird, in welcher der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder derart festgelegt ist, dass sie einem Kurbelwinkel von 240° entspricht, sollten die Vielzahl von Unterperioden bevorzugterweise eine erste und zweite Unterperiode aufweisen, wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, welche in dem Nockenimpulssignal enthalten sind, das während der ersten und zweiten Unterperiode jeweils erzeugt wird, den Wert "1" und "0", "2" und "0", "1" und "2", "0" und "2", "1" und "1" sowie "0" und "1" jeweils in der Reihenfolge annehmen, in welcher die Zylinder zu steuern sind.

[0035] Aufgrund der vorstehend beschriebenen Merkmale kann das Zylinderidentifizierungssystem realisiert werden, welches eine Ausfallsicherungsfunktion sicherstellt, wobei die Kraftstoffeinspritzsteuerung und die Zündsteuerung für jeden der Motorzylinder nach dem Starten des Motors schnell durchgeführt werden kann.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sollte das Kurbelwinkelimpulssignal bevorzugterweise Impulsfolgen aufweisen, wobei jede Periode einem Kurbelwinkel von 10° entspricht, und wobei die Referenzposition, die in dem Kurbelwinkelimpulssignal enthalten ist, auf einem Kurbelwinkel von 35° von dem oberen Totpunkt von Zylinder zu Zylinder festgelegt sein sollte.

[0037] Aufgrund der vorstehend beschriebenen Anordnung kann die Kraftstoffeinspritzsteuerung und die Zündsteuerung für jeden der Motorzylinder schnell durchgeführt werden, wobei eine erhöhte Kontrollfähigkeit und hohe Kontrollgenauigkeit sichergestellt ist.

[0038] Die Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aufgrund der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen ersichtlich, welche ledig-

lich beispielhaft in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ausgeführt werden.

Ausführungsbeispiel

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0039] In der darauffolgenden Beschreibung wird Bezug genommen auf die Zeichnungen. Es zeigt:

[0040] [Fig. 1](#) ein funktionales Blockdiagramm, welches ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung allgemein und schematisch darstellt;

[0041] [Fig. 2](#) einen Zeitabfolgechart, welcher Signalmuster von Kurbelwinkelimpulssignalen und Nockenimpulssignalen jeweils in einer inneren Verbrennungskraftmaschine mit vier Zylindern gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0042] [Fig. 3](#) ein Zeitabfolgechart zur Darstellung des Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0043] [Fig. 4](#) eine Ansicht zur Darstellung einer Zylinderidentifizierungstabelle auf der Grundlage von Unterperioden (a) und (b), auf welche in Verbindung auf die Signalerfassungsmuster von [Fig. 3](#) Bezug genommen wird;

[0044] [Fig. 5](#) ein Zeitabfolgechart zur Darstellung eines zweiten Beispiels eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, der in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0045] [Fig. 6](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle auf der Grundlage von Unterperioden (b) und (a) darstellt, auf welche in Verbindung mit dem Signalerfassungsmuster von [Fig. 5](#) Bezug genommen wird;

[0046] [Fig. 7](#) ein Zeitabfolgechart zur Darstellung eines dritten Beispiels eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0047] [Fig. 8](#) ein Zeitabfolgechart zur Darstellung eines vierten Beispiels eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0048] [Fig. 9](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderi-

dentifizierungstabelle auf der Grundlage einer TDC-Periode dargestellt ist, auf die während eines herkömmlichen Betriebs in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Bezug genommen wird;

[0049] [Fig. 10](#) ein Flussdiagramm zur Darstellung einer unterbrochenen Vorgangsroutine, welche von einer Zylinderidentifizierungseinrichtung als Antwort auf ein Nockenimpulssignal in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0050] [Fig. 11](#) ein Flussdiagramm zur Darstellung einer unterbrochenen Prozessroutine, welche von der Zylinderidentifizierungseinrichtung als Antwort auf ein Kurbelwinkelimpulssignal in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0051] [Fig. 12](#) ein Flussdiagramm zur Darstellung einer unterbrochenen Prozessroutine, welche von der Zylinderidentifizierungseinrichtung als Antwort auf ein Kurbelwinkelimpulssignal in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0052] [Fig. 13](#) ein Flussdiagramm zur Darstellung einer unterbrochenen Prozessroutine, welche von der Zylinderidentifizierungseinrichtung als Antwort auf ein Kurbelwinkelimpulssignal in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0053] [Fig. 14](#) ein Flussdiagramm zur Darstellung einer unterbrochenen Prozessroutine, welche von der Zylinderidentifizierungseinrichtung als Antwort auf ein Kurbelwinkelimpulssignal in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0054] [Fig. 15](#) ein Zeitabfolgediagramm, welches Signalmuster eines Kurbelwinkelimpulssignals und eines Nockenimpulssignals darstellt, welche in einer inneren Verbrennungskraftmaschine mit sechs Zylindern gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt werden;

[0055] [Fig. 16](#) ein Zeitabfolgediagramm zur beispielhaften Darstellung eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0056] [Fig. 17](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle auf der Basis von Unterperio-

den (a) und (b) darstellt, die in Verbindung mit einem Signalerfassungsmuster von [Fig. 16](#) in Bezug genommen wird;

[0057] [Fig. 18](#) ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung eines zweiten Beispiels eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0058] [Fig. 19](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle auf der Grundlage von Unterperioden (b) und (a) darstellt, auf welche in Verbindung mit dem Signalerfassungsmuster von [Fig. 18](#) Bezug genommen wird;

[0059] [Fig. 20](#) ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung eines dritten Beispiels eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0060] [Fig. 21](#) ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung eines vierten Beispiels eines Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0061] [Fig. 22](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle auf der Grundlage einer TDC-Periode darstellt, wobei während eines herkömmlichen Betriebs in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Bezug genommen wird;

[0062] [Fig. 23](#) ein Zeitabfolgediagramm, welches Signalmuster eines Kurbelwinkelimpulssignals und eines Nockenimpulssignals darstellt, die in einer Dreizylindermaschine gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt werden;

[0063] [Fig. 24](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle auf der Grundlage von Unterperioden (a) und (b) darstellt, wie sie in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden; und

[0064] [Fig. 25](#) eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle auf der Grundlage von Unterperioden (b) und (a) darstellt, die in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Ausführungsform 1

[0065] [Fig. 1](#) ist ein funktionales Blockdiagramm, welches allgemein und schematisch ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Hinsichtlich der Figuren weist eine Verbrennungskraftmaschine (ebenso lediglich als Motor bezeichnet) eine Kurbelwelle **1** und eine Nockenwelle **2** auf, die mit einer Geschwindigkeit rotiert, welche der Hälfte der Geschwindigkeit der Kurbelwelle **1** entspricht.

[0066] Eine Kurbelwinkelsignalerfassungseinrichtung **3** ist in Verbindung mit der Kurbelwelle **1** derart vorgesehen, dass diese synchron mit der Kurbelwelle **1** rotiert, um dadurch ein Kurbelwinkelimpulssignal SGT in Form einer Impulsfolge zu erzeugen, welche jeweils einen Impuls enthält, der eine Referenzposition erzeugt. Andererseits ist eine Nockenwelle **2** in Verbindung mit einer Nockensignalerfassungseinrichtung **4** vorgesehen, welche synchron mit der Nockenwelle **2** rotiert, um ein Nockenimpulssignal SGC einschließlich bestimmter oder spezifischer Impulse (Signale) zur entsprechenden Identifizierung einzelner Zylinder des Motors zu erzeugen.

[0067] Eine Zylinderidentifizierungseinrichtung **10**, welche aus einer elektronischen Steuereinheit aufgebaut sein kann, ist zur Identifizierung der einzelnen Zylinder und zur unterscheidenden Erfassung der Referenzposition für jeden der Zylinder auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC vorgesehen. Ferner weist die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** eine Einrichtung zur sequentiellen Speicherung von Impulssignalen (Impulssignalsequenz-Reihenfolgespeichereinrichtung) **11** und eine Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl (Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung) **12**, die zur Speicherung der Kurbelwinkelimpulssignale SGT und der Nockenimpulssignale SGC ausgestaltet sind, eine Referenzpositionserfassungseinrichtung **13** zur Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT sowie eine Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** zur Erfassung der Ausgangssignale der Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** und der Referenzpositionserfassungseinrichtung **13** auf.

[0068] Die Einrichtung zur sequentiellen Speicherung von Impulssignalen **11** ist derart ausgestaltet, dass darin die temporäre Beziehung zwischen der Impulsfolge, wobei die Impulse jeweils einen Winkel von 10° aufweisen (im Folgenden einfach als CA bezeichnet), und den spezifischen Impulsen für die Zylinderidentifizierung, welche in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind, gespeichert wird.

[0069] Andererseits weist die Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** eine Kurbelwinkelsignalspeichereinrichtung zur Speicherung der Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, wie es seit dem Start des Motors erfasst wird, und eine Nockenimpulsspeichereinrichtung zur Speicherung der Anzahl der Signalimpulse des Nockenimpulssignals SGC auf, welches seit dem Start des Motors erzeugt worden ist und zum Zählen für die Speicherung der Anzahl der Impulse des Nockenwinkelimpulssignals SGT und der Impulssignale des Nockenimpulssignals SGC von dem Startpunkt an dient, an welchem der Motor gestartet wird.

[0070] Ferner ist die Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl derart ausgestaltet, dass diese den Zündwinkelbereich für jeden der einzelnen Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden unterteilt, um dadurch die Speicherung der Signalanzahl der spezifischen Impulse zu zählen, welche über die Vielzahl von Unterperioden erzeugt werden. In diesem Zusammenhang wird es beispielhaft, vorausgesetzt, dass der Zündwinkelbereich in zwei Unterperioden (a) und (b) lediglich aus Bequemlichkeit der Beschreibung unterteilt wird, wie es nachstehend klar wird.

[0071] Die Referenzpositionserfassungseinrichtung **13** ist derart ausgestaltet, dass die Referenzposition auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst wird, wobei die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** derart ausgestaltet ist, dass sie die Sequenzfolge der Vielzahl von Unterperioden unterscheidend bestimmt, d.h. ob die Unterperioden in der Sequenzfolge der Unterperiode (a) und dann der Unterperiode (b) oder in der Reihenfolge der Unterperiode (b) und dann der Periode (a) auf der Basis der Kombination der Signalanzahl der spezifischen Impulse folgt, welche während der entsprechenden Vielzahl von Unterperioden erzeugt werden.

[0072] [Fig. 2](#) ist ein Zeitabfolgediagramm, welches Muster der Kurbelwinkelimpulssignale SGT und der Nockenimpulssignale SGC darstellt, welche in der inneren Verbrennungskraftmaschine gemäß der beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf der Annahme erzeugt werden, dass die innere Verbrennungskraftmaschine beispielsweise vier Zylinder aufweist.

[0073] Bezugnehmend auf [Fig. 2](#) enthält das Kurbelwinkelimpulssignal SGT eine Leerzahnposition (Position eines abwesenden Impulses) A25° CA (d.h. die Position folgt nach dem oberen Totpunkt (TDC) um 25° hinsichtlich des Kurbelwinkels, was im Folgenden lediglich als "Position A25" bezeichnet wird) für jeden der Motorzylinder 1 bis 4. In Klammern sind in [Fig. 2](#) die Kurbelwinkelpositionen über den Bereich gezeigt, welcher sich von einer Position B95° CA (d.h. die Position, welche auf den oberen Totpunkt um 95° des Kurbelwinkels oder CA folgt, was

im Folgenden lediglich als "Position B95" bezeichnet wird) annähernd bis zur Position A25 um das Zentrum von annähernd B05° CA für jeden der Motorzylinder erstreckt (d.h. die Position, welche dem oberen Totpunkt um 5° folgt, welcher nachfolgend lediglich als "Position B05" bezeichnet wird).

[0074] Genauer gesagt, weist das Kurbelwinkelimpulssignal SGT eine Impulsfolge auf, welche Impulse enthält, die jeweils bei 10° CA erzeugt worden sind, wobei die Leerzahnposition A25 der Position eines Ringzahnrad bzw. Hohlrads entspricht, in dem ein Zahn nicht vorhanden ist. Folglich ist die tatsächlich erfasste Referenzposition, die entsprechend der Leerzahnposition erfasst worden ist, die Position, welche dem oberen Totpunkt bei 35° des Kurbelwinkels folgt (im Nachhinein als "Position A35" bezeichnet).

[0075] Jede der TDC-Perioden (obere Totpunktperioden), welche sich über einen Winkelbereich von 180° CA des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erstrecken, ist in eine Vielzahl von Unterperioden unterteilt (zwei Unterperioden im Fall des dargestellten Beispiels), d.h. die Unterperiode (a), welche die Referenzposition A35 enthält (entsprechend der Leerzahnposition) und die Unterperiode (b), welche die Referenzposition A35 nicht enthält.

[0076] Andererseits enthält das Nockenimpulssignal SGC eine unterschiedliche Anzahl von spezifischen Signalimpulsen (Kombinationen von "0", "1" und "2"), welche den einzelnen Zylindern entsprechen. Insbesondere, wenn der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden (zwei Unterperioden) unterteilt ist, wird das Nockenimpulssignal SGC derart festgelegt, dass sich die Kombinationen der Anzahl der spezifischen Signalimpulse, welche in jeder der Unterperioden (a) und der Unterperioden (b) erzeugt werden, entsprechend der Vielzahl von Unterperioden in Abhängigkeit des Startpunkts unterscheiden. Wenn die Speicherung der spezifischen Impulse von einem dazwischenliegenden Zeitpunkt der Unterperiode gestartet wird, werden die Daten für die Zylinderidentifizierung nicht verwendet, welche während einer Periode gesammelt werden, die sich von dem Speicherstartpunkt bis zum Zeitpunkt der ersten darauf folgenden Unterperiode erstreckt.

[0077] In dieser Art und Weise ist die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** derart ausgestaltet, dass sie zur Identifizierung oder zur unterscheidenden Erkennung der einzelnen Zylinder auf der Basis des Ergebnisses der Bestimmung der Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **15** unabhängig von dem Verhältnis der Positionen zwischen dem Speicherstartpunkt der Einrichtung zur Speicherung der Impulsanzahl **12** und der Vielzahl von Unterperioden (a) und (b) fähig ist.

[0078] Genauer gesagt, identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** die unterschiedlichen Zylinder auf der Basis der Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welche gespeichert worden sind, bis die Referenzposition A35 erfasst worden ist, die nahe der Leerzahnposition A25 lokalisiert ist.

[0079] Mit anderen Worten, wenn es entschieden worden ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal SGT spätestens seit dem Startpunkt von der vorhergehenden der Vielzahl von Unterperioden erfasst worden ist, identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** die einzelnen Zylinder auf der Basis der Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC, welche während der vorhergehenden Unterperiode erzeugt worden sind, 2.

[0080] Wenn andererseits entschieden worden ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal SGT vom Startpunkt zumindest spätestens seit der vorliegenden Unterperiode auf der Basis der Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst worden ist, welche bis zu dem Zeitpunkt gespeichert worden sind, an denen der Endpunkt der vorliegenden Unterperiode einschließlich der Referenzposition A35 unter der Vielzahl von Unterperioden erfasst worden ist, identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** die einzelnen Zylinder auf der Basis der Signalanzahl des Nockenimpulssignals SGC, die während der vorliegenden Unterperiode erzeugt worden ist.

[0081] Wenn es ferner auf der Basis der Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT entschieden worden ist, welche bis zur Erfassung des Endpunkts der Vielzahl von Unterperioden gespeichert worden sind, dass das Kurbelwinkelimpulssignal SGT zumindest spätestens seit dem Start der vorhergehenden Unterperiode erfasst worden ist, identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** die einzelnen Zylinder auf der Basis der Kombination der Signalanzahl des Nockenimpulssignals SGC, welche während der vorhergehenden Unterperioden erzeugt worden sind, und der Signalanzahl des Nockenimpulssignals SGC, welche während der vorliegenden Unterperiode erzeugt worden sind.

[0082] In diesem Zusammenhang sollte erwähnt werden, dass die Kombination der Signalanzahl des Nockenimpulssignals SGC, welches während der Vielzahl von Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden ist, keine Kombinationen des Werts "0" und "0" enthält, was das Nichtvorhandensein der Ausgabe anzeigt. Das heißt mit anderen Worten, dass zumindest eine der Signalzahlen den Wert "1" oder "1" aufweist, welche während der Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden sind.

[0083] Es sollte ferner hinzugefügt werden, dass das Nockenimpulssignal SGC derart erzeugt wird,

dass eine vorbestimmte Anzahl von Impulssignalen während der Unterperiode in Anbetracht der Phasendifferenz zwischen dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT und dem Nockenimpulssignal SGC auftritt.

[0084] Hinsichtlich [Fig. 2](#) wird nun beispielhaft angenommen, dass die obere Totpunktperiode (TDC-Periode) von jedem Zylinder derart festgelegt ist, dass sie sich von einer Position B05 nahe dem oberen Totpunkt (TDC) eines vorgegebenen Zylinders zu einer Position B05 nahe dem oberen Totpunkt (TDC) eines darauf folgenden Zylinders erstreckt. Übrigens bezieht sich die Position B05 auf den oberen Totpunkt lediglich aus Gründen der Vereinfachung der Beschreibung, da die Position B05 sehr nahe an dem oberen Totpunkt lokalisiert ist.

[0085] In den Unterperioden (a) und (b), welche durch die Unterteilung von zwei TDC-Perioden definiert sind (diese werden ebenso als Zündwinkelbereiche bezeichnet), welche sich von dem oberen Totpunkt (B05) des Zylinders 2 zu dem oberen Totpunkt (B05) des darauf folgenden Zylinders 1 erstreckt, ist die Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC jeweils "1" und "0", welches während dieser Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden ist.

[0086] In ähnlicher Art und Weise ist die Zahl der Impulse, welche während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt werden, welche jeweils durch die Unterteilung von zwei TDC-Perioden definiert werden, die sich von dem oberen Totpunkt B05 des Zylinders 1 zu dem oberen Totpunkt B05 des Zylinders 3 erstrecken, "2" bzw. "1", wobei die Zahl der Impulse, welche während der Unterperioden (a) und (b) erzeugt werden, die jeweils durch die Unterteilung von zwei TDC-Perioden definiert werden, die sich von dem oberen Totpunkt B05 des Zylinders 3 bis zu dem oberen Totpunkt B05 des Zylinders 4 erstreckt, "0" bzw. "2", und wobei die Zahl der Impulse, welche während der Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden ist, die jeweils durch Unterteilung von zwei TDC-Perioden definiert werden, die sich von dem oberen Totpunkt B05 des Zylinders 4 und dem oberen Totpunkt B05 des Zylinders 2 erstrecken, "0" bzw. "1".

[0087] Die folgende Beschreibung betrifft den Zylinderidentifizierungsvorgang, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung, die in [Fig. 1](#) gezeigt wird, durchgeführt, wobei auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#) Bezug genommen wird. An erster Stelle ist die Beschreibung auf den typischen Zylinderidentifizierungsvorgang mit Bezug auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) gerichtet.

[0088] [Fig. 3](#) zeigt ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung des Betriebs der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10**, welche in dem Zylinderidentifizierungssystem von [Fig. 1](#) enthalten ist. Genauer gesagt, wird dort ein Impulssignalerfassungsmuster für

den Fall dargestellt, dass die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC von einer Position unmittelbar vor der Position B05 des Zylinders 1 gestartet wird (der Startpunkt der Unterperiode (a)), nachdem der Motor gestartet worden ist.

[0089] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht zur Darstellung einer Zylinderidentifizierungstabelle, auf welche in Verbindung mit dem Impulssignalerfassungsmuster von [Fig. 3](#) Bezug genommen wird. Diese Zylinderidentifizierungstabelle ist in der Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** enthalten oder gespeichert.

[0090] Wir beziehen uns nun auf [Fig. 4](#), wobei, wenn die Signalerfassung von einer Position B05 unmittelbar vor dem oberen Totpunkt des Zylinders 1 nach dem Starten des Motors begonnen worden ist, wird die Zahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC, welche seit dem Zeitpunkt erfasst worden sind, der der Position B05 entspricht, jeweils zuerst gezählt, um in der Einrichtung zur Speicherung der Impulsanzahl **12** gespeichert zu werden.

[0091] Daraufhin bestimmt die Referenzpositionserfassungseinrichtung **13**, welche in der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** enthalten ist, arithmetisch die vorhergehende Periode $Ts_{gt}(n-1)$ und die derzeitige Periode $Ts_{gt}(n)$ des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, woraufhin das Verhältnis der Periode $Ts_{gt}(n)$ und der Periode $Ts_{gt}(n-1)$ arithmetisch als ein Periodenverhältnis $TR(n)$ im voraus gemäß der folgenden Gleichung bestimmt:

$$TR(n) = Ts_{gt}(n)/Ts_{gt}(n-1) \quad (1)$$

[0092] Im darauffolgenden trifft die Referenzpositionserfassungseinrichtung **13** die Entscheidung, ob das Periodenverhältnis $TR(n)$ des Kurbelwinkelimpulssignals SGT gleich oder größer als der vorbestimmte Wert K_r ist oder nicht. Wenn entschieden worden ist, dass $TR(n) > K_r$, dann wird die Referenzposition A35 erfasst.

[0093] In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der vorbestimmte oben erwähnte Wert K_r so in Anbetracht der Variation der Drehung des Motors gewählt wird, dass die Referenzposition A35 (entsprechend der Leer Zahnposition) bestimmt werden kann, wenn das Periodenverhältnis $TR(n)$ in etwa doppelt so groß wie der normale Wert ist.

[0094] An dem Zeitpunkt, wenn die Referenzposition A35 erfasst worden ist, befindet sich die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** nicht in der Position, um die Zylinder bereits zu identifizieren. Jedoch ist es möglich, unterscheidend zu erfassen, dass die derzeitige Unterperiode die Unterperiode (a) ist (d.h. die Unterperiode, um die es sich derzeit handelt).

[0095] Wenn es sich ferner mit Bezug auf die Daten erwiesen hat, welche in der Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** gespeichert sind, dass die Impulszahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welche während der Periode erfasst worden ist, die sich vom Start der Erfassung des Signals SGT bis zum Erfassen der Referenzposition A35 erstreckt, gleich oder größer als "4" ist, kann es dann entschieden werden, dass die Erfassung zumindest spätestens vom Startpunkt B05 der Unterperiode (a) gestartet worden ist, was bedeutet, dass die Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT zu diesem Zeitpunkt bestätigt werden kann, welcher der Position B05 entspricht.

[0096] Nun nimmt die Unterperiodenerfassungseinrichtung **14**, welche in der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** enthalten ist, Bezug auf die Daten, welche in der Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** zur Bestimmung der Endposition oder des Endpunktes B95 der Unterperiode (a) gespeichert sind. In diesem Fall zeigt die erfasste Pulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT die Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT an, welches während der Periode erfasst worden ist, die sich vom Startpunkt der Erfassung bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt erstreckt.

[0097] Wenn die Anzahl der Impulse des erfassten Kurbelwinkelimpulssignals SGT seit dem Erfassungszeitpunkt "9" beträgt, welcher der Position B05 entspricht, bedeutet das, dass der gegenwärtige Zeitpunkt dem Endpunkt oder der Endposition B95 der Unterperiode (a) entspricht.

[0098] Dementsprechend ist die Anzahl der Impulse des erfassten Nockenimpulssignals SGC bis zu diesem Zeitpunkt überprüft (d.h. während der Unterperiode (a)). Im Fall des in [Fig. 3](#) dargestellten Beispiels beträgt die Zahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind, "2".

[0099] Daraufaufgehend nimmt die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14**, welche in der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** enthalten ist, Bezug auf die Daten, welche in der Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** zur Erfassung des Endpunkts oder der Endposition B05 der Unterperiode (b) gespeichert worden ist, welche auf die oben erwähnte Unterperiode (a) folgt.

[0100] Wenn andererseits die Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welches seit dem Startpunkt B95 der Unterperiode (b) bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt erfasst worden ist, "9" beträgt, bedeutet das, dass der gegenwärtige Zeitpunkt dem Endpunkt oder der Endposition B05 der Unterperiode (b) entspricht. Dementsprechend wird die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC geprüft, wel-

ches bis zu diesem Zeitpunkt erfasst worden ist (d.h. während der Unterperiode (b)). Im Fall des in [Fig. 3](#) dargestellten Beispiels beträgt die Zahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "1", welches während der Unterperiode (b) erzeugt worden ist.

[0101] Somit ist die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "2" bzw. "1", welche während der Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden sind. Dementsprechend kann es mit Bezug auf die Zylinderidentifizierungstabelle von [Fig. 4](#) von der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** erfasst werden, dass die derzeitige Kurbelwinkelposition, welche als letztes erfasst worden ist, der obere Totpunkt B05 des Zylinders 3 ist.

[0102] In dem Fall, in dem die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT von einem Zeitpunkt unmittelbar folgend auf den Startpunkt B05 der Unterperiode (a) durch Starten des Motorbetriebs an dem Zeitpunkt begonnen worden ist, wird der Zylinderidentifizierungsvorgang innerhalb einer Zeitperiode beendet, welche dem Kurbelwinkel von etwa 180° CA entspricht, wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich.

[0103] Wie ferner aus den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) ersichtlich, kann es geradewegs erfasst werden, wenn die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "1" oder "2" beträgt, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind, dass die derzeitige Kurbelwinkelposition mit der Position B95 des Zylinders 1 oder des Zylinders 3 auf der Basis von lediglich der Impulsanzahl übereinstimmt, welche während der Unterperiode (a) bereits zum Erfassungszeitpunkt erzeugt worden ist, welcher der Position B95 ohne notwendigen Bezug auf die Anzahl der Impulse entspricht, welche während der darauffolgenden Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0104] In diesem Fall ist der Bereich des Kurbelwinkels, welcher der Zeitdauer zum Start der Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT nach dem Starten des Motors entspricht, zur Zylinderidentifizierung in etwa 90° CA.

[0105] Als nächstes ist die Beschreibung bezüglich der [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zusammen mit [Fig. 2](#) auf einem anderen typischen oder exemplarischen Betrieb ausgerichtet. [Fig. 5](#) zeigt ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung des Betriebs, wenn die Signalerfassung von einem Zeitpunkt unmittelbar auf die Position B95 des Zylinders 1 folgend (d.h. am Startpunkt der Unterperiode (b)) nach dem Starten des Motors begonnen wird, und wobei [Fig. 6](#) eine Ansicht zur Darstellung der Zylinderidentifizierungstabelle ist, in welcher in Verbindung mit dem Impulssignalerfassungsmuster von [Fig. 5](#) Bezug genommen wird.

[0106] Wenn die Signalerfassung bezüglich [Fig. 5](#) von einer Position unmittelbar nachfolgend auf die

Position B95 des Zylinders 1 begonnen wird, werden zuerst die Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC, welche jeweils von dem Zeitpunkt an erfasst worden sind, der der Position B95 entspricht, gezählt, welche in der Einrichtung zur Speicherung der Impulsanzahl **12** zu speichern sind.

[0107] In diesem Fall wird die Referenzposition A35 nicht während der Unterperiode (b) erfasst, dessen Startpunkt die Position B95 ist. Dementsprechend ist es unmöglich, selbst in dem Zeitpunkt, wenn der Startpunkt B05 der darauffolgenden Unterperiode (a) erreicht worden ist, den absoluten Wert der Kurbelwinkelposition definitiv zu erfassen.

[0108] Daraufgehend bestimmt zu diesem Zeitpunkt, wenn die Referenzposition A35 erfasst worden ist, die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** den absoluten Wert des Kurbelwinkels A35, um dadurch die Unterperioden der einzelnen Zylinder auf der Basis der Anzahl der Impulse definitiv zu unterscheiden, welche in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT enthalten sind, das seit dem Zeitpunkt erfasst worden ist, wenn der Motor gestartet worden ist.

[0109] Insbesondere, wenn die Anzahl der erfassten Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT "13" oder mehr beträgt, kann entschieden werden, dass die Impulserfassung von einem Zeitpunkt begonnen worden ist, welcher dem Startpunkt B95 der Unterperiode (b) entspricht oder diesem folgt, und somit kann der Startpunkt B95 unterscheidend bzw. eindeutig erfasst werden.

[0110] Wenn es in dieser Art und Weise bestätigt werden kann, dass das Kurbelwinkelimpulssignal SGT über die Zeitspanne von dem Startpunkt B95 der Unterperiode (b) bis zu dem Endpunkt B95 davon erfasst worden ist, d.h. wenn das Kurbelwinkelimpulssignal SGT über die gesamte Unterperiode (b) hinweg erfasst worden ist, dass die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** die Anzahl der Impulse überprüfen kann, welche in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind, die während der Unterperiode (b) erfasst worden sind. Im übrigen ist die Anzahl der Impulse im Fall des Beispiels von **Fig. 5** "0", welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0111] Im Folgenden erfasst die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14**, welche in der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** enthalten ist, die Position B95 des Zylinders 3 (der Endpunkt der Unterperiode (a)) und bestätigt oder erfasst, dass die Anzahl der Impulse "2" ist, welche in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind, das während der Unterperiode (a) erzeugt worden ist.

[0112] Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, ist die Anzahl der Impulse "0" bzw. "2", welche während

der einzelnen Unterperioden (b) und (a) erzeugt worden sind. Dementsprechend kann mit Bezug auf die in **Fig. 6** gezeigte Zylinderidentifizierungstabelle die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** erfassen, dass die gegenwärtige Kurbelwinkelposition die Position B95 des Zylinders 3 ist (der Endpunkt der Unterperiode (a)).

[0113] Wie in **Fig. 5** dargestellt, ist in dem Fall, in dem die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT von einem Zeitpunkt unmittelbar nachfolgend auf den Startpunkt B95 der Unterperiode (b) durch Starten des Motors von dem Zeitpunkt an begonnen worden ist, kann die Zylinderidentifizierung innerhalb einer Zeitspanne vervollständigt werden, welche dem Kurbelwinkelbereich von in etwa 180° CA entspricht.

[0114] Wie ferner aus den **Fig. 2** bis **Fig. 6** ersichtlich, kann es geradewegs entschieden werden, wenn die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "2" beträgt, welches während der Unterperiode (b) erzeugt worden ist, dass die vorliegende Kurbelwinkelposition die Position B05 des Zylinders 4 auf der Basis von lediglich der Anzahl der Impulse ist, welche während der Unterperiode (b) bereits zu dem Zeitpunkt erzeugt worden sind, die der Position B05 ohne Bedarf in bezug auf die Daten entspricht, welche die Anzahl der Impulse betreffen, die während der darauffolgenden Unterperiode (a) erzeugt worden sind.

[0115] In diesem Fall ist der Bereich des Kurbelwinkels, welcher dem Zeitraum vom Start der Impulsanalerfassung entspricht, welche vom Start des Motors bis zur Zylinderidentifizierung verläuft, in etwa 130° CA.

[0116] Als nächstes ist die Beschreibung in bezug auf **Fig. 7** auf den Betrieb in dem Fall gerichtet, in welchem ein maximaler Bereich des Kurbelwinkels für die Zylinderidentifizierung involviert ist. **Fig. 7** ist ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung des Betriebs, wenn die Signalerfassung von einem Zeitpunkt oder einer Position unmittelbar auf die Position B95 des Zylinders 1 folgend gestartet wird (d.h. dem Startpunkt der Unterperiode (b)), nachdem der Motor gestartet worden ist.

[0117] In diesem Fall liegt die Signalerfassungstartposition B85° CA unmittelbar auf der Position B95 folgend. Dementsprechend beträgt die erfasste Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGT zu dem Zeitpunkt, wenn die Referenzposition A35 (entsprechend der Leer Zahnposition), erfasst worden ist "12".

[0118] Somit kann die Referenzpositionserfassungseinrichtung "13" eindeutig die Referenzposition A35 durch einen absoluten Winkelwert bestimmen.

[0119] Da jedoch die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT nicht von dem Startpunkt B95 der Unterperiode begonnen wird, ist die erfasste Impulsanzahl **12** des Kurbelwinkelimpulssignals SGT für die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** nicht ausreichend, die Informationen hinsichtlich der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC zu erhalten, welche während der Unterperiode (b) zuerst hinsichtlich der Impulserfassung erzeugt worden sind.

[0120] Daraufhin bestätigt zu diesem Zeitpunkt, wenn der Endpunkt B95 der Unterperiode (a) auf der Basis der Anzahl der Impulse "6" des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst worden ist, seitdem der Zeitpunkt erfasst worden ist, welcher der Referenzposition A35 entspricht, die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14**, dass die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "2" beträgt, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind.

[0121] Darauffolgend wird zu dem Zeitpunkt, wenn der Endpunkt der Unterperiode (b) (d.h. die Position B05 des Zylinders 3) auf der Basis der Anzahl der Impulse 9 des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst worden ist, das seit dem Zeitpunkt erfasst worden ist, welches der Position B95 des Zylinders 3 entspricht, von der Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** bestätigt, dass die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "1" beträgt, welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0122] Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich wird, beträgt die Anzahl der Impulse "2" bzw. "1", welche während der individuellen Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden sind. Dementsprechend kann mit Bezug auf die in [Fig. 4](#) gezeigte Zylinderidentifizierungstabelle die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** bestimmen, dass die vorliegende Kurbelwinkelposition mit der Position B05 des Zylinders 3 übereinstimmt.

[0123] Wie aus [Fig. 7](#) ersichtlich, wird in dem Fall, wo die Erfassung des Impulssignals von einem Zeitpunkt unmittelbar folgend auf den Start der Unterperiode (b) begonnen wird, welche nach dem Starten des Motors beginnt, die Zylinderidentifizierung innerhalb einer Zeitperiode vervollständigt, welche dem Kurbelwinkelbereich von in etwa 270° CA entspricht.

[0124] Ebenso in diesem Fall, wenn die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "2" oder "1" beträgt, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind, kann die Zylinderidentifizierung geradewegs lediglich auf der Anzahl der Impulse durchgeführt werden, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind. Es kann nämlich erfasst werden, dass die benötigte Zeit zur Vervollständigung der Zylinderidentifizierung gleich dem Kurbel-

winkel von in etwa 81° CA ist.

[0125] Als nächstes wird die Beschreibung in Bezug auf [Fig. 8](#) auf ein weiteres Beispiel des Betriebs gerichtet, in welchem ein maximaler Bereich des Kurbelwinkels für die Zylinderidentifizierung erforderlich ist. [Fig. 8](#) ist ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung des Betriebs, wenn die Signalerfassung von einem Zeitpunkt oder einer Zeitposition unmittelbar auf die Position B05 des Zylinders 2 folgend gestartet worden ist (d.h. der Startpunkt der Unterperiode (a)), nachdem der Motor gestartet worden ist.

[0126] Gemäß [Fig. 8](#) ist die Position zum Starten der Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT die Position A05° CA, welche unmittelbar auf die Position B05 des Zylinders 2 folgt.

[0127] Somit kann es zu dem Zeitpunkt, wenn der absolute Wert A35 des Kurbelwinkels erfasst worden ist (entsprechend der Leer Zahnposition) bestimmt werden, dass das Kurbelwinkelimpulssignal SGT seit dem Startpunkt (B05) der Unterperiode (a) noch nicht erfasst worden ist, da die Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT "3" beträgt, welche seit dem Start des Motors erfasst worden sind.

[0128] Dementsprechend ist zu dem Zeitpunkt, wenn die Position B95 des Zylinders 1 (der Endpunkt der Unterperiode (a)) erfasst worden ist, die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC noch nicht klar, welche während der Unterperiode (a) erfasst worden sind. Somit ist die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** nicht in der Position, um die Anzahl der erzeugten Impulse eindeutig zu bestimmen.

[0129] Im Folgenden kann zu dem Zeitpunkt, wenn die Position B05 des Zylinders 1 (d.h. dem Endpunkt der Unterperiode (b)) auf der Basis der Anzahl der Impulse "9" des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst worden sind, welche seit dem Startpunkt erfasst worden sind, der der Position B95 des Zylinders 1 entspricht, die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** bestätigen, dass die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "0" beträgt, welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0130] Als nächstes wird die Referenzposition A35 des Zylinders 1 erfasst, und daraufhin wird die Position B95 des darauffolgenden Zylinders 3 (d.h. dem Endpunkt der Unterperiode (a)) auf der Basis der Anzahl der Impulse "6" des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst, welche seit dem Zeitpunkt erfasst worden sind, der der Position A35 des Zylinders 1 entspricht. Somit kann die Unterperiodenunterscheidungseinrichtung **14** bestätigen, dass die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC "2" beträgt, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind.

[0131] Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, ist die Zahl der Impulse "0" bzw. "2", welche während der Unterperioden (b) und (a) erzeugt worden sind. Dementsprechend bestimmt die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** mit Bezug auf die Zylinderidentifizierungstabelle von [Fig. 6](#), dass die gegenwärtige Kurbelwinkelposition mit der Position B95 des Zylinders 3 übereinstimmt.

[0132] Im Fall gemäß [Fig. 8](#), wo die Erfassung des Impulssignals von einem Zeitpunkt unmittelbar nachfolgend auf den Startpunkt der Unterperiode (a) nach dem Starten des Motors begonnen worden ist, wird die Zylinderidentifizierung innerhalb einer Zeitspanne vervollständigt, welche dem Kurbelwinkelbereich von in etwa 270° CA entspricht.

[0133] Wenn ferner die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC, die während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind, zuerst überprüft "2" beträgt, wie vorstehend beschrieben, wird die Zylinderidentifizierung unmittelbar beendet. Somit ist die erforderliche Zeit zur Vervollständigung der Zylinderidentifizierung gleich dem Kurbelwinkel von in etwa 180° CA.

[0134] Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, kann in jedem der Fälle, welche gemäß den [Fig. 3](#), [Fig. 5](#), [Fig. 7](#) bzw. [Fig. 8](#) beschrieben worden sind, die Zylinderidentifizierung oder der Zylinderidentifizierungsvorgang in dem Motorbetriebsstartzustand während einer kürzeren Zeitperiode vervollständigt werden (d.h. innerhalb eines geringeren Bereichs des Kurbelwinkels), wenn dies mit herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystemen verglichen wird.

[0135] Im Übrigen kann bei dem herkömmlichen Betrieb, welcher zur Zylinderidentifizierung führt, der Zylinderidentifizierungsvorgang in gleicher Art und Weise kontinuierlich auf der Basis der Kombinationen der Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC, welche während der derzeitigen Unterperiode und der vorhergehenden Unterperiode jeweils erzeugt werden, mit Bezug auf die in [Fig. 4](#) oder [Fig. 6](#) gezeigte Tabelle an den Endpunkten der Unterperioden (a) bzw. (b) durchgeführt werden.

[0136] In diesem Zusammenhang sollte es ferner erwähnt werden, dass zur Vereinfachung und Beschleunigung des Zylinderidentifizierungsprozesses beim herkömmlichen Betrieb der Zylinderidentifizierungsvorgang auf der Basis der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC fortgeführt werden kann, welche während sowohl der Unterperiode (a) als auch der Unterperiode (b) erzeugt worden sind. [Fig. 9](#) zeigt eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle darstellt, die auf der Basis der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC erstellt ist, welche während der TDC-Periode pro Zylinder erzeugt worden sind. In diesem Fall ist die Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** derart gestaltet,

derart gestaltet, dass sie die Summe der Anzahl der Impulse überprüft, welche während der Unterperioden (a) und (b) erzeugt worden sind, um dadurch die einzelnen Zylinder auf der Basis der Kombinationen der Anzahl der Impulse zu identifizieren, welche in der vorhergehenden TDC-Periode und der vorliegenden TDC-Periode unter Bezug auf die Zylinderidentifizierungstabelle von [Fig. 9](#) erzeugt worden sind.

[0137] Als nächstes wird Bezug genommen auf die in den [Fig. 10](#) bis [Fig. 14](#) zusammen mit den [Fig. 2](#) bis [Fig. 9](#) dargestellten Diagrammen, wobei die Betriebsvorgänge von der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** des Zylinderidentifizierungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, durchgeführt werden, wobei der Betriebsvorgang genauer beleuchtet wird.

[0138] Die [Fig. 10](#) bis [Fig. 14](#) zeigen Flussdiagramme zur Darstellung des Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher nach dem Starten des Betriebs einer Vierzylinder inneren Verbrennungskraftmaschine ausgeführt wird, wobei [Fig. 10](#) eine Unterbrechungsprozessroutine darstellt (ebenso als Unterbrechungshandhabungsroutine bezeichnet), welche als Antwort auf das Nockenimpulssignal SGC aktiviert wird, und wobei die [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) die Unterbrechungsprozessroutine jeweils darstellen, welche ebenso als Antwort auf das Kurbelwinkelimpulssignal SGT aktiviert werden.

[0139] Bezüglich [Fig. 10](#) bezeichnet das Bezugszeichen "Psgc(n)" eine Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC, welches während einer Periode erfasst worden ist, die das vorhergehende Kurbelwinkelimpulssignal SGT und das vorliegende Kurbelwinkelimpulssignal SGT abdeckt. Auf der anderen Seite repräsentiert das Bezugssymbol "Tsgt(n)", das in [Fig. 11](#) gezeigt ist, die Periode, welche das vorhergehende Kurbelwinkelimpulssignal SGT und das derzeitige Kurbelwinkelimpulssignal SGT abdeckt.

[0140] In den [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) bezeichnet ferner das Bezugszeichen "Psgt" die Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welches seit dem Zeitpunkt erzeugt worden ist, an dem die Impulserfassung begonnen worden ist, wobei das Bezugszeichen "Psgc_b" eine Anzahl von Pulsen des Nockenimpulssignals SGC, welche während der letzten Unterperiode (b) erzeugt worden sind, wobei das Bezugszeichen "Psgc_s(n)" eine Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC bezeichnet, welche während der derzeitigen Unterperiode erzeugt worden sind (d.h. die derzeitige Impulsfolge des erzeugten Nockenimpulssignals SGC), wobei das Bezugszeichen "Psgc_a" eine Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals bezeichnet, welches während der letzten Unterperiode (a) erzeugt worden ist, und

wobei das Bezugszeichen "Psgc_s(n)" eine Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC bezeichnet, welche während der derzeitigen Impulsunterperiode erzeugt worden sind (d.h. der derzeitigen Serie von den erzeugten Nockenimpulssignalen SGC).

[0141] Bezüglich [Fig. 10](#) reagiert die Einrichtung zur sequentiellen Speicherung von Impulssignalen **11** und die Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** auf die Erzeugung der Impulse des Nockenimpulssignals SGC, um dadurch die Anzahl Psgc(n) (= 1) der erzeugten Impulse des Nockenimpulssignals SGC in Übereinstimmung mit der derzeitigen Pulserfassungsperiode TTsgt(n) für das Kurbelwinkelimpulssignal SGT zu speichern (Schritt S1).

[0142] Ferner wird bezüglich [Fig. 11](#) auf jede Impulserfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT die derzeitige Impulserfassungsperiode Tsgt(n) zur vorhergehenden Impulserfassungsperiode Tsgt(n - 1) in einem Schritt S10 von der Einrichtung zur sequentiellen Speicherung von Impulssignalen **11** und der Einrichtung zur Speicherung der Impulssignalanzahl **12** verschoben und danach arithmetisch die letzte Impulserfassungsperiode Tsgt(n) in einem Schritt S11 bestimmt, woraufhin der Vorgang zu dem Prozessflussdiagramm von [Fig. 12](#) fortschreitet.

[0143] Bezüglich [Fig. 12](#) wird die erfasste Impulsanzahl Tsgt des Kurbelwinkelimpulssignals SGT in einem Schritt S12 einbezogen bzw. gezählt, worauf die Entscheidung gefällt wird, ob die Erfassung der Leerzahnposition bereits unter Verweis auf den Leerzahnpositionserfassungsmerker in Schritt S13 durchgeführt worden ist oder nicht.

[0144] Wenn es im Schritt S13 entschieden worden ist, dass die Leerzahnposition bereits erfasst worden ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S13 in einer Bestätigung "Ja" resultiert), führt der Vorgang zum Prozessfluss (Schritt S24) weiter, welcher im Nachfolgenden in bezug auf [Fig. 13](#) beschrieben werden wird. Wenn es andererseits im Schritt S13 entschieden worden ist, dass keine Leerzahnposition erfasst worden ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S13 in einer Verneinung "Nein" resultiert), dann wird in einem Schritt S14 die Entscheidung gefällt, ob die vorliegende Kurbelwinkelposition der Leerzahnposition entspricht oder nicht.

[0145] Genauer gesagt, wird die Entscheidung gefällt, ob das Periodenverhältnis TR(n) des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welches in Übereinstimmung mit der vorstehend erwähnten Gleichung (1) bestimmt worden ist, größer als der vorbestimmte Wert Kr inklusiv ist oder nicht. Wenn die Entscheidung darin resultiert, dass TR(n) < Kr (d.h. "Nein"), dann fährt der Vorgang zu einem Schritt S13 weiter, welcher später beschrieben werden wird.

[0146] Wenn es andererseits in dem Schritt S14 entschieden worden ist, dass TR(n) > Kr (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S14 in einer Bestätigung "Ja" resultiert), dann wird der Merker, welcher das Ende der Leerzahnposition anzeigt, in einem Schritt S15 festgelegt, wobei die vorliegende Kurbelwinkelposition A35 festgelegt wird (Schritt S16), welche der Position des Leerzahns entspricht.

[0147] Im Folgenden wird die Entscheidung gefällt, ob die Anzahl Tsgt der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welches seit dem Beginn des Zeitpunkts der Erfassung bis zum vorliegenden Zeitpunkt erfasst worden ist, gleich oder größer als 13 im Hinblick auf die Bestimmung ist, ob die Signalerfassung vom Startpunkt (B95) der Unterperiode (b) oder an einem früheren Startpunkt (Schritt S17) begonnen worden ist oder nicht.

[0148] Wenn der Entscheidungsschritt S17 darin resultiert, dass Tsgt < 13 ist (d.h. die Verneinung "Nein"), dann fährt der Prozess zu einem Schritt S23 weiter. Wenn im Gegensatz dazu der Entscheidungsschritt S17 darin resultiert, dass Tsgt > 13 ist (d.h. die Bestätigung "Ja"), dann wird die Anzahl der Impulse Psgc_b des Nockenimpulssignals SGC in einem Schritt S18 verifiziert, welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0149] In diesem Zusammenhang kann die erzeugte Impulsanzahl Psgc_b durch Akkumulierung oder Aufsummieren von neuen Datenwerten bestimmt werden, welche arithmetisch im Schritt S1 ([Fig. 10](#)) bestimmt worden sind und vor dem Zeitpunkt gespeichert wurden, welcher der Position B05 in Übereinstimmung der folgenden Gleichung (2) entspricht:

$$Psgc_b = Psgc(n - 11) + Psgc(n - 10) + Psgc(n - 3) \quad (2)$$

[0150] Daraufhin wird die erzeugte Impulsanzahl Psgc_b, welche in Übereinstimmung mit der vorstehenden Gleichung (2) bestimmt worden ist, als die erzeugte Impulsanzahl Psgc_s(n) der vorliegenden Serie in einem Schritt S19 gespeichert, welcher daraufhin von einem Entscheidungsschritt S20 gefolgt wird, um zu entscheiden, welcher der Werte "0", "1" und "2" die erzeugte Impulsanzahl Psgc_b annimmt.

[0151] Wenn es entschieden worden ist, dass Psgc_b = "1" in Schritt S20 ist, fährt der Vorgang zu einem Schritt S23 fort, da die Zylinderidentifizierung auf der Basis nur dem Wert "1" unmöglich ist.

[0152] Wenn andererseits der Entscheidungsschritt S20 darin resultiert, dass Psgc_b = "0" oder Psgc_b = "2" ist, wird der Zylinder (Zylinder 1 oder Zylinder 4), dessen Kurbelwinkelposition derzeit bei A35 ist, zur Identifizierung auf der Basis der nicht gezeigten Tabelle lediglich für die Unterperiode (b) in einem Schritt

S21 bestätigt, woraufhin der Merker, welcher das Ende des Zylinderidentifizierungsprozesses anzeigt, in einem Schritt S22 festgelegt wird.

[0153] Daraufhin wird die erzeugte Impulsanzahl $P_{sgc}(n - k)$ des Nockenimpulssignals SGC, während der Impulsperiode des Kurbelwinkelimpulssignals SGT vor k Impulsen erzeugt worden sind (entsprechend der Höhe der Abweichung des Erfassungstartpunkts von dem Unterperiodenstartpunkt oder dem Endstartpunkt) auf den Wert $P_{sgc}(n - k - 1)$ vor $(k + 1)$ Impulsen verschoben, worauf die Impulsanzahl $P_{sgc}(n)$ auf Null gesetzt wird (Schritt S23). Die Prozessroutine von [Fig. 12](#) kommt dann zu einem Ende.

[0154] Wenn es andererseits im Schritt S13 entschieden worden ist, dass der Leerzahnerfassungsendemerker bereits festgelegt worden ist, was anzeigt, dass die Erfassung der Leer Zahnposition bereits abgeschlossen worden ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S13 in der Bestätigung "Ja" resultiert), dann fährt der Vorgang zu einem Schritt S24 fort, welcher in [Fig. 13](#) gezeigt ist.

[0155] In bezug auf [Fig. 13](#) wird im Schritt S24 die Kurbelwinkelposition zuerst um 10° CA (entsprechend einer Periode) auf der Basis der Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT aktualisiert bzw. verändert, welches seit dem Zeitpunkt erfasst worden ist, welcher der Referenzposition A35 entspricht, um dadurch die vorliegende Kurbelwinkelposition zu bestätigen oder zu verifizieren, wobei daraufhin ein Schritt S25 folgt, wo die Entscheidung getroffen wird, ob die vorliegende Kurbelwinkelposition die darauffolgende Position B05 erreicht hat oder nicht.

[0156] Wenn es im Schritt S25 entschieden worden ist, dass die vorliegende Kurbelwinkelposition die Position B05 erreicht hat (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S25 in "Ja" resultiert), fährt der Vorgang mit der in [Fig. 14](#) gezeigten Routine fort, wie im Nachfolgenden beschrieben werden wird (Schritt S36). Solange die vorliegende Kurbelposition andererseits die Position B05 erreicht hat (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S25 in "Nein" resultiert), dann wird in einem Schritt S26 entschieden, ob die vorliegende Kurbelposition die Position B95 erreicht hat oder nicht.

[0157] Für den Fall, dass die Entscheidung im Schritt S26 darin resultiert, dass die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC, welche seit der Position A35 erfasst worden sind, nicht größer als "5" ist, was anzeigt, dass die vorliegende Kurbelposition noch nicht die Position B95 erreicht hat (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S26 in "Nein" resultiert), dann fährt der Prozess mit dem in [Fig. 12](#) gezeigten Schritt S23 fort, woraufhin der vorliegende Vorgang zu seinem Ende kommt.

[0158] Wenn es in dem Schritt S26 im Gegensatz dazu entschieden worden ist, dass die vorliegende Kurbelposition B95 ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S26 in "Ja" resultiert), dann wird die Entscheidung gefällt, ob die Anzahl (P_{sgt}) der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, welche seit dem Start der Signalerfassung erfasst worden sind, größer als "9" ist oder nicht (Schritt S27).

[0159] Wenn es sich in dem Schritt S27 erwiesen hat, dass $P_{sgt} < 9$ ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S27 in "Nein" resultiert), dann fährt der Vorgang mit dem in [Fig. 12](#) gezeigten Schritt S23 fort. Somit kommt der vorliegende Vorgang zu einem Ende.

[0160] Wenn andererseits der Entscheidungsschritt S27 darin resultiert, dass $P_{sgt} > 9$ ist (d.h. "Ja"), verschiebt sich die erzeugte Impulsanzahl $P_{sgc_s}(n)$ des vorliegenden Nockenimpulssignals SGC auf den vorhergehenden Wert $P_{sgc_s}(n - 1)$ in einem Schritt S28, woraufhin die Impulsanzahl P_{sgc_a} des Nockenimpulssignals SGC in einem Schritt S29 verifiziert wird, welche während der Unterperiode (a) erzeugt worden sind.

[0161] In Verbindung damit kann die erzeugte Impulsanzahl P_{sgc_a} durch Akkumulierung oder Aufsummierung von sieben Datenwerten bestimmt werden, welche arithmetisch in dem Schritt S1 ([Fig. 10](#)) bestimmt werden und vor dem Zeitpunkt gespeichert werden, welcher der Position B95 in Verbindung mit der folgenden Gleichung (3) entspricht:

$$P_{sgc_a} = P_{sgc}(n - 7) + P_{sgc}(n - 6) + \dots + P_{sgc}(n - 1) \quad (3)$$

[0162] Daraufhin wird die erzeugte Impulsanzahl P_{sgc_a} , welche in Übereinstimmung mit der vorstehenden Gleichung (3) bestimmt worden ist, als gegenwärtige Serie der erzeugten Impulsanzahl $P_{sgc_s}(n)$ in einem Schritt S30 gespeichert, woraufhin in einem Schritt S31 entschieden wird, ob die Erfassung der Impulsanzahl P_{sgc_b} , welche während der vorhergehenden, letzten Unterperiode (b) erzeugt worden sind (d.h. die vorhergehende Serie von Werten $P_{sgc_s}(n - 1)$), beendet worden ist oder nicht.

[0163] Wenn es in dem Schritt S31 entschieden worden ist, dass die Erfassung der Impulsanzahl P_{sgc_b} , welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind, bereits beendet worden ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S31 in "Ja" resultiert), wird der Zylinder nahe der vorliegenden Kurbelwinkelposition auf der Basis der Kombination der erzeugten Impulsanzahl P_{sgc_b} und der Anzahl der Impulse bestätigt oder verifiziert, welche während der vorliegenden Unterperiode (a) erzeugt worden sind, d.h. die Impulsanzahl P_{sgc_a} wird mit Bezug auf die Zylinderidentifizierungstabelle für die Unterperioden

(b) und (a) in einem Schritt S32 bestätigt oder verifiziert (siehe [Fig. 6](#)), woraufhin der Prozess mit einem Schritt S35 fortfährt, welcher später beschrieben werden wird.

[0164] Wenn im Gegensatz dazu in dem Schritt S31 entschieden worden ist, dass die Erfassung der Impulsanzahl Psgc_b, welche während der vorhergehenden Unterperiode (b) erzeugt worden sind, noch nicht beendet worden ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S31 in "Nein" resultiert), dann wird die Entscheidung gefällt, welche der Werte "0", "1" und "2" die Anzahl der Impulse Psgc_a annimmt (Schritt S33), welche während der vorliegenden Unterperiode (a) erzeugt worden sind.

[0165] Wenn entschieden worden ist, dass Psgc_a = "0" im Schritt S33 ist, dann fährt der Vorgang mit dem in [Fig. 12](#) gezeigten Schritt S23 fort, da die Zylinderidentifizierung auf der Basis von lediglich dem Wert "0" unmöglich ist, woraufhin der Vorgang zu einem Ende kommt.

[0166] Wenn andererseits der Entscheidungsschritt S33 darin resultiert, dass Psgc_a = "1" oder Psgc_a = "2" ist, dann wird der Zylinder (Zylinder 1 oder Zylinder 3), dessen Kurbelwinkelposition derzeit B95 ist, zur Identifizierung auf der Basis der nicht gezeigten Tabelle nur für die Unterperiode in einem Schritt S34 bestätigt, woraufhin der Merker in einem Schritt S35 festgelegt wird, welcher das Ende des Zylinderidentifizierungsprozesses anzeigt. In der Folge fährt der Prozess mit einem Schritt S23 fort, welcher in [Fig. 12](#) gezeigt ist.

[0167] Wenn andererseits im Schritt S25 entschieden worden ist, dass die vorliegende Kurbelwinkelposition B05 ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S25 in "Ja" resultiert), dann fährt der Prozess mit einem Schritt S36 fort, welcher in [Fig. 14](#) gezeigt ist.

[0168] Bezüglich [Fig. 14](#) wird die gegenwärtige Serie der erzeugten Impulsanzahl Psgc_s(n) des Nockenimpulssignals SGC zuerst auf den vorhergehenden Wert Psgc_s(n - 1) in Schritt S36 gesetzt, woraufhin die Impulsanzahl Psgc_b des Nockenimpulssignals SGC in einem Schritt S37 verifiziert wird, welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0169] In Verbindung damit kann die erzeugte Impulsanzahl Psgc_b durch Akkumulierung oder Aufsummierung von neun Datenwerten erfasst werden, welche arithmetisch in dem Schritt S1 ([Fig. 10](#)) bestimmt worden sind und vor dem Zeitpunkt gespeichert worden sind, welcher der Position B05 in Verbindung mit der folgenden Gleichung (4) entspricht:

$$\text{Psgc}_b = \text{Psgc}(n - 8) + \text{Psgc}(n - 7) + \dots + \text{Psgc}(n) \quad (4)$$

[0170] Daraufhin wird die erzeugte Impulsanzahl Psgc_b, welche in Übereinstimmung mit der obigen Gleichung (3) bestimmt worden ist, als die vorliegende Serie der erzeugten Impulsanzahl Psgc_s(n) in einem Schritt S38 gespeichert, woraufhin in einem Schritt S39 entschieden wird, ob die Erfassung der Impulsanzahl Psgc_a beendet worden ist oder nicht, welche während der letzten vorhergehenden Unterperiode (a) erzeugt worden sind (d.h. die vorhergehende Serie des Wertes Psgc_s(n - 1)).

[0171] Wenn es in dem Schritt S39 entschieden worden ist, dass die Erfassung der Impulsanzahl Psgc_a, welche während der vorhergehenden Unterperiode (a) erzeugt worden sind, bereits vervollständigt ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S39 in "Ja" resultiert), wird der Zylinder der vorliegenden Kurbelwinkelposition auf der Basis der Kombination der erzeugten Impulsanzahl Psgc_a mit der Anzahl der Impulse bestätigt oder verifiziert, welche während der vorliegenden Unterperiode (b) erzeugt worden sind, d.h. die Impulsanzahl Psgc_b wird durch Verifizierung der Zylinderidentifikationstabelle für die Unterperioden (a) und (b) in einem Schritt S40 (siehe [Fig. 4](#)) bestätigt oder verifiziert, woraufhin der Prozess mit einem später beschriebenen Schritt S43 fortfährt. Wenn es im Gegensatz dazu in dem Schritt S39 entschieden worden ist, dass die Erfassung der Impulsanzahl Psgc_a, welche während der vorhergehenden Unterperiode (a) erzeugt worden sind, noch nicht beendet worden ist (d.h. wenn der Entscheidungsschritt S39 in "Nein" resultiert), dann wird die Entscheidung gefällt, auf welchen Wert "0", "1" und "2" die Anzahl der Impulse Psgc_b ist (Schritt S41), welche während der vorliegenden Unterperiode (b) erzeugt worden sind.

[0172] Wenn es entschieden worden ist, dass Psgc_b = "1" in dem Schritt S41 ist, dann fährt der Vorgang mit dem in [Fig. 12](#) gezeigten Schritt S23 fort, da die Zylinderidentifizierung auf der Basis von lediglich des Wertes "1" unmöglich ist, woraufhin der Prozess zu einem Ende kommt.

[0173] Wenn andererseits der Entscheidungsschritt S41 darin resultiert, dass Psgc_b = "0" oder Psgc_b = "2" ist, wird der Zylinder (Zylinder 1 oder Zylinder 4), dessen Kurbelwinkelposition derzeit B05 ist, zur Identifizierung auf der Basis der nicht gezeigten Tabelle lediglich für die Unterperiode (b) in einem Schritt S42 bestätigt, woraufhin der Merker festgelegt wird (Schritt S43), welcher das Ende des Zylinderidentifizierungsprozesses anzeigt. Daraufhin fährt der Prozess mit dem Schritt S23 fort, welcher in [Fig. 12](#) gezeigt ist.

[0174] Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, kann gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung, welche in der ersten Ausführungsform davon verwirklicht ist, die Zylinderidentifizierung während einer kürzeren

Periode der Kurbelwinkelrotation als bei herkömmlichen Systemen unabhängig von dem Signalerfassungszeitpunkt nach dem Starten des Motors auf der Basis der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC, welche lediglich während der Unterperiode (a) oder der Unterperiode (b) erzeugt worden sind, oder auf der Basis der Kombination der Impulsanzahl erreicht werden, welche während der Unterperioden (a) und (b) in dieser Reihenfolge erzeugt worden ist, oder aufgrund der Kombination der Impulsanzahl erreicht werden, welche während der Unterperioden (b) und (a) erzeugt worden sind.

[0175] Wenn das Kurbelwinkelimpulssignal SGT beispielhaft von einem Zeitpunkt vor dem Zeitpunkt der vorhergehenden Unterperiode (b) nach dem Erfassen der Referenzposition A35 erfasst worden ist, kann es bestimmt werden, dass der vorliegende Zylinder, der Zylinder 4, auf der Basis der Impulsanzahl "2" des Nockenimpulssignals SGC ist, welches während der vorhergehenden Unterperiode (b) erzeugt worden ist.

[0176] Wenn ferner das Kurbelwinkelimpulssignal SGT von einem Zeitpunkt nach dem Zeitpunkt der vorliegenden Unterperiode (a) auf die Erfassung des Endpunkts der vorliegenden Unterperiode (a) hin einschließlich der Position A35 nach der Erfassung der Referenzposition A35 erfasst worden ist, kann der Zylinder oder der Zylinder 3 in Abhängigkeit von der Impulsanzahl "1" oder "2" des Nockenimpulssignals SGC identifiziert werden, welche während der vorliegenden Unterperiode erzeugt worden ist.

[0177] Wenn ferner das Kurbelwinkelimpulssignal SGT von einem Zeitpunkt vor dem Zeitpunkt der vorhergehenden Unterperiode auf die Erfassung der Endpunkte der Vielzahl von Unterperioden hin erfasst worden ist, kann darauffolgend die Zylinderidentifikation auf der Basis der Kombination der Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC realisiert werden, welche während der vorhergehenden Unterperiode und der vorliegenden Unterperiode jeweils erzeugt worden sind.

[0178] Mit anderen Worten, kann durch Unterscheidung der Unterperiode, in welcher die Referenzposition A35 enthalten ist, und schnell bestimmt worden ist, ob die Erfassung der Impulse des Nockenimpulssignals SGC vor dem Zeitpunkt der Unterperiode (a) oder der Unterperiode (b) auf die Erfassung der Referenzposition A35 (Leer Zahnposition) des Kurbelwinkelimpulssignals SGT gestartet worden ist, die Zylinderidentifizierung auf der Basis der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC schnell erreicht werden, welche während der bestimmten oder bestätigten Unterperioden oder Kombinationen davon erzeugt worden sind.

[0179] Somit kann die Zylinderidentifikation unmit-

telbar auf die Bestimmung der Erfassungsperiode einschließlich der Vielzahl von Unterperioden durchgeführt werden, welche für die Zylinderidentifizierung erforderlich sind. Das bedeutet, dass der Bereich des Kurbelwinkels und somit die benötigte Zeit für die Zylinderidentifizierung durch die Zeitdauer des Motorstartens bis zur Übertragung der normalen Zündsteuerungsart reduziert werden kann, welche dementsprechend abgekürzt wird.

[0180] In diesem Zusammenhang ist es zu erwähnen, dass die Beziehungen zwischen den Kombination der erzeugten Impulsanzahl ("0", "1" und "2") des Nockenimpulssignals SGC und den einzelnen Zylindern mit hoher Verlässlichkeit festgelegt werden kann, da die Impulsanzahlkombinationen derart festgelegt sind, dass diese sich voneinander und anderen Unterperioden unterscheiden, wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist.

[0181] Darüber hinaus kann aufgrund der Anordnung, so dass die erzeugte Impulsanzahlkombination von "0" und "0" des Nockenimpulssignals niemals während der Vielzahl von Unterperioden für die Zylinderidentifizierung vorkommen kann, eine fehlerhafte oder falsche Zylinderidentifizierung selbst nach dem Auftreten eines Fehlers, wie beispielsweise eines Kabelbruchs, vermieden werden, wobei eine Ausfallsicherungsfunktion vor einer Beeinträchtigung geschützt werden kann.

[0182] Zusammenfassend kann in dem Fall, wo die Zylinderidentifizierung auf der Basis der Tabellendaten lediglich für die Unterperiode (b) durchgeführt wird (siehe [Fig. 12](#), Schritte S20 und 21), kann die Identifikation des entsprechenden Zylinders in dem Fall validiert werden, wo die Impulsanzahl Psgc_b des Nockenimpulssignals SGC "0" oder alternativ "2" ist, welche während der Unterperiode (b) erzeugt worden sind. Wenn im Gegensatz dazu die Impulsanzahl Psgc_b "0" ist, ist eine Unterscheidung von einem Fehler eines Kabelbruchs unmöglich gemacht worden. Dementsprechend kann in diesem Fall die Zylinderidentifizierung derart angeordnet sein, dass dies verhindert wird.

[0183] Es sollte ferner hinzugefügt werden, dass seit der sequentiellen Beziehung der Zeitabfolge, in welcher das Kurbelwinkelimpulssignal SGT und das Nockenimpulssignal SGC erzeugt werden, dass diese als historische Daten in der Speichereinrichtung **11** und **12** gespeichert werden, welche in der Zylinderidentifizierungseinrichtung **10** zusammen mit der erfassten Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC von dem Zeitpunkt an enthalten sind, wenn der Motor gestartet wird, kann eine hohe Verlässlichkeit für die Zylinderidentifikation sichergestellt werden.

[0184] Da im übrigen das Kurbelwinkelimpulssignal

SGT durch eine Impulsabfolge repräsentiert wird, bei welcher individuelle Impulse ein periodisches Erscheinen in einem Intervall auftreten, welches 10° CA entspricht, können die Kurbelwinkelpositionen, welche unterscheidend von den individuellen Impulsen gekennzeichnet werden, mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden, wodurch eine erhöhte Verlässlichkeit und Genauigkeit der Zylindersteuerung sichergestellt wird.

[0185] Zusätzlich wird aufgrund des Merkmals, dass die Referenzposition, welche von dem Impuls angezeigt wird, der in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT enthalten ist, auf einem Kurbelwinkel von A35 gesetzt, und dass die Leerzahnposition auf die Position gesetzt wird, welche dem Kurbelwinkel der Leerzahnposition A25 entspricht, die eine geringe Relevanz für die Motorsteuerreferenzposition aufweist, jeglicher anwendbarer Einfluss auf die Steuerung der einzelnen Zylindervorgänge ausgeübt.

[0186] Schließlich sollte noch hinzugefügt werden, dass die Anzahl der Abschnitte bzw. Unterteilungen der TDC-Periode und auch die Reihenfolge der erzeugten Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC auf der Basis der Unterperiode nicht auf das in [Fig. 2](#) dargestellte Beispiel zu reduzieren ist, sondern derart angeordnet sein kann, dass die erzeugte Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC sich von einem anderen Zylinder unterscheidet. Mit anderen Worten, kann die Zylinderunterscheidung innerhalb einer kurzen Zeit im Falle der dargestellten Ausführungsform durch Anpassung der Impulsanzahlkombination der Nockenimpulssignale realisiert werden, welche für eine vorgegebene Anzahl von Unterperioden angemessen sind, was nicht notwendigerweise zu betonen ist.

Ausführungsform 2

[0187] Die vorstehende Beschreibung, welche auf die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gerichtet ist, ist unter der Annahme gemacht worden, dass die Erfindung auf einen Vierzylindermotor einer Verbrennungskraftmaschine angewendet wird. Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft das Zylinderidentifizierungssystem, welches in einem Sechszylinder verwendet wird und welches im Wesentlichen die beispielhaften, vorteilhaften Effekte aufweist.

[0188] [Fig. 15](#) ist ein Zeitabfolgediagramm, welches die Impulserzeugungsmuster des Kurbelwinkelimpulssignals und des Nockenimpulssignals SGC darstellt, die in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt werden, welche auf einen Sechszylindermotor angewendet wird. Bezüglich [Fig. 15](#) wird die Leerzahnposition auf die Kurbelposition A25 festgelegt, wie im Fall der ersten Ausführungsform.

[0189] Jedoch erstreckt sich im Fall der Sechszylinder inneren Verbrennungskraftmaschine die TDC-Periode (d.h. die Zündsteuerunterperiode) über 120° CA. Folglich reicht die Unterperiode (a) von B05 bis B65° CA (im Nachfolgenden einfach als "B65" bezeichnet), wobei die Unterperiode (b) von B65 bis B05 reicht.

[0190] [Fig. 16](#) ist ein Zeitabfolgediagramm zur beispielhaften Darstellung des Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf der Annahme ausgeführt wird, dass die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT von einem Zeitpunkt unmittelbar vor dem Startpunkt B05 der Unterperiode (a) begonnen worden ist.

[0191] [Fig. 17](#) ist eine Darstellung, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle darstellt, auf die in Verbindung mit dem in [Fig. 16](#) gezeigten Signalerfassungsmuster Bezug genommen wird. Wie aus [Fig. 17](#) ersichtlich, wird es angenommen, dass die Signalerfassung von der Position B05 des Zylinders 6 zur unterscheidenden Bestimmung der Kurbelposition B05 für den Zylinder 1 auf der Basis der Kombination der Anzahl der Impulse "1" und "0" durchgeführt wird, welche während der Unterperioden (a) und (b) jeweils an dem Zeitpunkt erzeugt worden sind, wenn die darauffolgende Kurbelposition B05 erfasst worden ist.

[0192] Das Signalerfassungsmuster, welches in [Fig. 16](#) gezeigt ist, unterscheidet sich von dem in [Fig. 3](#) gezeigten lediglich hinsichtlich der TDC-Periode, die sich über 120° CA erstreckt. Ausgenommen davon ist der grundsätzliche Zylinderidentifizierungsvorgang im Wesentlichen der gleiche wie der des Zylinderidentifizierungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung, wie vorstehend beschrieben. Dementsprechend ist eine detaillierte Beschreibung des Zylinderidentifizierungsvorgangs des Zylinderidentifizierungssystems gemäß der erwähnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unnötig. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass die Zeit, welche für die Zylinderidentifizierung benötigt wird, dem Kurbeldrehwinkel von 120° CA entspricht.

[0193] [Fig. 18](#) ist ein Zeitabfolgediagramm zur Darstellung eines weiteren Beispiels des Zylinderidentifizierungsvorgangs, welcher von dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf der Annahme gemacht worden ist, dass die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals SGT von einem Zeitpunkt unmittelbar folgend auf den Startpunkt (B65) der Unterperiode (b) begonnen worden ist.

[0194] [Fig. 19](#) ist eine Ansicht, welche eine Zylinderidentifizierungstabelle darstellt, auf die in Verbind-

derung mit dem in [Fig. 18](#) dargestellten Signalerfassungsmuster Bezug genommen wird. Wie aus [Fig. 19](#) ersichtlich, wird angenommen, dass die Signalerfassung von der Position B65 des Zylinders 2 zur unterscheidenden Bestimmung der Kurbelposition B65 für den Zylinder 3 auf der Basis der Kombination der Anzahl der Impulse "0" und "1" begonnen worden ist, welche während der Unterperioden (b) und (a) jeweils an dem Zeitpunkt erzeugt worden sind, wenn die darauffolgende Kurbelposition B65 erfasst worden ist. Also in dem Fall des Signalerfassungsmusters von [Fig. 18](#), wobei die Zeit, welche zur Zylinderidentifizierung benötigt wird, dem Kurbeldrehwinkel von 120° CA entspricht.

[0195] [Fig. 20](#) zeigt ein Zeitabfolgediagramm in dem Fall, wo das Kurbelwinkelimpulssignal SGT unmittelbar nach dem Startpunkt (B65° CA) der Unterperiode (b) erfasst worden ist. In dem Fall des Beispiels, welches in [Fig. 20](#) dargestellt ist, kann die Anzahl der Impulse, die während der ersten Unterperiode (b) erzeugt worden sind, nicht überprüft oder bestätigt werden. Nichts desto trotz ist es möglich, die Position B05 des Zylinders 4 auf der Basis der Anzahl der Impulse "0" und "2" zu identifizieren, welche während der darauffolgenden Unterperioden (a) und (b) bezüglich der in [Fig. 17](#) dargestellten Tabelle erzeugt worden sind. In diesem Fall entspricht die Zeit, welche für die Zylinderidentifizierung benötigt wird, dem Kurbeldrehwinkel von 180° CA.

[0196] Ferner zeigt [Fig. 21](#) ein Zeitabfolgediagramm in dem Fall, wo das Kurbelwinkelimpulssignal SGT unmittelbar nach dem Startpunkt (A05° CA) der Unterperiode (a) erfasst worden ist. In dem Fall des Beispiels, welches in [Fig. 21](#) dargestellt ist, kann die Anzahl der Impulse, welche während der ersten Unterperiode (a) erzeugt worden sind, nicht überprüft oder bestätigt werden. Nichts desto trotz ist es möglich, die Position B65 des Zylinders 6 auf der Basis der Anzahl der Impulse "1" und "0" zu identifizieren, welche während der darauffolgenden Unterperioden (b) und (a) in Bezug auf die in [Fig. 19](#) dargestellte Tabelle erzeugt werden. Ebenso in diesem Fall entspricht die Zeit, welche für die Zylinderidentifizierung benötigt wird, dem Kurbeldrehwinkel von 180° CA.

[0197] Ferner ist [Fig. 22](#) eine Ansicht, welche beispielhaft eine Tabelle darstellt, die in bezug auf die normale Zylinderidentifizierung verwendet wird. Bei dieser normalen Zylinderidentifikation wird die Anzahl der Impulse, welche während der Unterperiode (a) und der Unterperiode (b) pro Zylinder erzeugt worden sind zusammengefasst bzw. aufsummiert, woraufhin die Zylinderidentifizierung in Bezug auf die erzeugte Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC während der TDC-Unterperiode durchgeführt wird.

[0198] Im Fall der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Zylinderidentifizierungssystem auf eine Sechszylinder-Verbrennungskraftmaschine angewendet. Eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist auf ein Zylinderidentifizierungssystem gerichtet, das in einer Dreizylinder-Verbrennungskraftmaschine verwendet wird, wobei ähnlich vorteilhafte Effekte wie die vorstehend erwähnten erreicht werden.

[0199] [Fig. 23](#) ist ein Zeitabfolgediagramm, welches Impulserzeugungsmuster des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC darstellt, die in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung erzeugt werden, welche auf einen Dreizylindermotor angewendet wird. Bezüglich [Fig. 23](#) wird die Leer Zahnposition auf die Kurbelposition A25 festgelegt, wie in dem Fall der ersten und zweiten Ausführungsformen. Jedoch erstreckt sich bei der inneren Dreizylinder-Verbrennungskraftmaschine die TDC-Periode (d.h. die Zündsteuerunterperiode) über 240° CA.

[0200] Da die Multiplikation der TDC-Periode durch eine integrale Anzahl nicht in 360° CA resultiert, wird im wesentlichen das gleiche Kurbelwinkelimpulssignal SGT verwendet, welches in dem Zylinderidentifizierungssystem für den Sechszylindermotor verwendet wird, welcher in Verbindung mit der zweiten Ausführungsform der Erfindung beschrieben worden ist, wobei die Leer Zahnposition auf A25 bzw. B95 gesetzt wird.

[0201] Insbesondere ist es in dem Zylinderidentifizierungssystem für den Dreizylindermotor unmöglich, eine Referenzposition für jeden Zylinder während eines Zyklus (720° CA) des Motors festzulegen. Dementsprechend werden ein Paar von Leer Zahnpositionen A25 und B95 für jede TDC-Periode festgelegt (240° CA).

[0202] In diesem Fall wird jede TDC-Periode in zwei Unterperioden unterteilt, d.h. die Unterperiode (a) und die Unterperiode (b).

[0203] Die [Fig. 24](#) und [Fig. 25](#) sind Ansichten, welche die Zylinderidentifizierungstabellen darstellen, auf die im Betrieb des Zylinderidentifizierungssystems gemäß der beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Bezug genommen wird.

[0204] Die in [Fig. 24](#) gezeigte Tabelle wird bezüglich der Durchführung der Zylinderidentifizierung auf der Basis der erzeugten Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC verwendet, welche während der Unterperiode (a) und der Unterperiode (b) erzeugt worden sind, wobei die in [Fig. 25](#) gezeigte Tabelle bezüglich der Durchführung der Zylinderidentifizie-

rung auf der Basis der erzeugten Impulsanzahl des Nockenimpulssignals SGC verwendet wird, welche während der Unterperiode (b) und der Unterperiode (a) erzeugt worden sind.

[0205] Nun wird es ersichtlich, dass die Zylinder zu einem früheren Zeitpunkt identifiziert werden können, ohne Bedeutung der Position des Kurbelwinkels bei Beginn der Erfassung in dem Motorstartbetriebsmodus, wobei die Zeit, welche für das Starten benötigt wird, verringert werden kann. Mit anderen Worten, die Motorstartperformance kann signifikant erhöht werden.

[0206] Ferner kann durch die Vielzahl von Unterperioden, die für die Zylinderidentifizierung verwendet werden, die Kombinationen von der Impulsanzahl niemals "0" und "0" annehmen, welche für jede Unterperiode erzeugt worden sind und über die Vielzahl von Unterperioden für die Zylinderidentifizierung verwendet worden sind. Somit kann gesagt werden, dass das Zylinderidentifizierungssystem gemäß der beschriebenen Ausführungsform der Erfindung in bezug auf eine Ausfallsicherungsperformance exzellent ist.

[0207] Viele Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der detaillierten Beschreibung ersichtlich, und somit ist es durch die beigefügten Ansprüche beabsichtigt, all diese Vorteile des Systems abzudecken, welche innerhalb des Rahmens der Erfindung liegen. Da eine Vielzahl von Modifikationen und Kombinationen für den Fachmann deutlich werden, ist es nicht beabsichtigt, die Erfindung auf die exakte Konstruktion und den dargestellten und beschriebenen Vorgang zu begrenzen.

[0208] Dementsprechend werden alle geeigneten Modifikationen und Äquivalente mit einbezogen, welche innerhalb des Rahmens der Erfindung liegen.

Patentansprüche

1. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, welches aufweist:

eine Kurbelwelle (1);

eine Kurbelwinkelsignalerfassungseinrichtung zur Erzeugung eines Kurbelwinkelimpulssignals (SGT), welches Impulsfolgen aufweist, die jeweils eine Referenzposition synchron mit der Drehung der Kurbelwelle (1) der Verbrennungskraftmaschine aufweisen; eine Nockenwelle (2), welche sich mit einer Geschwindigkeit dreht, die der Hälfte der Geschwindigkeit der Kurbelwelle (1) entspricht;

eine Nockensignalerfassungseinrichtung (4) zur Erzeugung eines Nockenimpulssignals (SGC), welches spezifische Impulse zur jeweiligen einzelnen Zylinderidentifizierung der Verbrennungskraftmaschine synchron mit der Drehung der Nockenwelle (2) aufweist;

und

eine Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) zur Identifizierung der jeweiligen einzelnen Zylinder der Verbrennungskraftmaschine auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) und des Nockenimpulssignals (SGC);

wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) aufweist:

eine Einrichtung zur Speicherung der Impulsanzahl (12) zur Unterteilung eines Zündwinkelbereichs für jeden der einzelnen Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden, um dadurch die Signalanzahl der spezifischen Impulse der Nockensignalerfassungseinrichtung (4) zu zählen und zu speichern, welche während der Vielzahl von Unterperioden jeweils erzeugt worden sind;

eine Unterperiodenunterscheidungseinrichtung (14) zur Erkennung der Sequenzfolge der Vielzahl von Unterperioden auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT);

wobei die Kombinationen der Signalanzahl der spezifischen Impulse, welche während der Vielzahl von Unterperioden erzeugt worden sind, sich jeweils voneinander in Abhängigkeit von der Sequenzfolge der Unterperioden unterscheiden; und

wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) derart gestaltet ist, dass die einzelnen Zylinder auf der Basis der Kombinationen der Signalanzahl der spezifischen Impulse, welche während der Unterperioden erzeugt worden sind, unabhängig von einer ersten in der Sequenzfolge auftretenden Unterperiode identifiziert werden.

2. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß Anspruch 1,

wobei die Einrichtung zur Speicherung der Impulsanzahl (12) derart gestaltet ist, dass diese für die Speicherung der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals (SGC) und des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) jeweils von dem Start des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine an zählen, wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtungen (10) aufweisen:

eine Speichereinrichtung für eine Impulssequenzreihenfolge (11) zur Speicherung von temporären Beziehungen zwischen den Impulsfolgen des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) und der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC) darin; und

eine Referenzpositionserfassungseinrichtung (13) zur Erfassung der Referenzposition (A35) des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT),

wobei, wenn es entschieden wird, dass das Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) spätestens seit einem Startpunkt von einer vorhergehenden der Vielzahl von Unterperioden auf der Basis der Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) erfasst worden ist, welche bis zu der Referenzposition (A35) gespeichert worden sind, die Zylinderidentifizie-

zungseinrichtung (10) die einzelnen Zylinder auf der Basis der Signalanzahl der Nockenimpulssignale bzw. des Nockenimpulssignals (SGC) identifiziert, welche während der vorhergehenden Unterperiode erzeugt worden sind.

3. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung nach Anspruch 2, wobei, wenn die Entscheidung nach der Erfassung der Referenzposition erfolgt ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) nach dem Startpunkt einer derzeitigen Unterperiode erfasst worden ist, dann identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) die einzelnen Zylinder auf der Basis der Signalanzahl der Nockenimpulssignale bzw. des Nockenimpulssignals (SGC), welche während der vorliegenden Unterperiode erzeugt worden sind.

4. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn es auf der Basis der Impulsanzahl des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT), welches bis zu einem Unterperiodenendpunkt der Vielzahl von Unterperioden gespeichert worden sind, entschieden worden ist, dass das Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) spätestens seit dem Startpunkt der vorhergehenden Unterperiode erfasst worden ist, dann identifiziert die Zylinderidentifizierungseinrichtung die einzelnen Zylinder auf der Basis der Kombination der Signalanzahl des Nockenimpulssignals bzw. der Nockenimpulssignale (SGC), welche während der vorhergehenden Unterperiode erzeugt worden sind, und der Signalanzahl der Nockenimpulssignale bzw. des Nockenimpulssignals (SGC), welche während der vorliegenden Unterperiode erzeugt worden sind.

5. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Kombination der Signalanzahl des Nockenimpulssignals bzw. der Nockenimpulssignale (SGC), welche während der Vielzahl von Unterperioden erzeugt worden sind, keine Kombination von ausschließlich "0"-en aufweist.

6. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß Anspruch 5, wobei die Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine vier ist, und wobei der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder derart festgelegt ist, dass er einem Kurbelwinkel von 180° entspricht, wobei die Vielzahl von Unterperioden eine erste Unterperiode und eine zweite Unterperiode aufweist, und wobei die spezifischen Impulse, welche in dem Nockenimpulssignal (SGC) enthalten sind, die während der ersten und zweiten Unterperiode jeweils erzeugt worden sind, die Signalanzahl-Wertepaare "1" und "0", "2" und "1", "0" und "2" sowie "0" und "1" in der

Reihenfolge beinhalten, in welcher die Zylinder zu steuern sind.

7. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß Anspruch 5, wobei die Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine sechs ist, und wobei der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder derart festgelegt ist, dass er einem Kurbelwinkel von 120° entspricht, wobei die Vielzahl von Unterperioden eine erste Unterperiode und eine zweite Unterperiode aufweist, und wobei die spezifischen Impulse, welche in dem Nockenimpulssignal (SGC) enthalten sind, die während der ersten und zweiten Unterperiode jeweils erzeugt worden sind, die Signalanzahl-Wertepaare "1" und "0", "2" und "0", "1" und "2", "0" und "2", "1" und "1" sowie "0" und "1" jeweils in der Reihenfolge beinhalten, in welcher die Zylinder zu steuern sind.

8. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß Anspruch 5, wobei die Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine drei ist, und wobei der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder derart festgelegt ist, dass er einem Kurbelwinkel von 240° entspricht, wobei die Vielzahl von Unterperioden eine erste Unterperiode und eine zweite Unterperiode aufweist, und wobei die spezifischen Pulse, welche in dem Nockenimpulssignal (SGC) enthalten sind, das während der ersten Unterperiode und der zweiten Unterperiode jeweils erzeugt worden ist, die Signalanzahl-Wertepaare "1" und "0", "2" und "0", "1" und "2", "0" und "2", "1" und "1" sowie "0" und "1" jeweils in der Reihenfolge beinhalten, in welcher die Zylinder zu steuern sind.

9. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß zumindest einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) aus einer Impulsfolge von einer Periode aufgebaut ist, welche einem Kurbelwinkel von 10° entspricht, und wobei die Referenzposition, welche in dem Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) enthalten ist, auf einen Kurbelwinkel von 35° von einem oberen Totpunkt je Zylinder festgelegt ist.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

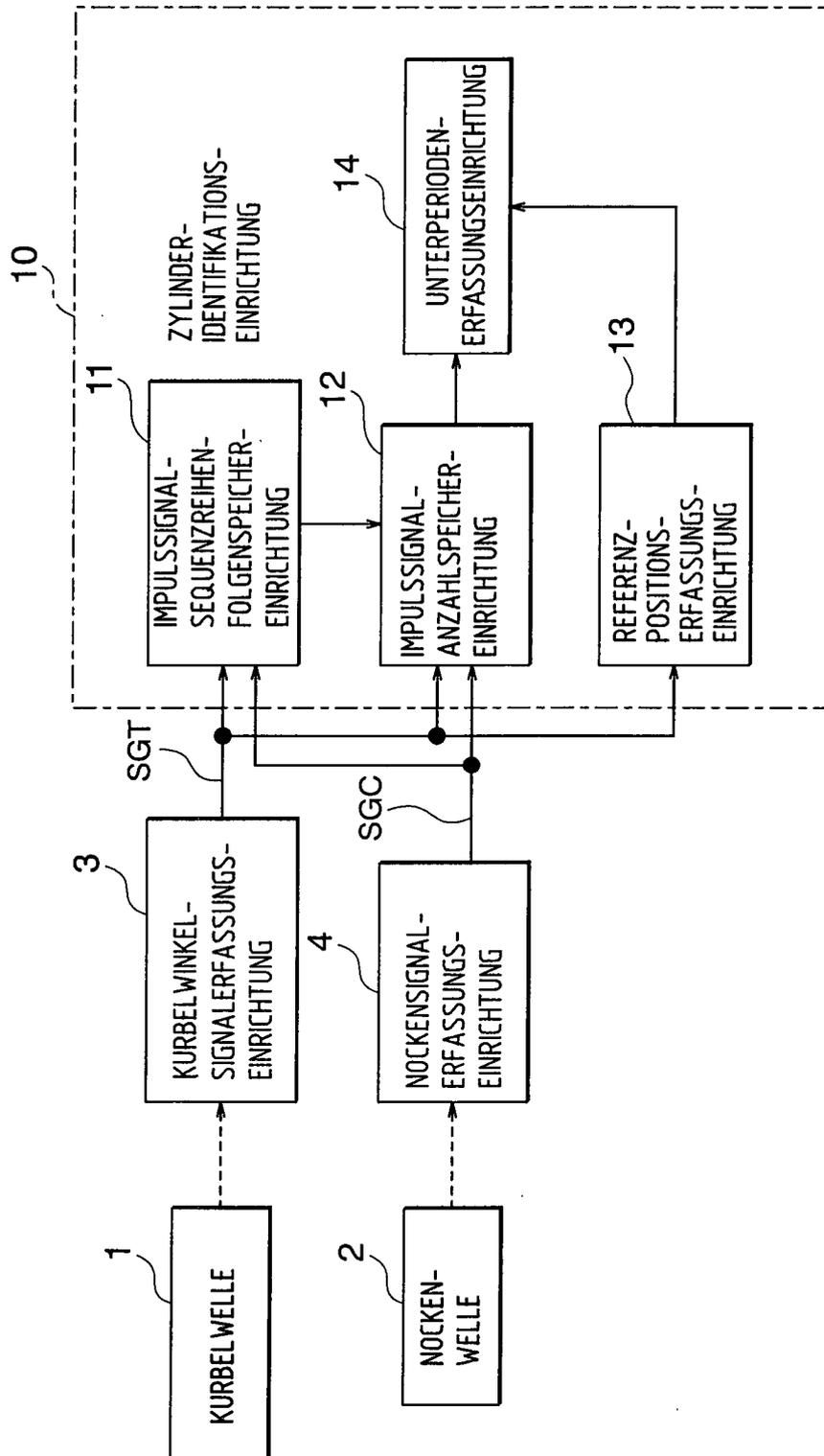


FIG. 2

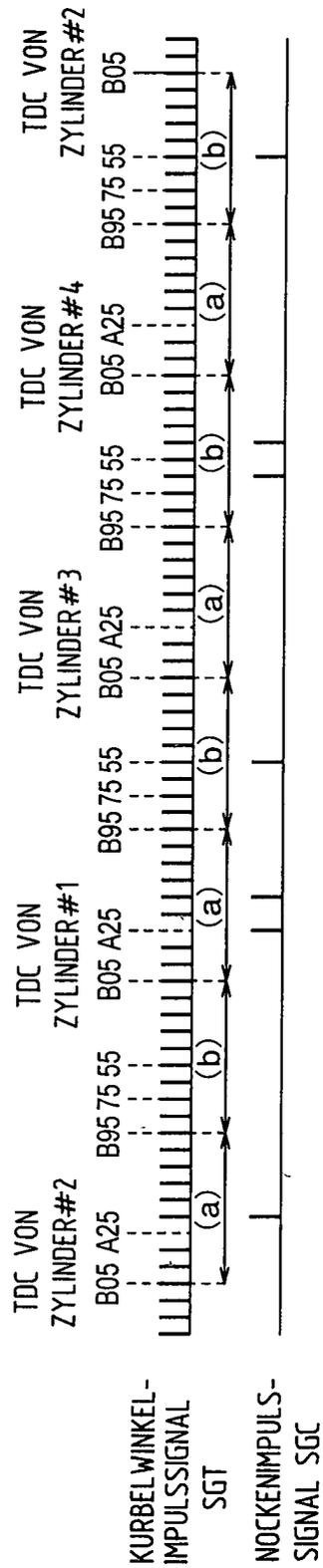


FIG. 3

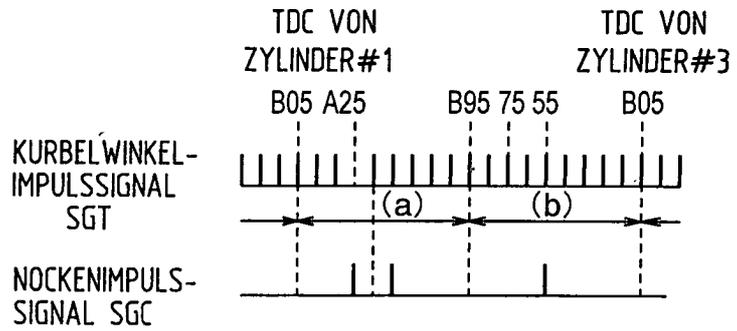


FIG. 4

ZYLINDER	#1	#3	#4	#2
UNTERPERIODE (a)	1	2	0	0
UNTERPERIODE (b)	0	1	2	1

FIG. 5

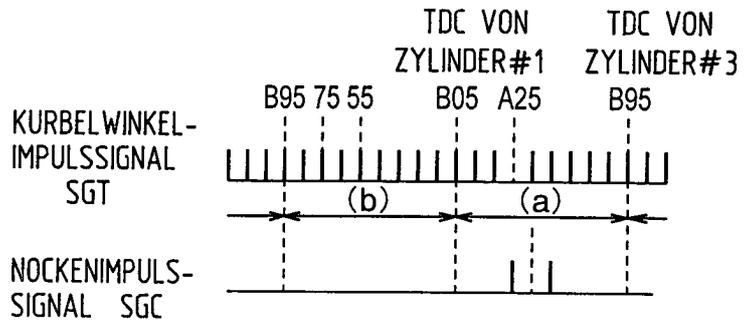


FIG. 6

ZYLINDER	#3	#4	#2	#1
UNTERPERIODE (b)	0	1	2	1
UNTERPERIODE (a)	2	0	0	1

FIG. 7

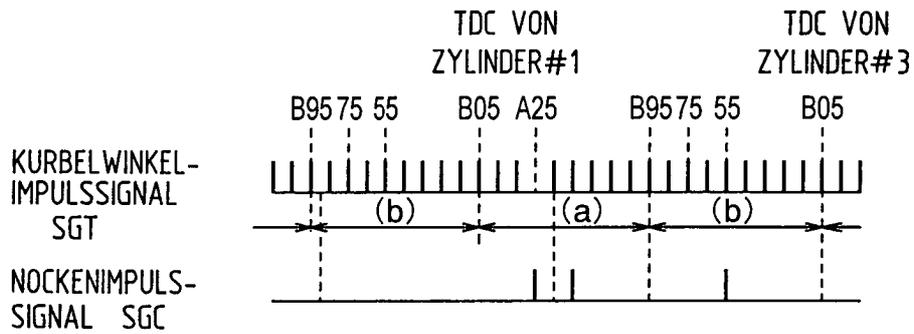


FIG. 8

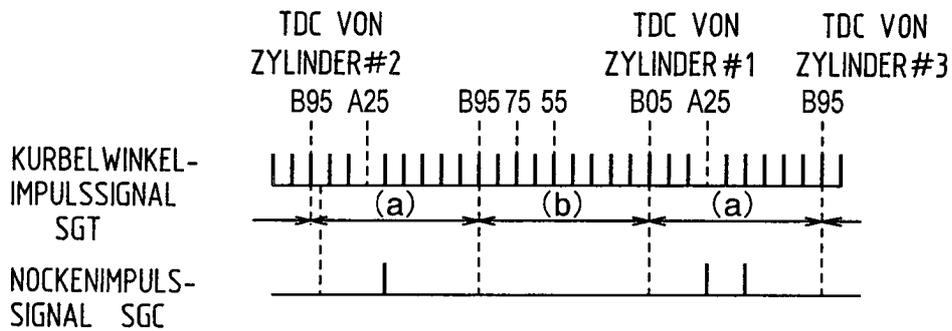


FIG. 9

ZYLINDER	#1	#3	#4	#2
UNTERPERIODE(a)	1	2	0	0
UNTERPERIODE(b)	0	1	2	1
SUMME	1	3	2	1

FIG. 10

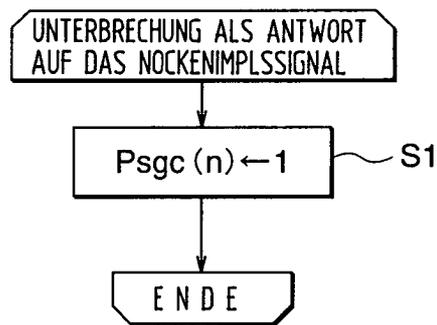


FIG. 11

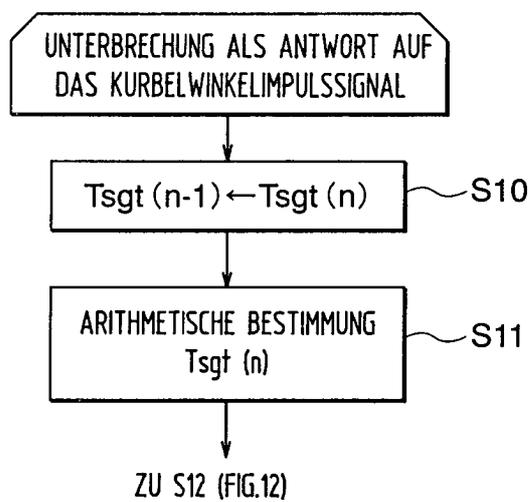


FIG. 12

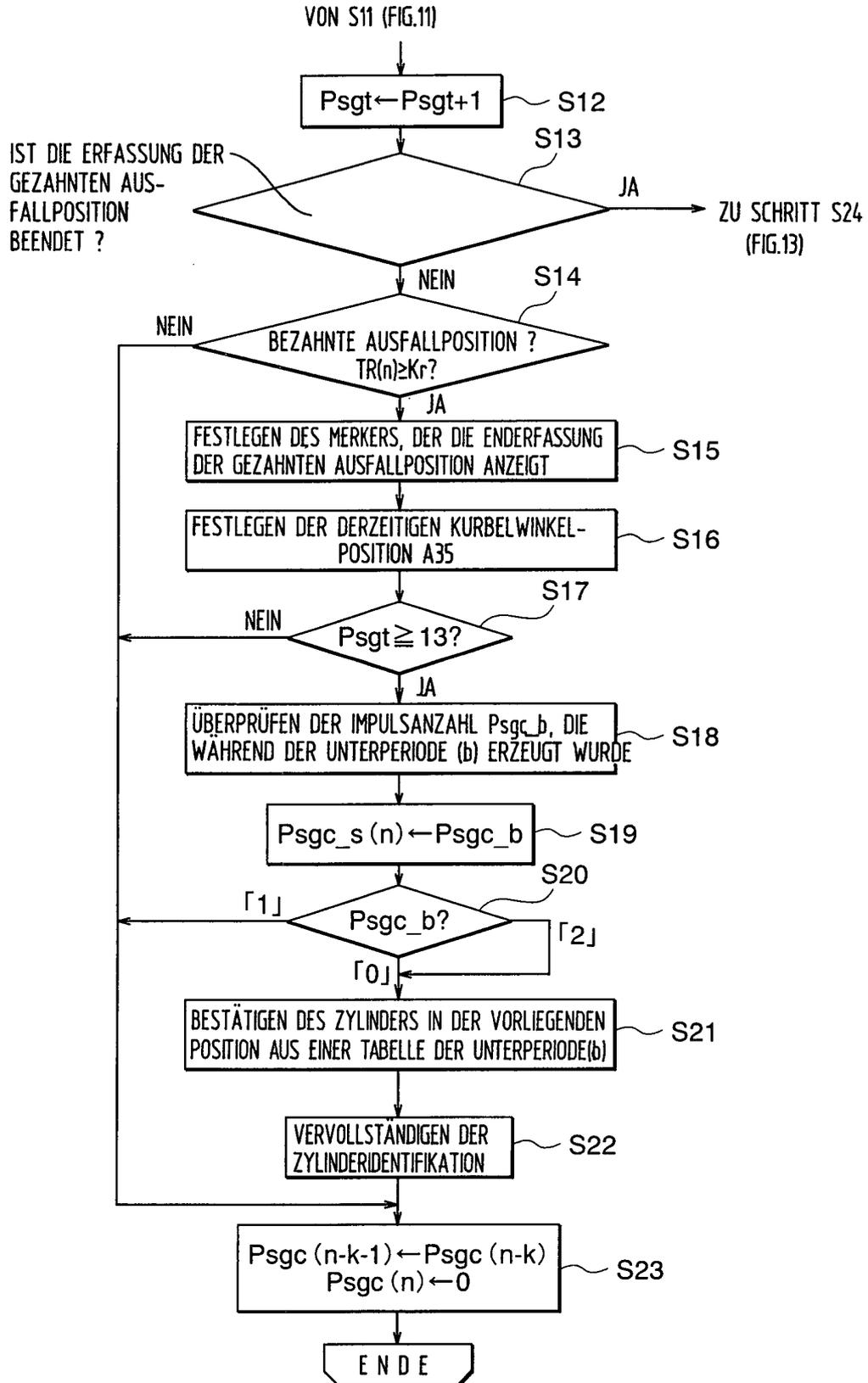


FIG. 13

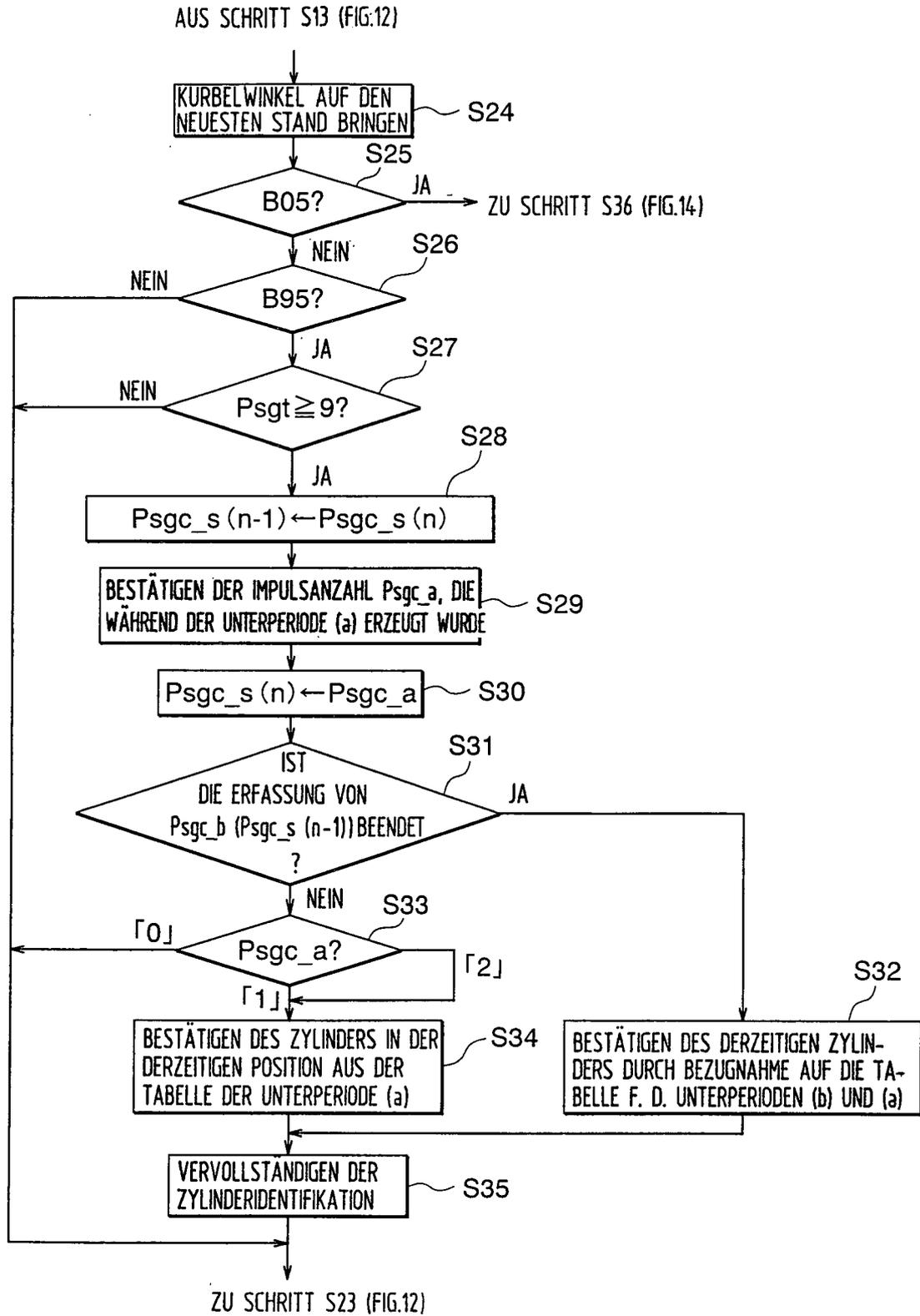


FIG. 14

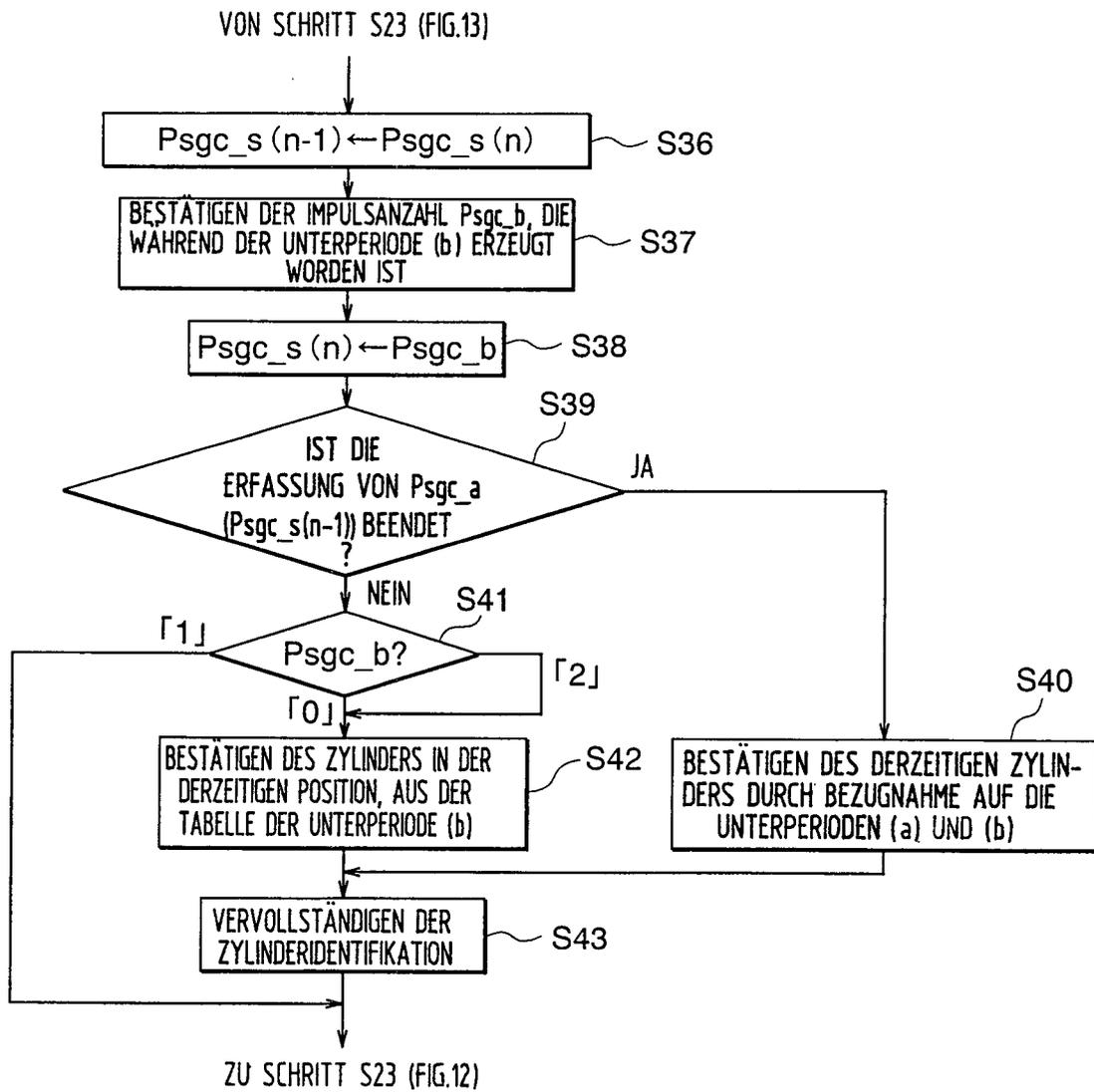


FIG. 15

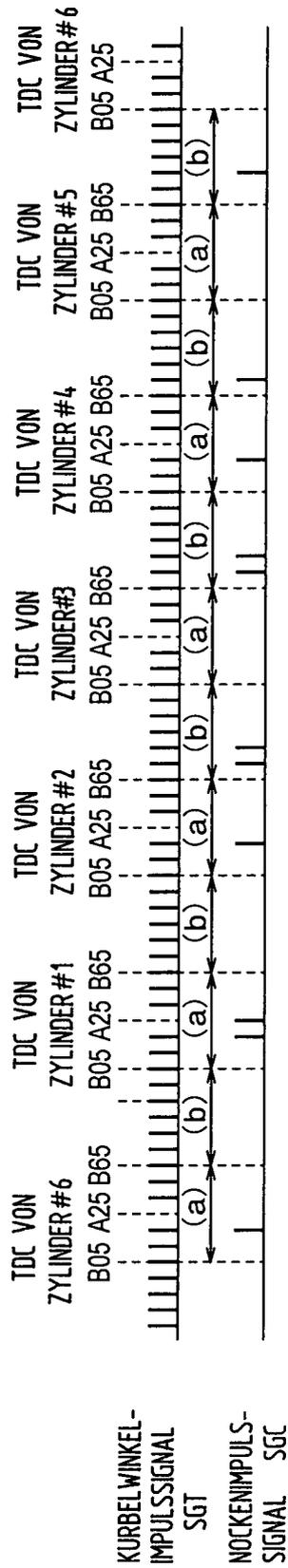


FIG. 16

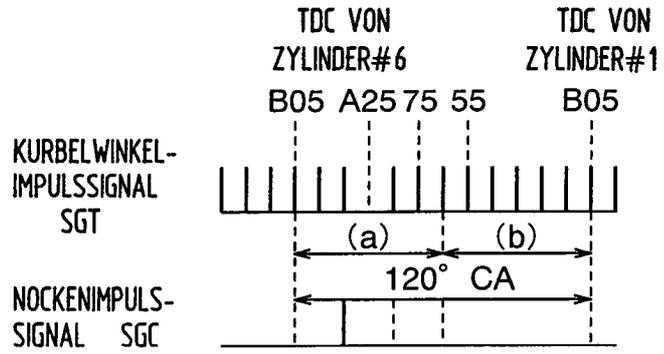


FIG. 17

UNTERPERIODE (a)	1	2	1	0	1	0
UNTERPERIODE (b)	0	0	2	2	1	1
IDENTIFIZIERTER ZYLINDER	#1	#2	#3	#4	#5	#6

FIG. 18

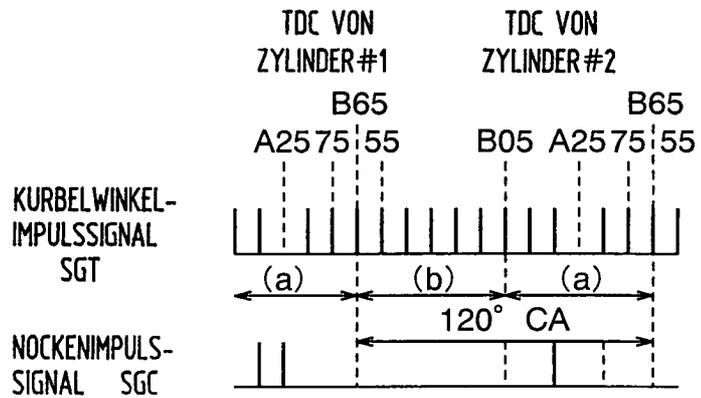


FIG. 19

UNTERPERIODE (a)	2	0	2	2	1	1
UNTERPERIODE (b)	2	1	0	1	0	1
IDENTIFIZIERTER ZYLINDER	#2	#3	#4	#5	#6	#1

FIG. 20

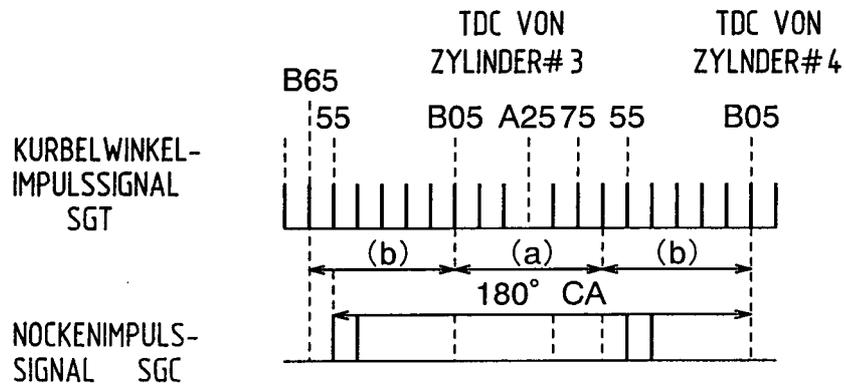


FIG. 21

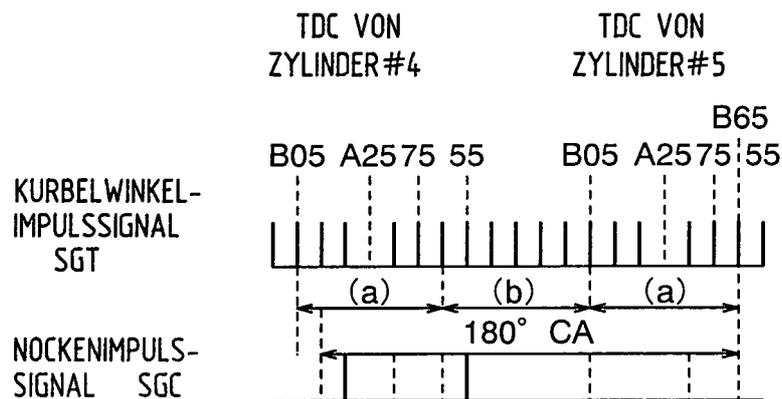


FIG. 22

ZYLINDER	#1	#2	#3	#4	#5	#6
UNTERPERIODE (a)	1	2	1	0	1	0
UNTERPERIODE (b)	0	0	2	2	1	1
(a) + (b)	1	2	3	2	2	1

FIG. 23

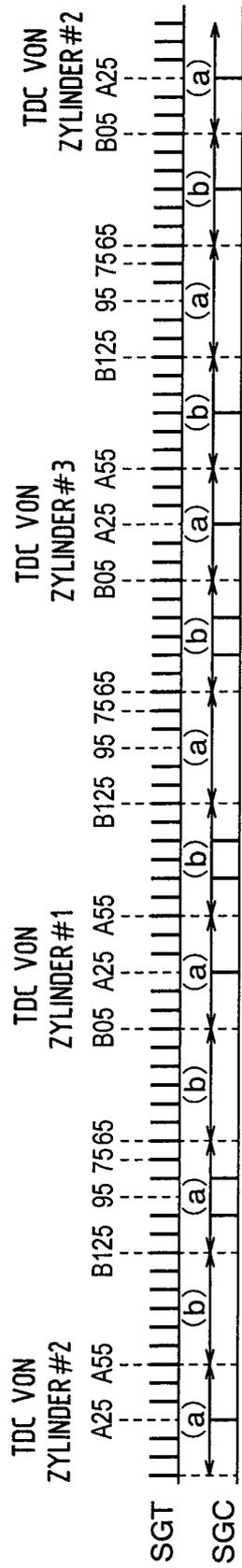


FIG. 24

(a)	1	2	1	0	1	0
(b)	0	0	2	2	1	1
ZYLINDER-IDENTIFIKATION	ZYLINDER#1		ZYLINDER#3		ZYLINDER#2	
	B125	B05	B125	B05	B125	B05

FIG. 25

(b)	1	0	0	2	2	1
(a)	1	2	1	0	1	0
ZYLINDER-IDENTIFIKATION	ZYLINDER#1		ZYLINDER#3		ZYLINDER#2	
	A55	B65	A55	B65	A55	B65