



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **103 10 365.1**
(22) Anmeldetag: **10.03.2003**
(43) Offenlegungstag: **29.01.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.12.2013**

(51) Int Cl.: **F02D 45/00 (2006.01)**
F02D 41/00 (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. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2002-201290 10.07.2002 JP

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

(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLÉ, 81925, München, DE

(72) Erfinder:
Yonezawa, Shiro, Tokio, Tokyo, JP; Makino, Tomokazu, Tokio, Tokyo, JP; Kanazawa, Eiji, Tokio, Tokyo, JP; Watanuki, Takuo, Tokio, Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseiten

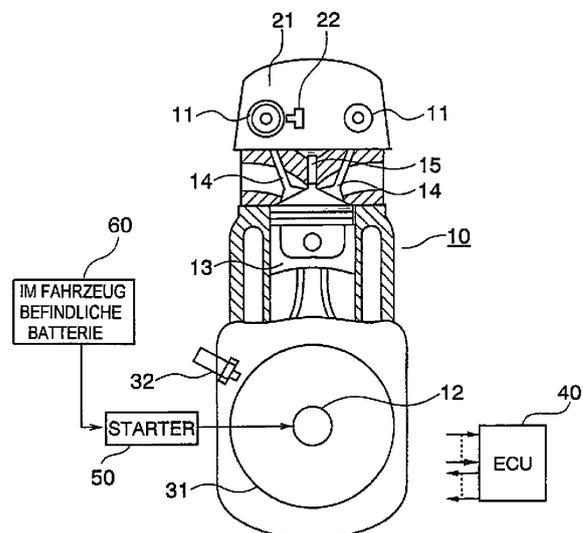
(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor**

(57) Hauptanspruch: Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor (10), der zumindest zwei Zylinder, einen Starter (50) zum Anlassen des Motors, eine Kurbelwelle (12) und eine Nockenwelle (11), die sich im Betrieb mit der halben Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle dreht, umfasst, mit

- einer Kurbelwellenscheibe (31), die sich im Betrieb synchron mit der Kurbelwelle dreht und die am äußeren Rand gleichbeabstandete Winkelpositionserfassungselemente (31a) aufweist, die einer Vielzahl von Kurbelwinkelstellungen des Verbrennungsmotors entsprechen, wobei Lücken (31b, 31c) in der Anordnung der Winkelpositionserfassungselemente vorgesehen sind, die Referenzkurbelwinkelstellungen der Zylinder des Verbrennungsmotors entsprechen;
- einem Kurbelwinkelsensor (32), der der Kurbelwellenscheibe derart gegenüberliegend angeordnet ist, dass von sich vorbei bewegenden Winkelpositionserfassungselementen Kurbelwinkelimpulssignale erzeugt werden;
- einer Nockenwellenscheibe (21), die sich im Betrieb synchron mit der Nockenwelle dreht und die am äußeren Rand Zylinderidentifikationselemente für die Bereitstellung von Informationen für die Identifikation der Zylinder des Verbrennungsmotors aufweist;
- einem Zylinderidentifikationssensor (22), der der Nockenwellenscheibe derart gegenüberliegend angeordnet ist, dass von sich vorbei bewegenden Zylinderidentifikationselementen Zylinderidentifikationsimpulssignale erzeugt werden; und
- einer elektronischen Steuereinheit (ECU, 40) zum Steuern jedes Zylinders des Verbrennungsmotors auf der Basis

der Kurbelwinkelimpulssignale und der Zylinderidentifikationsimpulssignale, wobei die Steuereinheit umfasst:

- eine Zylinderidentifikationseinrichtung für die Identifikation der Zylinder des Verbrennungsmotors unter Verwendung der Kurbelwinkelstellung ausgehend von den Kurbelwinkelimpulssignalen und der Zylinderidentifikationsinformation ausgehend von den Zylinderidentifikationsimpulssignalen ...



(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	44 34 833	A1
DE	196 50 250	A1
DE	199 33 844	A1
JP	2001- 295 691	A
JP	2000- 213 402	A
JP	3 021 815	A
JP	2002- 130 036	A

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor (im Folgenden auch einfach als „Motor“ bezeichnet), wobei die Vorrichtung zum Durchführen einer Identifikation von Zylindern des Motors und deren Steuerung auf der Basis von Kurbelwinkelimpulssignalen bezüglich einer Kurbelwelle des Motors, der an einem Kraftfahrzeug befestigt ist, und Zylinderidentifikationsimpulssignalen bezüglich einer Nockenwelle des Motors gestaltet ist. Genauer bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, in der das Kurbelwinkelimpulssignal Ungleichzwischenimpulsintervalle in Entsprechung zu Referenzkurbelwinkelpositionen (hierin nachstehend auch einfach als die Referenzpositionen bezeichnet) in einer Impulsfolge enthält, die aus einer großen Anzahl von Gleichintervallimpulsen zusammengesetzt ist.

[0002] Insbesondere befasst sich die vorliegende Erfindung mit einer Steuervorrichtung für den Verbrennungsmotor, wobei die Vorrichtung derart gestaltet ist, dass fehlerhafte Zündungs- und Kraftstoffeinspritzsteuerungen verhindert werden, die einer fehlerhaften Identifikation der Referenzpositionen und der Zylinder zuzuschreiben sind, die durch wiederholte Ein-/Aus-Betätigung eines Anlasserschalters (hierin nachstehend auch als der Starterschalter bezeichnet) im Verlauf einer Motorstaroperation herbeigeführt werden kann.

Beschreibung des Stands der Technik

[0003] Im allgemeinen ist es bei einem Verbrennungsmotor, wie etwa dem Motor eines Kraftfahrzeuges, erforderlich, die Kurbelwinkelpositionen für jeden Zylinder in Abhängigkeit von der Drehstellung des Motors zu erfassen, um die Einstellung der Kraftstoffeinspritzung ebenso wie die Zündzeiteinstellung für eine Vielzahl von Motorzylindern in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Motors optimal zu steuern.

[0004] Unter diesen Umständen sind in den bisher bekannten konventionellen Steuervorrichtungen für den Verbrennungsmotor elektromagnetische Sensoren in Verbindung mit einer Kurbelwelle bzw. einer Nockenwelle des Motors vorgesehen, um dadurch die Kurbelwinkelimpulssignale (auch als die Kurbelwinkelimpulse bezeichnet), die jeweils Referenzpositionen für die einzelnen Zylinder anzeigen, und Nockensignale (auch als die Zylinderidentifikationsimpulssignale oder einfach als die Zylinderidentifikationsimpulse bezeichnet) zum unterscheidbaren Identifizieren eines spezifischen Zylinders bzw. einzelner Zylinder verfügbar zu machen.

tifizieren eines spezifischen Zylinders bzw. einzelner Zylinder verfügbar zu machen.

[0005] Ferner ist eine Steuereinheit (auch als eine elektronische Steuereinheit oder abgekürzt ECU bezeichnet) vorgesehen, die derart ausgestattet ist, dass einzelne Zylinder auf der Basis der Kurbelwinkelimpulssignale und der Zylinderidentifikationsimpulssignale identifiziert werden, während die Referenzpositionen für jeden Zylinder bestimmt werden, um dadurch verschiedene Steuergrößen der Kraftstoffeinspritzsteuerung und der Zündzeiteinstellungssteuerung mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit arithmetisch zu ermitteln.

[0006] Zu diesem Zweck ist eine Einrichtung für die Erfassung des Kurbelwinkels (Kurbelwinkelpositionserfassungsmittel) vorgesehen, die aus einer Scheibe, die synchron mit der Kurbelwelle rotiert, und einem Kurbelwinkelsensor besteht, der gegenüberliegend zu der Scheibe angeordnet ist. Um Kurbelwinkelimpulse zu erzeugen, die jeweils einer Vielzahl von Kurbelwinkeln entsprechen, ist die Scheibe mit einer Vielzahl von Erfassungsgliedern in Form von gleichbeabstandeten Zähnen am äußeren Scheibenrand versehen.

[0007] Der Kurbelwinkelsensor erzeugt als Ausgangssignal die Kurbelwinkelimpulse bei jedem vorbestimmten Winkel (z. B. 10° bezüglich des Kurbelwinkels, dargestellt im Folgenden als 10° CA) bei jedem Durchlauf eines Zahnes (Vorsprungs), gebildet in und entlang der äußeren peripheren Kante der Scheibe, die synchron mit der Kurbelwelle rotiert, zu generieren.

[0008] Somit kann die Steuereinheit die Referenzpositionen (z. B. B75° CA (d. h. 75° CA vor dem oberen Totpunkt oder TDC) und B5° CA (d. h. 5° CA vor dem TDC)) durch Erfassen von Ungleichzwischenimpulsintervallen in der Kurbelwinkelimpulsfolge durch Messen der periodischen Intervalle, bei denen die Kurbelwinkelimpulse generiert werden, bestimmen.

[0009] Zu diesem Zweck ist das Erfassungsglied des Kurbelwinkelpositionserfassungsmittels mit einer Zahnaussetzersektion (d. h. einem peripheren Abschnitt, in dem kein Zahn ausgebildet ist) versehen, die sich über einen Winkelbereich von z. B. 30° CA bei der Referenzposition von jedem Zylinder (z. B. Position 75° oder 5° CA vor TDC bei dem Kompressionshub) erstreckt, sodass das Ungleichzwischenimpulsintervall in der Folge von den Kurbelwinkelimpulsen erscheint, die bei einem Gleichzwischenimpulsintervall generiert werden.

[0010] Ferner ist die Nockenwelle, die mit der halben Drehzahl im Vergleich mit Kurbelwelle rotiert, mit einer Einrichtung für die Erfassung der Drehstellung der Nockenwelle (Nockenwellenpositionserfassungsmittel) versehen.

sungsmittel) versehen, das durch eine Scheibe, die synchron mit der Nockenwelle rotiert, und einen Zylinderidentifikationssensor, der der Scheibe gegenüberliegend angeordnet ist, gebildet wird. Der Zylinderidentifikationssensor erzeugt als dessen Ausgangssignal die Zylinderidentifikationsinformation entsprechend dem spezifischen Zylinder oder einzelnen Zylindern zu generieren.

[0011] Auf diese Art und Weise kann die Steuereinheit die Referenzposition entsprechend dem partiellen Impulsaussetzerabschnitt oder Sektion (d. h. Ungleichzwischenimpulsintervall) in der Kurbelwinkelimpulsfolge erfassen, um dadurch die Zylinderidentifikation mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit auf der Basis einer Kombination von den Kurbelwinkelimpulsen und den Zylinderidentifikationsimpulsen zu realisieren.

[0012] Um es anders zu sagen, ist die Steuereinheit zum unterscheidbaren Identifizieren der einzelnen Zylinder auf einer Echtzeitbasis als Reaktion auf die Impulsaussetzerabschnitte entsprechend den Referenzkurbelwinkelpositionen und den Zylinderidentifikationsimpulssignalen durch Erfassen auf einer Echtzeitbasis der Referenzpositionen auf der Basis der Kurbelwinkelimpulssignale fähig.

[0013] In diesem Zusammenhang wird vermerkt, dass die Ungleichzwischenimpulsintervalle (d. h. Impulsaussetzerabschnitte) in der Kurbelwinkelimpulsfolge korrekt und relativ einfach solange erfasst werden können, wie sich der Verbrennungsmotor in der Vorwärtsrichtung in einem im wesentlichen stabilen Zustand dreht. Während eines Anlassvorgangs beim Starten des Motors kann jedoch eine Situation entstehen, in der die Anlassoperation unterbrochen oder gestoppt wird, bevor der Motor tatsächlich gestartet ist, da der Starter von Hand betätigt wird.

[0014] Wenn die Anlassoperation stoppen sollte, bevor der Motor gestartet ist, wird das Antriebsdrehmoment nicht mehr von dem Starter zu dem Verbrennungsmotor übertragen, so dass der Kolben in dem Zylinder, der in dem Kompressionshub ist, nicht vollständig zu dem oberen Totpunkt (TDC) gedrückt wird.

[0015] In diesem Fall kann sich der Kolben aus der Kurbelwinkelposition unmittelbar vor der TDC-Position heraus nach unten bewegen, was somit möglicherweise eine Rückwärtsdrehung des Motors hervorruft.

[0016] In Verbindung damit sei angemerkt, dass zu dem Zeitpunkt, wenn sich die Rotation des Verbrennungsmotor von der Vorwärtsrichtung zu der Rückwärtsrichtung ändert (d. h. an der obersten Position des Kolbens), der Motor veranlasst wird, kurzzeitig zu stoppen. Als ein Ergebnis dessen wird die Eingabeperiode des Kurbelwinkelimpulses länger. Als ei-

ne Folge kann ungewollt eine derartige Situation entstehen, dass die zu diesem Zeitpunkt erfasste Periode fälschlicherweise als ein Ungleichzwischenimpulsintervall oder Aussetzerabschnitt (was die Referenzposition darstellt) in der Kurbelwinkelimpulsfolge erkannt wird.

[0017] Des weiteren wird sich dann in dem Fall, wo der Kolben von dem oberen Totpunkt (TDC) in dem Kompressionshub unter einer Trägheit kaum freikommen kann, nachdem die Anlassoperation gestoppt wurde, bevor der Motorbetrieb startet, der Motor verhalten, als ob er zeitweilig an dem oberen Totpunkt (TDC) gestoppt hätte, was dazu führt, dass die Kurbelwinkelimpulsperiode bei oder um den oberen Totpunkt (TDC) herum zu einem derartigen Ausmaß länger wird, dass das Ungleichzwischenimpulsintervall oder der Aussetzerabschnitt fälschlicherweise bestimmt wird, was zu einem anderen Problem führt.

[0018] Außerdem wird in dem Fall, wo die Anlassoperation im Verlauf einer Trägheitsrotation nach einem Stopp der Anlassoperation erneut gestartet wird, der Motor erneut durch den Starter angetrieben. Da in der Trägheitsrotation, die Motordrehgeschwindigkeit verringert sich allmählich auf null, wird in diesem Fall die Kurbelwinkelimpulsperiode entsprechend länger. Wenn jedoch die Anlassoperation erneut gestartet wird, angesteuert durch den Starter, erhöht sich die Motordrehgeschwindigkeit erneut, als ein Ergebnis dessen die Kurbelwinkelimpulsperiode kürzer wird.

[0019] In Verbindung damit wird jedoch vermerkt, dass wenn sich die Motorrotation umgekehrt hat, unmittelbar bevor die Anlassoperation erneut gestartet wird, der Motor beim Übergang von der Rückwärtsdrehung zu der Vorwärtsdrehung zeitweilig stoppt, da der Motor gezwungen ist, sich in der Vorwärtsrichtung zu drehen, wenn die Anlassoperation erneut gestartet wird. Folglich wird die Kurbelwinkelimpulsperiode länger, um fälschlicherweise als das Ungleichzwischenimpulsintervall oder der Aussetzerabschnitt erfasst zu werden.

[0020] Wie aus dem obigen offensichtlich ist kann, wenn der Starterschalter wiederholt beim Starten des Motorbetriebs (d. h. bevor der Motor in Betrieb genommen wird) ein- und ausgeschaltet wird (d. h. wenn die Anlassoperation wiederholt gestartet und gestoppt wird), das Intervall, in dem die Kurbelwinkelimpulsperiode länger wird, erscheinen, um fälschlicherweise als das Ungleichzwischenimpulsintervall oder der Aussetzerabschnitt erfasst zu werden.

[0021] Wenn das Ungleichzwischenimpulsintervall (Aussetzerabschnitt) durch die elektronische Steuereinheit fälschlicherweise als die Referenzposition erfasst oder identifiziert werden sollte, dann wird die erfasste Kurbelwinkelposition von der tatsächlichen

Position abweichen, was dann dazu führt, dass die Zylinderidentifikation mit Bezug auf die abweichende Kurbelwinkelposition durchgeführt wird, was somit eine fehlerhafte Zylinderidentifikation wegen der Abweichung von dem Ungleichzwischenimpulsintervall oder Aussetzerabschnitt, was inhärent der Identifikation des Zylinders zugeordnet ist, nach sich zieht.

[0022] Wenn die Kurbelwinkelposition und der Zylinder fehlerhaft erfasst und identifiziert werden, werden dann selbstredend die Winkelposition zum Steuern der Kraftstoffeinspritzzeiteinstellung und der Zündzeiteinstellung von den normalen oder richtigen Steuerpositionen abweichen. Als ein Ergebnis dessen kann ein derartiges unerwünschtes Ereignis wie Fehlzündung, Motorblockierung oder dergleichen auftreten, was im schlimmsten Fall die Motor ernsthaft beschädigt.

[0023] Wie nun aus dem vorangehenden eingeschätzt werden kann, ist es mit der konventionellen Steuervorrichtung für den Verbrennungsmotor sicherlich möglich, das Ungleichzwischenimpulsintervall (entsprechend der hierin zuvor erwähnten Zahnaussetzersektion) korrekt ohne jegliche merkliche Schwierigkeit zu erfassen, solange wie sich der Motor in der Vorwärtsrichtung in dem relativ stabilen Zustand dreht. Wenn jedoch die Anlassoperation in der Motorstartphase wiederholt wird (d. h. bevor der Motor tatsächlich in Betrieb gesetzt wird), wird die Kurbelwinkelimpulsperiode instabil oder ungleichmäßig, als ein Ergebnis dessen das Ungleichzwischenintervall fehlerhaft erfasst werden kann, was es unmöglich macht, den Motorzylinder mit ausreichender Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu steuern, was ein unerwünschtes Auftreten der Fehlzündung, Motorblockierung oder dergleichen nach sich zieht, was schließlich zu einer ernsthaften Beschädigung des Motors führen kann, was zu Problemen führt.

[0024] Aus DE 44 34 833 A ist eine Einrichtung zur Erkennung des Rückdrehens eines rotierenden Teils einer Brennkraftmaschine bekannt. Dabei ist vorgesehen, dass mit einer Kurbelwinkelgeberscheibe und einem Kurbelwinkelsensor die Drehstellung des Verbrennungsmotors erfasst wird, während mit Hilfe einer Nockenwellengeberscheibe und einem Nockenwellensensor der jeweilige Zylinder identifiziert wird. Im Vordergrund steht das Erkennen des Rückdrehens des Verbrennungsmotors, das beispielsweise beim Abwürgen des Motors auftreten kann. Wird in diesem Fall die Zündsteuerung fortgesetzt und Kraftstoff einem Zylinder zugeführt und gezündet, kann es zu Fehlzündungen, auch im Saugtrakt des Motors kommen, die sogar zu einer Beschleunigung des Motors in Rückdrehrichtung führen können. Um das Rückdrehen des Motors zu erfassen, wird der Abstand zwischen Kurbelwinkelimpulsen gemessen und mit einem Grenzwert verglichen. Ist der Abstand zwischen den Impulsen größer als dieser Grenzwert

wird ein Arbeitsablauf ausgelöst, der das Vorliegen eines Rückdrehens (Rücklaufs) des Verbrennungsmotors erfasst. Der Steuerungsvorgang wird somit durch einen verlängerten Impulsabstand der Kurbelwinkelimpulse ausgelöst. Erst im Anschluss daran wird festgestellt, ob die Brennkraftmaschine sich in der Startphase befindet. Dazu wird der Zustand des Zündschalters überprüft.

[0025] DE 196 50 250 A beschäftigt sich mit einer Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine, die insbesondere bei V-Verbrennungsmotoren mit je einer Nockenwelle pro Zylinderbank eingesetzt werden kann. Dabei steht die Phase nach Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine im Vordergrund, in der dem Steuergerät die Winkellage der Kurbel- und der Nockenwellen nicht bekannt ist. Erst nachdem sich die beiden Wellen um einen bestimmten Winkel gedreht haben und die Kurbelwellenbezugsmarke sowie eine Nockenwellenwinkelmarke erkannt worden sind, kann eine Synchronisation erfolgen. Daneben sind auch Rückdreher angesprochen.

[0026] DE 199 33 844 A beschreibt eine Einrichtung zur Erkennung des Rückdrehens eines rotierenden Teils einer Brennkraftmaschine, wobei ermöglicht wird, dass ein Phasensensor, der die Nockenwelle bzw. eine mit der Nockenwelle verbundene Scheibe mit einer Markierung abtastet, nicht benötigt wird. Dazu wird ein Signal des Zündschalters in dem Steuerungsablauf berücksichtigt, jedoch nur um festzustellen, ob sich der Verbrennungsmotor nicht in einer Anlaufphase befindet. Allein für diesen Fall wird offenbart, wie ein Rückdreher erkannt wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0027] Angesichts des oben beschriebenen Stands der Technik ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Struktur vorzusehen, die derart verbessert ist, dass eine fehlerhafte Erfassung der Kurbelwinkelposition und der Zylinder verhindert werden kann und somit eine fehlerhafte Steuerung der Zündung und der Kraftstoffeinspritzung positiv unterdrückt werden kann durch Erfassen des Ansteuer-/Nicht-Ansteuerzustands des Starters und durch Verhindern dessen, dass die Zylinderidentifikationsinformation, die bereits erlangt wurde, in einem nachfolgenden Zylinderidentifikationsprozess verwendet wird, wenn der Starterschalter im Verlauf eines Starts des Betriebs des Motors ein-/ausgeschaltet wird.

[0028] Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor vorzusehen, die eine verbesserte Zuverlässigkeit für die Zylinderidentifikation und die Zylindersteuerung durch Verhindern dessen, dass die Zylinderidentifikation erneut validiert wird, bis der nor-

male Drehzustand des Motors erfasst werden kann, sicherstellen kann.

[0029] Die oben genannten Ziele werden erreicht mit einer Steuervorrichtung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0030] Die obigen und andere Ziele und begleitende Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch Lesen der folgenden Beschreibung von deren bevorzugten Ausführungsformen, genommen nur als ein Beispiel, in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen leichter verstanden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] Im Verlauf der folgenden Beschreibung wird Bezug auf die Zeichnungen genommen, in denen:

[0032] **Fig. 1** eine Ansicht ist, die schematisch und allgemein einen Hauptabschnitt eines Verbrennungsmotorsystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0033] **Fig. 2** eine Seitenrissansicht ist, die eine periphere Geometrie einer Signalscheibe zeigt, die einen Teil eines Zylinderidentifikationssignalgenerierungsmittels bildet und an einer in **Fig. 1** gezeigten Nockenwelle befestigt ist;

[0034] **Fig. 3** eine Seitenrissansicht ist, die eine periphere Geometrie einer Signalscheibe zeigt, die einen Teil eines Kurbelwinkelsignalgenerierungsmittels bildet, und an einer in **Fig. 1** gezeigten Kurbelwelle befestigt ist;

[0035] **Fig. 4** eine Ansicht ist, die Impulswellenformmuster einer Kurbelwinkelimpulsfolge und Zylinderidentifikationsimpulssignalen zeigt, die durch die Steuervorrichtung gemäß ersten Ausführungsform der Erfindung generiert werden;

[0036] **Fig. 5** ein Zeiteinstellungsdiagramm zum Darstellen von Bearbeitungsoperationen ist, die in eine Zündsteuerung und eine Kraftstoffeinspritzsteuerung einbezogen sind, die in einer gewöhnlichen Motorstartphase durch die Steuervorrichtung gemäß ersten Ausführungsform der Erfindung durchgeführt werden;

[0037] **Fig. 6** ein Zeiteinstellungsdiagramm zum Darstellen von Bearbeitungsoperationen, die in eine Zündsteuerung und eine Kraftstoffeinspritzsteuerung einbezogen sind, die als Reaktion auf eine Starterschalterwechseloperation durch die Steuervorrichtung gemäß ersten Ausführungsform der Erfindung durchgeführt werden;

[0038] **Fig. 7** ein Flussdiagramm zum Darstellen einer Bearbeitungsroutine ist, die jedes Mal ausgeführt wird, wenn ein Zylinderidentifikationsimpulssignal gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung eingegeben wird;

[0039] **Fig. 8** ein Flussdiagramm zum Darstellen einer Bearbeitungsroutine ist, die jedes Mal ausgeführt wird, wenn ein Kurbelwinkelimpulssignal gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung eingegeben wird; und

[0040] **Fig. 9** ein Zeiteinstellungsdiagramm zum Darstellen von Bearbeitungsoperationen ist, die in die Zündsteuerung und die Kraftstoffeinspritzsteuerung als Reaktion auf eine Starterschalterwechseloperation einbezogen sind, die durch die Steuervorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0041] Die vorliegende Erfindung wird in Verbindung mit dem, was gegenwärtig als deren bevorzugte oder typische Ausführungsformen betrachtet wird, durch Bezug auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. In der folgenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile überall in den verschiedenen Ansichten.

Ausführungsform 1

[0042] **Fig. 1** ist eine Ansicht, die schematisch ein Verbrennungsmotorsystem gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0043] Wie **Fig. 1** zeigt, umfasst ein Motor **10**, der einen Hauptteil eines Verbrennungsmotorsystems bildet, eine Vielzahl von Kolben **13**, die innerhalb einer entsprechenden Anzahl von Motorzylindern angeordnet sind und eine Nockenwelle **11** bzw. Kurbelwelle **12** antreiben. Jeder der Zylinder ist mit einer Zündkerze **15**, die in einer Verbrennungskammer angeordnet ist, die innerhalb des Zylinders definiert ist, und mit Ventilen **14** zum Ansaugen eines Luft-Kraftstoff-Gemischs und zum Ausstoßen von Abgas, das durch die Verbrennung des Luft-Kraftstoff-Gemischs innerhalb der Verbrennungskammer entsteht, ausgerüstet.

[0044] Die Zündkerzen **15** und die Kraftstoffeinspritzventile (nicht gezeigt) werden von einer Steuereinheit (elektronische Steuereinheit oder abgekürzt ECU) **40** gesteuert, die Erfassungsinformation, die von verschiedenen Typen von Sensoren (nicht gezeigt) ausgegeben wird, die in der Technik bekannt sind, über eine Eingabeschaltung (auch nicht gezeigt) abzurufen, um dadurch Steuerparameter zum Steuern der Operation des Motors **10** rechnerisch zu bestimmen.

[0045] Die Steuereinheit **40** umfasst einen Micro-computer oder Mikroprozessor als eine Hauptkomponente und schließt eine CPU (zentrale Bearbeitungseinheit), einen ROM (Nur-Lese-Speicher), einen RAM (Speicher mit wahlfreiem Zugriff), einen Zeitgeber, Eingabe-/Ausgabeports und Eingabe-/Ausgabeschnittstellen und anderes ein.

[0046] Die Kurbelwelle **12** wird durch die Kolben **13** drehend angetrieben, die jeweils innerhalb der zugehörigen Zylinder hin- und herbewegbar sind.

[0047] Andererseits ist die Nockenwelle **11** mit der Kurbelwelle **12** mit Hilfe eines mechanischen Übertragungsmittels, wie etwa eines Zahnriemens (nicht gezeigt), derart wirksam gekoppelt, dass die Nockenwelle **11** einmal vollständig während der Zeitdauer rotieren kann, in der die Kurbelwelle **12** zweimal vollständig rotiert. Um es anders zuzusagen, das Verhältnis einer Drehung der Nockenwelle **11** bezüglich der Kurbelwelle **12** ist $1/2$.

[0048] Eine Signalscheibe (drehbare Scheibe) **21**, die einen Teil einer Einrichtung für die Erzeugung eines Zylinderidentifikationssignals (Zylinderidentifikationssignalgenerierungsmittel) bildet, ist an der Nockenwelle **11** befestigt. Ein Zylinderidentifikationssensor **22** von der Art eines elektromagnetischen Abnehmers oder dergleichen ist gegenüberliegend zu der Signalscheibe **21** zum unterscheidbaren Identifizieren der einzelnen Zylinder angeordnet. Der Zylinderidentifikationssensor **22** erzeugt Zylinderidentifikationsimpulssignale (hierin nachstehend auch als die Zylinderidentifikationsimpulse bezeichnet), wie später beschrieben wird.

[0049] In ähnlicher Weise ist eine Signalscheibe (drehbare Scheibe) **31**, die einen Teil einer Einrichtung für die Erzeugung eines Kurbelwinkelsignals (Kurbelwinkelsignalgenerierungsmittel) bildet, an der Kurbelwelle **12** befestigt. Ein Kurbelwinkelsensor **32** von der Art eines elektromagnetischen Abnehmers oder dergleichen ist gegenüberliegend zu der Signalscheibe **31** zum Zwecke des Erfassens von Kurbelwinkelpositionen angeordnet. Der Kurbelwinkelsensor **32** erzeugt Kurbelwinkelimpulssignale (hierin nachstehend auch als Kurbelwinkelimpulse oder Kurbelwinkelimpulsfolge bezeichnet), wie hierin nachstehend beschrieben wird.

[0050] Eine drehbare Welle oder Antriebswelle von einem Starter **50** ist ausrückbar mit der Kurbelwelle **12** gekoppelt. Der Starter **50** ist mit einer im Fahrzeug befindlichen Batterie (hierin nachstehend auch einfach als Batterie bezeichnet) **60** elektrisch verbunden.

[0051] Der Starter **50** wird mit elektrischer Energie von der Batterie **60** durch einen Leistungsschalter und einen Starterschalter (beide nicht gezeigt), die

miteinander verknüpft sind, versorgt. Der Starter **50** ist wirksam mit der Kurbelwelle **12** beim Start eines Betriebs des Motors **10** verbunden, wodurch eine Anlassoperation des Motors **10** mit elektrischer Energie ausgeführt wird, die dem Starter **50** von der Batterie **60** zugeführt wird.

[0052] Fig. 2 ist eine Seitenrissansicht, die beispielhaft eine periphere Geometrie der Signalscheibe **21** zeigt, die einen Teil des Zylinderidentifikationssignalgenerierungsmittels bildet, und Fig. 3 ist eine Seitenrissansicht, die beispielhaft eine periphere Geometrie der Signalscheibe **31** zeigt, die als ein Teil des Kurbelwinkelsignalgenerierungsmittels dient, wie zuvor erwähnt.

[0053] Bezugnehmend auf Fig. 2 ist die Signalscheibe **21** des Zylinderidentifikationssignalgenerierungsmittels mit Vorsprüngen oder Zähnen **23** in einer asymmetrischen Anordnung am Rand der Scheibe versehen. Andererseits ist die Signalscheibe **31** des Kurbelwinkelsignalgenerierungsmittels mit einer Serie von gleich beabstandeten Vorsprüngen **31a** (auch als die Zähne bezeichnet) am Rand der Scheibe entlang versehen.

[0054] In Verbindung damit sollte jedoch erwähnt werden, dass die Signalscheibe **31**, die an der Kurbelwelle befestigt ist, mit Zahnaussetzerabschnitten (Lücken) **31b** und **31c** versehen ist, in denen weder Vorsprünge noch Zähne am Rand der Signalscheibe **31** ausgebildet sind. Ferner ist zu vermerken, dass sich die Winkelspannweiten oder die Größe der Zahnaussetzerabschnitte **31b** und **31c** voneinander unterscheiden.

[0055] Zum Beispiel ist der Winkelbereich des Zahnaussetzerabschnitts **31b** 20° , bezogen auf den Kurbelwinkel (hierin nachstehend als 20° CA geschrieben), während der Winkelbereich des Zahnaussetzerabschnitts **31c** 30° CA ist.

[0056] Bezugnehmend auf Fig. 1 bis Fig. 3 dreht sich, wenn der Motor **10** gestartet wird, die Signalscheibe **31** des Kurbelwinkelsignalgenerierungsmittels, die an der Kurbelwelle **12** befestigt ist, wobei der Kurbelwinkelsensor **32** die Vorsprünge oder Zähne **31a** erfasst, und eine Kurbelwinkelimpulsfolge (auch als Kurbelwinkelimpulse bezeichnet) generiert.

[0057] Ferner dreht sich die Signalscheibe **21** des Zylinderidentifikationssignalgenerierungsmittels gleichzeitig mit der Signalscheibe **31**. Im Verlauf einer Drehung der Signalscheibe **21** erfasst der Zylinderidentifikationssensor **22** die Vorsprünge oder Zähne **23** und generiert die Zylinderidentifikationsimpulssignale (auch als Zylinderidentifikationsimpulse bezeichnet).

[0058] Fig. 4 ist ein Zeiteinstellungsdiagramm, das die Zylinderidentifikationssignale bei (a) und eine Folge von Kurbelwinkelimpulsen bei (b) zeigt, die durch die Sensoren 22 bzw. 32 generiert werden, wie zuvor in Bezug auf Fig. 1 bis Fig. 3 beschrieben. Im Einzelnen zeigt Fig. 4 ein Beispiel einer Impulssignalmuster unter der Annahme, dass der nun betrachtete Verbrennungsmotor ein Vier-Zylinder-Motor ist.

[0059] Fig. 4 zeigt die einzelnen Sensorausgangsimpulse (entsprechend den Zähnen 31a), die während einer Periode (ein Zyklus: 720° CA) generiert werden, in der die vier Zylinder des Motors 10 gesteuert werden, wobei Ziffern, die die Impulszahlen darstellen, jeweils den Impulsen entsprechend beigelegt sind.

[0060] Wie Fig. 4 zeigt, sind spezieller den Zylinderidentifikationsimpulssignalen, die nicht gleichförmig in Bezug zu den einzelnen Zylinder erfasst werden, jeweils Impulsidentifikationszahlen "Nr. 1, ..., 6" beigelegt, während den Kurbelwinkelimpulssignalen, die aufeinanderfolgend mit Äquidistanz (oder gleichem Intervall oder Pause) dazwischen erfasst werden, jeweils die Zahlen "Nr. 1 bis 68" beigelegt sind.

[0061] In der zuvor erwähnten Periode (720° CA) werden als die Zylinderidentifikationsintervalle zwei aufeinanderfolgende Referenzpositionsintervalle (675° CA bis 675° CA, die sich über 180° CA erstrecken) definiert, in denen die Kurbelwinkelimpulse, die mit "Nr. 2 bis 19" und "Nr. 19 bis 34" ebenso wie "Nr. 34 bis 51" und "Nr. 51 bis 67" nummeriert sind, erscheinen.

[0062] In jedem der Zylinderidentifikationsintervalle (180° CA) ist die Anzahl von den Zylinderidentifikationsimpulsen von der Nockenwelle jeweils 1 (Nr. 1), 2 (Nr. 2 und 3), 2 (Nr. 4 und 5) und 1 (Nr. 6).

[0063] Des weiteren erscheinen in der Kurbelwinkelimpulsfolge Impulsaussetzerabschnitte (zur Vereinfachung der Beschreibung auch einfach als die Lücken (Aussetzer) bezeichnet) "Nr. 17 bis 18", "Nr. 32 bis 33", "Nr. 49 bis 50" und "Nr. 65 bis 66" bei jeden 180° CA (in Entsprechung zu den Zahnaussetzerabschnitten 31b und 31c, die in Fig. 3 gezeigt sind) jeweils zum Darstellen der Referenzpositionen (675° CA) der einzelnen Zylinder.

[0064] Die Anzahl der Impulsaussetzer (auch als die Aussetzerzahl bezeichnet) in den einzelnen Aussetzerabschnitten ist "ein Impuls (20° CA)" entsprechend dem Zahnaussetzerabschnitt 31b (siehe Fig. 3), "zwei Impulse (30° CA)" entsprechend dem Zahnaussetzerabschnitt 31c, "ein Impuls (20° CA)" entsprechend dem Zahnaussetzerabschnitt 31b bzw. "zwei Impulse (30° CA)" entsprechend dem Zahnaussetzerabschnitt 31c.

[0065] Bezugnehmend nun auf Fig. 4, die die Impulsmuster der Zylinderidentifikationsimpulse und der Kurbelwinkelimpulsfolge zeigt, wird zusammen mit Fig. 1 bis Fig. 3 den Vorgang der Zylinderidentifikation beschrieben, der von der Steuervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird.

[0066] Zuerst wird angenommen, dass eine Drehung des Motors 10 in einem Zeitpunkt gestartet wird, zu dem das erste Kurbelwinkelimpulssignal "Nr. 1" vorliegt.

[0067] Die Steuereinheit 40 (ECU) erfasst das Kurbelwinkelimpulssignal, das von den Kurbelwinkelsensor 32 ausgegeben wird, zu dem Zeitpunkt, zu dem das erste Kurbelwinkelimpulssignal "Nr. 1" eingegeben wird, während der Erfassungszeitpunkt des Kurbelwinkelimpulssignals gespeichert wird.

[0068] Anschließend speichert die Steuereinheit 40 zu dem Zeitpunkt, zu dem das zweite Kurbelwinkelimpulssignal "Nr. 2" eingegeben wird, gleichermaßen den Erfassungszeitpunkt des Kurbelwinkelimpulssignals, um dadurch die Zeitdifferenz (T1) zwischen den Zeitpunkten, zu denen der vorangehende Kurbelwinkelimpuls und der gegenwärtige Kurbelwinkelimpuls erfasst werden, arithmetisch zu bestimmen. Diese Zeitdifferenz ist als die Kurbelwinkelimpulssignalperiode definiert.

[0069] In Folge wird durch die ähnliche arithmetische Bearbeitung die Zeitdifferenz zwischen einem vorangehenden Erfassungszeitpunkt (n) und einem gegenwärtigen (n + 1) Erfassungszeitpunkt als die Kurbelwinkelimpulssignalperiode (Tn) auf eine sequenzielle Art und Weise arithmetisch bestimmt.

[0070] Außerdem entscheidet die Steuereinheit 40, ob das Zylinderidentifikationsimpulssignal während der Periode (Intervall) zwischen dem vorangehenden und dem gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulserfassungszeitpunkt erfasst wird oder nicht.

[0071] Da während der Kurbelwinkelimpulssignalperiode bei dem ersten Erfassungszeitpunkt kein Zylinderidentifikationsimpuls erfasst wird, wird als Zylinderidentifikationsimpulszahl eine "0 (null)" gespeichert.

[0072] Nachfolgend wird zu dem Erfassungszeitpunkt des vierten Kurbelwinkelimpulssignals "Nr. 4" die Referenzposition (Impulsaussetzer in der Kurbelwinkelimpulsfolge) durch arithmetische Bearbeitung zusätzlich zu einer Speicherung der Erfassungszeitpunkte der Kurbelwinkelimpulse "Nr. 1 bis 4" und einer arithmetische Bestimmung der Kurbelwinkelimpulssignalperioden (T1 bis T3) erfasst.

[0073] Im Einzelnen wird zu den vierten und nachfolgenden Kurbelwinkelimpulserfassungszeitpunkten

eine arithmetische Bearbeitung zum Erfassen der Referenzposition (Lücken, Aussetzer) (arithmetische Bestimmung eines Periodenverhältnisses K) unter Verwendung von den vor-vorangehenden, vorangehenden und der gegenwärtigen Kurbelwinkelimpuls-signalperioden ($T(n - 2)$, $T(n - 1)$ und $T(n)$) ausgeführt.

[0074] Wenn der Wert des Periodenverhältnisses K den nachstehend erwähnten Ausdruck (1) erfüllt, dann wird festgelegt, dass die gegenwärtige Kurbelwinkelposition keinen Aussetzer darstellt.

$$K = (T(n - 1))^2 / \{(T(n - 2)) \times T(n)\} < 2,25 \quad (1)$$

[0075] Wenn die Bedingung, die durch den nachstehend erwähnten Ausdruck (2) angegeben wird, erfüllt ist, wird andererseits entschieden, dass die gegenwärtige Kurbelwinkelposition einen Aussetzer darstellt und dass die Anzahl der Impulsaussetzer "eins" ist.

$$2,25 \leq (T(n - 1))^2 / \{(T(n - 2)) \times T(n)\} < 6,25 \quad (2)$$

[0076] Wenn ferner die Bedingung erfüllt ist, die durch den nachstehend erwähnten Ausdruck (3) angegeben wird, dann wird entschieden, dass die gegenwärtige Kurbelwinkelposition den Aussetzer darstellt und dass die Anzahl der Impulsaussetzer "zwei" ist.

$$(T(n - 1))^2 / \{(T(n - 2)) \times T(n)\} \geq 6,25 \quad (3)$$

[0077] In Verbindung damit wird für die Kurbelwinkelimpuls-signalperiode mit Ausnahme der Aussetzer der Einfachheit halber angenommen, dass sie dem Zwischenimpulsintervall (= 10° CA) zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Kurbelwinkelimpulsen entspricht.

[0078] Zum Erfassungszeitpunkt des vierten Kurbelwinkelimpulses "Nr. 4" nehmen nun die Kurbelwinkelimpuls-signalperioden $T(n - 2)$, $T(n - 1)$ bzw. $T(n)$ die folgenden Werte an.

$$T(n - 2) = 10 [^\circ\text{CA}]$$

$$T(n - 1) = 10 [^\circ\text{CA}]$$

$$T(n) = 10 [^\circ\text{CA}]$$

[0079] In diesem Fall nimmt das Periodenverhältnis K den nachstehend erwähnten Wert an und erfüllt die Bedingung, die durch den Ausdruck (1) angegeben ist. Nämlich

$$K = (10 \times 10) / (10 \times 10) = 1 < 2,25$$

[0080] Somit wird zum Erfassungszeitpunkt des vierten Kurbelwinkelimpulses "Nr. 4" entschieden, dass kein Impulsaussetzer vorliegt.

[0081] In Folge werden jedes Mal, wenn der Kurbelwinkelimpuls eintrifft, eine Speicherung des Erfassungszeitpunkts des Kurbelwinkelimpulses ebenso wie die arithmetische Bestimmung der Kurbelwinkelimpuls-signalperiode und Erfassung der Referenzposition sequenziell ausgeführt. In Verbindung damit sei angemerkt, dass bei den Kurbelwinkelimpulsen "Nr. 5 bis 18" die Bedingung, die durch den Ausdruck (1) (d. h. $K < 2,25$) angegeben ist, erfüllt ist. Somit wird kein Aussetzer in der Kurbelimpulsfolge erfasst.

[0082] Da jedoch der Zylinderidentifikationsimpuls "Nr. 1" zwischen den Kurbelwinkelimpuls-signalen "Nr. 14" und "Nr. 15" erscheint, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, wird für die Zahl des Zylinderidentifikationsimpulses, der zwischen dem vorangehenden Kurbelwinkelimpuls und dem gegenwärtigen Kurbelwinkelimpuls erscheint, eine "1" in der Bearbeitung des Kurbelwinkelimpulses "Nr. 15" gespeichert.

[0083] Andererseits nehmen die Kurbelwinkelimpuls-signalperioden $T(n - 2)$, $T(n - 1)$ bzw. $T(n)$, die bei dem Kurbelwinkelimpuls "Nr. 19" gespeichert werden, die folgenden Werte an.

$$T(n - 2) = 10 [^\circ\text{CA}]$$

$$T(n - 1) = 20 [^\circ\text{CA}]$$

$$T(n) = 10 [^\circ\text{CA}]$$

[0084] In diesem Fall nimmt das Periodenverhältnis K den nachstehend erwähnten Wert an und erfüllt die Bedingung, die durch den zuvor erwähnten Ausdruck (2) angegeben wird. Nämlich

$$K = (20 \times 20) / (10 \times 10) = 4$$

[0085] Somit wird zu dem Erfassungszeitpunkt des neunzehnten Kurbelwinkelimpulses "Nr. 19" entschieden, dass ein Aussetzer aufgetreten ist und dass die Zahl des Aussetzerimpulses (Zahn) "1" ist.

[0086] Wenn die Bedingung erfüllt ist, wie oben erwähnt, entscheidet die Steuereinheit 40, dass die Kurbelwinkelposition zu diesem Zeitpunkt die Referenzposition "B75° CA" darstellt.

[0087] Ferner kann durch Beachten der Periode (180° CA), die sich von der vorangehenden Referenzposition B75° CA zu der gegenwärtigen Referenzposition B75° CA erstreckt, die Zylinderidentifikationsbearbeitung mit hoher Zuverlässigkeit auf der Basis einer Kombination der Zylinderidentifikationsimpulszahl "1" und der Kurbelwinkelimpulsaussetzerzahl "1" ausgeführt werden.

[0088] In Folge werden eine Bestimmung der Referenzposition und die arithmetische Bearbeitung zum unterscheidbaren Identifizieren der Zylinder jedes Mal, wenn der Kurbelwinkelimpuls erfasst wird, sequenziell ausgeführt.

[0089] Bezugnehmend als nächstes auf [Fig. 5](#), die ein Zeitablaufdiagramm zeigt, wird der Vorgang der Zylinderidentifikation, die Kraftstoffeinspritzsteuerung und der Zündsteuerung, die durch die Steuervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung beim Starten des Motors durchgeführt werden, beschrieben.

[0090] In [Fig. 5](#) werden zusätzlich zu den Zylinderidentifikationsimpulssignalen (a) und der Kurbelwinkelimpulsfolge (b), die zuvor beschrieben wurden (siehe [Fig. 4](#)), ein Starterschaltersignal (c), die Kurbelwinkelimpulszahlen (d) jeweils in dem Zwischenaussetzerintervall (d. h. einem Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsaussetzern), die Zylinderidentifikationsimpulszahlen (e) jeweils in den Zwischenaussetzerintervallen, das Zündsignal (f) und das Kraftstoffeinspritzsignal (g) als eine Funktion der Zeit t gezeigt, die entlang der Abszisse aufgetragen ist.

[0091] Die Kurbelwinkelimpulszahl (d) entspricht dem Zählwert eines Zählers, der zum Zählen der Impulszahl von den Kurbelwinkelimpulsen in dem Intervall zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Aussetzern (zwei aufeinanderfolgenden Referenzpositionen von $B75^\circ$ CA) gestaltet ist.

[0092] Ähnlich entspricht die Zylinderidentifikationsimpulszahl (e) dem Zählwert eines Zählers, der zum Zählen der Zahl von den Zylinderidentifikationsimpulsen in dem Intervall zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Aussetzern (zwei aufeinanderfolgende Referenzpositionen von $B75^\circ$ CA) gestaltet ist.

[0093] In Wirklichkeit wird das Zündsignal (f) einzeln oder getrennt für jeden der Zylinder des Vier-Zylinder-Motors gesteuert. Zur Vereinfachung der Beschreibung werden jedoch die Zündsignale für alle Zylinder en bloc als eine Signallerie gezeigt, die die Zündsignale f_2, f_3, \dots, f_8 in dieser Folge enthält.

[0094] Gleichermaßen werden die Kraftstoffeinspritzsignale (g) als eine Signallerie gezeigt, die die Kraftstoffeinspritzsignale g_2, \dots, g_7 in dieser Reihenfolge enthält.

[0095] Nun wird angenommen, dass der Starter-schalter zu dem in [Fig. 5](#) gezeigten Zeitpunkt t_0 eingeschaltet (geschlossen) wird. Dann wird eine Drehung des Motors **10** gestartet und zur gleichen Zeit wird der Erfassung des Kurbelwinkelimpulses und des Zylinderidentifikationsimpulses gestartet.

[0096] Zum Zeitpunkt t_1 wird ein Aussetzer (Referenzposition $B75$) erfasst. Da dies jedoch der Aussetzer ist, der zum ersten Mal erfasst wird, wird keine Zylinderidentifikation ausgeführt.

[0097] Anschließend wird jedes Mal, wenn das Kurbelwinkelimpulssignal auftritt, eine Entscheidung bezüglich der Referenzposition durchgeführt, während die Zahl der Kurbelwinkelimpulse (auch als die Kurbelwinkelimpulszahl bezeichnet) in jedem Zwischenaussetzerintervall inkrementell gezählt wird.

[0098] Außerdem werden jedes Mal, wenn der Zylinderidentifikationsimpuls auftritt, die Zylinderidentifikationsimpulszahl in jedem Zwischenaussetzerintervall gezählt, worauf die Zahl der Zylinderidentifikationsimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall dann aktualisiert wird, wenn das nachfolgende Kurbelwinkelimpulssignal erfasst wird.

[0099] Als nächstes wird zu dem Zeitpunkt t_2 , zu dem der zweite Aussetzer (Referenzposition $B75$) erfasst wird, die Referenzposition bestimmt.

[0100] Außerdem wird nur, wenn die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Intervall zwischen dem vorangehenden Aussetzer und dem gegenwärtigen Aussetzer (d. h. Intervall von 675 zu 675) den vorbestimmten Wert ("16" oder "17") entspricht, die Zylinderidentifikationsbearbeitung auf der Basis einer Kombination der Aussetzerimpulszahl ("1" oder "2"), die durch die Referenzpositionsentscheidungsbearbeitung bestimmt wird, und der Zylinderidentifikationsimpulszahl ("1" oder "2") in dem Intervall ausgeführt.

[0101] Wenn die Zylinderidentifikation zum Zeitpunkt t_2 validiert wird, werden die Zylinderidentifikationsimpulszahl und die Kurbelwinkelimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall zurückgesetzt, worauf das Zündsignal f_2 und das Kraftstoffeinspritzsignal g_2 für den Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, auf der Basis der identifizierten Zylinderinformation ausgegeben werden.

[0102] In Folge wird die Aussetzerzahl ("1" oder "2") bestimmt und die Zylinderidentifikationsimpulse ("1" oder "2") in dem Referenzpositionsintervall jedes Mal gezählt, wenn die Referenzposition $B75$ jeweils zu den Zeitpunkten t_3, \dots, t_8 erfasst wird.

[0103] Des weiteren wird der Vorgang der Zylinderidentifikation auf der Basis von Kombinationen der Impulszahlen, wie ermittelt und gezählt, ausgeführt, wodurch die Zündsignale f_3, f_4, \dots und die Kraftstoffeinspritzsignale g_3, g_4, \dots ausgegeben werden.

[0104] Durch aufeinanderfolgendes Abarbeiten der oben beschriebenen Vorgänge wird der Motor **10** tat-

sächlich gestartet, um einen gewöhnlichen Betriebszustand zu erreichen.

[0105] Bezugnehmend auf ein in [Fig. 6](#) gezeigtes Zeitablaufdiagramm richtet sich die Beschreibung als nächstes auf die Steueroperation, wenn der Starterschalter während des Anlassens wiederholt ein- und ausgeschaltet wird, bevor die Motorstartoperation abgeschlossen wurde.

[0106] In dem Zeitablaufdiagramm von [Fig. 6](#) wird eine Änderung (h) der Motordrehzahl NE (Momentanwert) als eine Funktion der Zeit zusätzlich zu den Signalen (a) bis (g), die zuvor in Verbindung mit [Fig. 5](#) beschrieben wurden, dargestellt.

[0107] Da die Motordrehzahl (u/min) NE in der Nähe des oberen Totpunkts (TDC) in dem Kompressionshub selbst während der Periode, in der der Starterschalter geschlossen ist, abnimmt, ändert sich die Motordrehzahl NE periodisch, wie in [Fig. 6](#) gesehen werden kann.

[0108] Insbesondere im Fall, dass der Starterschalter ausgeschaltet wird, bevor der Motorstartet, verringert sich die Motordrehzahl (u/min) NE weiter und wird instabil. Als Ergebnis dessen ist es wahrscheinlich, dass die Drehung des Motors in der Nähe des oberen Totpunkts (TDC) umgekehrt wird. In dem Zeitablaufdiagramm, das in [Fig. 6](#) gezeigt wird, wird jedoch angenommen, dass die Motordrehzahl (u/min) NE den Pegel noch nicht erreicht, bei dem eine Umkehr der Drehung auftreten kann.

[0109] Wenn der Starterschalter zum Zeitpunkt t_0 geschlossen wird (EIN), wird zunächst ein Betrieb des Motors **10** gestartet, wobei der Kurbelwinkelimpuls und der Zylinderidentifikationsimpuls erfasst werden. Zum Zeitpunkt t_1 , zu dem der erste Aussetzer (Referenzposition) erfasst wird, wird keine Zylinderidentifikation durchgeführt.

[0110] Anschließend werden in dem Zwischenaussetzerintervall (B75–B75) die Referenzposition bestimmt und die Impulse in dem Zwischenaussetzerintervall gezählt, jedes Mal, wenn das Kurbelwinkelimpulssignal auftritt, während die Impulszahl des Zylinderidentifikationsimpulssignals in dem Zwischenaussetzerintervall jedes Mal inkrementell gezählt wird, wenn das Zylinderidentifikationsimpulssignal auftritt. Der Zähler zum Zählen der Impulszahl des Zylinderidentifikationsimpulssignals in dem Zwischenaussetzerintervall wird dann aktualisiert, wenn der nachfolgende Kurbelwinkelimpuls erfasst wird.

[0111] In Folge wird zum Erfassungszeitpunkt t_2 der nachfolgende Aussetzer (Referenzposition B75) bestimmt. Wenn die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Intervall zwischen dem vorangehenden Aussetzer und dem gegenwärtigen Aussetzer einen vorbe-

stimmten Wert entspricht, wird eine Zylinderidentifikation auf der Basis einer Kombination der Impulsaussetzerzahl, die bei der Referenzposition ermittelt, und der Zylinderidentifikationsimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall ausgeführt.

[0112] Wenn die Zylinderidentifikation validiert ist, werden die Zylinderidentifikationsimpulszahl und die Kurbelwinkelimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall zurückgesetzt und zur gleichen Zeit wird das Zündsignal f_2 zu dem Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, auf der Basis der Zylinderidentifikationsinformation ausgegeben.

[0113] Wenn nachfolgend der Starterschalter zu dem Zeitpunkt t_{13} in dem Zustand, wo die Motordrehzahl (u/min) NE geringer als eine vorbestimmte Geschwindigkeit K_{ne} (Drehzahl, wenn der Motor tatsächlich gestartet wird) ist, geöffnet (ausgeschaltet) wird, dann kann sich die Kurbelwinkelimpulsperiode T_n vorübergehend erhöhen oder die Motordrehungsrichtung kann umgekehrt werden, was die Möglichkeit erhöht, dass die Zylinderidentifikation nicht normal oder richtig durchgeführt wird.

[0114] Unter diesen Umständen wird die Zylinderidentifikationsinformation (d. h. Zylinderidentifikationsimpulszahl und Kurbelwinkelimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall) auf null gelöscht, während die Ausgabe des Kraftstoffeinspritzsignals g_2 zum Zeitpunkt t_{13} annulliert wird, wie in [Fig. 6](#) gestrichelt gezeigt.

[0115] Nachfolgend wird das Zählen der Zylinderidentifikationsimpulse und der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall ebenfalls bis zu dem Zeitpunkt t_{14} verhindert, zu dem der nachfolgende Aussetzer erfasst wird.

[0116] Wenn zu dem Zeitpunkt t_{14} der Aussetzer erfasst wird, wird das Zählen der Zylinderidentifikationsimpulse und der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall wieder aufgenommen. Es ist jedoch anzumerken, dass zu dem Zeitpunkt t_{14} weder das Zündsignal f_3 noch das Kraftstoffeinspritzsignal g_3 ausgegeben werden, wie gestrichelt gezeigt.

[0117] Wenn die Kurbelwinkelimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall zu dem Zeitpunkt t_{15} des nachfolgenden Aussetzers (Referenzposition B75) einen vorbestimmten Wert annimmt, wird als nächstes die Zylinderidentifikation auf der Basis einer Kombination der ermittelten Aussetzerzahl und der Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall ausgeführt, worauf das Zündsignal f_4 und das Kraftstoffeinspritzsignal g_4 für den Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, auf der Basis der Zylinderidentifikationsinformation ausgegeben werden.

[0118] Wenn ferner der Starterschalter aus dem ausgeschalteten Zustand in den eingeschalteten Zustand zum Zeitpunkt t16, wenn die Motordrehzahl (u /min) NE geringer als die vorbestimmte Geschwindigkeit Kne ist, wechselt, dann werden die Zylinderidentifikationsinformation (die Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse und die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall) zurückgesetzt.

[0119] In diesem Fall werden weder die Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall noch die Zylinderidentifikationsimpulse bis zu dem Zeitpunkt t17 gezählt, in dem der nachfolgende Aussetzer (Referenzposition B75) erfasst wird, wobei die Ausgabe des Zündsignals und des Kraftstoffeinspritzsignals verhindert wird.

[0120] Wenn der Aussetzer (Referenzposition B75) zu dem Zeitpunkt t17 erfasst wird, dann werden nachfolgend die Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse und die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall gezählt. Zu dem Zeitpunkt t17 jedoch werden weder das Zündsignal f5 noch das Kraftstoffeinspritzsignal g5 ausgegeben, wie gestrichelt gezeigt wird.

[0121] Danach wird zum Zeitpunkt t18 die Erfassung des Aussetzers durchgeführt. Wenn in diesem Fall die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall den vorbestimmten Wert annimmt, wird die Zylinderidentifikation auf der Basis einer Kombination der Zahl der Aussetzer zu diesem Zeitpunkt und der Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall ausgeführt.

[0122] Das Zündsignal f6 und das Kraftstoffeinspritzsignal g6 werden für den Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, auf der Basis der Zylinderidentifikationsinformation ausgegeben.

[0123] In Folge wird zu den Zeitpunkten t19 und t20 eine Erfassung des Aussetzers ausgeführt. Wenn die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall den vorbestimmten Wert erreicht, wird eine Zylinderidentifikationsbearbeitung auf der Basis einer Kombination der Aussetzerzahl und der Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall ausgeführt, damit die Zündsignale f7 und f8 ebenso wie den Kraftstoffeinspritzsignale g7 und g8, für den identifizierten Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, ausgegeben werden.

[0124] Wie nun aus dem vorangehenden verstanden werden kann wird, wenn der Anlassschalter dann, wenn die Motordrehzahl NE beim Anlassen niedrig ist, was anzeigt, dass der Motor noch nicht gestartet wurde, ein-/ausgeschaltet wird, die Zylinderidentifikationsinformation dann einmal zurückgesetzt, worauf die Zylinderidentifikationsbearbeitung nach Be-

stätigung, dass die Motordrehung normal ist, erneut gestartet wird.

[0125] Auf diesem Weg können fehlerhafte Zylinderidentifikation, die einer fehlerhaften Erfassung der Referenzposition zuschreibbar ist, Abweichung des erfassten Winkels und fehlerhafte Erfassung der Zylinderidentifikationsimpulszahl, die anderenfalls durch Wiederholung von Ein-/Aus-Manipulation des Starterschalters hervorgerufen werden kann, positiv verhindert werden.

[0126] Da eine Abweichung des erfassten Winkels und fehlerhafte Zylinderidentifikation verhindert werden können, ist es außerdem möglich zu verhindern, dass das Kraftstoffeinspritzsignal und das Zündsignal bei einer abweichenden Winkelposition zu dem falschen Zylinder ausgegeben werden. Somit kann ein Auftreten der unerwünschten Ereignisse, wie etwa Fehlzündung, Motorblockierung oder dergleichen vermieden werden.

[0127] Bezugnehmend auf in [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigte Flussdiagramme wird als nächstes eine detaillierte Beschreibung der Vorgänge vorgenommen, die von der Steuervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung abgearbeitet werden. [Fig. 7](#) zeigt eine Bearbeitungsroutine, die jedes Mal ausgeführt wird, wenn das Zylinderidentifikationsimpulssignal eingegeben wird, und [Fig. 8](#) zeigt eine Bearbeitungsroutine, die jedes Mal ausgeführt wird, wenn das Kurbelwinkelimpulssignal eingegeben wird.

[0128] Bezugnehmend auf [Fig. 7](#) wird bei Erfassung des eingegebenen Zylinderidentifikationsimpulssignals der Zählwert der Zylinderidentifikationsimpulszahl inkrementiert (Schritt S1), worauf die in [Fig. 7](#) gezeigte Bearbeitungsroutine zu einem Ende kommt.

[0129] Bezugnehmend auf [Fig. 8](#) wird zuerst in einem Schritt S11 entschieden, ob eine Erfassung des Aussetzers bereits abgeschlossen (oder ausgeführt) wurde oder nicht. Wenn die Aussetzererfassung abgeschlossen wurde (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S11 zu einer Bestätigung "JA" führt), wird der Zählwert der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall inkrementiert (Schritt S12).

[0130] Ferner wird die Zylinderidentifikationsimpulszahl in dem Aussetzerintervall, wie in dem Speicher bis zu der vorangehenden Kurbelwinkelimpulseingabebearbeitung einschließlich gespeichert, zu der Zahl der gegenwärtigen Zylinderidentifikationsimpulse, die während der Periode von der vorangehenden bis zu der gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulseingabebearbeitung erfasst werden, hinzugefügt, um dadurch die Zylinderidentifikationsimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall zu aktualisieren (Schritt S13).

[0131] Wenn die Aktualisierung der Zylinderidentifikationsimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall (Schritt S13) auf diese Art und Weise abgeschlossen wurde, wird der Zählwert der gegenwärtigen Zylinderidentifikationsimpulszahl, der in dem Speicher gespeichert ist, gelöscht (Schritt S14).

[0132] Wenn in dem Schritt S11 entschieden wird, dass die erste Aussetzererfassung noch nicht abgeschlossen wurde (d. h. wenn der Entscheidungsschritt S11 zu einer Verneinung "NEIN" führt), fährt die Bearbeitung unverzüglich zu dem Schritt S14 ohne Ausführung der Schritte S12 und S13 fort. Sobald die Aussetzererfassung abgeschlossen wurde, fährt die Bearbeitung des weiteren stets zu dem Schritt S12 von dem Schritt S11 fort.

[0133] Anschließend wird der Erfassungszeitpunkt des gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulses ermittelt (Schritt S15), um die Zeitdifferenz zwischen dem Erfassungszeitpunkt des vorangehenden Kurbelwinkelimpulses und dem des gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulses als die Kurbelwinkelimpulssignalperiode arithmetisch zu bestimmen (Schritt S16).

[0134] In Folge wird das gegenwärtige Starterschalteneingabeflag FS(n) referenziert (Schritt S17), während das vorangehende Starterschalteneingabeflag FS(n - 1) in einem Schritt S18 ausgelesen wird, um dadurch das vorangehende Eingabeflag FS(n - 1) mit dem gegenwärtigen Eingabeflag FS(n) zum Treffen einer Entscheidung bezüglich Übereinstimmung zwischen ihnen zu vergleichen (Schritt S19).

[0135] In Verbindung damit ist zu erwähnen, dass das Starterschalteneingabeflag FS auf "1" gesetzt ist, wenn der Starter eingeschaltet ist, während es auf "0" gesetzt ist, wenn der Starter ausgeschaltet ist. Wenn der Starterschalter während der Periode von der vorangehenden Kurbelwinkelimpulseingabebearbeitung zu der gegenwärtigen Kurbelwinkelimpulseingabebearbeitung nicht vom eingeschalteten Zustand in den ausgeschalteten Zustand umgeschaltet wird, haben sowohl das vorangehende Eingabeflag FS(n - 1) als auch das gegenwärtige Eingabeflag FS(n) den Wert "1", was Übereinstimmung zwischen ihnen anzeigt.

[0136] Im Fall, dass das Eingabeflag FS des Starterschalters keiner Änderung unterzogen wurde und somit in dem Schritt S19 entschieden wird, dass $FS(n) = FS(n - 1)$ (d. h. wenn der Schritt S19 zu einem "JA" führt), wird dann eine arithmetische Bearbeitung zum Bestimmen der Referenzposition (B75° CA) auf der Basis des Kurbelwinkelimpulssignalperiodenverhältnisses $\{= (T(n))/(T(n - 1))\}$ in einem Schritt S20 ausgeführt.

[0137] Im Einzelnen wird durch Entscheiden in dem Schritt S20, ob das Kurbelwinkelimpulssignalperiodenverhältnis gleich oder größer einem vorbe-

stimmten Wert ist oder nicht (z. B. "2"), entschieden, ob die gegenwärtige Kurbelwinkelposition den Aussetzer (Referenzposition B75) darstellt oder nicht.

[0138] Wenn in dem Schritt S20 der Aussetzer festgestellt wird, dann wird in einem Schritt S21 eine Entscheidung bezüglich dessen getroffen, ob die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall gleich dem vorbestimmten Wert ("16" oder "17") ist.

[0139] Wenn in dem Schritt S21 entschieden wird, dass die Kurbelwinkelimpulszahl gleich dem vorbestimmten Wert ist (d. h. wenn der Schritt S21 zu einem "JA" führt), dann wird die Zylinderidentifikationsbearbeitung ausgeführt (Schritt S22). Nachdem die Zylinderidentifikationsbearbeitung abgeschlossen wurde, wird der Zählwert der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall auf Null gelöscht (Schritt S23). Zusätzlich wird auch der Zählerwert der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall auf Null gelöscht (Schritt S24). Auf diesem Weg werden die Zählwerte auf die Anfangswerte zurückgesetzt, worauf die in [Fig. 8](#) gezeigte Bearbeitungsroutine zu einem Ende kommt.

[0140] Wenn andererseits in dem Schritt S20 entschieden wird, dass das gegenwärtige Kurbelwinkelimpulssignalperiodenverhältnis kleiner als der vorbestimmte Wert ist (d. h. wenn der Schritt S20 zu einem "NEIN" führt), was keine Referenzposition anzeigt, dann wird die in [Fig. 8](#) dargestellte Bearbeitungsroutine unverzüglich beendet.

[0141] Wenn ferner in dem Schritt S21 entschieden wird, dass die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall nicht der vorbestimmte Wert ist (d. h. wenn der Schritt S21 "NEIN" ist), fährt die Bearbeitung dann mit den Schritten S23 und S24 fort, ohne den Zylinderidentifikationsbearbeitungsschritt S22 auszuführen.

[0142] Wenn des weiteren in dem Schritt S19 entschieden wird, dass $FS(n) \neq FS(n - 1)$ (d. h. wenn der Schritt S19 zu einem "NEIN" führt), bedeutet dies, dass der Zustand des Starterschalters gewechselt hat. Entsprechend wird nachfolgend eine Entscheidung bezüglich dessen vorgenommen, ob die Motordrehzahl (u/min) NE geringer als die vorbestimmte Geschwindigkeit Kne ist oder nicht (Schritt S25).

[0143] Wenn in dem Schritt S25 bestimmt wird, dass $NE \geq Kne$ (d. h. wenn der Schritt S25 zu einem "NEIN" führt), dann fährt die Bearbeitung mit dem Schritt S20 fort, in dem die arithmetische Bearbeitung zum Bestimmen der Referenzposition ausgeführt wird.

[0144] Im Fall, dass in dem Schritt S25 entschieden wird, dass $NE < Kne$ (d. h. wenn der Schritt S25 zu

einem "JA" führt), dann fährt andererseits die Bearbeitung mit dem Schritt S23 durch Überspringen der Schritte S20 bis S22 fort. In dem Schritt S23 wird die Zylinderidentifikationsinformation, die bis dann gespeichert ist, gelöscht, worauf die in [Fig. 8](#) gezeigte Bearbeitungsroutine beendet wird.

[0145] Auf diese Art und Weise wird in dem Schritt S19 ein Umschalten des Ein-/Aus-Zustands des Starters (Stopp des Anlassens und Neustart) erfasst. Wenn sich der Starteransteuerzustand geändert hat und wenn die Motordrehzahl NE niedriger als die vorbestimmte Geschwindigkeit Kne ist, wird die Zylinderidentifikationsinformation, die bis dann erfasst wird, gelöscht, um dadurch zu verhindern, dass die Zylinderidentifikationsinformation in der nachfolgenden Zylinderidentifikationsbearbeitung verwendet wird.

[0146] Im Fall ferner, dass die Referenzposition in dem Schritt S20 nicht erfasst wird, wird die Kurbelwinkelimpulseingabebearbeitung unverzüglich beendet. Wenn die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall nicht mit dem vorbestimmten Wert übereinstimmt, wird außerdem der Zylinderidentifikationsschritt S22 ausgelassen, um die Kurbelwinkelimpulseingabebearbeitung zu beenden, während die Zylinderidentifikationsinformation gelöscht wird.

[0147] Auf diese Art und Weise ist es möglich, eine fehlerhafte Steuerung der Zündung, der Kraftstoffspritzung und anderer Vorgänge durch Unterdrückung einer fehlerhaften Erfassung der Referenzposition ebenso wie einer fehlerhaften Zylinderidentifikation zu verhindern. Sobald der Ansteuerzustand des Starters erfasst wurde, wird des weiteren die Zylinderidentifikationsbearbeitung nicht ausgeführt, bis erfasst ist, dass die Motordrehzahl NE den normalen oder stabilen Drehzustand erreicht hat.

Ausführungsform 2

[0148] In der oben beschriebenen Steuervorrichtung für den Verbrennungsmotor gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung wird eine Wiederholung der Ein- und Aus-Zustände des Starters auf der Basis der Eingabeflags FS(n) und FS(n - 1) des Starterschalters festgestellt. Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung richtet sich auf die Anordnung, in der eine Wiederholung der Ein- und Aus-Zustände des Starters auf der Basis einer Änderung in der Ausgangsspannung VB der Batterie **60** ermittelt wird (siehe [Fig. 1](#)). Hierin nachstehend wird die Ausgangsspannung VB auch als Batteriespannung bezeichnet.

[0149] Bezugnehmend auf ein in [Fig. 9](#) gezeigtes Zeitablaufdiagramm wird nun die Bearbeitungsprozedur beschrieben, die durch die Steuervorrichtung gemäß der momentanen Ausführungsform der Erfin-

dung ausgeführt wird, die derart angeordnet ist, um den Wechsel der Starteroperation auf der Basis einer Änderung in der Batteriespannung VB zu erfassen.

[0150] In [Fig. 9](#) wird eine Änderung (i) der Batteriespannung VB (Momentanwert) als eine Funktion der Zeit zusätzlich zu den Signalen (a) bis (h), die zuvor beschrieben wurden (siehe [Fig. 6](#)), gezeigt.

[0151] Eine Operation der Steuervorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich wesentlich von der ersten Ausführungsform in der Hinsicht, dass die Ein-/Aus-Zustände des Starterschalters auf der Basis des Modus, in dem sich die Batteriespannung VB ändert, bestimmt oder entschieden werden. Mit Ausnahme dieses Merkmals ist die zweite Ausführungsform der Erfindung im wesentlichen die gleiche wie die erste Ausführungsform (siehe [Fig. 6](#)).

[0152] Übrigens wird in [Fig. 9](#) das Starterschaltersignal (c) nur zur Vereinfachung einer Darstellung gezeigt. In Verbindung damit wird angenommen, dass das Starterschaltersignal (c) nicht zu der Steuereinheit **40** ([Fig. 1](#)) gelangt, die durch eine elektronische Steuereinheit (ECU) gebildet wird.

[0153] In dem Fall, wo das Starterschaltersignal (c) nicht zu der Steuereinheit **40** gelangt, ist es auf der Basis einer Änderung des Starterschaltersignals (c) unmöglich direkt zu erfassen, ob der Starter angesteuert ist oder nicht. Folglich kann die Zylinderidentifikationsinformation bei Ein-/Aus-Wechsel des Starterschalters ohne Rückgreifen auf andere Maßnahmen nicht zurückgesetzt werden.

[0154] Somit werden gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung, die in der zweiten Ausführungsform verkörpert ist, die Ein-/Aus-Zustände des Starterschalters auf der Basis einer Änderung in der Batteriespannung VB während des Anlassens mit dem Ziel erfasst, eine fehlerhafte Steuerung der Kraftstoffspritzung und der Zündung, die dem Ein-/Aus-Wechsel des Starterschalters zuzuschreiben ist.

[0155] Bezugnehmend auf [Fig. 9](#) wird, wenn der Starterschalter zum Zeitpunkt t0 eingeschaltet (geschlossen) wird, eine Drehung des Motors **10** gestartet und zur gleichen Zeit wird eine Erfassung des Kurbelwinkelimpulses und des Zylinderidentifikationsimpulses gestartet.

[0156] Da zu diesem Zeitpunkt das Starterschaltersignal nicht zu der Steuereinheit **40** gelangt, ist die Steuereinheit **40** nicht in der Lage festzustellen, ob der Starterschalter in dem Ein-Zustand ist.

[0157] Anschließend wird zum Zeitpunkt t1 der Aussetzer der Kurbelwinkelimpulsfolge erfasst und die Bearbeitung zum Bestimmen der Referenzposition

ausgeführt. Da jedoch der Zeitpunkt t1 den ersten Zeitpunkt zur Bestimmung des Aussetzerabschnitts darstellt, wird die Zylinderidentifikationsbearbeitung nicht ausgeführt.

[0158] Anschließend wird eine Bestimmung der Referenzposition ebenso wie ein inkrementelles Zählen der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall jedes Mal ausgeführt, wenn der Kurbelwinkelimpuls auftritt. Außerdem wird inkrementelles Zählen der Zylinderidentifikationsimpulse bei jedem Auftreten des Zylinderidentifikationsimpulses durchgeführt, worauf die Zylinderidentifikationsimpulszahl in dem Zwischenaussetzerintervall zu dem Zeitpunkt aktualisiert wird, wenn der nachfolgende Kurbelwinkelimpuls erfasst wird.

[0159] In Folge wird bei dem zweiten Aussetzererfassungszeitpunkt t2 eine Entscheidung bezüglich der Referenzposition vorgenommen. Wenn in diesem Fall die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall den vorbestimmten Wert annimmt, wird dann die Zylinderidentifikation auf der Basis einer Kombination der Zahl der Impulsaussetzer und der Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Aussetzerintervall durchgeführt, wie durch die Referenzpositionsentscheidungsbearbeitung bestimmt.

[0160] Wenn die Zylinderidentifikation auf diese Art und Weise erfolgt, werden die Zahl der Kurbelwinkelimpulse und die der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall zurückgesetzt, während das Zündsignal (f2) zu dem betroffenen Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, auf der Basis des Ergebnisses der Zylinderidentifikation ausgegeben wird.

[0161] Wenn danach der Starterschalter aus dem eingeschalteten Zustand in dem ausgeschalteten Zustand durch den Bediener oder Fahrer umgeschaltet wird, verringert sich der Stromverbrauch der Batterie **60** rasch, wobei sich die Batteriespannung VB steil erhöht.

[0162] In diesem Fall überschreitet die Änderungsrate (Absolutwert) der Batteriespannung VB innerhalb der arithmetischen Operationsbearbeitung (1 bis mehrere Millisekunden) einen vorbestimmten Wert ΔV (z. B. 1/5 bis 1/2 von der Nennspannung von z. B. 14 Volt), so dass die Steuereinheit **40** feststellen kann, dass der Starterschalter ausgeschaltet worden ist (nicht-angesteuerter Zustand des Starters).

[0163] Andererseits ist zu dem Zeitpunkt t13 die Motordrehzahl NE geringer als die vorbestimmte Geschwindigkeit Kne, was die Möglichkeit anzeigt, dass sich die gegenwärtige Kurbelwinkelimpulsperiode Tn zeitweilig erhöhen kann und/oder eine Drehung des Motors **10** umgekehrt werden kann, was

es unmöglich macht, die Zylinderidentifikation richtig durchzuführen. Entsprechend wird die Zylinderidentifikationsinformation (die Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse und die Zahl der Kurbelwinkelimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall) gelöscht.

[0164] Ferner wird zu dem Zeitpunkt t13 auch eine Ausgabe des Kraftstoffeinspritzsignals g2 verhindert.

[0165] Danach werden die Zylinderidentifikationsimpulse und die Kurbelwinkelimpulse in dem Aussetzerintervall bis zu dem nachfolgenden Aussetzererfassungszeitpunkt t14 nicht gezählt. Nur wenn der Impulsaussetzer (Referenzposition B75) zu dem Zeitpunkt t14 erfasst wird, wird mit dem Zählen der Zylinderidentifikationsimpulse und der Kurbelwinkelimpulse in dem Aussetzerintervall erneut begonnen.

[0166] In Folge wird die Aussetzererfassungsbearbeitung zu dem Zeitpunkt t15 ausgeführt. Im Einzelnen wird, wenn die Kurbelwinkelimpulszahl in dem Aussetzerintervall den vorbestimmten Wert annimmt, die Zylinderidentifikation auf der Basis einer Kombination der Zahl der Aussetzer und der Zahl der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Aussetzerintervall ausgeführt, um das Zündsignal f4 und das Kraftstoffeinspritzsignal g4 dem Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, auf der Basis der erlangten Zylinderidentifikationsinformation zuzuführen.

[0167] Wenn ferner der Starterschalter erneut aus dem ausgeschalteten Zustand in den eingeschalteten Zustand zu dem Zeitpunkt t16 umgeschaltet wird, wenn die Motordrehzahl (u/min) NE geringer als die vorbestimmte Geschwindigkeit Kne ist, senkt sich die Batteriespannung VB steil ab, während der Stromverbrauch der Batterie rasch ansteigt.

[0168] Da sich in diesem Fall die Änderungsrate der Batteriespannung VB über den vorbestimmten Wert ΔV hinaus erhöht, kann festgestellt werden, dass der Starterschalter in dem eingeschalteten Zustand umgeschaltet wurde. In diesem Fall wird die Zylinderidentifikationsbedingung zurückgesetzt, wie zuvor beschrieben.

[0169] Danach werden die Zylinderidentifikationsimpulse und die Kurbelwinkelimpulse in dem Aussetzerintervall bis zu dem nachfolgenden Aussetzererfassungszeitpunkt t17 nicht gezählt, wobei die Ausgabe des Zündsignals und des Kraftstoffeinspritzsignals gestoppt wird.

[0170] Nachdem die Aussetzererfassungsbearbeitung zu dem Zeitpunkt t17 ausgeführt wurde, wird anschließend das Zählen der Kurbelwinkelimpulse und der Zylinderidentifikationsimpulse in dem Zwischenaussetzerintervall erneut begonnen.

[0171] Ferner wird die Zylinderidentifikation bei dem nachfolgenden Aussetzererfassungszeitpunkt t8 ausgeführt, um das Zündsignal f6 und das Kraftstoffeinspritzsignal g6 dem Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, zuzuführen.

[0172] Ähnlich wird die Zylinderidentifikation zu den Aussetzererfassungszeitpunkten t19 und ebenso t20 durchgeführt, wobei das Zündsignal und das Kraftstoffeinspritzsignal dem Zylinder, für den die Steuerung durchgeführt wird, zugeführt werden.

[0173] Wie aus dem vorangehenden offensichtlich ist, ist es gemäß der Lehre der Erfindung, die in der zweiten Ausführungsform verkörpert ist, möglich, die Ein- und Aus-Zustände des Starterschalters auf der Basis von Änderungen in der Batteriespannung selbst in dem Fall zu bestimmen, wo das Starterschaltersignal nicht der Steuereinheit 40 zugeführt wird.

[0174] Wenn der Starterschalter ein-/ausgeschaltet wird, wenn die Motordrehzahl (u/min) NE während der Anlassoperation niedrig ist (ein Betrieb des Motors 10 wurde noch nicht gestartet), ist es somit möglich, eine fehlerhafte Erfassung der Kurbelwinkelposition und eine fehlerhafte Identifikation des Zylinders zu verhindern.

[0175] Somit kann positiv verhindert werden, dass das Kraftstoffeinspritzsignal und das Zündsignal zu dem Zylinder ausgegeben werden, der der Steuerung nicht unterworfen ist, wodurch ein Auftreten von Fehlzündung, Motorblockierung oder ähnlich unerwünschten Ereignissen vermieden werden kann.

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor (10), der zumindest zwei Zylinder, einen Starter (50) zum Anlassen des Motors, eine Kurbelwelle (12) und eine Nockenwelle (11), die sich im Betrieb mit der halben Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle dreht, umfasst, mit

– einer Kurbelwellenscheibe (31), die sich im Betrieb synchron mit der Kurbelwelle dreht und die am äußeren Rand gleichbeabstandete Winkelpositionserfassungselemente (31a) aufweist, die einer Vielzahl von Kurbelwinkelstellungen des Verbrennungsmotors entsprechen, wobei Lücken (31b, 31c) in der Anordnung der Winkelpositionserfassungselemente vorgesehen sind, die Referenzkurbelwinkelstellungen der Zylinder des Verbrennungsmotors entsprechen;

– einem Kurbelwinkelsensor (32), der der Kurbelwellenscheibe derart gegenüberliegend angeordnet ist, dass von sich vorbei bewegenden Winkelpositionserfassungselementen Kurbelwinkelimpulssignale erzeugt werden;

– einer Nockenwellenscheibe (21), die sich im Betrieb synchron mit der Nockenwelle dreht und die am äußeren Rand Zylinderidentifikationselemente für die Bereitstellung von Informationen für die Identifikation der Zylinder des Verbrennungsmotors aufweist;

– einem Zylinderidentifikationssensor (22), der der Nockenwellenscheibe derart gegenüberliegend angeordnet ist, dass von sich vorbei bewegenden Zylinderidentifikationselementen Zylinderidentifikationsimpulssignale erzeugt werden; und

– einer elektronischen Steuereinheit (ECU, 40) zum Steuern jedes Zylinders des Verbrennungsmotors auf der Basis der Kurbelwinkelimpulssignale und der Zylinderidentifikationsimpulssignale, wobei die Steuereinheit umfasst:

– eine Zylinderidentifikationseinrichtung für die Identifikation der Zylinder des Verbrennungsmotors unter Verwendung der Kurbelwinkelstellung ausgehend von den Kurbelwinkelimpulssignalen und der Zylinderidentifikationsinformation ausgehend von den Zylinderidentifikationsimpulssignalen;

– eine Arithmetikeinrichtung zum rechnerischen Ermitteln der Zeitspannen zwischen den Impulsen des Kurbelwinkelimpulssignals;

– eine Starteransteuererfassungseinrichtung zum Erfassen des Wechsels des Ansteuerzustandes des Starters (50);

– eine Drehzahlerfassungseinrichtung zum Erfassen der Drehzahl (NE) des Verbrennungsmotors;

– eine Annullierungseinrichtung zum Annullieren der Zylinderidentifikationsinformation, die vor einem Wechsel des Starteransteuerzustandes erfasst wurde, wobei die Annullierungseinrichtung auf einen Wechsel des Starteransteuerzustandes zwischen einem angesteuerten und einem nicht-angesteuerten Zustand anspricht und die Zylinderidentifikationsinformation annulliert, wenn die Zeitspanne zwischen den Impulsen des Kurbelwinkelimpulssignals länger ist als eine vorbestimmte Zeitspanne und wenn die Drehzahl (NE) des Verbrennungsmotors geringer ist als eine vorbestimmte Drehzahl (Kne), um eine Verwendung der Zylinderidentifikationsinformation in einer nachfolgenden Zylinderidentifikation zu verhindern.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Annullierungseinrichtung derart ausgestaltet ist, dass bei einem Wechsel des Ansteuerzustandes des Starters (50) verhindert wird, dass die Kurbelwinkelimpulssignale und die Zylinderidentifikationsimpulssignale zur Zylinderidentifikation über eine vorbestimmte Zeitspanne verwendet werden.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Zylinderidentifikationseinrichtung derart ausgestaltet ist, dass eine Zylinderidentifikation in dem Zeitpunkt erfolgt, zu dem die Anzahl der Kurbelwinkelimpulssignale, die in einem Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Referenzkurbelwinkelstellungen erfasst werden, mit einem vorbe-

stimmten Wert nach dem Wechsel des Ansteuerzustandes des Starters übereinstimmt.

4. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die elektronische Steuereinheit dafür ausgestaltet ist, zumindest entweder die Kraftstoffinspritzsteuerung oder die Zündsteuerung für jeden der Zylinder des Verbrennungsmotors zu stoppen, bis eine Bedingung für eine nachfolgende Zylinderidentifikation nach einem Wechsel des Ansteuerzustandes des Starters erfüllt ist.

5. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Starteransteuererfassungseinrichtung dafür ausgestaltet ist, auf ein Anlassschaltersignal für die elektrische Ansteuerung des Starters anzusprechen.

6. Steuervorrichtung, nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Starteransteuererfassungseinrichtung dafür ausgestaltet ist, auf eine Änderung der Spannung einer Batterie anzusprechen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

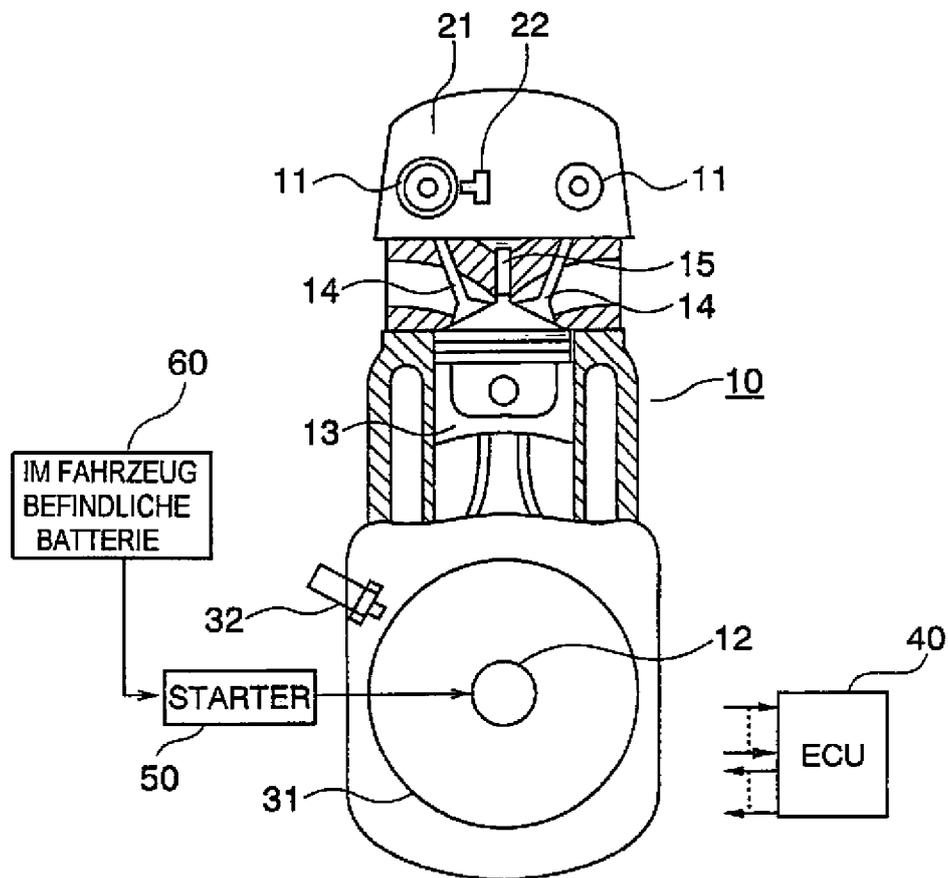


FIG.2

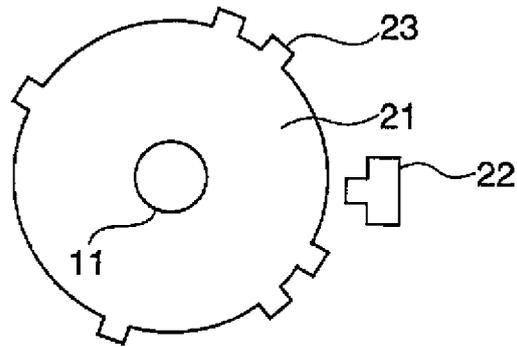


FIG.3

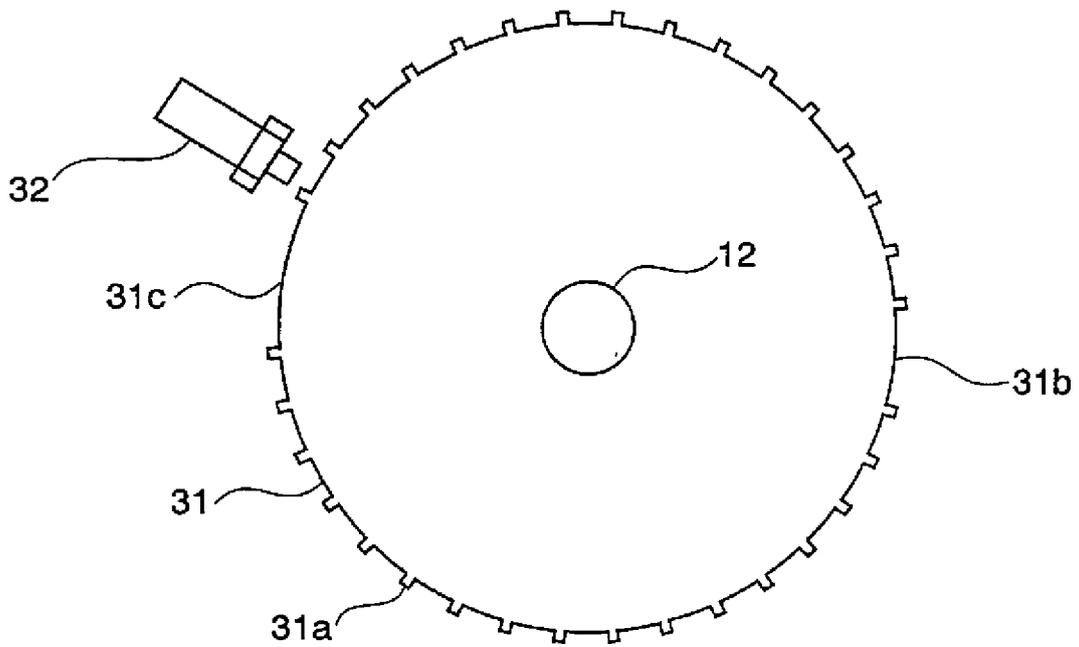


FIG.4

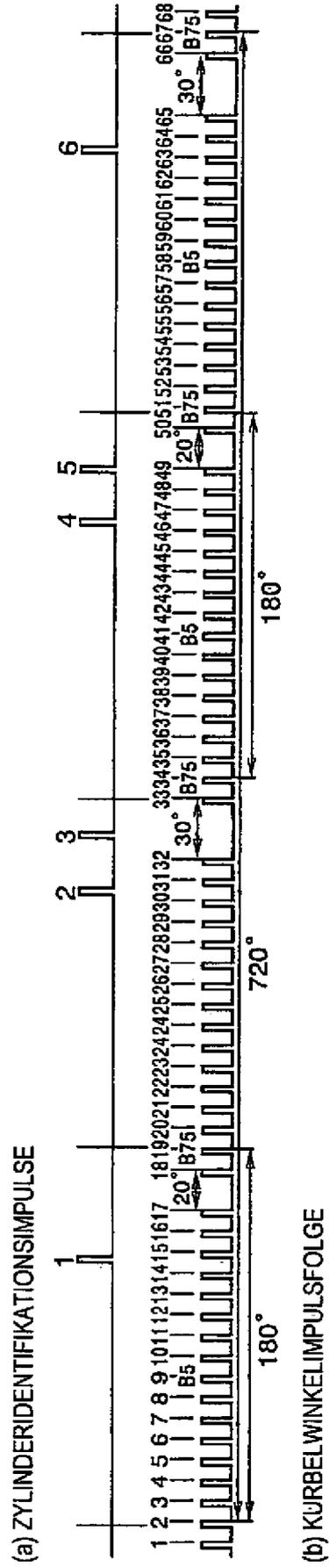


FIG.5

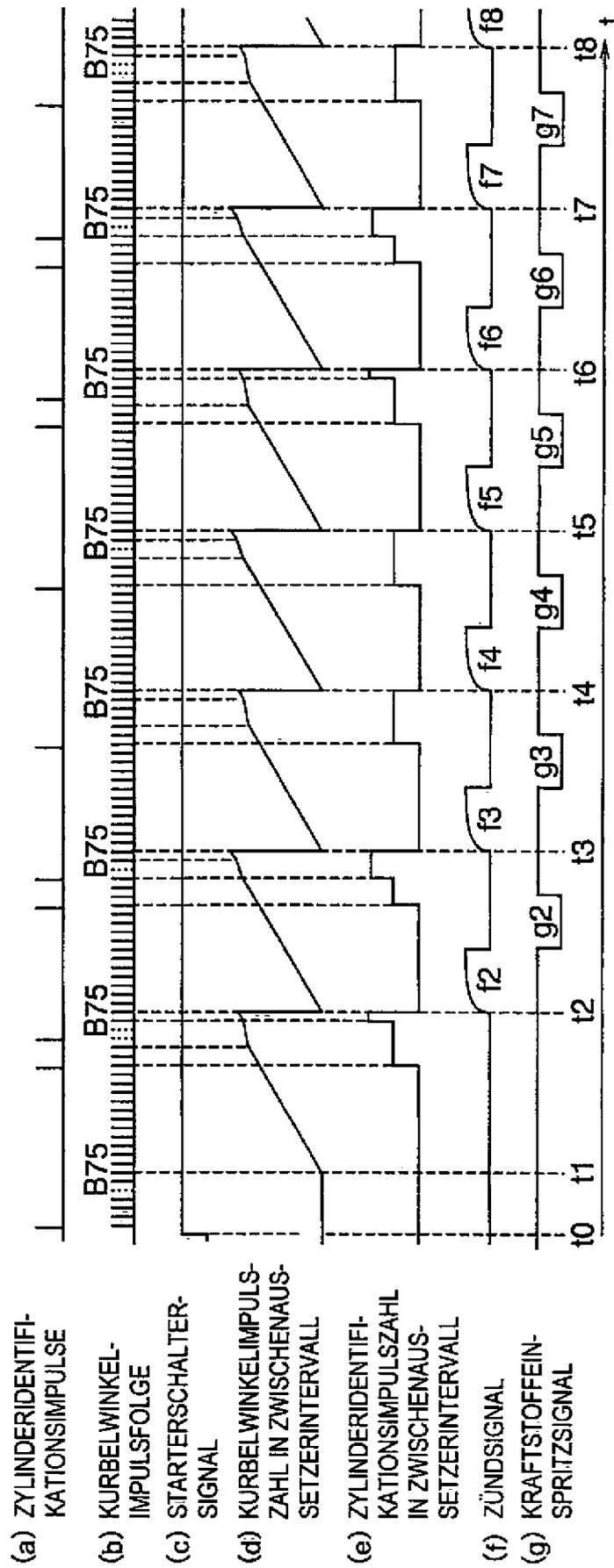


FIG.6

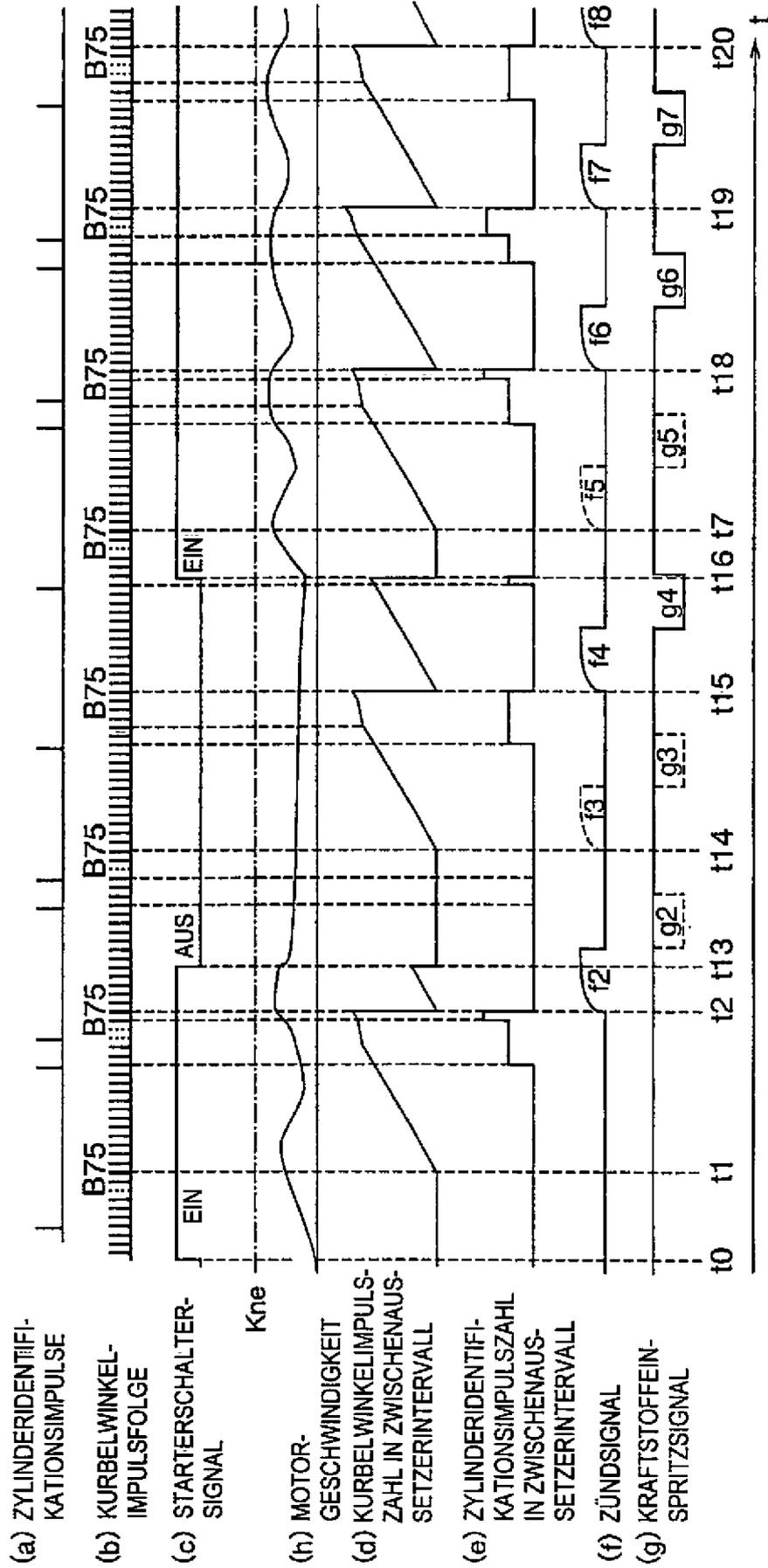


FIG. 7

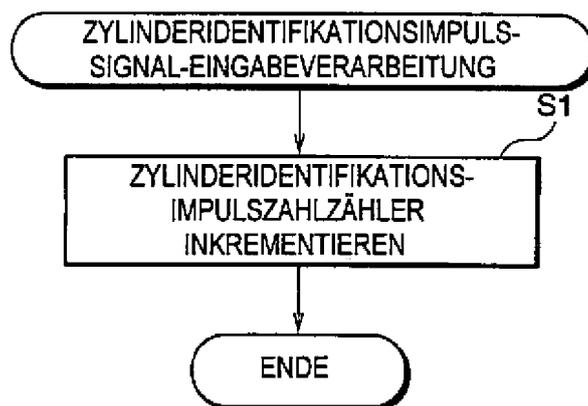


FIG. 8

