



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 27 378 B4 2007.09.06**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 27 378.9**
 (22) Anmeldetag: **06.06.2001**
 (43) Offenlegungstag: **06.06.2002**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **06.09.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 41/00 (2006.01)**
F01L 1/344 (2006.01)
F02D 45/00 (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:
2000-328526 27.10.2000 JP

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

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITL, 81925 München

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

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 101 27 173 A1
JP 11-3 11 148 A
JP 07-2 24 620 A

(54) Bezeichnung: **Zylinder-Identifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Ein Zylinderidentifizierungsverfahren für eine Brennkraftmaschine, umfassend die Schritte:

Erfassen eines Kurbelwinkelimpulssignals (SGT), das synchron mit der Drehung einer Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine erzeugt wird;

Erfassen eines Nockenimpulssignals (SGC), welches spezifische Impulse zum Identifizieren der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine enthält, wobei die Impulse synchron mit der Drehung einer Nockenwelle (2), deren Drehzahl der Hälfte der Drehzahl der Kurbelwelle (1) entspricht, erzeugt werden;

variables Einstellen der Phase einer Ventilansteuerung für die einzelnen Zylinder, in Abhängigkeit von Betriebszuständen der Brennkraftmaschine;

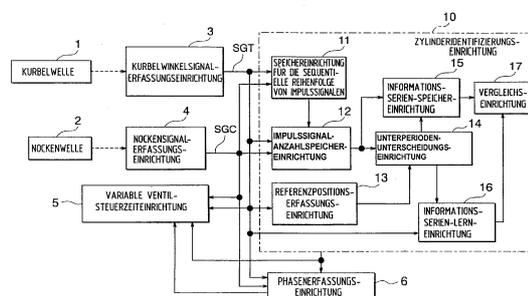
Identifizieren der einzelnen Zylinder auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) und des Nockenimpulssignals (SGC);

wobei der Schritt des Identifizierens die weiteren Schritte umfasst:

Aufteilen des Zündwinkelbereichs des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) für jeden Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden;

Speichern der jeweiligen Anzahl der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC), die in den einzelnen Unterperioden während eines Zündwinkelbereichs für einen Zylinder erzeugt werden;

Kombinieren der jeweiligen Anzahl der spezifischen...



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Zylinderidentifizierungsverfahren und ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine, die in einem Automobil oder einem Motorfahrzeug angebracht ist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine, wobei das System dafür ausgelegt ist, die einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine innerhalb einer kurzen Zeit, selbst auf ein Starten des Maschinenbetriebs hin, in einer unterscheidbaren Weise zu identifizieren und eine Ventilsteuerzeit zu ändern, um dadurch ein Steuerbetriebsverhalten zu verbessern.

Beschreibung des verwandten Sachstandes

[0002] Bezüglich des bislang bekannten oder herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystems, welches z. B. ein Kurbelwinkelimpulssignal und ein Nockenimpulssignal in der Brennkraftmaschine verwendet, die mit einem variablen Ventilzeit-Steuermechanismus (nachstehend auch als der VVT-Mechanismus bezeichnet) ausgerüstet ist, kann dasjenige erwähnt werden, welches z. B. in der JP 7-224620 A offenbart ist.

[0003] In dem Zylinderidentifizierungssystem, welches in der voranstehend erwähnten Veröffentlichung beschrieben ist, wird eine Referenzposition, die in Einheiten eines Kurbelwinkels angegeben wird, auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals erfasst, das ein Referenzsignal enthält. Ein gegebener oder spezifischer Zylinder kann durch Erfassen einer Anwesenheit/Abwesenheit eines Nockensignalimpulses in einer bestimmten oder spezifischen Periode, die der Erfassung der Referenzposition folgt, in einer unterscheidbaren Weise bestimmt oder identifiziert werden.

[0004] In diesem Fall wird der Nockensignalimpuls für eine Zylinderidentifikation so eingestellt, dass er dreimal für eine Drehung einer Nockenwelle (entsprechend zu zwei Drehungen einer Kurbelwelle) im Hinblick auf die Steuerbarkeit der variablen Ventilzeit wegen der nachstehend beschriebenen Gründe erzeugt oder ausgegeben wird.

[0005] Wenn die Anzahl, wie oft der Nockensignalimpuls ausgegeben wird, auf einmal für zwei Drehungen der Kurbelwelle eingestellt wird, kann die VVT-Signalphase nur einmal während zwei Drehungen der Maschine erfasst werden, was zu einer Verschlechterung des Phasensteuerungs-Betriebsverhaltens des VVT-Mechanismus führt.

[0006] Wenn andererseits die Anzahl, wie oft die Nockensignalimpulse ausgegeben werden, auf viermal oder mehr für zwei Drehungen der Maschine bzw. Kurbelwelle eingestellt wird, wird eine Abweichung in der Winkelposition des Nockenimpulssignals relativ zu dem Kurbelwinkelimpulssignal unter dem Einfluss einer Änderung des variablen Bereichs der Ventilansteuerungsphase aufgrund der Steuerung der variablen Ventilzeit stattfinden, was zu einer fehlerhaften Identifikation des Zylinders mit großen Nachteilen führt.

[0007] Wenn insbesondere in dem herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystem, welches in der obigen Veröffentlichung beschrieben ist, sich die Ventilansteuerungsphase aufgrund der Steuerung der variablen Ventilzeit ändert, wird die Zylinderidentifikation innerhalb eines spezifischen Winkelbereichs des Kurbelwinkelimpulssignals durchgeführt. Somit handelt es sich bei einem Nockensignalmuster für die Zylinderidentifikation um einen relativ einfachen Aufbau.

[0008] In der Zylinderidentifikation wird jedoch eine Anwesenheit oder Abwesenheit des Nockensignalimpulses in einer unterscheidbaren Weise nach einer Erfassung des Referenzsignals von dem Kurbelwinkelimpulssignal bestimmt. Wenn die Erfassung des Kurbelwinkelimpulssignals sofort nach der Erfassung des Referenzsignals gestartet wird, kann demzufolge das Referenzsignal nicht erfasst werden (d. h. anders ausgedrückt, die Zylinderidentifikation kann nicht gestartet werden) ohne das Kurbelwinkelimpulssignal nach ungefähr einer Drehung der Maschine zu erfassen.

[0009] Wie sich nun aus der vorangehenden Beschreibung entnehmen lässt, wird in dem herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystem für die Brennkraftmaschine die Zylinderidentifikation innerhalb eines vorgegebenen Bereichs des Kurbelwinkels ausgeführt, ohne die Änderung der Nockenimpuls-Signalphase zu berücksichtigen, die durch die variable Ventilzeit-Steuerung hervorgebracht wird. Ferner wird die Zylinderidentifikation nach einer Erfassung des Referenzsignals auf Grundlage einer Anwesenheit/Abwesenheit des Nockenimpulssignals durchgeführt, indem auf ein relativ einfaches Nockensignal-Impulsmuster Bezug genommen wird. Demzufolge wird in dem schlechtesten Fall, bei dem die Signalerfassung unmittelbar dem Referenzsignal folgend gestartet wird, eine oder mehrere Umdrehungen der Maschine benötigt, um die Zylinderidentifikation abzuschließen, was ein Problem ergibt, dass das Steuerungs-Betriebsverhalten verschlechtert wird.

[0010] JP 11-311148 A beschreibt eine Zylinderidentifizierungs-Einrichtung für eine Brennkraftmaschine, wobei die Einrichtung in der Lage ist, einen Zylinder schnell und sicher zu identifizieren, um die

Maschine durch Erfassen eines Signals auf der Basis eines Kurbellwellenwinkel- und eines Nockenwellenwinkelsensors zu einem frühen Zeitpunkt starten zu können. Um dies zu erreichen wird ermittelt, wie viele Kurbellwellenwinkel-Sensorsignale zwischen jeweils zwei Nockenwellenwinkel-Sensorsignalen ausgegeben werden, worauf hin ein Zylinder identifiziert wird. Im Falle von drei Signalpulsen des Kurbellwellenwinkel-Sensors kann ein Zylinder durch dieses Signal alleine identifiziert werden. Im Falle von nur zwei vom Kurbellwellenwinkel-Sensor erzeugten Signalpulsen kann ein Zylinder nur dann identifiziert werden, wenn das vorangegangene Signal mitberücksichtigt wird.

[0011] Die nach veröffentlichte DE 101 27 173 A1 betrifft ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine mit innerer Verbrennung. Hierbei identifiziert eine Zylinderidentifizierungseinrichtung die einzelnen Zylinder der Verbrennungskraftmaschine auf der Grundlage eines Kurbellwinkelsignals und eines Nockensignals, wobei das Kurbellwinkelsignal von einer Kurbellwinkel-Signalerfassungseinrichtung bzw. das Nockensignal von einer Nockensignalerfassungseinrichtung erzeugt wird.

[0012] Zudem wird in diesem Zylinderidentifizierungssystem eine Zündsteuerperiode von jedem Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden unterteilt.

[0013] Im Hinblick auf den voranstehend beschriebenen Sachstand ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System und ein Verfahren für eine Brennkraftmaschine bereitzustellen, welche eine genaue Zylinderidentifikation erlauben.

[0014] Diese Aufgabe wird jeweils durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 2 gelöst.

[0015] Vorteilhafte Ausführungsformen werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0016] Nach Anspruch 1 und 2 der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren und ein Zylinderidentifizierungsverfahren und -system für eine Brennkraftmaschine bereitgestellt, wobei das System umfasst: Eine Kurbellwinkelsignalerfassungseinrichtung (3) zum Erfassen eines Kurbellwinkelimpulssignals (SGT), dessen Erzeugung an die Drehfrequenz der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine angepasst ist; eine Nockensignalerfassungseinrichtung (4) zum Erzeugen eines Nockenimpulssignals (SGC), welches spezifische Impulse zum Identifizieren der einzelnen Zylindern der Brennkraftmaschine enthält, wobei die Erzeugung der Impulse an die Drehfrequenz der Nockenwelle (2), deren Drehzahl der Hälfte der Drehzahl der Kurbelwelle (1) entspricht, angepasst ist; eine Steuereinrichtung (5) zum variablen Einstellen der Phase einer Ventilansteuerung für die einzelnen Zylinder, in Abhängigkeit von Betriebszu-

ständen der Brennkraftmaschine; eine Zylinderidentifizierungseinrichtung (10), die dafür ausgelegt ist, die einzelnen Zylinder auf Grundlage des Kurbellwinkelimpulssignals (SGT) und des Nockenimpulssignals (SGC) zu identifizieren; wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) umfasst: eine Referenzpositions-Erfassungseinrichtung (13) zum Aufteilen des Zündwinkelbereichs des Kurbellwinkelimpulssignals (SGT) für jeden Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden; eine Speichereinrichtung (12) zum Zählen und Speichern der jeweiligen Anzahl der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC), die in den einzelnen Unterperioden erzeugt werden; eine Speichereinrichtung (15) zum Kombinieren und Speichern der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC) als Informationsserien; und eine Vergleichseinrichtung (17) zum Identifizieren der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine auf Grundlage der Informationsserien.

[0017] Aufgrund der voranstehend beschriebenen Anordnung wird für eine Brennkraftmaschine ein Zylinderidentifizierungssystem vorgesehen, welches komplizierte Nockenimpulssignalmuster ohne die Notwendigkeit einer Einrichtung von irgendwelchen bestimmten Perioden für die Zylinderidentifikation einstellen kann und das den Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinern kann, um dadurch zu ermöglichen, dass die Maschinen-Steuerungsfähigkeit vergrößert und wesentlich verbessert wird.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Informationsserien aus vier sukzessiven Signalen, die die spezifischen Impulse enthalten, gebildet sein.

[0019] Wegen des voranstehend beschriebenen Merkmals kann der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden, wodurch die Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0020] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Informationsserien-Speichereinrichtung so ausgelegt sein, dass sie eine Vielzahl von Informationsserien speichert, die innerhalb eines Bereichs variabel sind, in dem die Phase der Ventilansteuerungszeit von der variablen Ventilzeit-Steuereinrichtung geändert wird. Die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung kann vorzugsweise so ausgelegt sein, dass sie einen gegebenen einen der Zylinder auf Grundlage von wenigstens einer der mehreren Informationsserien identifiziert.

[0021] Selbst wenn die Phase des Nockenimpulssignals aufgrund der Steuerung der variablen Ventilzeit vorgerückt wird, kann mit der voranstehend beschriebenen Anordnung der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden,

wodurch die Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0022] In einer noch anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung aus einer Informationsserien-Lern-Einrichtung zum Lernen einer ersten einen der Informationsserien an einem vorgegebenen Kurbelwinkel auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals gebildet sein, wobei die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung so angeordnet sein kann, dass sie die einzelnen Zylinder auf Grundlage eines Vergleichsergebnisses der Informationsserien, die gegenwärtig erfasst werden, mit den zuerst gelernten Informationsserien identifiziert.

[0023] In einer noch anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung aus einer Arithmetik-Einrichtung für änderbare Informationsserien gebildet sein, um arithmetisch eine zweite eine der Informationsserien, die sich innerhalb eines Bereichs des vorgegebenen Kurbelwinkels verändern kann, auf Grundlage der ersten Informationsserien und dem Bereich, in dem die Phase der Ventilansteuerungszeit mit Hilfe der variablen Ventilzeit-Steuer-Einrichtung verändert werden kann, zu bestimmen, wobei die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung so ausgelegt ist, dass sie die einzelnen Zylinder jeweils auf Grundlage eines Vergleichsergebnisses zwischen den Informationsserien, die gegenwärtig erfasst werden, und wenigstens einer der ersten und zweiten Informationsserien identifiziert.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Informationsserien-Lern-Einrichtung so eingerichtet sein, dass sie die erste Informationsserie zu einem Zeitpunkt lernt, der einer am weitesten zurück verlegten Ventilansteuerungs-Steuerungszeit und/oder einer am weitesten vorgerückten Ventilansteuerungszeit, die von der variablen Ventilzeit-Steuer-Einrichtung eingestellt werden, entspricht.

[0025] In einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Informationsserien-Lerneinrichtung so ausgestaltet sein, dass sie die erste Informationsserie zu einem Zeitpunkt lernt, zu dem ein Betrieb der Brennkraftmaschine gestartet wird.

[0026] Aufgrund der voranstehend beschriebenen Ausbildung des Zylinderidentifizierungssystem kann, sogar wenn ein Sensoranbringungsfehler auftreten sollte und/oder sogar dann, wenn die Phase des Nockenimpulssignals aufgrund der Steuerung der variablen Ventilzeit vorgerückt wird, der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden, wodurch die Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0027] In einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das Kurbelwinkelimpulssignal aus Impulsfolgen gebildet sein, die jeweils einen Impuls enthalten, der eine Referenzposition für jeden der einzelnen Zylinder anzeigt, wobei die mehreren Unterperioden durch Aufteilen der Zünd-Steuerperiode unter Bezugnahme auf die Referenzposition eingerichtet werden.

[0028] Aufgrund des voranstehend beschriebenen Merkmals kann der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden, wodurch die Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0029] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung so ausgestaltet werden, dass sie die einzelnen Zylinder wenigstens entweder während einer vorgegebenen Zeitperiode von einem Startpunkt, zu dem der Maschinenbetrieb gestartet wird, oder zu einem Zeitpunkt, der der Ventilansteuerungszeit mit maximaler Verzögerung, eingestellt durch die variable Ventilzeit-Steuer-Einrichtung, entspricht, identifiziert.

[0030] Wegen der voranstehend beschriebenen Anordnung kann selbst dann, wenn die Menge der gespeicherten Informationsseriendaten klein ist, der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden, wodurch die Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit erhöht werden kann.

[0031] In einer noch anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das Zylinderidentifizierungssystem für die interne Verbrennung ferner eine Phasenerfassungs-Einrichtung zum Erfassen einer Änderung der Ventilansteuerungsphase, die mit Hilfe der variablen Ventilzeit-Steuer-Einrichtung verschoben wird, auf Grundlage von gegebenen spezifischen Impulsen, die in dem Nockenimpulssignal und der Kurbelwinkelpositions-Information, die aus dem Kurbelwinkelimpulssignal abgeleitet wird, enthalten sind, umfassen.

[0032] Mit der voranstehend beschriebenen Anordnung kann der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden, wodurch die Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit erhöht werden kann. Ferner kann eine große Freiheit beim Entwurf sowie eine Kostenreduktion realisiert werden.

[0033] In einer noch anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die auf eine Vierzylinder-Brennkraftmaschine angewendet wird, bei der die Zündsteuerperiode für jeden der Zylinder so eingestellt sein kann, dass sie einem Kurbelwinkel von 180° entspricht, sollten die mehreren Unterperioden, die den jeweiligen einzelnen Zylindern entsprechen,

aus einer ersten Unterperiode, bzw. einer zweiten Unterperiode gebildet sein, wobei die Anzahl von spezifischen Impulsen, die in dem Nockenimpulssignal enthalten sind, welches während der ersten Unterperiode, bzw. der zweiten Unterperiode erzeugt wird, jeweils "1" bzw. "0", "2" bzw. "1", "0" bzw. "2" und "0" bzw. "1" in der sequentiellen Reihenfolge, in der die Zylinder gesteuert werden, sein sollte.

[0034] Mit der voranstehend beschriebenen Anordnung kann der Drehwinkel, der für eine Zylinderidentifikation der Vierzylinder-Maschine benötigt wird, verkleinert werden, wodurch eine Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0035] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die auf eine Sechszylinder-Brennkraftmaschine angewendet ist, bei der die Zündsteuerperiode für jeden der Zylinder so eingestellt ist, dass sie einem Kurbelwinkel von 120° entspricht, sollten die mehreren Unterperioden, die den einzelnen Zylindern entsprechen, aus einer ersten Unterperiode bzw. einer zweiten Unterperiode gebildet sein, wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal enthalten sind, das während der ersten Unterperiode bzw. der zweiten Unterperiode erzeugt wird, jeweils "1" bzw. "0", "2" bzw. "0", "1" bzw. "2", "0" bzw. "2", "1" bzw. "1" und "0" bzw. "1" in der sequentiellen Reihenfolge, in der die Zylinder gesteuert werden, sein sollte.

[0036] Wegen der voranstehend beschriebenen Anordnung kann der Drehwinkel, der für die Zylinderidentifikation der Sechszylinder-Maschine benötigt wird, verkleinert werden, wodurch eine Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0037] In einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die auf eine Dreizylinder-Brennkraftmaschine angewendet ist, bei der die Zündsteuerperiode für jeden der Zylinder so eingestellt ist, dass sie einem Kurbelwinkel von 240° entspricht, sollten die mehreren Unterperioden aus einer ersten Unterperiode, aus einer zweiten Unterperiode, einer dritten Unterperiode bzw. einer vierten Unterperiode gebildet sein, wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal während der ersten, zweiten, dritten bzw. vierten Unterperioden enthalten sind, "1", "0", "2" bzw. "0", "1", "2", "0" bzw. "2", "1", "1", "0" bzw. "1" in der sequentiellen Reihenfolge, in der die einzelnen Zylinder gesteuert werden, sein sollte.

[0038] Wegen der voranstehend beschriebenen Anordnung kann der Drehwinkel, der für eine Zylinderidentifikation der Dreizylinder-Maschine benötigt wird, verkleinert werden, wodurch einen Maschinenbetriebs-Steuerungsfähigkeit verbessert werden kann.

[0039] Die Vorteile der vorliegenden Erfindung lassen sich durch Lesen der vorliegenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen verstehen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0040] Im Verlauf der Beschreibung, die folgt, wird auf die Zeichnungen Bezug genommen. In den Zeichnungen zeigen:

[0041] [Fig. 1](#) ein Funktionsblockdiagramm, welches allgemein und schematisch ein Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0042] [Fig. 2](#) ein Steuerzeit-Diagramm, welches Signalmuster eines Kurbelwinkelimpulssignals bzw. eines Nockenimpulssignals in einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0043] [Fig. 3](#) eine Ansicht zum Illustrieren einer Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Unterperioden (a) und (b), auf die im Zusammenhang mit einem Signalerfassungsmuster Bezug genommen wird;

[0044] [Fig. 4](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Unterperioden (b) und (a) zeigt, auf die im Zusammenhang mit dem in [Fig. 2](#) dargestellten Signalerfassungsmuster Bezug genommen werden soll.

[0045] [Fig. 5](#) ein Steuerzeit-Diagramm zum Illustrieren eines Zylinderidentifizierungsbetriebs, der in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0046] [Fig. 6](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Nockensignal-Impulsfolgen und erfassten Signalmustern, die in [Fig. 5](#) gezeigt sind, zeigt;

[0047] [Fig. 7](#) ein Steuerzeit-Diagramm zum Illustrieren eines Zylinderidentifizierungsbetriebs, der in dem Zylinderidentifizierungssystem während eines Betriebs während eines variablen Ventilzeit-Steuersystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0048] [Fig. 8](#) ein Flussdiagramm zum Darstellen einer Unterbrechungsverarbeitungsroutine, die von einer Zylinderidentifizierungseinrichtung in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0049] [Fig. 9](#) ein Flussdiagramm zum Illustrieren ei-

ner Unterbrechungsverarbeitungsroutine, die von der Zylinderidentifizierungs-Einrichtung in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0050] [Fig. 10](#) ein Flussdiagramm zum Illustrieren einer Unterbrechungsverarbeitungsroutine, die von der Zylinderidentifizierungs-Einrichtung in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

[0051] [Fig. 11](#) ein Flussdiagramm zum Illustrieren eines Betriebs einer Zylinderidentifikations-Verarbeitung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0052] [Fig. 12](#) ein Steuerzeit-Diagramm zum Illustrieren eines Betriebs einer Phasenerfassungseinrichtung in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0053] [Fig. 13](#) ein Steuerzeit-Diagramm zum Illustrieren eines Zylinderidentifikationsbetriebs mit Hilfe einer Informationsserien-Lerneinrichtung in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0054] [Fig. 14](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0055] [Fig. 15](#) eine Ansicht, die eine Tabelle zum Illustrieren von Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die unter Bezugnahme auf [Fig. 14](#) gelernt werden, zeigt;

[0056] [Fig. 16](#) ein Steuerzeit-Diagramm zum Illustrieren von verschiedenen Impulssignalmustern während eines Betriebs der Steuerung der variablen Ventilzeit für den Fall, bei dem ein Anbringungsfehler eines Nockensignalsensors in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung berücksichtigt wird;

[0057] [Fig. 17](#) ein Steuerzeit-Diagramm, welches verschiedene Impulssignalmuster für den Fall zeigt, dass der Nockensignalimpuls in dem am meisten verzögerten Zustand ist und bei dem der Anbringungsfehler eines Nockensignalsensors in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung berücksichtigt wird;

[0058] [Fig. 18](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage des Impulssignalmusters, welches in [Fig. 17](#) gezeigt ist, zeigt;

[0059] [Fig. 19](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifi-

kations-Tabelle auf Grundlage von Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die durch Bezugnahme auf die in [Fig. 18](#) gezeigte Tabelle gelernt werden, zeigt;

[0060] [Fig. 20](#) ein Steuerzeit-Diagramm, das Impulssignalmuster und einen Zylinderidentifizierungsbetrieb für den Fall zeigt, bei dem bewirkt wird, dass das Nockenimpulssignal durch die Steuerung der variablen Ventilzeit vorgerückt wird, wie in [Fig. 17](#) gezeigt;

[0061] [Fig. 21](#) ein Steuerzeit-Diagramm, welches Impulsmuster zeigt, die in einer Sechszylinder-Maschine gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt werden;

[0062] [Fig. 22](#) eine Ansicht zum Erläutern einer Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Unterperioden (a) und (b), auf die im Zusammenhang mit dem Signalerfassungsmuster, welches in [Fig. 21](#) dargestellt ist, Bezug genommen wird;

[0063] [Fig. 23](#) eine Ansicht zum Erläutern von Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die zu dem Zeitpunkt erfasst werden, zu dem die Ventilansteuerungsphase in den Impulssignalmustern, die in [Fig. 21](#) gezeigt sind, am meisten verzögert ist;

[0064] [Fig. 24](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die auf Grundlage des in [Fig. 23](#) gezeigten Erfassungsergebnisses gelernt werden, zeigt;

[0065] [Fig. 25](#) ein Steuerzeit-Diagramm, das Impulsmuster zeigt, die in einer Dreizylinder-Maschine gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt werden;

[0066] [Fig. 26](#) eine Ansicht zum Illustrieren einer Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Unterperioden (a) und (b), auf die im Zusammenhang mit dem in [Fig. 25](#) gezeigten Signalerfassungsmuster Bezug genommen wird;

[0067] [Fig. 27](#) eine Ansicht zum Illustrieren von Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die erfasst werden, wenn die Ventilansteuerungsphase in den Impulssignalmustern, die in [Fig. 25](#) gezeigt sind, am meisten verzögert ist; und

[0068] [Fig. 28](#) eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die aus dem in [Fig. 27](#) gezeigten Erfassungsergebnis gelernt werden, zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0069] Die vorliegende Erfindung wird mit näheren Einzelheiten im Zusammenhang damit beschrieben, was gegenwärtig als bevorzugte oder typische Ausführungsformen davon angesehen werden, und zwar unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. In der folgenden Beschreibung bezeichnen die gleichen Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile überall in den verschiedenen Ansichten.

Ausführungsform 1

[0070] Nun wird das Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) beschrieben, die schematisch ein Funktionsblockdiagramm einer allgemeinen Konfiguration des Zylinderidentifizierungssystems zeigt. Unter Bezugnahme auf die Figur umfasst die Brennkraftmaschine (nachstehend einfach als die "Maschine" bezeichnet) eine Kurbelwelle **1** und eine Nockenwelle **2**, die sich bei einer Geschwindigkeit dreht, die gleich die Hälfte von derjenigen der Kurbelwelle **1** ist.

[0071] Eine Kurbelwinkelsignal-Erfassungseinrichtung **3** ist in Zuordnung zu der Kurbelwelle **1** vorgesehen, um dadurch synchron zu der Drehung der Kurbelwelle **1** ein Kurbelwinkelimpulssignal SGT in der Form von Impulsfolgen zu erzeugen, die jeweils einen Impuls enthalten, der eine Referenzposition anzeigt. Ferner ist eine Nockensignal-Erfassungseinrichtung **4** in Zuordnung zu der Nockenwelle **2** vorgesehen, um synchron zu der Drehung der Nockenwelle **2** ein Nockenimpulssignal SGC zu erzeugen, welches bestimmte oder spezifische Impulse zum Identifizieren der einzelnen Zylinder der Maschine enthält.

[0072] Eine variable Ventilzeit-Steuereinrichtung **5** ist ausgelegt, um die Phase der Ventilsteuerungszeit für jeden Zylinder durch Berücksichtigen des Betriebszustands der Maschine zu verschieben oder variabel einzustellen. In diesem Fall wird die Größe oder der Betrag der Phasenverschiebung direkt in dem Nockenimpulssignal SGC reflektiert.

[0073] An dieser Stelle wird der Ausdruck "variable Ventilzeit-Steuerung (kurz VVT-Steuerung)" definiert. Mit diesem Ausdruck wird eine Steuerung zum Vorverlegen der Steuerzeit zum Öffnen z. B. eines Ansaugventils des Maschinenzylinders im Hinblick auf eine Verbesserung der Qualität eines Abgases und des Kraftstoff-Kosten-Betriebsverhaltens der Maschine bezeichnet. Überdies ist eine derartige variable Ventilzeit(VVT)-Steuerung selbst in dem technischen Gebiet bekannt.

[0074] Eine Phasenerfassungs-Einrichtung **6** ist ausgelegt, um die Änderung der Ventilsteuerungsphase (z. B. die Verschiebung der Ansaugventil-Öffnungszeit), die von der variablen Ventilzeit-Steuereinrichtung **5** bewirkt wird, auf Grundlage des Ergebnisses der Zylinderidentifikations-Verarbeitung, die von einer Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** ausgeführt wird, die nachstehend noch mit näheren Einzelheiten beschrieben wird, bei gegebenen spezifischen Impulsen, die in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind, und einer Kurbelwinkel-Positionsinformation, die arithmetisch von dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT abgeleitet wird, zu erfassen. Das Signal, das die erfasste Änderung der Ventilsteuerungsphase anzeigt, wird dann an die variable Ventilzeit-Steuereinrichtung **5** zurückgeführt.

[0075] Die voranstehend erwähnte Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10**, die durch Verwenden einer elektronischen Steuereinheit implementiert werden kann, ist so angeordnet, dass sie synchron zu der Phase der Ventilsteuerungszeit (z. B. der Ansaugventil-Öffnungszeit) für jeden Zylinder, die durch die variable Ventilzeit-Steuereinrichtung **5** geändert wird, arbeitet, um dadurch jeweils die einzelnen Zylinder der Maschine zu identifizieren und gleichzeitig in einer unterscheidbaren Weise die Referenzpositionen für die einzelnen jeweiligen Zylinder auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC zu bestimmen.

[0076] Insbesondere umfasst die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** eine Impulssignalsequenz-Speichereinrichtung **11** zum Speichern der sequentiellen Reihenfolge der Impulse und eine Impulsanzahl-Speichereinrichtung **12** zum Speichern der Anzahl von Impulsen, die in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT bzw. dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind, eine Referenzpositions-Erfassungseinrichtung **13** zum Holen des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, das von der Kurbelwinkelsignal-Erzeugungseinrichtung **3** ausgegeben wird, um dadurch die voranstehende Referenzposition zu erfassen, eine Unterperioden-Unterscheidungseinrichtung **14** zum Holen der Ausgangssignale der Impulsanzahl-Speichereinrichtung **12** bzw. der Referenzpositions-Erfassungseinrichtung **13**, eine Informationsserien-Speichereinrichtung **15** und eine Informationsserien-Lerneinrichtung **16**, die in Zuordnung zu der Unterperioden-Unterscheidungseinrichtung **14** vorgesehen sind, und eine Vergleichseinrichtung **17**.

[0077] Die Impulssignalsequenz-Speichereinrichtung **11** ist so ausgelegt, dass sie darin die zeitliche Beziehung zwischen den Impulsfolgen, die jeweils Impulse enthalten, die zu jedem 10° in Einheiten des Kurbelwinkels (d. h. zu jedem 10°CA) erzeugt werden, die in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT enthalten sind, und den spezifischen Impulsen für die Zylinderidentifikation, wobei diese Impulse in dem Nocken-

impulssignal SGC enthalten sind, speichert.

[0078] Andererseits umfasst die Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung **12** eine Kurbelwinkelsignal-Speichereinrichtung zum Speichern der Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, die seit dem Start des Maschinenbetriebs erfasst werden, und eine Nockenimpulssignal-Speichereinrichtung zum Speichern der Anzahl von Signalimpulsen des Nockenimpulssignals (d. h. eines Signals, welches durch den Sensor erzeugt wird, der in Zuordnung zu der Nockenwelle vorgesehen ist) SGC, die seit dem Start des Maschinenbetriebs erzeugt werden, wobei die Anzahl der Impulse des Kurbelwinkelimpulssignals SGC und diejenige der Impulse des Nockenimpulssignals (Ventilansteuerungssignal) SGT für eine Speicherung gezählt werden, beginnend von dem Zeitpunkt, zu dem der Maschinenbetrieb gestartet wird.

[0079] Ferner ist die Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung **12** so ausgelegt, dass sie für eine Speicherung die Impulsanzahl der spezifischen Impulse zählt, die über die Vielzahl von Unterperioden erzeugt werden, die durch Aufteilen der Zündsteuerungsperiode für jeden der einzelnen Zylinder in eine Vielzahl oder eine vorgegebene Anzahl der Unterperioden bezüglich einer Referenzposition, was nachstehend noch erläutert wird, definiert werden. Zudem wird für den Fall des Systems, welches nun betrachtet wird, nur beispielhaft angenommen, dass die Zündsteuerungsperioden in zwei Unterperioden (a) und (b) aufgeteilt sind, wie nachstehend deutlich gemacht wird.

[0080] Die Referenzpositions-Erfassungseinrichtung **13** ist dafür ausgelegt, die Referenzposition auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals SGT zu erfassen, während die Unterperioden-Unterscheidungseinrichtung **14** dafür ausgelegt ist, die mehreren Unterperioden voneinander auf Grundlage von Kombinationen der Anzahl der Signalimpulse, die jeweils während der mehreren Unterperioden erzeugt werden, zu unterscheiden.

[0081] Die Informationsserien-Speichereinrichtung **15** ist dafür ausgelegt, die Informationsserien zu speichern, die aus einer Kombination der Signalimpulsanzahl, die gegenwärtig während der mehreren Unterperioden jeweils erfasst werden, gebildet werden, zu speichern, während die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** dafür ausgelegt ist, eine erste Informationsserie bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals SGT zu lernen.

[0082] Ferner ist die Informationsserien-Speichereinrichtung **15** so angeordnet, dass sie eine Vielzahl von Informationsserien speichert, die sich innerhalb eines Bereichs ändern können, in dem die Phase der

Ventilansteuerungszeit mit Hilfe der variablen Ventilzeit-Steuereinrichtung **5** geändert wird. In diesem Fall ist die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** so ausgelegt, dass sie einen bestimmten oder gegebenen Zylinder auf Grundlage von wenigstens einer der mehreren Informationsserien (z. B. eine der voranstehend beschriebenen ersten und zweiten Informationsserien) identifiziert. Die Informationsserie kann z. B. aus vier sukzessiven Signalen gebildet sein, die nachstehend noch beschrieben werden.

[0083] Die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** ist dafür ausgelegt, die erste Informationsserie wenigstens an der am meisten verzögerten Ventilansteuerungszeit und/oder der am weitesten vorgerückten (vorverlegten) Ventilansteuerungszeit, die mit Hilfe der variablen Steuerzeit-Einrichtung **5** eingestellt werden, zu lernen. Ferner ist die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** dafür ausgelegt, die erste Informationsserie auf ein Starten eines Betriebs der Maschine hin zu lernen.

[0084] Die Vergleichseinrichtung **17** ist dafür ausgelegt, die Informationsserie, die gegenwärtig erfasst wird, mit der ersten Informationsserie wie gelernt zu vergleichen, um dadurch das Vergleichsergebnis auszugeben. Die Zylinderidentifikation soll auf Grundlage des Ergebnisses dieses Vergleichs ausgeführt werden.

[0085] Die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** ist dafür ausgelegt, um in einer unterscheidbaren Weise die einzelnen Zylinder auf Grundlage des Vergleichsergebnisses, welches von der Vergleichseinrichtung **17** ausgeführt wird, sowie der Informationsserien, die in der Informationsserien-Speichereinrichtung **15** gespeichert sind, zu bestimmen oder zu identifizieren.

[0086] Die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** kann eine Arithmetik-Einrichtung (nicht gezeigt) für änderbare Informationsserien umfassen, um eine zweite Informationsserie, die innerhalb eines Bereichs eines vorgegebenen Kurbelwinkels änderbar ist, auf Grundlage der ersten Informationsserie und des Bereichs, in dem die Änderung der Ventilansteuerungsphase durch die variable Steuerzeit-Einrichtung **5** durchgeführt werden kann, arithmetisch zu bestimmen.

[0087] In diesem Fall identifiziert die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** die einzelnen Zylinder auf Grundlage des Vergleichsergebnisses zwischen der Informationsserie, die gegenwärtig erfasst wird, und wenigstens einer der ersten und zweiten Informationsserien.

[0088] Es sollte hinzugefügt werden, dass die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung die einzelnen Zylinder innerhalb einer vorgegebenen Zeitperiode, begin-

nend mit dem Zeitpunkt, zu dem der Maschinenbetrieb gestartet wird, oder alternativ an der am meisten verzögerten Ventilansteuerungszeit, die mit Hilfe der variablen Ventilzeit-Steuereinrichtung 5 eingestellt wird, identifiziert.

[0089] Fig. 2 ist ein Steuerzeit-Diagramm, welches Signalmuster des Kurbelwinkelimpulssignals SGT bzw. des Nockenimpulssignals SGC zeigt, die in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung unter der Annahme erzeugt werden, dass die betreffende Brennkraftmaschine z. B. vier Zylinder umfasst.

[0090] Bezugnehmend auf Fig. 2 umfasst das Kurbelwinkelimpulssignal SGT eine Impulslücke an der Referenzposition A25°CA (d. h. an einer Position, die dem oberen Totzentrum (TDC) um 25° in Einheiten des Kurbelwinkels folgt, nachstehend auch einfach als "Position A25" bezeichnet) für jeden der Maschinenzylinder #1 bis #4.

[0091] Andererseits ist das Nockenimpulssignal SGC in einem Impulserzeugungsmuster unter der Annahme gezeigt, dass die Phase der variablen Ventilzeit unverändert bleibt (die variable Ansteuerungszeit ist am meisten verzögert).

[0092] Überdies sind in Fig. 2 die Kurbelwinkel-Positionen für jeden Zylinder über einen Bereich gezeigt, der sich von einer Position B95°CA (d. h. einer Position, die um 95° in Einheiten des Kurbelwinkels oder CA vor dem oberen Totzentrum ist, nachstehend einfach als "Position B95" bezeichnet bis ungefähr zu der Position A25 um das Zentrum von ungefähr B05°CA herum (d. h. einer Position, die um 5° in Einheiten von CA vor dem oberen Totzentrum liegt, nachstehend einfach als "Position B05" bezeichnet) erstreckt.

[0093] Genauer gesagt ist das Kurbelwinkelimpulssignal SGT aus Impulsfolgen gebildet, die Impulse enthalten, die bei jedem vorgegebenen Kurbelwinkel (jeweils 10°CA) erzeugt werden, wobei die Referenzposition A25, an der das Referenzsignal bei jeweils 180°CA auftritt der Position eines Ringzahnrad entspricht, bei dem ein Zahn ausgelassen oder abwesend ist, wobei das Ringzahnrad einen Teil des Kurbelwinkel-Sensors bildet, wie in dem technischen Gebiet bekannt ist. Demzufolge entspricht die Referenzposition, die tatsächlich im Ansprechen auf die Zahnücke erfasst wird, der Position, die um 35° in Einheiten des Kurbelwinkels nach dem oberen Totzentrum (TDC) liegt (nachstehend als "Position A34" bezeichnet).

[0094] Wie sich der Fig. 2 entnehmen lässt, entspricht für den Fall der Vierzylinder-Brennkraftmaschine die Zündsteuerungsperiode 180°CA, wobei die TDC-Periode (Periode des oberen Totzentrums)

jedes Zylinders, die sich über den Winkelbereich von 180°CA des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erstreckt, in eine Unterperiode (a), die von B05°CA bis B95°CA geht und die Referenzposition A35 (d. h. A35°CA) enthält (entsprechend zu der Zahnückenposition), und eine Unterperiode (b), die von B95°CA bis B05°CA geht, die die Referenzposition A35 (A35°CA) nicht enthält, aufgeteilt ist.

[0095] Andererseits umfasst das Nockenimpulssignal SGC eine Anzahl der spezifischen Signalimpulse (Kombinationen von "0"; "1" bzw. "2") entsprechend jeweils zu den einzelnen verschiedenen Zylindern.

[0096] In diesem Fall ist die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind und während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt werden, so eingestellt, dass sie "1" bzw. "0", "2" bzw. "1", "0" bzw. "2" und "0" bzw. "1" ist, in der sequentiellen Reihenfolge, in der die Zylinder gesteuert werden.

[0097] Insbesondere wird unter der Annahme, dass die Zündsteuerungsperiode (TDC-Periode 180°CA des Kurbelwinkelimpulssignals SGT) für jeden der Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden (in dem dargestellten Fall zwei Unterperioden) aufgeteilt wird, das Nockenimpulssignal SGC so eingestellt ist, dass die Kombination ("0" bis "2") der spezifischen Signalimpulse, die während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt werden, sich entsprechend zu den mehreren Unterperioden (Unterperioden (a) und (b)) jeweils unabhängig von dem Zeitpunkt, zu dem der Betrieb der Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung 12 gestartet wird, unterscheiden.

[0098] Wegen der voranstehend beschriebenen Anordnung ist die Zylinderidentifizierungseinrichtung 10 in der Lage, die einzelnen Zylinder der Maschine auf Grundlage des Ergebnisses einer Bestimmung der Unterperioden- und Entscheidungseinrichtung 14 unabhängig von den positionsmäßigen Beziehungen zwischen dem Speicherungsstartpunkt der Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung 12 und den mehreren Unterperioden (a) und (b) zu identifizieren oder in einer unterscheidbaren Weise zu unterscheiden.

[0099] Die Fig. 3 und Fig. 4 sind Ansichten, die Tabellen zeigen, um Entsprechungen zwischen den Impulsen in den Unterperioden (a) und (b) und den entsprechenden identifizierten Zylindern darzustellen. Insbesondere zeigt Fig. 3 die Zylinder, die von den Serien der Impulsen während der Unterperioden (a) und (b) in dieser Reihenfolge identifiziert werden, während Fig. 4 die Zylinder zeigt, die von den Serien der Impulsen während der Unterperioden (b) und (a) in dieser Reihenfolge identifiziert werden.

[0100] Wie sich den Fig. 3 und Fig. 4 entnehmen lässt, können die einzelnen Zylinder definitiv durch

zwei Impulsserien (d. h. zwei Impulszüge) des Nockenimpulssignals SGC während zwei aufeinanderfolgenden Unterperioden unabhängig von der sequentiellen Reihenfolge dieser Erfassungs-Unterperioden (a) und (b) identifiziert werden.

[0101] Anders ausgedrückt, durch Verwendung sowohl des Kurbelwinkelimpulssignals SGT als auch des Nockenimpulssignals SGC, die in [Fig. 2](#) dargestellt sind, ist der Kurbeldrehwinkel, der äquivalent zu der Zeit ist, die zum Abschließen der Zylinderidentifikation benötigt wird, 180°CA minimal und 270°CA maximal. Im Gegensatz dazu ist für den Fall des herkömmlichen Zylinderidentifizierungssystems der entsprechende maximale Kurbeldrehwinkel 360°CA . Es lässt sich somit verstehen, dass in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung, die Zeit, die für die Zylinderidentifikation benötigt wird, im Vergleich mit dem herkömmlichen System verkürzt werden kann.

[0102] [Fig. 5](#) ist ein Steuerzeit-Diagramm zum Darstellen der Zylinderidentifizierungs-Betriebsvorgänge in dem Maschinenbetriebs-Startmodus und dem gewöhnlichen Maschinenbetriebsmodus. Insbesondere zeigt diese Figur die Zusammenhänge zwischen dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT, dem Nockenimpulssignal SGC, Werte von verschiedenen Flags und verschiedenen Zählern einerseits und die identifizierten Zylinder andererseits für den Fall einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine.

[0103] Bezug nehmend auf [Fig. 5](#) ist in dem gewöhnlichen Maschinenbetriebsmodus die variable Ventilsteuerzeit (VVT) am meisten verzögert (d. h. eine Änderung der Ventilansteuerungsphase = 0).

[0104] Eine unbekannte Marke (Flag) $F_{\text{unk}}(n)$ wird zum Erfassen der Impulsanzahl (der Impulsfolge) des Nockenimpulssignals SGC verwendet. Dieses Flag $F_{\text{unk}}(n)$ wird für den Fall, dass es nicht bekannt ist, ob die Nockensignal-Impulsanzahl "1" oder "2" ist, auf "EIN" gesetzt.

[0105] Ein Null-Flag F_{s0} wird verwendet, um die Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC zu erfassen. Dieses Flag wird auf "EIN" gesetzt, wenn diese Impulsanzahl "0" in dem vorangehenden Zyklus ist (d. h. wenn die Anzahl von Impulsen des vorangehenden Nockenimpulssignals Null ist).

[0106] Ein Kurbel-Impulszähler C_{sgt} wird zum Messen der Anzahl von Impulsen des Kurbelwinkelimpulssignals SGT verwendet, die zwischen einem gegebenen Impuls und dem nachfolgenden des Nockenimpulssignals erzeugt werden, um die Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC zu erfassen. Der Zähler wird jedes mal dann inkrementiert, wenn der Impuls des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst wird.

[0107] Genauer gesagt, der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} wird um "1" bei jedem Kurbelwinkel von 10°CA inkrementiert, während er um "2" nur dann inkrementiert wird, wenn der Kurbelwinkel-Impuls A35 unmittelbar nach dem Kurbelwinkel-Referenzsignalimpuls (der die Lückenzahnposition anzeigt) erfasst wird.

[0108] Ein Nocken-Signalimpuls-Zug $S_{\text{cam}}(n)$ zeigt die jüngste Anzahl der Nocken-Signalimpulse ("0", "1" oder "2"), die zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt beobachtet werden.

[0109] Der identifizierte Zylinder $Cyld(n)$ bezeichnet den Zylinder, der auf Grundlage des gegenwärtigen Nocken-Signalimpulses $S_{\text{cam}}(n)$ identifiziert wird. Andererseits stellt der gegenwärtige Zylinder $Cyln(n)$ den Zylinder dar, der die Steuerung danach durchlaufen soll, und der auf Grundlage eines gegenwärtig identifizierten Zylinders $Cyld(n)$ identifiziert werden kann.

[0110] [Fig. 6](#) ist eine Ansicht, die eine Tabelle zum Darstellen von Entsprechungen zwischen Kombinationen der Nocken-Signalimpuls-Züge (d. h. Impulszüge des Nockenimpulssignals SGC) $S_{\text{cam}}(n)$ und den identifizierten Zylindern zeigt. Zudem wird die Kombination der Nocken-Signalimpuls-Züge auch als die Informationsserie(n) bezeichnet.

[0111] Nachstehend wird der Zylinderidentifizierungs-Betrieb des Zylinderidentifizierungs-Systems gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung sequentiell in der Zeitbasierten Reihenfolge unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) beschrieben.

[0112] Zunächst wird in dem Maschinenstart-Betriebsmodus die Zylinderidentifikation auf Grundlage der Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC ausgeführt, die während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt werden, mit Bezugnahme auf die in [Fig. 3](#) dargestellte Tabelle.

[0113] In dem Maschinenstart-Betriebsmodus ist die Anzahl von Impulsen, die während der Unterperiode (a) erzeugt werden, "1", während sie in der Unterperiode (b) "0" ist. Demzufolge ist der Zylinder $Cyld(n)$, der zu dem Zeitpunkt t_0 ($B05\text{ CA}$) identifiziert wird, der Zylinder #1, während der Zylinder $Cyln(n)$, der die Identifikation danach durchlaufen soll, der Zylinder #3 ist, wie sich der [Fig. 3](#) entnehmen lässt.

[0114] Ferner ist der Momentanwert des Nocken-Signalimpuls-Zugs $S_{\text{cam}}(n)$ "1" an dem Endpunkt ($B95$) der Unterperiode (a) vor dem oberen Totzentrum des Zylinders #2, während er "0" an dem Endpunkt ($B05$) der Unterperiode (b) ist, die dem oberen Totzentrum des Zylinders #1 vorangeht, wie sich der [Fig. 5](#) entnehmen lässt.

[0115] An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Zylinder

deridentifizierungs-Einrichtung **10** so ausgelegt ist, dass sie den Zylinder auf Grundlage einer Kombination der Anzahl der Impulse des Nockenimpulssignals SGC identifiziert, die während der Unterperiode (a) und (b) (s. [Fig. 3](#)) erzeugt werden, bis der Zylinder #1 die Position B05 (Zeitpunkt t0) erreicht, wohingegen in dem nachfolgenden gewöhnlichen Betriebsmodus die Zylinderidentifikation auf Grundlage des Nockensignal-Impulsfolge $S_{cam}(n)$ durchgeführt wird.

[0116] Wie sich der [Fig. 5](#) entnehmen lässt, ist an der Position B05 (d. h. zu dem Zeitpunkt t0) des Zylinders #1 das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ "0", das Null-Flag F_{s0} ist "1" und der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} ist "0".

[0117] Danach bleibt der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} in der Periode, in der der Zustand des Null-Flags F_{s0} auf "1" bleibend fort dauert, in dem Zustand "0", ohne dass heraufgezählt oder inkrementiert wird.

[0118] Auf jede Erfassung des Kurbelwinkelimpuls-signals SGT hin wird überprüft, ob das Nockenimpulssignal SGC während der Zeitperiode, die von der vorangehenden Erfassung des Kurbelwinkelimpuls-signals SGT bis zu der gegenwärtigen Erfassung davon abgelaufen ist, erfasst worden ist oder nicht.

[0119] Beispielsweise wird zum dem Zeitpunkt t1 (d. h. zu dem Zeitpunkt, zu dem die Referenzposition A35 erfasst wird) ein Impuls des Nockenimpulssignals SGC erfasst, der während der Periode erzeugt worden ist, die sich von dem vorangehenden Zeitpunkt, zu dem der Impuls des Kurbelwinkelsignals SGT erfasst wurde (d. h. einer Position A15°CA), zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt einer Erfassung des Impulses des Kurbelwinkelsignals SGT (d. h. eine Position A35°CA) erstreckt.

[0120] Zu diesem Zeitpunkt ist es noch unbekannt, ob der erfasste Impuls des Nockenimpulssignals SGC der erste Impuls des Doppelimpuls-Zugs, der während einer Unterperiode auftritt, oder der tatsächliche einzige Impuls, der die Einzelimpuls-Folge selbst bildet, ist. Demzufolge wird das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ auf "EIN" gesetzt.

[0121] Ferner wird zu dem Zeitpunkt t1 der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "0" gelöscht, woraufhin der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} danach jedes Mal, wenn das Kurbelwinkelimpulssignal SGT erfasst wird, heraufgezählt oder inkrementiert wird.

[0122] Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Impulszwischenabstand des Doppelimpuls-Zugs (d. h. einer Impulsfolge, die zwei Impulse umfasst) auf einen vorgegebenen Winkelwert (z. B. 3) voreingestellt ist, kann danach entschieden werden, dass die betreffende Impulsfolge des Nockenimpulssig-

nals SGC der Einzelimpuls-Zug (d. h. eine Impulsfolge, die aus einem Impuls besteht) ist, außer wenn der nachfolgende Impuls des Nockenimpulssignals SGC zu dem Zeitpunkt erfasst wird, zu dem der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich zu "4" in dem Zustand, bei dem das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ "1" ist, wird.

[0123] Wenn andererseits der nachfolgende Impuls des Nockenimpulssignals SGC in dem Zustand erfasst wird, bei dem der Zählwert des Kurbel-Impulszählers C_{sgt} gleich oder kleiner als "4" ist, kann dann bestimmt werden, dass die betreffende Impulsfolge des Nockenimpulssignals der Doppelimpulsfolge ist (d. h. eine Impulsfolge, die aus zwei Impulsen besteht).

[0124] Für den Fall des in [Fig. 5](#) dargestellten Beispiels ist ein Impuls des Nockenimpulssignals SGC während der Periode erfasst worden, die sich von dem Zeitpunkt, zu dem der vorangehende Impuls des Kurbelwinkelsignals SGT erfasst wurde (d. h. eine Position B125°CA), zu dem Zeitpunkt erstreckt, zu dem der Impuls des Kurbelwinkelsignals gegenwärtig erfasst wird (d. h. eine Position B115°CA), wenn der Impuls des Kurbelwinkelsignals SGT an der Position B115°CA vorübergehend dem Zeitpunkt t2 folgend erfasst wird. Somit kann entschieden werden, dass der erfasste Impuls des Nockenimpulssignals SGC derjenige des Doppelimpuls-Zugs ist.

[0125] Somit wird die gegenwärtige Impulsfolge $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC auf "2" gesetzt.

[0126] Andererseits wird der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "0" gelöscht, um danach jedes Mal, wenn der Impuls des Kurbelwinkelimpulssignals SGT erfasst wird, inkrementiert zu werden.

[0127] Wenn die nachfolgende Impulsfolge des Nockenimpulssignals SGC "0" ist (d. h. wenn die nachfolgende Impulsfolge des Nockenimpulssignals SGT keinen Impuls enthält) nachdem die Impulsfolge $S_{cam}(n)$ von "2" (Doppelimpuls-Zug) bestimmt worden ist, dann bedeutet dies, dass keine Impulse des Nockenimpulssignals SGC während der vorgegebenen Periode erfasst werden können.

[0128] Für den Fall, bei dem kein Impuls des Nockenimpulssignals SGC auf Grundlage des voreingestellten Impulszwischen-Winkelabstandswerts an dem Zeitpunkt erfasst wird, zu dem der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich zu "8" wird, würde demzufolge dann entschieden, dass die relevante Impulsfolge des Nockenimpulssignals SGC "0" ist.

[0129] Wenn im Gegensatz dazu der Impuls des Nockenimpulssignals SGC zu dem Zeitpunkt erfasst wird, zu dem der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich oder kleiner als "8" nach einer Bestimmung der Im-

pulsfolge $S_{cam}(n)$ wird, wird entschieden, dass der betreffende Impuls der erste oder führende Impuls der Doppelimpuls-Folge oder der tatsächliche Impuls der Einzelimpuls-Folge ist.

[0130] Bezugnehmend auf [Fig. 5](#) wird zu dem Zeitpunkt t_3 (d. h. zu der Position $B55^\circ CA$ des Zylinders #3) das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ auf "EIN" gesetzt, wobei der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "NULL" gelöscht worden ist, weil der Impuls der nicht bekannten Impulsfolge des Nockenimpulssignals SGC in dem Zustand erfasst worden ist, bei dem der Zählwert des Kurbel-Impulszählers C_{sgt} "6" ist.

[0131] In ähnlicher Weise wird zu dem Zeitpunkt t_4 (entsprechend der Position $B15^\circ CA$ des Zylinders #3) die Impulsfolge $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC auf "1" gesetzt (d. h. bestimmt die Einzelimpuls-Folge zu sein), wobei der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "0" gelöscht wird, weil kein Impuls des Nockenimpulssignals SGC bis zu dem Zeitpunkt erfasst worden ist, wenn der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "4" in dem Zustand, bei dem das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ auf "1" gesetzt ist, inkrementiert wird.

[0132] Demzufolge wird zu dem Zeitpunkt t_A (Position $B05$) die Zylinderidentifikation ausgeführt. Zu diesem Zeitpunkt sind vier Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC, die die Kombination der Informationsserien darstellen, "1" (Einzelimpuls-Folge), "0" (Null-Impulsfolge), "2" (Doppelimpuls-Folge) bzw. "1" (Einzelimpuls-Folge) und durch Bezugnahme auf die in [Fig. 6](#) gezeigte Tabelle kann bestimmt werden, dass der gegenwärtig identifizierte Zylinder $Cyld(n)$ der Zylinder #3 ist, und dass der Zylinder $Cyld(n)$, der als nächstes identifiziert werden soll, gegenwärtig der Zylinder #4 ist.

[0133] Als nächstes ist zu dem Zeitpunkt t_5 , der in [Fig. 5](#) gezeigt ist, das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ "0", und kein Impuls des Nockenimpulssignals SGC wird erfasst, bis der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "8" herauf inkrementiert wird. Demzufolge wird die Impulsfolge $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC auf "0" gesetzt und zu der gleichen Zeit wird das Null-Flag F_{s0} auf "1" gesetzt.

[0134] Danach bleibt während der Periode von dem Zeitpunkt t_5 zu dem Zeitpunkt t_6 das Null-Flag F_{s0} auf "1" gesetzt. Demzufolge wird der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} nicht inkrementiert. Zudem werden Null-Impulse danach in dem Nockenimpulssignal SGC nicht angeordnet. Dies bedeutet, dass die Impulsfolge, die der Null-Impulsfolge folgt, notwendigerweise die Einzelimpuls-Folge oder die Doppelimpuls-Folge ist.

[0135] Als nächstes wird zu dem Zeitpunkt t_6 der

führende Impuls der Doppelimpuls-Folge oder dadurch ein Impuls, der die Einzelimpuls-Folge bildet, erfasst. Somit wird das Null-Flag F_{s0} gelöscht, wohingegen das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ gesetzt wird.

[0136] Zu dem Zeitpunkt t_7 wird der Impuls des Nockenimpulssignals SGC erfasst, wenn der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich zu "3" ist. Demzufolge wird die Impulsfolge $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC auf "2" gesetzt, wobei das unbekannte Flag $F_{unk}(n)$ gelöscht ist.

[0137] Danach wird zu dem Zeitpunkt t_B (Zeitpunkt für die Zylinderidentifikation) bestimmt, dass vier Impulszüge $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC "2" (Doppelimpuls-Folge), "1" (Einzelimpuls-Folge), "0" (Nullimpuls-Folge) bzw. "2" (Doppelimpuls-Folge) sind. Somit kann auf Grundlage der in [Fig. 6](#) gezeigten Datentabelle bestimmt werden, dass der gegenwärtig betreffende Zylinder $Cyld(n)$ der Zylinder #4 ist und dass der als nächstes zu identifizierende Zylinder $Cyld(n)$ gegenwärtig der Zylinder #2 ist.

[0138] In ähnlicher Weise werden zu den Zeitpunkten t_8 bis t_{11} und zu dem Zeitpunkt t_C der Zylinderidentifikation Verarbeitungen, die ähnlich wie diejenigen sind, die voranstehend beschrieben wurden, wiederholt ausgeführt, wobei vier Impulszüge $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ des Nockenimpulssignals SGC zu "0" (Nullimpuls-Folge), "2" (Doppelimpuls-Folge), "0" (Nullimpuls-Folge) bzw. "1" (Einzelimpuls-Folge) bestimmt werden. Somit kann durch Bezugnahme auf die in [Fig. 6](#) gezeigte Datentabelle bestimmt werden, dass der gegenwärtig betreffende Zylinder $Cyld(n)$ der Zylinder #12 ist und dass der Zylinder $Cyld(n)$, der als nächstes identifiziert werden soll, gegenwärtig der Zylinder #1 ist.

[0139] Zudem sind die Signalmuster, die in [Fig. 5](#) gezeigt sind, unter der Annahme dargestellt, dass keine Änderung der Ventilansteuerungsphase aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung auftritt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Zylinderidentifikation in ähnlicher Weise sogar für den Fall ausgeführt werden kann, dass die Änderung der Ventilansteuerungszeit aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung in dem gewöhnlichen Betriebsmodus stattfindet.

[0140] [Fig. 7](#) ist ein Steuerzeit-Diagramm zum Darstellung des Zylinderidentifizierungs-Betriebs für den Fall, bei dem eine Änderung in der Ventilansteuerungsphase aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung stattfindet. In der Figur sind die Verarbeitungsoperationen, die zu den Zeitpunkten t_1 bis t_{14} jeweils ausgeführt werden, ähnlich zu denjenigen, die voranstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben

wurden. Mit anderen Worten, eine Bestimmung der Impulszüge des Nockenimpulssignals SGC sowie die Zylinderidentifikation kann durch die voranstehend beschriebene Prozedur realisiert werden.

[0141] Als nächstes werden unter Bezugnahme auf die in den [Fig. 8](#) bis [Fig. 11](#) gezeigten Flussdiagramme die Verarbeitungsoperationen beschrieben, die von der Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** ausgeführt werden, die in das Zylinderidentifizierungs-System gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingebaut ist.

[0142] [Fig. 8](#) zeigt eine Unterbrechungsverarbeitungsroutine (nachstehend auch als die Unterbrechungsbehandlungsroutine bezeichnet), die im Ansprechen auf das Nockenimpulssignal SGC aktiviert wird. Die [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) zeigen jeweils Unterbrechungsverarbeitungsroutinen, die im Ansprechen auf das Kurbelwinkelimpulssignal SGT aktiviert werden, und [Fig. 11](#) zeigt eine Zylinderidentifikations-Verarbeitungsroutine, die einen Teil der in [Fig. 9](#) gezeigten Prozedur bildet.

[0143] Bezugnehmend auf [Fig. 8](#) bezeichnet ein Bezugssymbol "P_sgc" eine Anzahl von Impulsen des Nockenimpulssignals SGC, die während einer Periode erfasst werden, die zwischen zwei Impulsen des Kurbelwinkelimpulssignals SGT liegt. Andererseits bezeichnet ein Bezugssymbol "TR(n)", welches in [Fig. 9](#) gezeigt ist, das Verhältnis einer Periode des gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulssignals SGT zu derjenigen der vorangehenden.

[0144] Bezugnehmend nun auf [Fig. 8](#) sprechen die Impulssignalsequenz-Speichereinrichtung **11** und die Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung **12**, die in die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** eingebaut sind, auf eine Erzeugung eines Impulses des Nockenimpulssignals SGC an, um die erzeugte Impulsanzahl P_sgc (auf "1" gesetzt) des Nockenimpulssignals SGC in Entsprechung oder in Kombination mit der Impulserfassungsperiode des Kurbelwinkelimpulssignals SGT (Schritt S1) zu speichern.

[0145] Andererseits führt unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) die Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung **12** eine Entscheidung dahingehend durch, ob das Null-Flag F_s0, welches anzeigt, dass die vorangehende Nockensignal-Impulsanzahl "0" (Null) ist, gesetzt ist (d. h. F_s0 = "1") oder nicht, in einem Schritt S10. Wenn in dem Schritt S10 entschieden wird, dass F_s0 = "1" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S10 zu der Bestätigung "JA" führt), dann geht die Verarbeitung zu einem Schritt S14, der später beschrieben wird.

[0146] Wenn im Gegensatz dazu in dem Schritt S10 entschieden wird, dass F_s0 = "0" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S10 zu der Negation "NEIN"

führt), wird mit Hilfe der Referenzpositions-Erfassungseinrichtung **13** entschieden, ob die gegenwärtige Kurbelwinkelposition der Lückenzahnposition entspricht oder nicht, indem entschieden wird, ob das Impulsperiodenverhältnis TR(n) zwischen den vorangehenden und gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulssignalen SGT gleich oder größer als ein vorgegebener Wert Kr ist oder nicht (Schritt S11).

[0147] Wenn im Schritt S11 entschieden wird, dass das Impulsperiodenverhältnis TR(n) gleich oder größer als der vorgegebene Wert Kr ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S11 zu "JA" führt), dann wird der Kurbel-Impulszähler C_sgt zum unterscheidbaren Bestimmen der Kurbelwinkelposition um "2" inkrementiert (Schritt S12). Wenn im Gegensatz dazu in dem Schritt S11 entschieden wird, dass das Impulsperiodenverhältnis TR(n) kleiner als der vorgegebene Wert Kr ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S11 zu "NEIN" führt), dann wird der Kurbel-Impulszähler C_sgt um "1" inkrementiert (Schritt S13), woraufhin die Verarbeitung zu dem Schritt S14 fortschreitet.

[0148] Danach nimmt die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** auf die Daten, die in der Impulssignalanzahl-Speichereinrichtung **12** gespeichert ist, Bezug, um eine Entscheidung darüber zu treffen, ob die Anzahl P_sgc der erzeugten Impulse des Nockenimpulssignals SGC "1" ist oder nicht (Schritt S14). Wenn in dem Schritt S14 entschieden wird, dass die erzeugte Impulsanzahl P_sgc des Nockenimpulssignals SGC nicht gleich zu "1" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S14 zu "NEIN" führt), dann springt die Verarbeitung zu einem Schritt S21, der in [Fig. 10](#) gezeigt ist, wobei dieser Schritt später noch beschrieben wird.

[0149] Wenn im Gegensatz dazu in dem Schritt S14 entschieden wird, dass die erzeugte Impulsanzahl P_sgc des Nockenimpulssignals SGC gleich zu "1" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S14 zu "JA" führt), dann wird in einem Schritt S15 eine Entscheidung getroffen, ob das unbekannte Flag F_unk bereits gesetzt worden ist oder nicht (d. h. ob F_unk(n) = "1" ist).

[0150] Wenn im Schritt S15 entschieden wird, dass das unbekannte Flag F_unk gleich zu "0" (Null) ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S15 zu "NEIN" führt), dann wird das unbekannte Flag F_unk in einem Schritt S16 auf "1" gesetzt, woraufhin die Verarbeitung zu einem Schritt S18 fortschreitet, der später noch beschrieben wird.

[0151] Wenn ferner in dem Schritt S15 entschieden wird, dass das unbekannte Flag F_unk gleich zu "1" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S15 zu "JA" führt), dann werden die vier Nockensignal-Impulsfolgen S_cam(n - 2), S_cam(n - 1), S_cam(n) und "2"

(Doppelimpuls-Folge) zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt um einen arithmetischen Betriebszyklus verschoben, um dadurch zu ermöglichen, dass die vorangehenden Impulszüge $S_{cam}(n - 3)$, $S_{cam}(n - 2)$, $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$ in einem Schritt S17 wiederaufgenommen werden.

[0152] Danach wird der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} auf "0" (Null) in dem Schritt S18 gelöscht, wobei die erzeugte Impulsanzahl P_{sgc} des Nockenimpulssignals SGC auch auf "0" in einem Schritt S19 gelöscht wird, dem dann eine Ausführung der in [Fig. 11](#) gezeigten Zylinderidentifikations-Verarbeitungsroutine in einem Schritt S20 folgt, woraufhin die Kurbelwinkelsignal-Unterbrechungsverarbeitung, die in [Fig. 9](#) gezeigt ist, zu einem Ende kommt.

[0153] Wenn im Gegensatz dazu in dem Schritt S14 entschieden wird, dass die erzeugte Impulsanzahl P_{sgc} des Nockenimpulssignals SGC nicht gleich zu "1" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S14 zu "NEIN" führt), dann geht die Verarbeitung zu dem Schritt S21, der in [Fig. 10](#) gezeigt ist.

[0154] Unter Bezugsname auf [Fig. 10](#) wird in dem Schritt S21 zunächst entschieden, ob das unbekannte Flag F_{unk} "1" ist oder nicht. Wenn in dem Schritt S21 entschieden wird, dass $F_{unk}(n) = "1"$ ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S21 zu "JA" führt), wird dann in einem Schritt S22 entschieden, ob der Kurbelwinkelzähler C_{sgt} "4" in einem Schritt S22 ist oder nicht.

[0155] Wenn in dem Schritt S22 entschieden wird, dass der Kurbelwinkelzähler C_{sgt} nicht gleich zu "4" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S22 zu "NEIN" führt), dann springt die Verarbeitung einmal zu dem Schritt S19, der in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Wenn im Gegensatz dazu in dem Schritt S22 entschieden wird, dass der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich zu "4" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S22 zu "JA" führt), dann werden die vier Nocken-Signalimpulszüge $S_{cam}(n - 2)$, $S_{cam}(n - 1)$, $S_{cam}(n)$ und "1" (Einzelimpuls-Folge) zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt auf die vorangehenden Impulsfolge-Werte $S_{cam}(n - 3)$, $S_{cam}(n - 2)$, $S_{cam}(n - 1)$ bzw. $S_{cam}(n)$ in einem Schritt S23 verschoben, woraufhin die Verarbeitung zu dem Schritt S18 fortschreitet, der in [Fig. 9](#) gezeigt ist.

[0156] Wenn andererseits in dem Schritt S21 entschieden wird, dass das unbekannte Flag F_{unk} nicht gleich zu "1" oder $F_{unk} = 1$ ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S21 zu "NEIN" führt), wird dann eine Entscheidung dahingehend getroffen, ob der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich zu "8" in einem Schritt S24 ist oder nicht. Wenn entschieden wird, dass $C_{sgt} = 8$ ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S24 zu "NEIN" führt), dann geht die Verarbeitung unmittelbar zu dem in [Fig. 9](#) gezeigten Schritt S19.

[0157] Wenn in dem Schritt S24 entschieden wird, dass der Kurbel-Impulszähler C_{sgt} gleich zu "8" ist (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S24 zu "JA" führt), dann werden ferner die vier Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n - 2)$, $S_{cam}(n - 1)$, $S_{cam}(n)$ und "0" (Null-Impulsfolge) zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt auf die Werte der vorangehenden Folge $S_{cam}(n - 3)$, $S_{cam}(n - 2)$, $S_{cam}(n - 1)$ bzw. $S_{cam}(n)$ in einem Schritt S25 verschoben, woraufhin die Verarbeitung zu dem Schritt S18, der in [Fig. 9](#) gezeigt ist, fortschreitet.

[0158] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf das Steuerzeit-Diagramm, welches in [Fig. 12](#) gezeigt ist, eine Beschreibung des Betriebs der Phasen-Erfassungseinrichtung **6** beschrieben, die zum Erfassen der Phasenverschiebungsgröße oder des Betrags der variablen Ventilsteuerzeit ausgelegt ist, indem die Impulszüge des Nockenimpulssignals SGC verwendet werden.

[0159] In [Fig. 12](#) sind entsprechend zu dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT ein Muster des Nockenimpulssignals SGT, wenn die variable Ventilsteuerzeit in der am meisten verzögerten Phase (d. h. dem Zustand, bei dem die Phase keine Änderung durchläuft) und ein Muster davon, wenn sich die Phase des Nockenimpulssignals SGC (Ventilansteuerung) ändert, dargestellt.

[0160] Bezugnehmend auf [Fig. 12](#) werden einige Impulse des Nockenimpulssignals SGC, d. h. Impulse A, B, C und D in dem dargestellten Beispiel, für die Erfassung der Ventilansteuerungsphase verwendet. Die Größen oder Beträge 1, 2, 3 und 4 der Änderungen der Kurbelwinkelposition, die mit Impulsen A', B', C' und D' des Nockenimpulssignals SGC auf eine Änderung der Phase der Ventilansteuerungszeit angezeigt werden, entsprechen den Größen oder Beträgen der Phasenverschiebung, die durch die variable Ventilsteuerzeit(VVT)Einrichtung **5** hervorgebracht werden.

[0161] Die Phasenerfassungseinrichtung **6** ist dafür ausgelegt, um vorher die Kurbelwinkelpositionen (d. h. die Position B55 des Zylinders #1, die Position A35 des Zylinders #3, die Position B55 des Zylinders #4 und die Position B45 des Zylinders #2) auf eine Erfassung der Impulse A, B, C und D in dem Zustand, bei dem das Nockenimpulssignal SGC (Ventilansteuerungszeit) in der am meisten verzögerten Phase ist, festzustellen.

[0162] Wenn sich die Phase des Nockenimpulssignals SGC aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung ändert, bestimmt die Phasenerfassungseinrichtung **6** arithmetisch Differenzen **1**, **2**, **3** und **4** zwischen den Kurbelwinkelpositionen (d. h. B115 des Zylinders #1, B25 des Zylinders #3, B115 des Zylinders #4 und B105 des Zylinders #2), die mit den Im-

pulsen A', B', C' und D' angezeigt werden, bzw. die Kurbelwinkelpositionen, die von den Impulsen A, B, C und D angezeigt werden, um dadurch jeweils diese Differenzen als die Phasenänderungsgrößen des Nockenimpulssignals SGC zu erfassen.

[0163] In [Fig. 12](#) sind die Phasenänderungsgrößen **1**, **2**, **3** und **4** dargestellt, wenn die Phase des Nockenimpulssignals SGC aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung am weitesten vorverlegt (um ca. 60°CA) ist. Die Nockenimpulssignal-Phasenänderungsgrößen **1** bis **4** wie erfasst werden an die variable Ventilzeit-Steuerung **5** zurückgeführt, um zum geeigneten Bewirken der variablen Ventilzeit-Steuerung verwendet zu werden.

[0164] In diesem Fall kann die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** ein kompliziertes Nocken-Signalimpulsmuster erzeugen, welches ermöglicht, dass die Zylinderidentifikation so früh wie möglich durchgeführt wird, wobei die Zylinderidentifikation auf Grundlage der Nocken-Signalimpulsanzahl-Züge, die voranstehend beschrieben wurden, realisiert wird. Selbst wenn sich die Phase des Nockenimpulssignals aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung in der Brennkraftmaschine, die mit der variablen Ventilzeit-Steuerung **5** (dem sogenannten VVT-Mechanismus) ausgerüstet ist, ändert, kann demzufolge die Zylinderidentifikations-Verarbeitung schnell abgeschlossen werden, was zu einer Erhöhung und Verbesserung des Startbetriebsverhaltens der Maschine beiträgt.

[0165] Als nächstes richtet sich die Beschreibung unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) auf den Zylinderidentifizierungs-Betrieb, der mit Hilfe der Informationsserien-Lerneinrichtung **16** ausgeführt wird.

[0166] [Fig. 13](#) zeigt Impulsmuster für den Zustand, bei dem die Phase des Nockenimpulssignals aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung am meisten verzögert ist, und zeigt die Zylinderidentifikations-Verarbeitung, bei der gelernte Impulszüge (d. h. Impulszüge, bei denen ein Anbringungsfehler des Nockensignalsensors berücksichtigt wird) auf Grundlage der Impulszüge des Kurbelwinkelimpulssignals SGT (Kurbelwinkelposition) und des Nockenimpulssignals SGC verwendet werden.

[0167] Die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** ist dafür ausgelegt, die Impulszüge des Nockenimpulssignals SGC in dem Zustand, bei dem die Phase des Nockenimpulssignals maximal verzögert ist (ohne überhaupt vorverlegt zu sein) aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung ist. Da die Phase des Nockenimpulssignals SGC maximal verzögert ist, erscheinen Anzahlen von Impulsen des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, die voranstehend unter Bezugnahme auf die in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Tabellen beschrieben wurden, in den Unterperioden (a) bzw. (b)

auf.

[0168] Die Zylinderidentifikation kann auf Grundlage einer Kombination (von Kombinationen) der Impulsanzahlen des Nockenimpulssignals, die während der Unterperioden (a) bzw. (b) erfasst werden, ausgeführt werden. Gleichzeitig führt die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** ein Lernen der Nockensignal-Impulsfolgen aus, um die Maschinenzylinder durch Verwendung der gelernten Impulszüge zu identifizieren, wenn sich die Phase des Nockenimpulssignals aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung ändert.

[0169] Bezugnehmend auf [Fig. 13](#) wird angenommen, dass die Zeitsteuerungsoperationen des unbekanntes Flags $F_{\text{unk}}(n)$, des Kurbel-Impulszählers C_{sgt} , der Nockensignal-Impulsfolge $S_{\text{cam}}(n)$, des identifizierten Zylinders $Cyld(n)$ bzw. des gegenwärtigen Zylinders $CyIp(n)$ die gleichen wie diejenigen sind, die voranstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) und [Fig. 7](#) beschrieben wurden.

[0170] Zunächst identifiziert zu dem Zeitpunkt tA die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** einen "Zylinder #1" auf Grundlage der Impulsanzahl "1" bzw. "0" in den Unterperioden (a) bzw. (b) durch Bezugnahme auf die in [Fig. 3](#) gezeigte Tabelle. Gleichzeitig holt die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** für eine Speicherung die Impulszüge $S_{\text{cam}}(n-1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$ von "1" und "1" des Nockenimpulssignals jeweils als die gelernten Impulszüge.

[0171] Ferner identifiziert die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** zu dem Zeitpunkt tB einen "Zylinder #3" auf Grundlage der Impulsanzahl "2" bzw. "1" in den Unterperioden (a) bzw. (b) durch Bezugnahme durch die in [Fig. 3](#) gezeigte Tabelle. Gleichzeitig holt die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** für eine Speicherung die Impulszüge $S_{\text{cam}}(n-1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$ von "0" und "2" des Nockenimpulssignals jeweils als die gelernten Impulszüge.

[0172] Ferner identifiziert zu dem Zeitpunkt tC die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** einen "Zylinder #4" auf Grundlage der Impulsanzahl "0" bzw. "2" in den Unterperioden (a) bzw. (b) durch Bezugnahme durch die in [Fig. 3](#) gezeigte Tabelle. Gleichzeitig holt die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** für eine Speicherung die Impulszüge $S_{\text{cam}}(n-1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$ von "0" und "2" des Nockenimpulssignals jeweils als die gelernten Impulszüge. Abgesehen davon identifiziert die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** zu dem Zeitpunkt tD einen "Zylinder #2" auf Grundlage der Impulsanzahl "0" bzw. "1" in den Unterperioden (a) und (b) jeweils durch Bezugnahme auf die in [Fig. 3](#) gezeigte Tabelle. Gleichzeitig holt die Informationsserien-Lerneinrichtung **16** für eine Speicherung die Impulszüge $S_{\text{cam}}(n-1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$ von "0" und "2" des Nockenimpulssignals jeweils als

die gelernten Impulszüge.

[0173] [Fig. 14](#) zeigt eine Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-2)$ und $S_{cam}(n)$, die an den Kurbelwinkelpositionen jeweils entsprechend zu den Zeitpunkten tA bis tD erfasst werden. Diese Figur entspricht der voranstehend erwähnten [Fig. 3](#).

[0174] [Fig. 15](#) zeigt eine Tabelle zum Darstellen von SGC-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ zu den Zylinderidentifikations-Kurbelwinkelpositionen, die wie voranstehend beschrieben durch Bezugnahme auf [Fig. 14](#) gelernt werden.

[0175] Bezugnehmend auf [Fig. 15](#) stellen die SGC-Impulszüge, die $a1$, $b1$, $c1$ bzw. $d1$ entsprechen, die Informationsserien in dem Zustand dar, bei dem die Phase der variablen Ventilsteuerzeit maximal verzögert ist, während die SGC-Impulszüge, die $a2$, $b2$, $c2$ bzw. $d2$ entsprechen, die Informationsserien für den Fall darstellen, dass die Phase der Ventilsteuerungszeit unter der Wirkung der variablen Ventilzeit-Steuerung am weitesten vorverlegt ist.

[0176] Von den in [Fig. 15](#) gezeigten Informationsserien stellen die zwei Impulszüge $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ die Impulszüge $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ von "1" bzw. "1" für den in [Fig. 14](#) gezeigten Zylinder #1 dar.

[0177] Ferner nehmen die übrigen Nockenimpulse $S_{cam}(n-3)$ und $S_{cam}(n-2)$ der Informationsserie $a1$ notwendigerweise die Werte (Impulsanzahl) auf Grundlage der in [Fig. 13](#) gezeigten Wellenformen an, wenn die gelernten Werte für den Zylinder #1 durch $S_{cam}(n-1) = "1"$ bzw. $S_{cam}(n) = "1"$ gegeben werden.

[0178] Andererseits ist in der Informationsserie $a2$, die in der am weitesten vorverlegten Phase des Nockenimpulssignals auftreten kann, die Ventilsteuerungsphase, die unter der Wirkung der variablen Ventilzeit-Steuerung vorgerückt ist, in der Größenordnung von $60^\circ CA$ maximal. Demzufolge werden die Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ zum Beispiel wie folgt sein.

[0179] Die Impulszüge $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ der Informationsserie $a2$ nimmt die Werte "0", "1" und "1" der Impulszüge $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ der Informationsserie $a1$ an, während die Impulsfolge $S_{cam}(n)$ der Serie $a2$ notwendigerweise den Wert "0" entsprechend zu den Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$ und $S_{cam}(n-1)$ für den Zylinder #1 annehmen wird.

[0180] Durch Bezugnahme auf die in [Fig. 15](#) ge-

zeigte Tabelle, die sich aus der voranstehend erwähnten Lernprozedur ergibt, kann identifiziert werden, dass der gegenwärtige Zylinder $Cyld(n)$ der "Zylinder #1" ist, und dass der Zylinder $Cyld(n)$ der als nächstes identifiziert werden soll, gegenwärtig der "Zylinder #3" ist, weil die SGC-Impulszüge $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ "2", "0", "1" und "1" (oder alternativ "0", "1", "1" und "0") jeweils sind.

[0181] Voranstehend wurde die Lernverarbeitung nur für die Informationsserie $a1$ und $a2$ stellvertretend durch Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Lernverarbeitungen für die anderen Informationsserien $b1$, $b2$, $c1$, $c2$, $d1$ und $d2$ durch eine ähnliche Prozedur ausgeführt werden.

[0182] [Fig. 16](#) ist ein Steuerzeit-Diagramm zum Darstellen von verschiedenen Impulssignalmustern für den Fall, dass die Ventilsteuerungsphase (SGC-Phase) aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT und dem Nockenimpulssignal SGC, bei denen die Phasendifferenzdispersion (Anbringungsfehler des Nockensensorsignals) berücksichtigt wird, wie voranstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#), am weitesten vorverlegt ist. In diesem Fall wird die Zylinderidentifikations-Verarbeitungsoperation in der ähnlichen Weise wie voranstehend beschrieben ausgeführt. Demzufolge wird eine wiederholte Beschreibung davon nicht erforderlich sein.

[0183] [Fig. 17](#) ist ein Steuerzeit-Diagramm, welches die verschiedenen Impulssignalmuster für den Fall zeigt, bei den Ventilsteuerungsphase unter der Wirkung der variablen Ventilzeit-Steuerung maximal verzögert ist, wobei eine Phasendifferenzdispersion des Nockenimpulssignals SGC relativ zu dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT maximal auf der vorgerückten Seite verschoben ist.

[0184] Bezugnehmend auf [Fig. 17](#) sind die Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$, die bei jeder Position B05 der einzelnen Zylinder erfasst werden, derart wie in der Zylinderidentifikations-Tabelle der [Fig. 18](#) gezeigt, wie für den Fall, der voranstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) erwähnt wurde.

[0185] Durch Ausführung der Lernverarbeitung für die vier sukzessiven Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n-3)$, $S_{cam}(n-2)$, $S_{cam}(n-1)$ und $S_{cam}(n)$ durch Bezugnahme auf die in [Fig. 18](#) gezeigte Tabelle, die auf dem in [Fig. 17](#) dargestellten Impulsmuster basiert, kann demzufolge die Zylinderidentifikations-Tabelle erhalten werden, die in [Fig. 19](#) gezeigt ist.

[0186] [Fig. 20](#) zeigt ein Steuerzeit-Diagramm, wel-

ches Impulssignalmuster für den Fall zeigt, bei dem bewirkt wird, dass das Nockenimpulssignal SGC, das eine maximale Phasenverschiebung relativ zu dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT durchlaufen hat, unter der Wirkung der variablen Ventilzeit-Steuerung vorgeückt wird, wie in [Fig. 17](#) gezeigt. Diese Figur zeigt auch die Zylinderidentifikations-Verarbeitungsoperation, die durch Verwenden des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC ausgeführt wird, ähnlich wie die voranstehend beschriebenen Fälle.

[0187] Durch Ausführen der Nockensignal-Impulsfolge-Lernverarbeitung in den spezifischen Betriebszuständen, wie voranstehend unter der Bezugnahme auf die [Fig. 13](#) bis [Fig. 20](#) beschrieben, ist es möglich, die Änderungen der Nockensignal-Impulsfolgen (SGC-Impulsfolgen), die hervorgebracht werden, wenn bewirkt wird, dass sich die Ventilansteuerungsphase durch die variable Ventilzeit-Steuerung ändert, zu lernen, wodurch die Zylinderidentifikation mit hoher Genauigkeit ausgeführt werden kann, selbst wenn sich die erfasste Phasendifferenz des Nockenimpulssignals SGC relativ zu dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT für die Fälle wie den Anbringungsinstallationsfehler des Nockenwellensensors oder dergleichen verändern oder abweichen sollte.

[0188] Da die Informationsserien-Speichereinrichtung **15** dafür ausgelegt ist, um zwei Typen von Informationsserien zu speichern, die jeweils aus den vier sukzessiven Nockensignal-Impulsfolgen innerhalb des Bereichs bestehen, in dem sich die Steuerzeit des Nockenimpulssignals SGC ändert, kann ferner die spezifische Zylinderidentifikation selbst dann realisiert werden, wenn sich die Ventilansteuerungsphase unter der Wirkung der Ventilzeit-Steuerung ändern sollte (in Richtung auf die am weitesten vorverlegte Position). In diesem Fall kann die Information der Nockensignal-Impulsfolgen in einer gegebenen Anzahl von Malen (mehr als viermal inklusive davon) gespeichert werden.

[0189] Obwohl die voranstehende Beschreibung unter der Annahme durchgeführt worden ist, dass die Lernverarbeitung ausgeführt wird, wenn die Ventilansteuerungsphase (SGC-Phase) aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung maximal verzögert ist, sei darauf hingewiesen, dass die Lernverarbeitung nicht nur ausgeführt werden kann, wenn die Ventilansteuerungsphase maximal verzögert ist, sondern auch dann, wenn die Ventilansteuerungsphase am weitesten vorgeückt ist, oder alternativ, wenn der Maschinenbetrieb gestartet wird.

[0190] Durch die Anordnung, dass die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** so ausgelegt ist, dass sie die Kurbelwinkel-Position aus dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT zu jedem vorgegebenen Kurbelwinkel (10° CA) einschließlich der Referenzposition A35

erfasst und eine Zylinderidentifikation auf Grundlage einer Kombination der Impulsausgabeanzahl des Nockenimpulssignals SGC während der mehreren Unterperioden (a) und (b) der Zünd-TDC-Periode ausführt, kann ferner die Zylinderidentifikation schnell und zügig erreicht werden, wenn der Betrieb der Brennkraftmaschine gestartet wird.

[0191] Mit anderen Worten, durch das Merkmal, dass die Zylinderidentifikation auf Grundlage der Nockensignal-Impulsfolgen realisiert werden kann, die in den komplizierten Mustern eingestellt werden können, kann die Zylinderidentifikation ausgeführt werden, ohne auf irgendeine bestimmte Erfassungsperiode beschränkt zu sein, was wiederum bedeutet, dass die Zeit äquivalent zu dem Drehwinkel, die für die Zylinderidentifikation benötigt wird, verkleinert werden kann, wodurch das Maschinenstartverhalten wesentlich verbessert werden kann.

[0192] In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass die Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** in einer unterscheidbaren Weise die einzelnen Zylinder wenigstens während einer vorgegebenen Periode von dem Maschinenstart und/oder wenn die Ventilsteuerzeit durch die variable Ventilzeit-Steuereinrichtung **5** maximal verzögert ist, identifizieren kann. In diesem Fall besteht keine Notwendigkeit, die Änderung oder Verschiebung der Phase aufgrund der variablen Ventilzeit-Steuerung zu berücksichtigen. Somit kann die Zylinderidentifikation genau ausgeführt werden, vorausgesetzt, dass die Informationsserien-Speichereinrichtung **5** darin nur die einzelne Nockensignal-Impulsfolge speichert.

[0193] Da die Phasenerfassungs-Einrichtung **6** zum Erfassen der Phasenänderung, die durch die variable Ventilzeit-Steuerung hervorgebracht wird auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals SGT, des Nockenimpulssignals SGC und der Informationsserien, in Zuordnung zu der Zylinderidentifizierungs-Einrichtung **10** vorgesehen ist, sei ferner hinzugefügt, dass keine Notwendigkeit besteht, den Ventilansteuerungs-Phasensensor in der Nähe der Nockenwelle **2** vorzusehen. Aufgrund dieses Merkmals kann die Systemkonfiguration vereinfacht werden, wobei eine hohe Freiheit beim Entwurf sichergestellt wird. Abgesehen davon kann das Zylinderidentifizierungssystem bei geringen Kosten implementiert werden.

Ausführungsform 2

[0194] Die vorangehende Beschreibung, die sich auf die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung richtet, wurde unter der Annahme durchgeführt, dass die Erfindung auf eine Vierzylinder-Brennkraftmaschine angewendet ist. Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft das Zylinderidentifizierungssystem, welches auf eine Sechszylinder-Brennkraftmaschine mit im Wesentli-

chen den gleichen vorteilhaften Effekten angewendet werden kann.

[0195] [Fig. 21](#) ist ein Steuerzeit-Diagramm, welches Impulserzeugungsmuster des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC zeigt, die in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung, angewendet auf die Sechszylindermaschine, erzeugt werden.

[0196] Bezugnehmend auf [Fig. 21](#) wird die Zahnlückenposition für jeden Zylinder auf die Kurbelposition A25, wie für den Fall der ersten Ausführungsform, eingestellt. In der Sechszylinder-Brennkraftmaschine erstreckt sich jedoch die TDC-Periode (d. h. die Zündsteuerungsperiode) über 120°CA . Demzufolge liegt die Unterperiode (a) in einem Bereich von B05 bis B65, während die Unterperiode (b) in einem Bereich von B65 bis B05 ist.

[0197] Zudem wird die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten ist, und die während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt wird, so eingestellt, dass sie "1" bzw. "0"; "2" bzw. "0"; "1" bzw. "2"; "0" bzw. "2"; "1" bzw. "1"; und "0" bzw. "1", in der sequentiellen Reihenfolge, in der die einzelnen Zylinder gesteuert werden, sind.

[0198] In diesem Fall wird in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT die Referenzposition oder das Signal (eine Lückenzahnposition) für jeweils 120°CA eingestellt, und die Impulzüge des Nockenimpulssignals SGC werden entsprechend zu den Unterperioden (a) und (b) angeordnet.

[0199] [Fig. 22](#) ist eine Ansicht zum Erläutern einer Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage von Kombinationen der Anzahlen der Nockensignal-Impulse, die während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt werden.

[0200] Durch Bezugnahme auf die in [Fig. 22](#) gezeigte Datentabelle im Zusammenhang mit den Impulssignalmustern, die in [Fig. 21](#) dargestellt sind, kann die Zylinderidentifikation bei dem Kurbeldrehwinkel von 120°CA minimal und 180°CA maximal realisiert werden.

[0201] [Fig. 23](#) ist eine Ansicht zum Darstellen der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{\text{cam}}(n - 1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$, die zu dem Zeitpunkt erfasst werden, zu dem die Phase des Nockenimpulssignals oder die Ventilsteuerungsphase in den Impulssignalmustern, die in [Fig. 21](#) gezeigt sind, maximal verzögert sind.

[0202] In diesem Fall sind die Erfassungsverarbeitungen für die Nockensignal-Impulsfolgen auch ähnlich zu denjenigen, die voranstehend beschrieben

wurden. Demzufolge wird eine wiederholte Beschreibung davon nicht erforderlich sein. Da das Kurbelwinkelintervall der Periode des oberen Totpunkts (des oberen Totzentrums) (von B05 bis B05) abweicht, unterscheiden sich die Bedingungen für den Kurbel-Impulszähler C_sgt zum unterscheidbaren Bestimmen der Nockensignal-Impulsfolge jedoch von denjenigen, die voranstehend beschrieben wurden.

[0203] [Fig. 24](#) ist eine Ansicht zum Darstellen einer Zylinderidentifikations-Tabelle auf Grundlage der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{\text{cam}}(n - 3)$, $S_{\text{cam}}(n - 2)$, $S_{\text{cam}}(n - 1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$, die aus dem Erfassungsergebnis gelernt werden, welches in [Fig. 23](#) dargestellt ist.

[0204] Wie sich der [Fig. 24](#) entnehmen lässt, kann die Zylinderidentifikation auf Grundlage der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{\text{cam}}(n - 3)$, $S_{\text{cam}}(n - 2)$, $S_{\text{cam}}(n - 1)$ und $S_{\text{cam}}(n)$ realisiert werden, selbst wenn bewirkt wird, dass die Nockenimpuls-Signalfase sich unter der Wirkung der variablen Ventilzeit-Steuerung in der Sechszylindermaschine, die das variable Ventil-Steuerzeitsystem verwendet, ändert.

Ausführungsform 3

[0205] Für den Fall der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Zylinderidentifizierungssystem auf die Sechszylinder-Brennkraftmaschine angewendet. Eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist auf das Zylinderidentifizierungssystem gerichtet, welches auf eine Dreizylinder-Brennkraftmaschine angewendet ist, um die ähnlichen vorteilhaften Effekte wie diejenigen, die voranstehend beschrieben wurden, zu realisieren.

[0206] [Fig. 25](#) ist ein Steuerzeit-Diagramm, welches Impulserzeugungsmuster des Kurbelwinkelimpulssignals SGT und des Nockenimpulssignals SGC zeigt, die in dem Zylinderidentifizierungssystem gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, angewendet auf die Dreizylindermaschine, erzeugt werden.

[0207] In diesem Fall wird eine Referenzposition (Impulslückenposition) bei jedem 120°CA in dem Kurbelwinkelimpulssignal SGT gesetzt, ähnlich wie für den Fall der Sechszylindermaschine, wobei die Referenzsignale zweimal während der Periode (240°CA) des oberen Totzentrums (TDC) erzeugt werden.

[0208] Obwohl die Periode des oberen Totzentrums der Dreizylindermaschine 240°CA beträgt, wird ein gleiches Kurbelwinkelsignal SGT bei jeder Drehung der Maschine (360°CA) erzeugt. Somit können die Referenzsignale während einer Periode, die zwei Maschinenumdrehungen (720°CA) entspricht, nicht dreimal ausgegeben werden.

[0209] Eine unterscheidende Bestimmung der Unterperioden (a) und (b) kann auf Grundlage der Anwesenheit/Abwesenheit des Referenzsignals in jeder der Unterperioden durchgeführt werden, die sich aus der Aufteilung der Periode, die sich von B05 bis B05 des Nockenimpulssignals SGC erstreckt, durch vier (d. h. entsprechend der Unterteilung der Referenzsignalperiode von 120°CA durch zwei) ergibt. Die Nocken-Impuls-(SGC-)Züge der Impulsanzahl "0", "1" oder "2" werden in den beschriebenen einzelnen Unterperioden (a) bzw. (b) ähnlich wie bei den voranstehenden Fällen angeordnet.

[0210] Für den Fall der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung wird die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal SGC enthalten sind und während der Unterperioden (a) bzw. (b) erzeugt werden, so eingestellt, dass sie "1", "0", "2" bzw. "0"; "1", "2", "0" bzw. "2"; "1", "1", "0" bzw. "1" in der sequentiellen Reihenfolge, in der die Zylinder gesteuert werden, ist.

[0211] [Fig. 26](#) ist eine Ansicht, die eine Zylinderidentifikations-Tabelle für den Fall des Zylinderidentifizierungssystems zeigt, welches auf die Dreizylinder-Brennkraftmaschine angewendet ist, die derjenigen entspricht, die in der voranstehend beschriebenen [Fig. 22](#) gezeigt ist.

[0212] Durch Bezugnahme auf die Tabellendaten der [Fig. 26](#) auf Grundlage einer Kombination der Nockensignal-Impulsfolgen in den einzelnen Perioden (a) und (b) an dem Endpunkt der Unterperiode (b), die in [Fig. 25](#) gezeigt ist, werden der spezifische Zylinder und die spezifische Kurbelwinkelposition in einer unterscheidbaren Weise bestimmt.

[0213] [Fig. 27](#) ist eine Ansicht zum Illustrieren der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$, die an dem Endpunkt der Unterperiode (b) zu dem Zeitpunkt erfasst werden, zu dem die Ventilansteuerungsphase in den Impulssignalmustern, die in

[0214] [Fig. 25](#) gezeigt sind, am maximal verzögert ist. Diese Figur entspricht denjenigen, die in [Fig. 23](#) gezeigt sind.

[0215] Die Erfassungsverarbeitungen für die Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$, die in [Fig. 27](#) gezeigt sind, sind ähnlich wie die voranstehend beschriebenen.

[0216] [Fig. 28](#) ist eine Ansicht zum Darstellen einer Zylinderidentifikationstabelle auf Grundlage der Nockensignal-Impulsfolgen $S_{cam}(n - 3)$, $S_{cam}(n - 2)$, $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$, die aus dem Ergebnis einer Erfassung, die in [Fig. 23](#) gezeigt ist, gelernt werden. Diese Figur entspricht derjenigen, die in [Fig. 24](#) gezeigt ist.

[0217] Überdies kann die Zylinderidentifikation zu den Steuerzeiten entsprechend zu der Position B05 der einzelnen Zylinder auch in der Dreizylindermaschine, die mit dem variablen Ventilzeit-Steuermechanismus ausgerüstet ist, realisiert werden.

[0218] Bezugnehmend auf [Fig. 28](#) entsprechen die Impulse $S_{cam}(n - 3)$ und $S_{cam}(n - 2)$ der gelernten Informationsserie a1 den Impulsfolgen $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$ (d. h. einer Null-Impulsfolge bzw. einer Einzel-Impulsfolge) an der Position B125 des Zylinders #1, der in [Fig. 27](#) gezeigt ist, während die Impulszüge $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$ der gelernten Nockenimpuls-Informationsserie a1 und den Impulsfolgen $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$ (d. h. einem Einzel-Impulsfolge bzw. einer Null-Impulsfolge) an der Position B05 des Zylinders #1, der in [Fig. 27](#) gezeigt ist, entsprechen.

[0219] Ferner entspricht der Impuls $S_{cam}(n - 3)$ der gelernten Informationsserie a2, die in [Fig. 28](#) gezeigt ist, dem Impulszug der Impulsfolge $S_{cam}(n)$ (d. h. einer Einzel-Impulsfolge) an der Position B125 des Zylinders #1, der in [Fig. 27](#) gezeigt ist, die Impulszüge $S_{cam}(n - 2)$ und $S_{cam}(n - 1)$ der gelernten Informationsserie a2 entsprechen den Impulsfolgen $S_{cam}(n - 1)$ und $S_{cam}(n)$ (d. h. einer Einzel-Impulsfolge bzw. einer Null-Impulsfolge) an der Position B05 des Zylinders #1 der [Fig. 27](#) und die Impulsfolge $S_{cam}(n)$ der gelernten Informationsserie a2 entspricht der Impulsfolge $S_{cam}(n - 1)$ (d. h. einer Doppel-Impulsfolge) an der Position B125 des Zylinders #3, der in [Fig. 27](#) gezeigt ist. Das gleiche gilt für die anderen gelernten Informationsserien b1, b2, c1 und c2.

Patentansprüche

1. Ein Zylinderidentifizierungsverfahren für eine Brennkraftmaschine, umfassend die Schritte:
Erfassen eines Kurbelwinkelimpulssignals (SGT), das synchron mit der Drehung einer Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine erzeugt wird;
Erfassen eines Nockenimpulssignals (SGC), welches spezifische Impulse zum Identifizieren der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine enthält, wobei die Impulse synchron mit der Drehung einer Nockenwelle (2), deren Drehzahl der Hälfte der Drehzahl der Kurbelwelle (1) entspricht, erzeugt werden;
variables Einstellen der Phase einer Ventilansteuerung für die einzelnen Zylinder, in Abhängigkeit von Betriebszuständen der Brennkraftmaschine;
Identifizieren der einzelnen Zylinder auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) und des Nockenimpulssignals (SGC);
wobei der Schritt des Identifizierens die weiteren Schritte umfasst:
Aufteilen des Zündwinkelbereichs des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) für jeden Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden;

Speichern der jeweiligen Anzahl der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC), die in den einzelnen Unterperioden während eines Zündwinkelbereichs für einen Zylinder erzeugt werden;
 Kombinieren der jeweiligen Anzahl der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC) zu Informationsserien;
 Identifizieren der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine auf Grundlage der Informationsserien.

2. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine, umfassend:
 eine Kurbelwinkelsignalerfassungseinrichtung (3) zum Erzeugen eines Kurbelwinkelimpulssignals (SGT), das synchron mit der Drehung der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine erzeugt wird;
 eine Nockensignalerfassungseinrichtung (4) zum Erzeugen eines Nockenimpulssignals (SGC), welches spezifische Impulse zum Identifizieren der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine enthält, wobei die Impulse synchron mit der Drehung der Nockenwelle (2), deren Drehzahl der Hälfte der Drehzahl der Kurbelwelle (1) entspricht, erzeugt werden;
 eine Ventilsteuereinrichtung (5) zum variablen Einstellen der Phase einer Ventilansteuerung für die einzelnen Zylinder, in Abhängigkeit von Betriebszuständen der Brennkraftmaschine;
 eine Zylinderidentifizierungseinrichtung (10), die dafür ausgelegt ist, die einzelnen Zylinder auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) und des Nockenimpulssignals (SGC) zu identifizieren; wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) umfasst:
 eine Referenzpositionserfassungseinrichtung (13) zum Aufteilen des Zündwinkelbereichs des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT) für jeden Zylinder in eine Vielzahl von Unterperioden;
 eine Impulssignalanzahlspeichereinrichtung (12) zum Zählen und Speichern der jeweiligen Anzahl der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC), die in den einzelnen Unterperioden erzeugt werden;
 eine Informationsserienspeichereinrichtung (15) zum Kombinieren und Speichern der spezifischen Impulse des Nockenimpulssignals (SGC) als Informationsserien; und
 eine Vergleichseinrichtung (17) zum Identifizieren der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine auf Grundlage der Informationsserien.

3. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, wobei eine Informationsserie aus vier sukzessiven Signalen, die die spezifischen Impulse enthalten, gebildet wird.

4. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Informationsserienspeichereinrichtung (15) für die Informationsserien so ausgelegt ist, dass sie eine Vielzahl von Informationsserien speichert, die in-

nerhalb desjenigen Bereichs variabel sind, in dem die Phase der Ventilansteuerung durch die Ventilsteuereinrichtung (5) verändert wird; und wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) einen der Zylinder auf Grundlage von mindestens einer Informationsserie identifiziert.

5. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) umfasst:
 eine Lerneinrichtung (16) zum Lernen einer ersten Informationsserie bei einem vorgegebenen Kurbelwellenwinkel auf Grundlage des Kurbelwinkelimpulssignals (SGT);
 wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) so angeordnet ist, dass sie die einzelnen Zylinder auf Grundlage des Ergebnisses eines Vergleichs der jeweils erfassten Informationsserien mit der ersten gelernten Informationsserie identifiziert.

6. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) umfasst:
 eine Arithmetikeinrichtung für veränderbare Informationsserien, zum arithmetischen Bestimmen einer zweiten Informationsserie, die sich innerhalb eines Bereichs des vorgegebenen Kurbelwellenwinkels verändern kann, auf Grundlage der ersten Informationsserie und des Bereichs, in dem die Phase der Ventilansteuerung mit Hilfe der Ventilsteuereinrichtung (5) verändert werden kann; und wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) so ausgestaltet ist, dass sie die einzelnen Zylinder jeweils auf Grundlage des Ergebnisses eines Vergleichs zwischen der jeweils erfassten Informationsserie und mindestens der ersten oder zweiten Informationsserie identifiziert.

7. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Lerneinrichtung (16) für die Informationsserien so ausgestaltet ist, dass sie die erste Informationsserie zu einem Zeitpunkt lernt, der einer Ventilansteuerungszeit mit einer maximal zurückverlegten oder einer maximal vorverlegten Ventilansteuerung, die von der variablen Ventilsteuereinrichtung (5) eingestellt wird, entspricht.

8. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Lerneinrichtung (16) für die Informationsserien so angeordnet ist, dass sie die erste Informationsserie zu einem Zeitpunkt lernt, zu dem die Brennkraftmaschine gestartet wird.

9. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei das Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) aus Im-

pulsfolgen gebildet wird, die jeweils einen Impuls enthalten, der eine Referenzposition für jeden der einzelnen Zylinder anzeigt;

wobei die mehreren Unterperioden durch Aufteilen der Zündwinkelbereiche unter Bezugnahme auf die Referenzposition eingerichtet werden.

10. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, wobei die Zylinderidentifizierungseinrichtung (10) so ausgestaltet ist, dass sie die einzelnen Zylinder entweder während einer vorgegebenen Zeitperiode zu einem Zeitpunkt, zu dem die Brennkraftmaschine gestartet wird, oder zu einem Zeitpunkt, der der Ventilansteuerungszeit mit maximaler Verzögerung entspricht und die von der variablen Ventilsteuereinrichtung (5) eingestellt wird, identifiziert.

11. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 10, weiter umfassend:

eine Phasenerfassungseinrichtung (6) zum Erfassen einer Änderung der Phase der Ventilansteuerung, die mit Hilfe der Ventilsteuereinrichtung (5) verschoben wird, auf Grundlage von gegebenen spezifischen Impulsen, die in dem Nockenimpulssignal (SGC) enthalten sind, und einer Positionsinformation des Kurbelwellenwinkels, die von dem Kurbelwinkelimpulssignal (SGT) abgeleitet wird.

12. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 11,

wobei die Brennkraftmaschine vier Zylinder hat und der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder so eingestellt ist, dass sie einem Kurbelwellenwinkel von 180° entspricht;

wobei die mehreren Unterperioden, die jedem der einzelnen Zylinder entsprechen, durch eine erste Unterperiode (a) bzw. eine zweite Unterperiode (b) gebildet werden; und

wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal (SGC) enthalten sind und während der ersten Unterperiode (a) bzw. der zweiten Unterperiode (b) erzeugt werden, "1" bzw. "0", "2" bzw. "1", "0" bzw. "2" und "0" bzw. "1" ist, in der sequentiellen Reihenfolge, in der die Zylinder gesteuert werden.

13. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 11,

wobei die Brennkraftmaschine sechs Zylinder hat und der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder so eingestellt wird, dass sie einem Kurbelwellenwinkel von 120° entspricht;

wobei die mehreren Unterperioden, die den einzelnen Zylindern entsprechen, durch eine erste Unterperiode (a) bzw. eine zweite Unterperiode (b) gebildet werden; und

wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal (SGC) enthalten sind und während der ersten Unterperiode (a) bzw. der zweiten Unterperiode (b) erzeugt werden, "1" bzw. "0", "2" bzw. "0", "1" bzw. "2", "0" bzw. "2", "1" bzw. "1" und "0" bzw. "1" ist, in der Reihenfolge, in der die Zylinder gesteuert werden.

14. Zylinderidentifizierungssystem für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 11,

wobei die Brennkraftmaschine drei Zylinder hat und der Zündwinkelbereich für jeden der Zylinder so eingestellt ist, dass sie einem Kurbelwellenwinkel von 240° entspricht;

wobei die mehreren Unterperioden durch eine erste Unterperiode, eine zweite Unterperiode, eine dritte Unterperiode bzw. eine vierte Unterperiode gebildet werden;

wobei die Anzahl der spezifischen Impulse, die in dem Nockenimpulssignal (SGC) während der ersten, zweiten, dritten bzw. vierten Unterperioden enthalten sind, "1", "0", "2" bzw. "0", "1", "2", "0" bzw. "2" und "1", "1", "0" bzw. "1" ist, in der sequentiellen Reihenfolge, in der die einzelnen Zylinder gesteuert werden.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

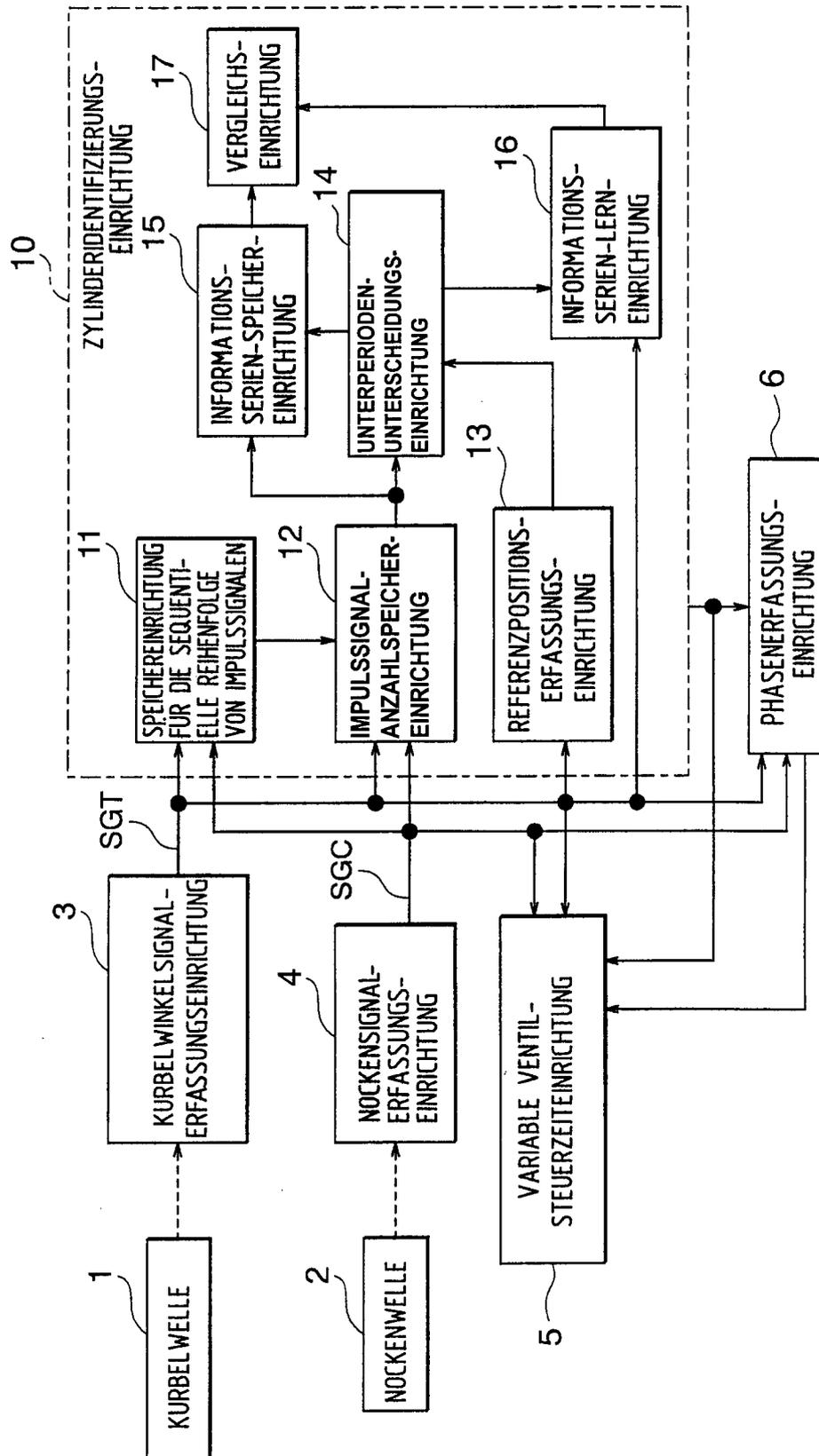


FIG. 2

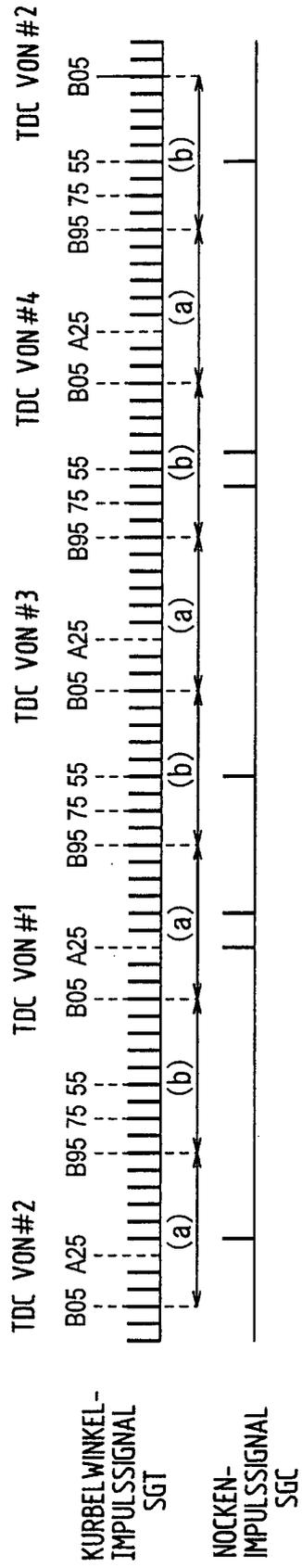


FIG. 3

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

FIG. 4

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

FIG. 5

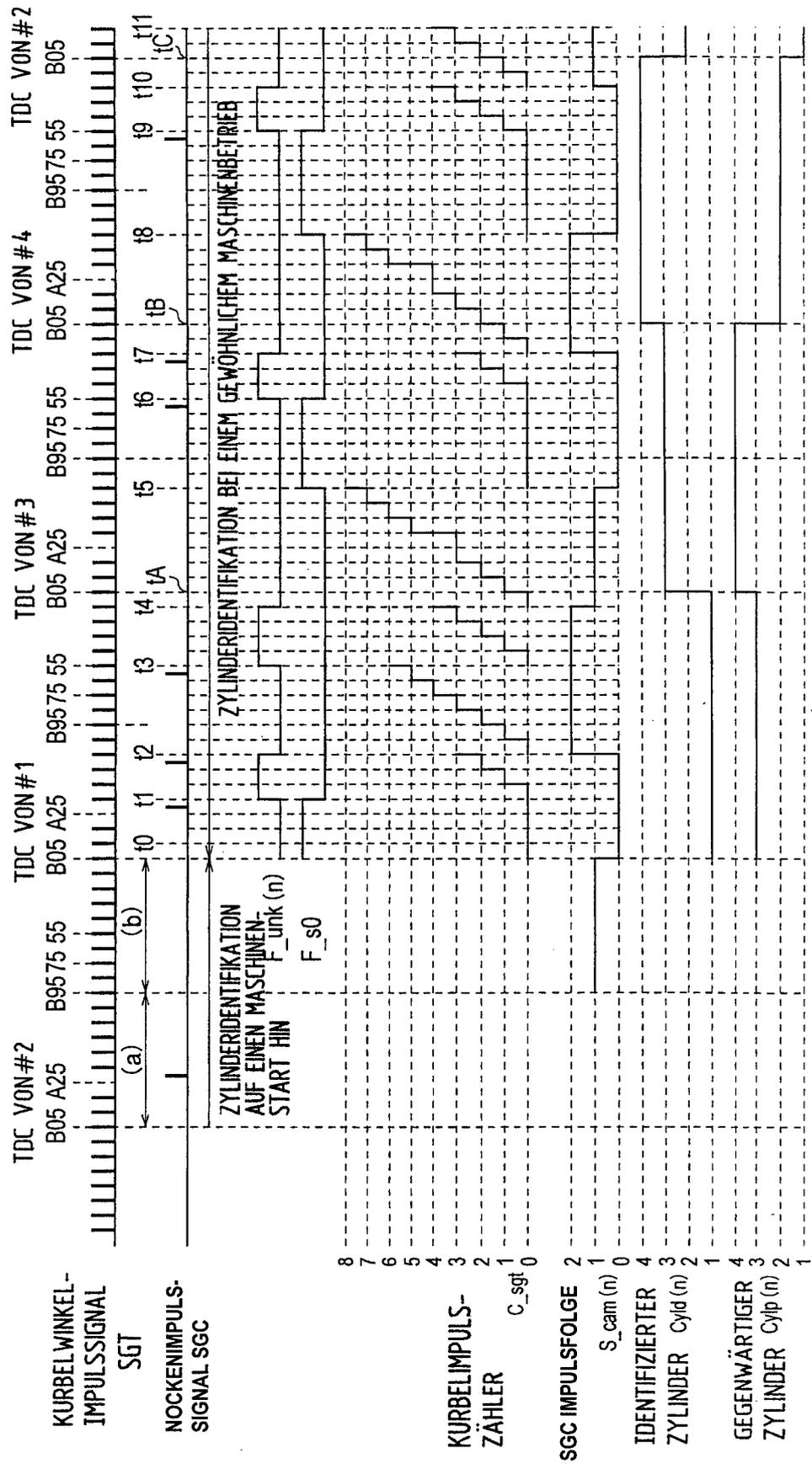


FIG. 6

S_cam (n-3)	0	1	1	0	2	1	0	2
S_cam (n-2)	1	1	0	2	1	0	2	0
S_cam (n-1)	1	0	2	1	0	2	0	1
S_cam (n)	0	2	1	0	2	0	1	1
Cyld (n)	ZYLINDER #1		ZYLINDER #3		ZYLINDER #4		ZYLINDER #2	
CyIp (n)	ZYLINDER #3		ZYLINDER #4		ZYLINDER #2		ZYLINDER #1	

FIG. 7

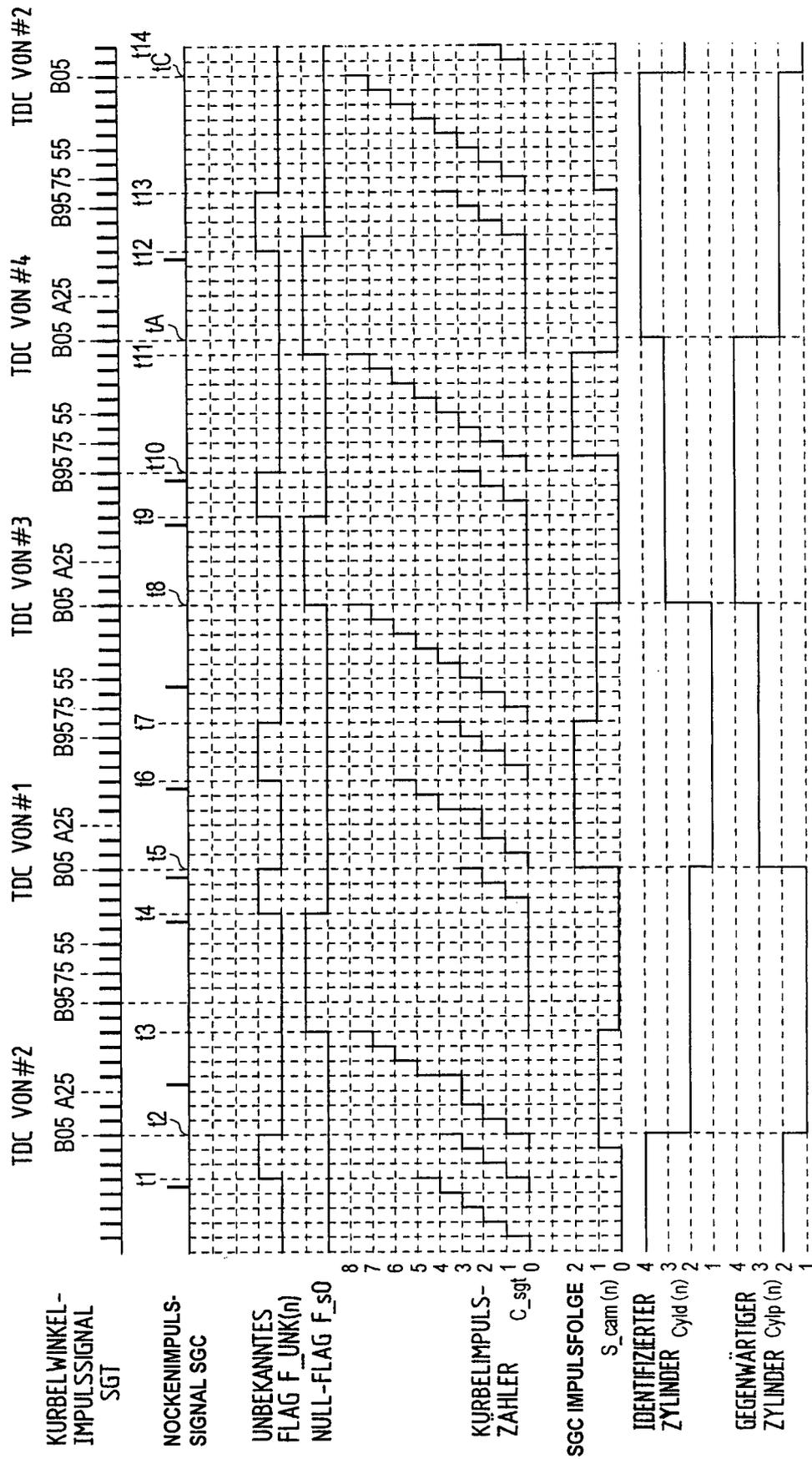


FIG. 8

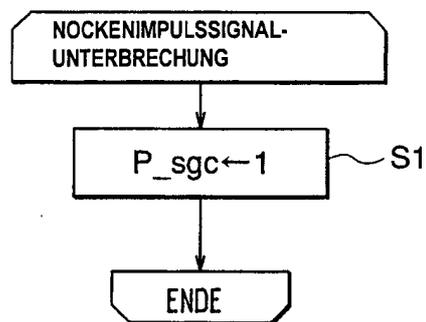


FIG. 9

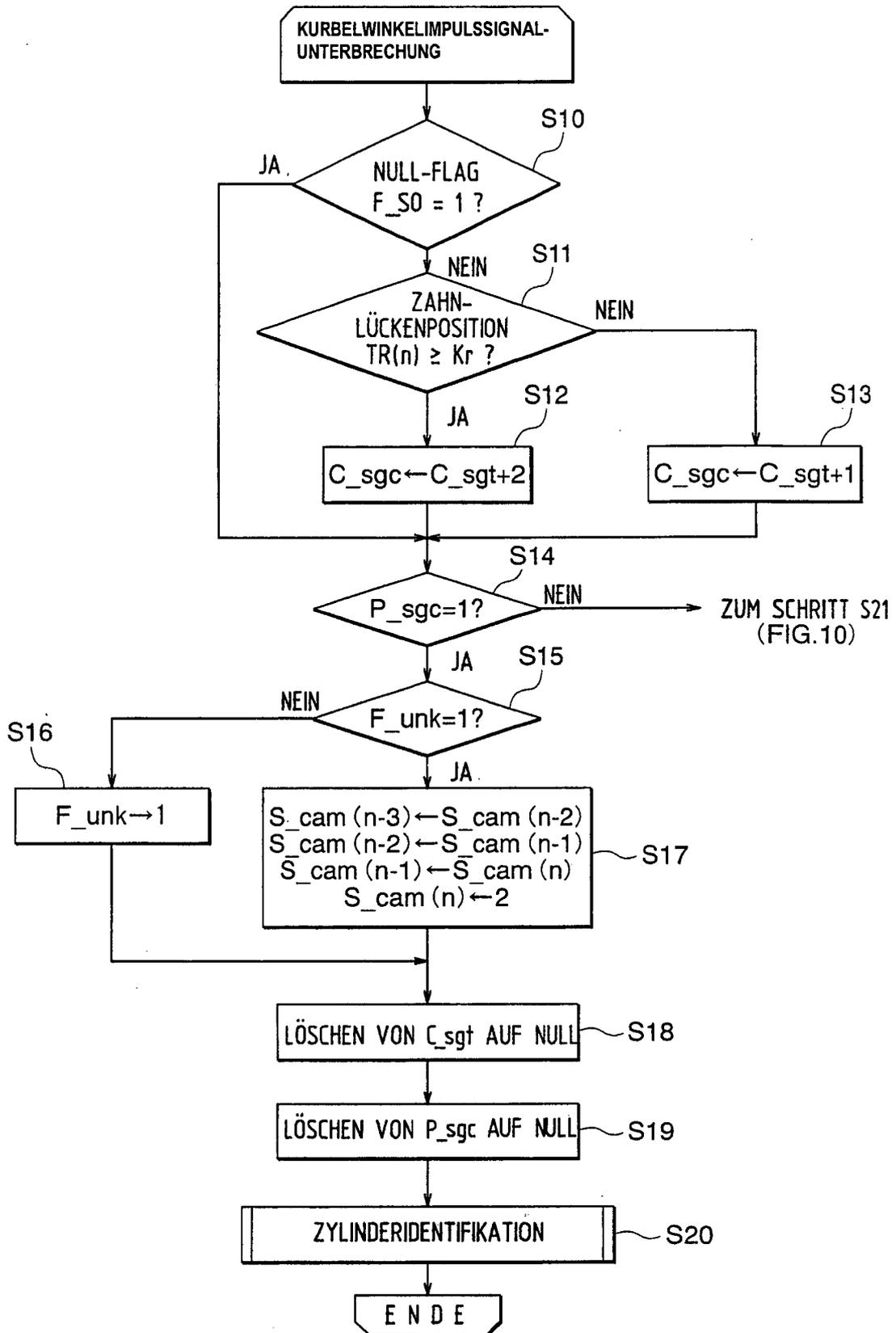


FIG. 10

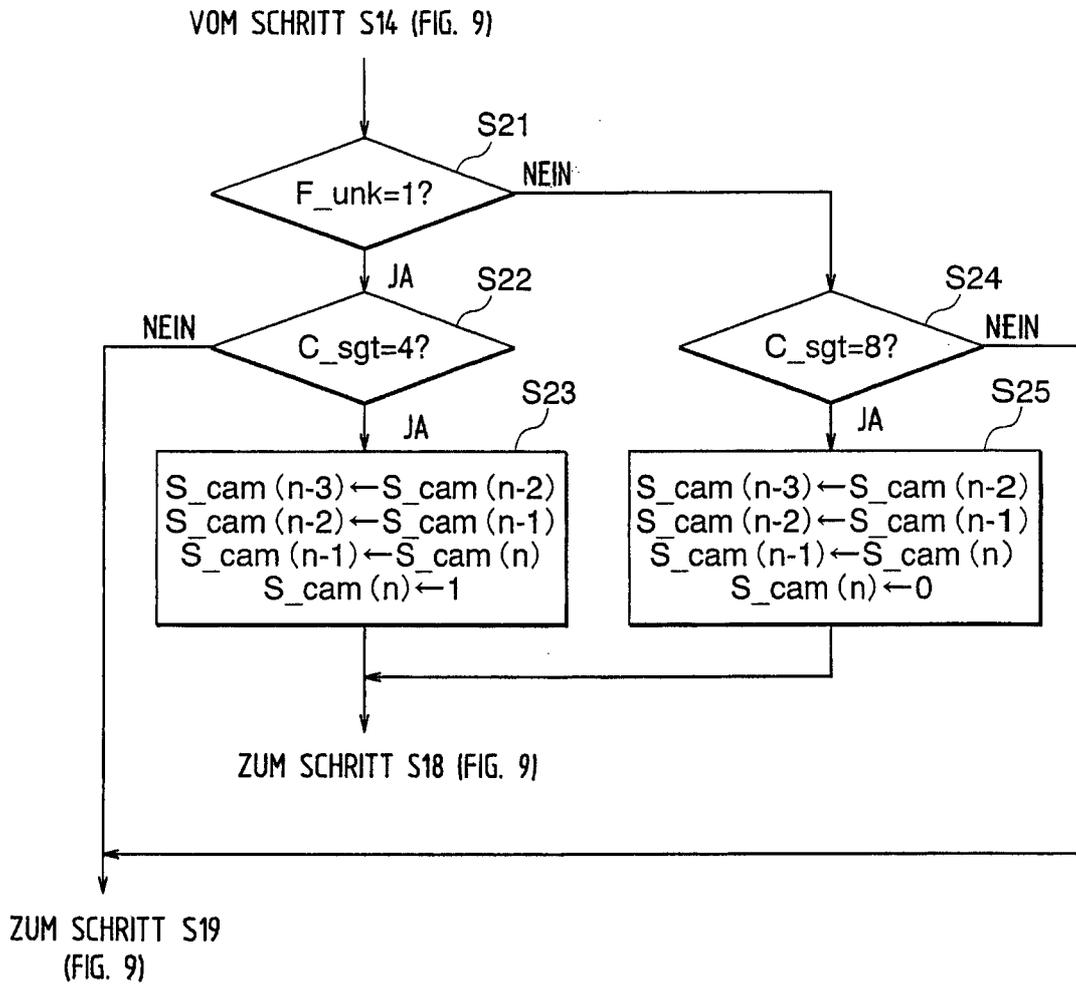


FIG. 11

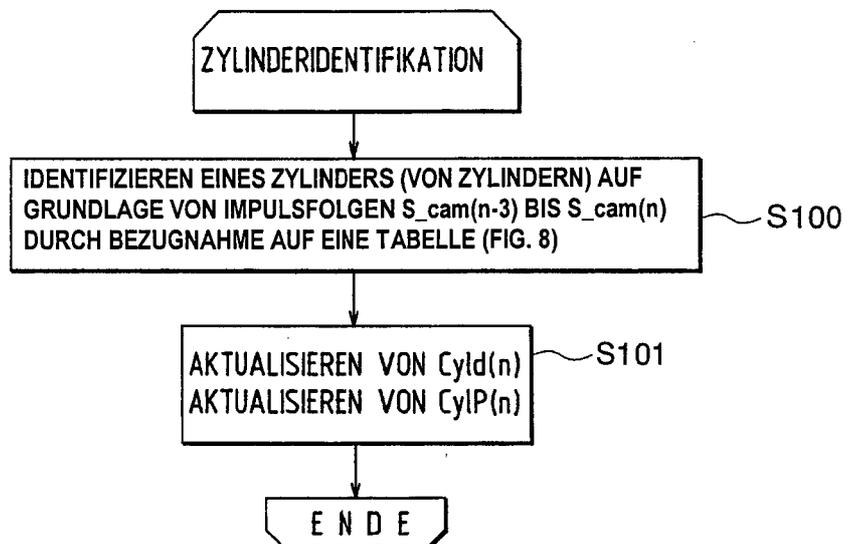


FIG. 12

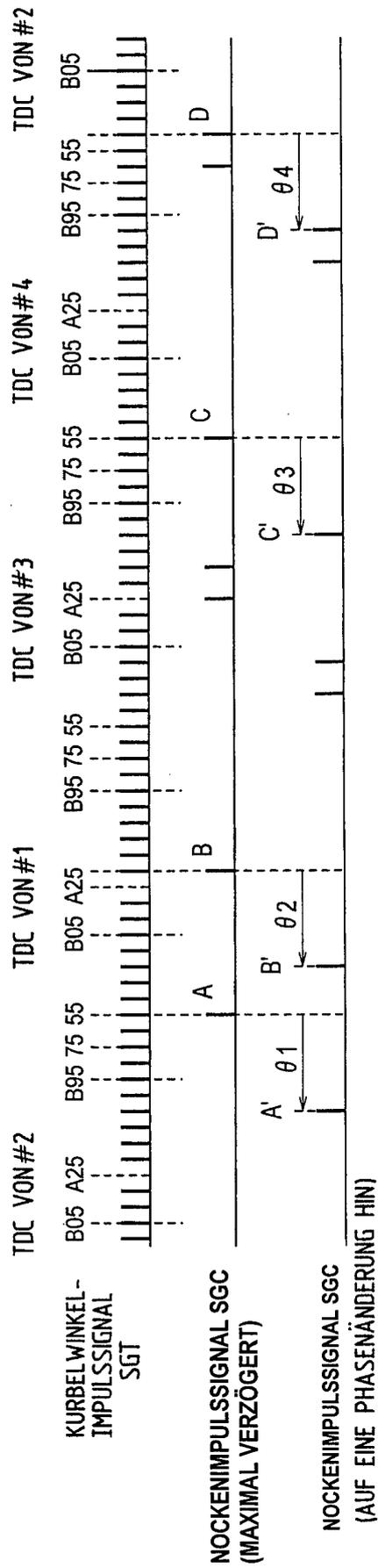


FIG. 13

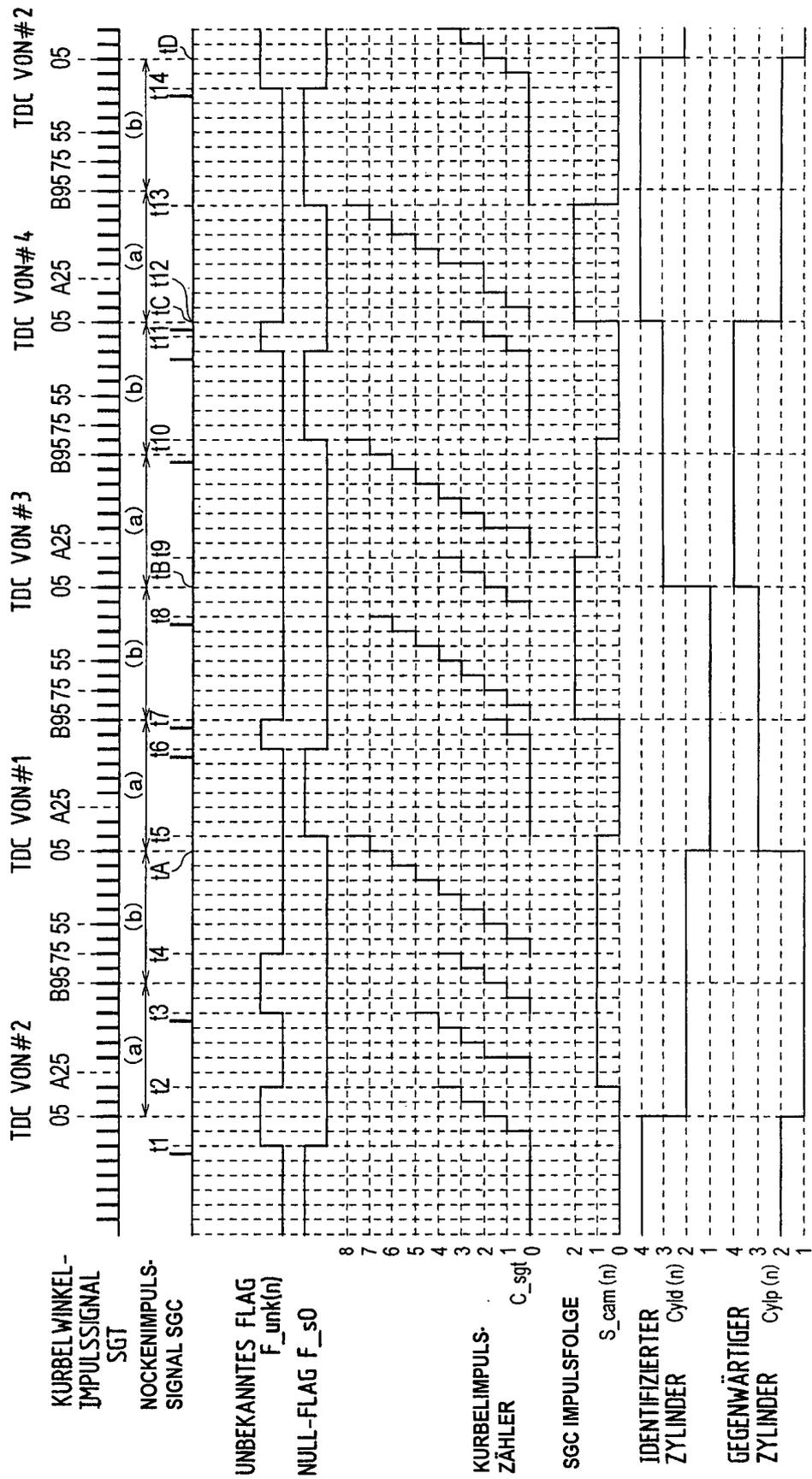


FIG. 14

	#1	#3	#4	#2
S_cam (n-1)	1	0	0	0
S_cam (n)	1	2	2	1

FIG. 15

	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2
S_cam (n-3)	2	0	1	1	2	1	0	2
S_cam (n-2)	0	1	1	0	1	0	2	0
S_cam (n-1)	1	1	0	2	0	2	0	1
S_cam (n)	1	0	2	1	2	0	1	1
Cyld (n)	ZYLINDER # 1	ZYLINDER # 3	ZYLINDER # 4	ZYLINDER # 2	ZYLINDER # 4	ZYLINDER # 2	ZYLINDER # 1	ZYLINDER # 2
Cyjp (n)	ZYLINDER # 3	ZYLINDER # 4	ZYLINDER # 2	ZYLINDER # 1	ZYLINDER # 2	ZYLINDER # 4	ZYLINDER # 1	ZYLINDER # 2

FIG. 16

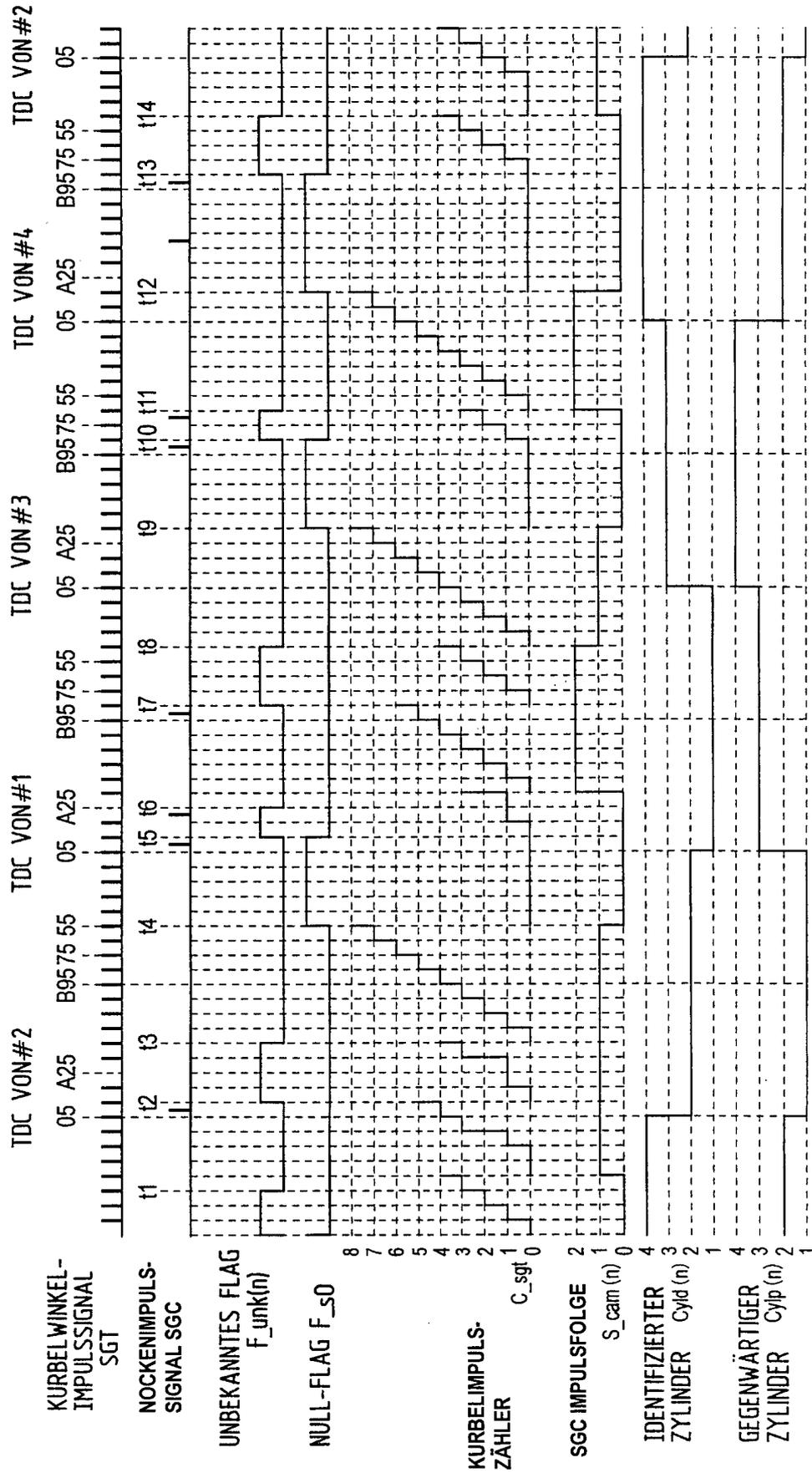


FIG. 17

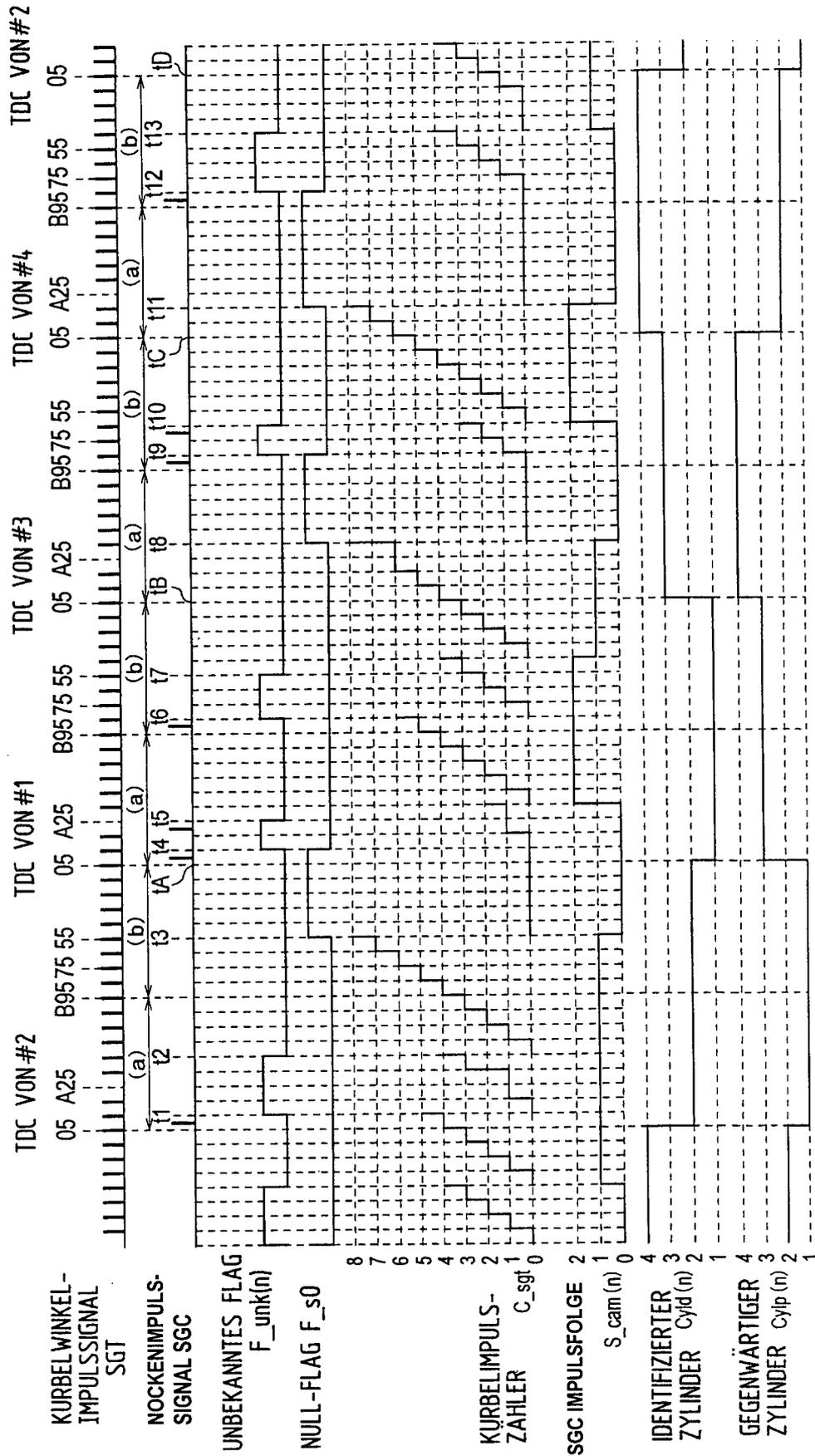


FIG. 18

	#1	#3	#4	#2
S_cam (n-1)	1	2	0	0
S_cam (n)	0	1	2	1

FIG. 19

	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2
S_cam (n-3)	0	1	1	0	2	1	0	2
S_cam (n-2)	1	1	0	2	1	0	2	0
S_cam (n-1)	1	0	2	1	0	2	0	1
S_cam (n)	0	2	1	0	2	0	1	1
Cyld (n)	ZYLINDER#1	ZYLINDER#1	ZYLINDER#3	ZYLINDER#3	ZYLINDER#4	ZYLINDER#4	ZYLINDER#2	ZYLINDER#2
Cylp (n)	ZYLINDER#3	ZYLINDER#3	ZYLINDER#4	ZYLINDER#4	ZYLINDER#2	ZYLINDER#2	ZYLINDER#1	ZYLINDER#1

FIG. 20

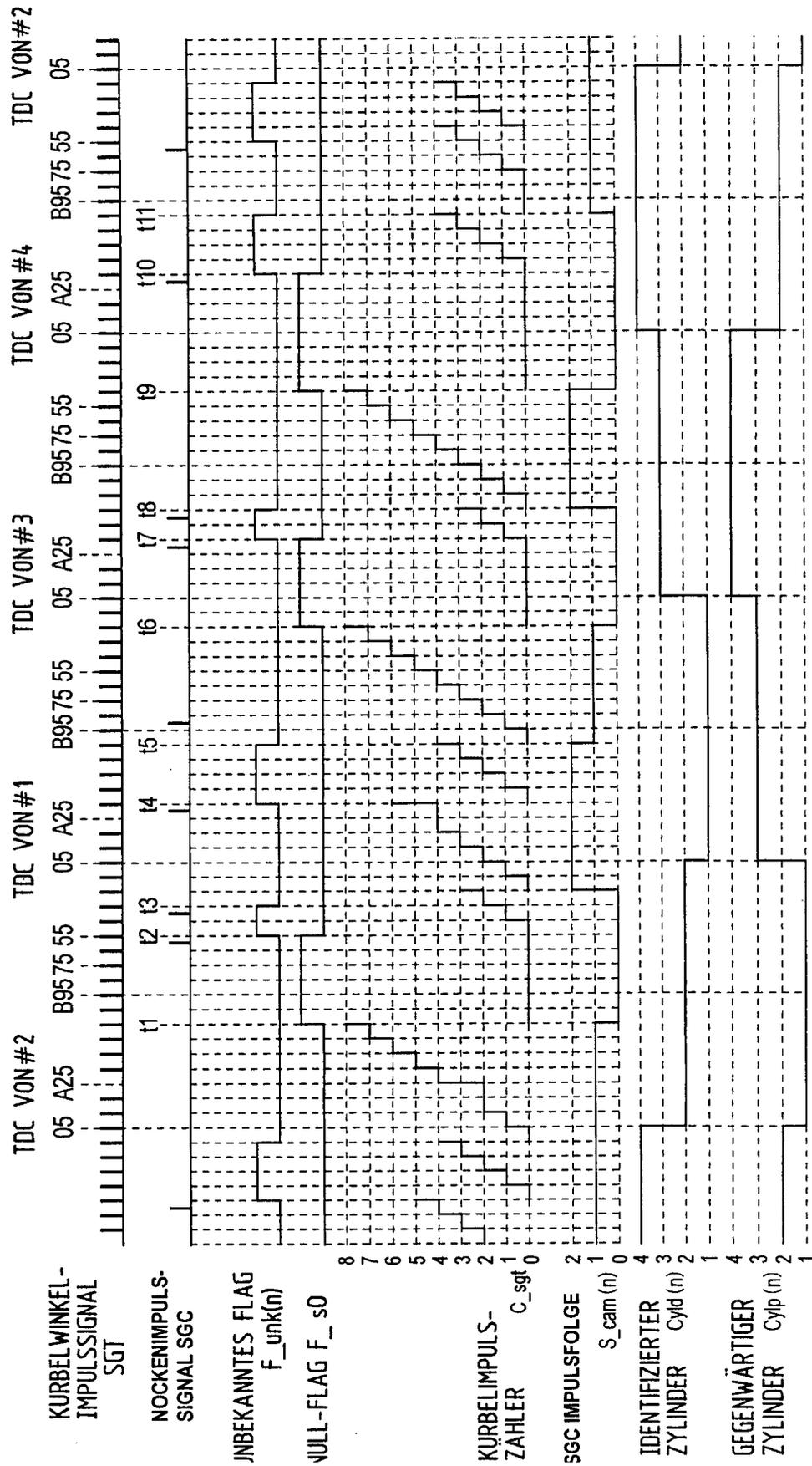


FIG. 21

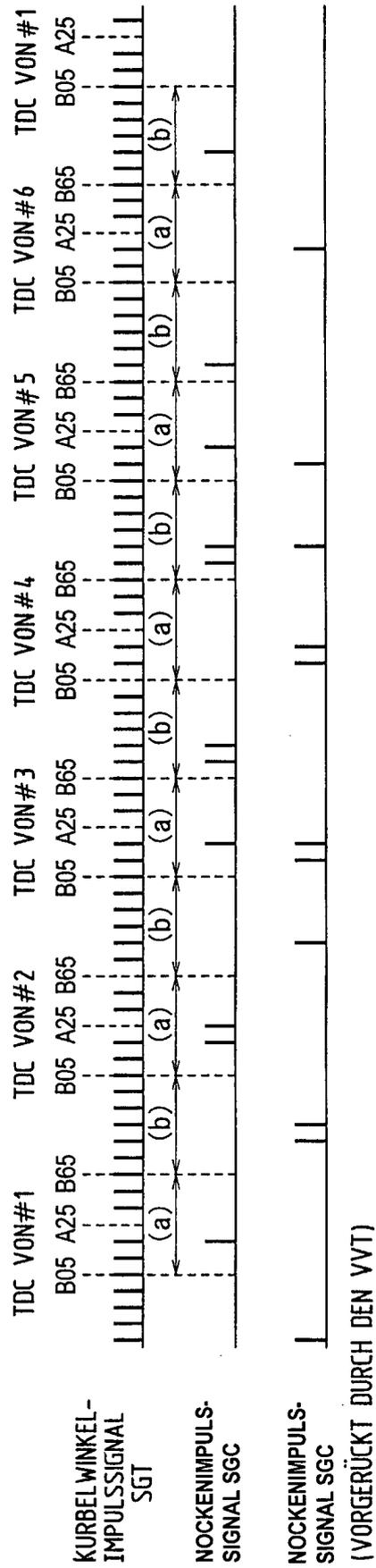


FIG. 22

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

FIG. 23

	#1	#2	#3	#4	#5	#6
S_cam (n-1)	0	1	2	1	0	1
S_cam (n)	1	0	0	2	2	1

FIG. 24

	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2	e1	e2	f1	f2
S_cam (n-3)	1	1	0	1	1	0	2	0	1	2	0	2
S_cam (n-2)	1	0	1	1	0	2	0	1	2	0	2	1
S_cam (n-1)	0	1	1	0	2	0	1	2	0	2	1	1
S_cam (n)	1	1	0	2	0	1	2	0	2	1	1	0
Cyld (n)	ZYLINDER#1	ZYLINDER#1	ZYLINDER#2	ZYLINDER#2	ZYLINDER#3	ZYLINDER#3	ZYLINDER#4	ZYLINDER#4	ZYLINDER#5	ZYLINDER#5	ZYLINDER#6	ZYLINDER#6
Cylp (n)	ZYLINDER#2	ZYLINDER#2	ZYLINDER#3	ZYLINDER#3	ZYLINDER#4	ZYLINDER#4	ZYLINDER#5	ZYLINDER#5	ZYLINDER#6	ZYLINDER#6	ZYLINDER#1	ZYLINDER#1

FIG. 25

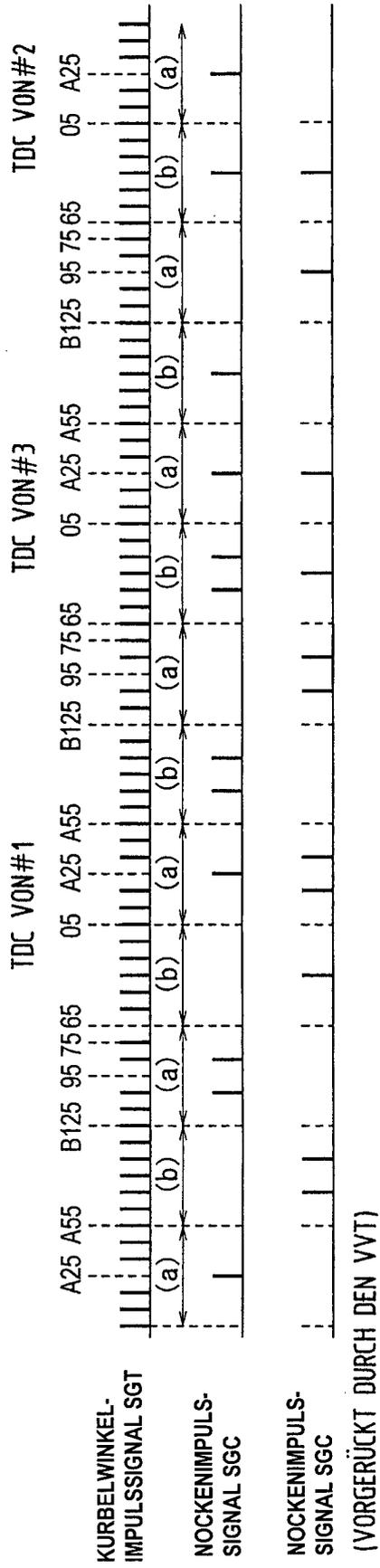


FIG. 26

(a)	0	1	2	1	0	1
(b)	1	0	0	2	2	1
	B125	B05	B125	B05	B125	B05
	#1		#3		#2	

FIG. 27

	#1		#3		#2	
	B125	B05	B125	B05	B125	B05
S_cam (n-1)	0	1	2	1	0	1
S_cam (n)	1	0	0	2	2	1

FIG. 28

	a1	a2	b1	b2	c1	c2
S_cam (n-3)	0	1	2	0	0	2
S_cam (n-2)	1	1	0	1	2	1
S_cam (n-1)	1	0	1	2	1	1
S_cam (n)	0	2	2	0	1	0
Cyld (n)	ZYLINDER #1		ZYLINDER #3		ZYLINDER #2	
CyIp (n)	ZYLINDER #3		ZYLINDER #2		ZYLINDER #1	