



(10) **DE 10 2015 114 708 A1** 2016.03.10

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 708.4**

(22) Anmeldetag: **03.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **10.03.2016**

(51) Int Cl.: **F02D 41/20 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2014-181091 05.09.2014 JP**

(71) Anmelder:  
**Fuji Jukogyo Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP**

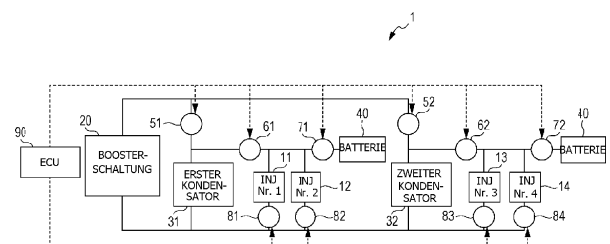
(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Akiyama, Hiroyuki, Tokyo, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Einspritzer-Treibereinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Einspritzer-Treibereinrichtung (1) angegeben, die Einspritzern (11–14) elektrische Antriebsenergie zuführt, die Kraftstoff in Zylinder einer Brennkraftmaschine einspritzen. Die Zylinder sind in mehrere Gruppen gruppiert, die zumindest eine erste Zylindergruppe und eine zweite Zylindergruppe beinhalten. Die Einspritzer-Treibereinrichtung (1) weist Folgendes auf: eine Boosterschaltung (20), die die Spannung von von einer externen Energiequelle (40) zugeführter elektrischer Energie anhebt; einen ersten und einen zweiten Kondensator (31, 32), die den Einspritzern (11, 12; 13, 14) der ersten Zylindergruppe bzw. der zweiten Zylindergruppe zuzuführende elektrische Energie speichern; Schalterelemente (61, 62; 71, 72; 81–84), die den Ausgang der Boosterschaltung (20) den Kondensatoren (31, 32) selektiv zuführen; und eine Steuerung (90), die dann, wenn die Lademenge des ersten Kondensators (31) und die Lademenge des zweiten Kondensators (32) beide unter einem vorbestimmten Wert liegen, die Schalterelemente (61, 62; 71, 72; 81–84) zum Zuführen des Ausgangs der Boosterschaltung (20) vorzugsweise zu demjenigen Kondensator schaltet, der eine kürzere Zeitdauer bis zu einem nächsten geplanten Kraftstoffabgabe-Start aufweist.



**Beschreibung****HINTERGRUND****1. Technisches Gebiet**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Einspritzer-Treibereinrichtungen, die Injektoren bzw. Einspritzern von Zylindern in einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine eine Ventilöffnungsspannung zuführen, und befasst sich insbesondere mit einer Einspritzer-Treibereinrichtung mit verbesserter Freiheit bei der Vorgabe eines Einspritzzeitpunkts, wenn verschiedene Zylinder aneinander anschließende Einspritzzeitpunkte aufweisen.

**2. Einschlägiger Stand der Technik**

**[0002]** Eine Treibereinrichtung für einen Benzin-Direkteinspritzer, der unter Druck stehendes Benzin direkt in eine Brennkammer (in einen Zylinder) einspritzt, ist mit einer Hochspannungs-Energiequelle ausgestattet, um Spannung von einer Batterie anzuheben bzw. zu verstärken, so dass ein Einspritzventil auch bei höherem Kraftstoffdruck in stabiler Weise geöffnet werden kann.

**[0003]** Derartige Einspritzer-Treibereinrichtungen führen einen Steuervorgang aus, bei dem bei Beginn der Ventilöffnung vorübergehend eine hohe Spannung angelegt wird, der Strom zum Öffnen des Ventils mittels eines Elektromagneten erhöht wird und anschließend die Spannung vermindert wird und der geöffnete Ventilzustand bei Reduzierung des Stroms beibehalten wird, indem Energie von einer normalen Antriebsbatterie (z.B. 12 V Gleichspannung) für elektrische Komponenten zugeführt wird.

**[0004]** Hochspannungs-Energiequellen, wie sie vorstehend beschrieben sind, beinhalten im Allgemeinen typischerweise eine Boosterschaltung, bei der es sich um einen Gleichstrom-Gleichstrom-Wandler handelt, sowie einen Kondensator, der elektrische Energie vorübergehend speichern kann. Die Boosterschaltung ist relativ teuer und außerdem auch groß, so dass bei Motoren, bei denen jeder von mehreren Zylindern mit einem Einspritzer ausgestattet ist, dem jeweiligen Zylinder häufig eine hohe Spannung von einem einzigen Set aus einer Boosterschaltung und einem Kondensator zugeführt wird. Eine derartige Anordnung wird häufig für Motoren verwendet, die etwa sechs Zylinder oder eine ähnliche Größenordnung aufweisen.

**[0005]** Bei solchen Anordnungen ist die Hochspannungsquelle normalerweise mit einer optimierten Kapazität der Boosterschaltung und des Kondensators ausgebildet, der wiederholt aufgeladen und entladen wird. Der Grund dafür besteht darin, dass die Hochspannungsquelle nur vorübergehend beim Öff-

nen der Einspritzerventile verwendet wird und eine Ausbildung, bei der die Boosterschaltung in kontinuierlicher Weise einen hohen Strom an mehrere Zylinder mit hoher Spannung anlegen könnte, zu einer äußerst teuren und großen Anordnung führen würde.

**[0006]** Beispielsweise ist es bei einem Mehrzylinder-Motor mit regelmäßiger Intervall-Verbrennung (regelmäßiger Intervall-Zündung) unmöglich, dass die Einspritz-Startperioden einander überlappen, wenn der Einspritzvorgang nur einmal pro Zyklus ausgeführt wird. Daher werden die Spezifikationen für die Hochspannungs-Energiequelle durch Ermitteln des Mindestwerts für die Energiequellen-Eigenschaften entschieden, so dass der vorstehend beschriebene Lade-/Entlade-Zyklus im Allgemeinen bei maximalen Umdrehungen arbeitet.

**[0007]** In der letzten Zeit sind jedoch Fälle aufgetreten, bei denen die Einspritzung auf mehrere Zeitpunkte unterteilt ist, wenn die Taktperiode im Vergleich zu der Kraftstoff-Einspritzperiode lang ist, und zwar aus der Perspektive der Kraftstoffmischung in dem Zylinder sowie der Bildung des Luft-Kraftstoff-Gemisches.

**[0008]** Beispielsweise kann es im Fall der mehrmaligen Ausführung eines Einspritzvorgangs bei einem Motor mit drei oder mehr Zylindern, um dadurch den Ansaughub und den Verdichtinghub zu überspannen, bei den Einspritz-Startperioden zu einer gegenseitigen Überlappung in Abhängigkeit von den Einspritzzeitpunkt-Vorgaben kommen. Es können somit Situationen auftreten, in denen die Hochspannungs-Energiequelle im Wesentlichen gleichzeitig eingesetzt werden muss.

**[0009]** Beispiele eines solchen Falls beinhalten eine Situation, in der ein Dreizylinder-Verbrennungsmotor mit regelmäßigem Intervall und einem Kurbelwellenwinkel (CA) von 240° Einspritzintervalle von 240° CA für jeden der mehreren Einspritzzeitpunkte aufweist und ein Vierzylinder-Verbrennungsmotor mit regelmäßigem Intervall und einem Kurbelwellenwinkel (CA) von 180° Einspritzintervalle von 180° CA für jeden der mehreren Einspritzzeitpunkte aufweist.

**[0010]** Derartige Situationen, in denen die Hochspannungs-Energiequelle an mehreren Zylindern gleichzeitig verwendet wird, oder Situationen, in denen die Hochspannungs-Energiequelle in einer kurzen Zeitdauer kontinuierlich verwendet wird, führen zu Schwankungen bei dem zu dem Einspritzer fließenden Strom sowie bei der angelegten Spannung. Die Schwankungen führen zu einer Veränderung bei den Ventilöffnungseigenschaften sowie zu Abweichungen bei der Kraftstoffeinspritzmenge, so dass sich Einschränkungen bei den Einspritzzeitpunkt-Vorgaben ergeben.

**[0011]** Es gibt jedoch Fälle, in denen ein eingeschränkter Zeitpunkt den optimalen Wert zur Optimierung der Motorleistungseigenschaften in Bezug auf den Kraftstoffverbrauch, die Abgase usw. darstellt. Dies bedeutet, dass die Motorleistung aufgrund von Einspritzer-Ansteuerungseinschränkungen in solchen Fällen nicht optimiert werden kann.

**[0012]** Als Beispiele des einschlägigen Standes der Technik, die dieses Problem angehen, beschreibt das japanische Patent Nr. 3 573 001 die Gruppierung von Einspritzern ohne überlappende Betriebsvorgänge sowie die Bereitstellung eines Kondensators an jeder Gruppe zum Speichern von elektrischer Energie. Die ungeprüfte japanische Patentanmeldungsveröffentlichung JP 2000-034 589 A beschreibt die Anordnung eines Schalterelements an einer den Kondensatoren vorgeschalteten Stelle, um Kondensatoren auszuwählen, die nicht entladen worden sind, um auf diese Weise eine aufladbare Schaltungskonfiguration zu schaffen.

**[0013]** Die in dem japanischen Patent Nr. 3 573 001 beschriebene Technik beinhaltet jedoch, dass die Verstärkung bzw. Spannungsanhebung während der Entladung gestoppt werden muss, da die Verwendung der Boosterschaltung während der Entladung des Kondensators zu Schwankungen bei der Energiequellenspannung führen kann. Hierbei handelt es sich um kein Problem hinsichtlich einer Überlappung von einzelnen Zylindern, sondern dies verursacht Ladezyklus-Interferenzen unter den Gruppen, wenn Ladevorgänge innerhalb kurzer Zeitdauer mehrmals ausgeführt werden.

**[0014]** Dagegen erlaubt das selektive Aufladen von Kondensatoren, wie es bei der in der JP 2000-034 589 A beschriebenen Technik der Fall ist, eine Verlängerung der Zeitdauer, die die Boosterschaltung verwendet werden kann, so dass die Einschränkung der Lade-/Entladezyklus-Interferenz unter Gruppen in einem gewissen Grad, jedoch nicht ausreichend, abgeschwächt werden kann.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Die vorliegende Erfindung ist in Anbetracht des vorstehend beschriebenen Problems erfolgt, und somit besteht ihre Aufgabe in der Angabe einer Einspritzer-Treibereinrichtung mit verbesserter Freiheit bei der Vorgabe des Einspritzzeitpunkts, wenn verschiedene Zylinder aneinander anschließende Einspritzzeitpunkte aufweisen.

**[0016]** Gemäß einem Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Einspritzer-Treibereinrichtung, die Einspritzern elektrische Antriebsenergie zuführt, die jeweils Kraftstoff in die Zylinder einer mehrere Zylinder aufweisenden Brennkraftmaschine einspritzen.

**[0017]** Die Zylinder sind in mehrere Gruppen gruppiert, die zumindest eine erste Zylindergruppe und eine zweite Zylindergruppe beinhalten. Die Einspritzer-Treibereinrichtung weist Folgendes auf: eine Boosterschaltung, die die Spannung von von einer externen Energiequelle zugeführter elektrischer Energie anhebt; einen ersten Kondensator, der den Einspritzern der ersten Zylindergruppe zuzuführende elektrische Energie speichert; einen zweiten Kondensator, der den Einspritzern der zweiten Zylindergruppe zuzuführende elektrische Energie speichert; mindestens ein Schalterelement, das den Ausgang der Boosterschaltung selektiv dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator zuführt; und eine Steuerung, die dann, wenn die Lademenge des ersten Kondensators und die Lademenge des zweiten Kondensators beide unter einem vorbestimmten Wert liegen, das mindestens Schalterelement zum Zuführen des Ausgangs der Boosterschaltung mit Priorität zu demjenigen Kondensator schaltet, der eine kürzere Zeitdauer bis zu einem nächsten geplanten Kraftstoffabgabe-Start aufweist.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** In den Zeichnungen zeigen:

**[0019]** Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Konfiguration einer Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß einem Referenzbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** Fig. 2 ein Zeitablaufdiagramm zur Erläuterung eines Beispiels von Einspritzzeitpunkten von Zylindern bei einem Vierzylinder-Motor;

**[0021]** Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Konfiguration einer Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

**[0022]** Fig. 4 ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Ladesteuerung von Kondensatoren bei der Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0023]** Die vorliegende Erfindung hat das Problem der Schaffung einer Einspritzer-Treibereinrichtung mit verbesserter Freiheit bei der Vorgabe des Einspritzzeitpunkts gelöst, wenn verschiedene Zylinder aneinander anschließende Einspritzzeitpunkte aufweisen.

**[0024]** Dies wurde realisiert durch die Bereitstellung eines Kondensators, der den jeweiligen Zylindergruppen, die derart gruppiert sind, dass zwei Zylinder mit

einem Abstand von 360° in der Zündreihenfolge als Paar vorgesehen sind, zum Zeitpunkt der Öffnung des Einspritzerventils eine hohe Spannung zuführt. In dem Fall, in dem beide Kondensatoren sich in einem Zustand befinden, in dem diese aufgeladen werden müssen, wird vorzugsweise derjenige Kondensator aufgeladen, bei dem die Zeitdauer bis zu dem nächsten geplanten Start des Kraftstoffeinspritzvorgangs kürzer ist.

**[0025]** Vor der Beschreibung einer Ausführungsform der Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachstehend eine Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß einem Referenzbeispiel für die vorliegende Erfindung beschrieben. **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Konfiguration der Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß dem Referenzbeispiel.

**[0026]** Die Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß dem Referenzbeispiel treibt Einspritzer in einem Vierzylinder-Benzinmotor mit Direkteinspritzung an, der als Antriebsenergiequelle in einem Kraftfahrzeug, wie z.B. einem PKW oder dergleichen angebracht ist. Dieser Motor besitzt eine Verbrennung mit regelmäßigem Intervall von 180° CA, und bei der Zündreihenfolge handelt es sich z.B. um die Reihenfolge Zylinder Nr. 1, Zylinder Nr. 3, Zylinder Nr. 2 und Zylinder Nr. 4.

**[0027]** Die Einspritzer-Treibereinrichtung **1** führt elektrische Energie den Elektromagneten eines Einspritzers **11** des Zylinders Nr. 1, eines Einspritzers **12** des Zylinders Nr. 2, eines Einspritzers **13** des Zylinders Nr. 3 und eines Einspritzers **14** des Zylinders Nr. 4 zu, denen Kraftstoff zugeführt wird, der durch eine nicht dargestellte Kraftstoffpumpe verdichtet ist und in einem Speicherbehälter gespeichert ist. Die Zufuhr der elektrischen Energie steuert ein Nadelventil zu einem vorbestimmten Ventilöffnungszeitpunkt an, so dass Kraftstoff in den Zylinder eingespritzt wird.

**[0028]** Die Einspritzer-Treibereinrichtung **1** ist derart ausgebildet, dass sie außerdem eine Boosterschaltung **20**, einen Kondensator **30**, eine Batterie **40**, ein Boostenergiebzw. Verstärkungsenergie-Zuführungselement **50**, Hochspannungs-Zuführungselemente **61** und **62**, Niedrigspannungs-Zuführungselemente **71** und **72**, Einspritzer-Leitungselemente **81** bis **84**, eine Motorsteuereinheit **90** usw. aufweist.

**[0029]** Der Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1, der Einspritzer **12** des Zylinders Nr. 2, der Einspritzer **13** des Zylinders Nr. 3 und der Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4 nehmen eine direkte Einspritzung von Kraftstoff in die Brennkammer (mit dem Zylinder) des Zylinders Nr. 1, des Zylinders Nr. 2, des Zylinders Nr. 3 bzw. des Zylinders Nr. 4 eines nicht dargestellten Motors vor.

**[0030]** Den Einspritzern **11** bis **14** wird zum Zeitpunkt der Ventilöffnung von der Boosterschaltung **20** angehobene Hochspannungsenergie zugeführt sowie in dem Kondensator **30** gespeichert. Sobald ein Ventil offen ist, wird der geöffnete Zustand des Ventils durch Niedrigspannungsenergie (z.B. 12 V) beibehalten, die von der normalen Antriebsbatterie **40** für elektrische Komponenten zugeführt wird, wobei anschließend das Ventil schließt, wenn die elektrische Leitung stoppt.

**[0031]** Die Einspritzer **11** bis **14** sind in zwei Gruppen gruppiert (Zylindergruppen), und zwar mit einer derartigen Gruppierung, dass zwei Zylinder mit einer Beabstandung von 360° CA im Verbrennungszeitpunkt (Zündzeitpunkt) als Paar gruppiert sind. Bei der vorliegenden Ausführung handelt es sich bei dem Einspritzer **11** für den Zylinder Nr. 1 und dem Einspritzer **12** für den Zylinder Nr. 2 um Einspritzer einer ersten Zylindergruppe, und bei dem Einspritzer **13** für den Zylinder Nr. 3 und dem Einspritzer **14** für den Zylinder Nr. 4 handelt es sich um Einspritzer einer zweiten Zylindergruppe.

**[0032]** Bei der Boosterschaltung **20** handelt es sich um einen Gleichstrom-Gleichstrombzw. DC-DC-Wandler, der die von der Batterie oder der Lichtmaschine zugeführte Energie mit relativ niedriger Spannung anhebt und abgibt. Bei dem Kondensator **30** handelt es sich um einen Speicher, der die von der Boosterschaltung **20** abgegebene elektrische Hochspannungsenergie speichert. Bei der Batterie **40** handelt es sich um eine Sekundärbatterie, die den verschiedenen elektrischen Komponenten des Fahrzeugs elektrische Energie zuführt.

**[0033]** Während **Fig. 1** die Batterie **40** zur Vereinfachung der Darstellung an zwei Stellen zeigt, handelt es sich hierbei in Wirklichkeit um eine einzige Batterie (wobei Gleiches auch für die später noch beschriebene **Fig. 3** gilt). Bei der Batterie **40** handelt es sich um eine Blei-Säure-Batterie mit einer Nennausgangsleistung von 12 V Gleichspannung, wobei sie mit elektrischer Energie aufgeladen wird, die z.B. von der Lichtmaschine erzeugt wird.

**[0034]** Das Boostenergie- bzw. Verstärkungsenergie-Zuführungselement **50**, die Hochspannungs-Zuführungselemente **61** und **62**, die Niedrigspannungs-Zuführungselemente **71** und **72** sowie die Einspritzer-Leitungselemente **81** bis **84** sind jeweils Schaltelemente, die Feldeffekttransistoren (FET) oder dergleichen aufweisen, die in der Lage sind, die Leitung von Energie in Abhängigkeit von Signalen von der Motorsteuereinheit **90** einzuschalten und auszuschalten.

**[0035]** Das Boostenergie-Zuführungselement **50** schaltet die Zufuhr von elektrischer Energie von der Boosterschaltung **20** zu dem Kondensator **30** ein und aus. Das Boostenergie-Zuführungselement **50**

ist ausgeschaltet, wenn ein Aufladen des Kondensators **30** unnötig ist (die Menge an gespeicherter Energie einen vorbestimmten Pegel oder höher hat) und wenn der Kondensator **30** entlädt. Ansonsten ist der Kondensator **30** eingeschaltet und wird aufgeladen. Es sei erwähnt, dass üblicherweise verwendete Freilauf-Boosterschaltungen häufig kein Boostenergie-Zuführungselement **50** aufweisen.

**[0036]** Das Hochspannungs-Zuführungselement **61** führt die von dem Kondensator **30** abgegebene Hochspannungsenergie dem Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1 und dem Einspritzer **12** des Zylinders Nr. 2 zu, bei denen es sich um die Einspritzer der ersten Zylindergruppe handelt. Das Hochspannungs-Zuführungselement **62** führt die von dem Kondensator **30** abgegebene Hochspannungsenergie dem Einspritzer **13** des Zylinders Nr. 3 und dem Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4 zu, bei denen es sich um die Einspritzer der zweiten Zylindergruppe handelt.

**[0037]** Das Niedrigspannungs-Zuführungselement **71** führt die von der Batterie **40** abgegebene Niedrigspannungsenergie dem Einspritzer **11** des ersten Zylinders Nr. 1 und dem Einspritzer **12** des Zylinders Nr. 2 zu, bei denen es sich um die Einspritzer der ersten Zylindergruppe handelt. Das Niedrigspannungs-Zuführungselement **72** führt die von der Batterie **40** abgegebene Niedrigspannungsenergie dem Einspritzer **13** des Zylinders Nr. 3 und dem Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4 zu, bei denen es sich um die Einspritzer der zweiten Zylindergruppe handelt.

**[0038]** Bei den Einspritzer-Leitungselementen **81** bis **84** handelt es sich um jeweilige Schalterelemente, die auf der Masseseite der jeweiligen Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1 bis zu dem Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4 vorgesehen sind, um die Leitung von Energie zu den Einspritzern **11** bis **14** individuell einzuschalten/auszuschalten.

**[0039]** Die Motorsteuereinheit (ECU) **90** führt die zentrale Steuerung des Motors sowie dessen Zubehörereinrichtungen aus. Die Motorsteuereinheit **90** ist derart ausgebildet, dass sie z.B. einen Informationsprozessor, wie z.B. eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) oder dergleichen, einen Speicher, wie z.B. einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) und einen Nurlesespeicher (ROM), eine Eingangs-/Ausgangs-Schnittstelle, eine diese Komponenten verbindende Buseinrichtung usw. aufweist.

**[0040]** Die Motorsteuereinheit **90** bewirkt ein individuelles Einschalten und Ausschalten der Schalterelemente, wie z.B. des Boostenergie-Zuführungselements **50**, der Hochspannungs-Zuführungselemente **61** und **62**, der Niedrigspannungs-Zuführungselemente **71** und **72**, der Einspritzer-Leitungselemente **81** bis **84** usw. in Abhängigkeit von vorbestimmten Kraftstoff-Einspritzzeitpunkten.

**[0041]** Beispielsweise wird, wenn der Einspritzer **11** für den Zylinder Nr. 1 der ersten Zylindergruppe einen Einspritzvorgang ausführt, zum Zeitpunkt der Öffnung des Ventils das Hochspannungs-Zuführungselement **61** eingeschaltet, das Niedrigspannungs-Zuführungselement **71** wird ausgeschaltet und das Einspritzer-Leitungselement **81** wird eingeschaltet, und Hochspannungsenergie wird von dem Kondensator **30** zugeführt.

**[0042]** Nach dem Abschluss des Ventilöffnungsvorgangs wird anschließend das Hochspannungs-Zuführungselement **61** ausgeschaltet, das Niedrigspannungs-Zuführungselement **71** wird eingeschaltet, und das Einspritzer-Leitungselement **81** wird eingeschaltet, um auf die Niedrigspannungsenergie von der Batterie **40** umzuschalten, wobei der geöffnete Zustand beibehalten wird. Nach dem Verstreichen einer vorbestimmten Ventilöffnungsperiode wird das Einspritzer-Leitungselement **81** ausgeschaltet, die Zuführung von elektrischem Strom zu dem Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1 wird gestoppt, und das Ventil schließt.

**[0043]** Als nächstes wird eine Einspritzzeitpunkt-Steuerung bei einem Vierzylinder-Benzinmotor mit direkter Einspritzung beschrieben. **Fig. 2** zeigt ein Zeitablaufdiagramm zur Erläuterung eines Beispiels des Einspritzzeitpunkts bei jedem Zylinder in dem Vierzylindermotor. Die Anzahl der Einspritzvorgänge pro Zyklus beträgt bei dem in **Fig. 2** dargestellten Beispiel z.B. Vier, und das Teilungsverhältnis beträgt 0, 25 (d.h. jeweils der gleiche Abstand). Die Einspritzpulsdauer beträgt z.B. jeweils 600 µs.

**[0044]** Die Einspritz-Startzeitpunkte für den ersten Einspritzvorgang, den zweiten Einspritzvorgang, den dritten Einspritzvorgang und den vierten Einspritzvorgang betragen 90°, 160°, 280° bzw. 310° als Kurbelwinkel von dem oberen Totpunkt beim Beginn des Ansaugvorgangs. Der erste, zweite, dritte und vierte Einspritzvorgang des ersten Zylinders sind in **Fig. 2** jeweils durch die Symbole "Nr. 1 1ter" bis "Nr. 1 4ter" bezeichnet.

**[0045]** In der gleichen Weise sind auch der dritte und der vierte Einspritzvorgang des vierten Zylinders mit "Nr. 4 3ter" und "Nr. 4 4ter" bezeichnet, und der erste und der zweite Einspritzvorgang des dritten Zylinders sind mit "Nr. 3 1ter" und "Nr. 3 2ter" bezeichnet.

**[0046]** Die durchgezogenen Linien stellen den Einspritzzeitpunkt (Ventilöffnungszeitpunkt) in jeder Einspritzperiode dar, und die darauf folgende gestrichelte Linie stellt die Periode dar, die zum Aufladen des Kondensators **30** nach dem Einspritzvorgang erforderlich ist. In jeder Einspritzperiode stellt die Periode vom Beginn des Einspritzvorgangs bis zu der strichpunktierten Linie die Hochspannungsenergie-Zuführungsperiode (Ventilöffnungsperiode) dar, während

die nachfolgende Periode die Niedrigspannungsenergie-Zuführungsperiode (die Ventil-Offenhalteperiode) darstellt. Die zum Aufladen des Kondensators **3** erforderliche Periode ist durch die gestrichelte Linie nach der Hochspannungsenergie-Zuführungsperiode in Form der strichpunktiierten Linie veranschaulicht.

**[0047]** Fig. 2 zeigt, dass unmittelbar nach dem ersten Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 1 der dritte Einspritzvorgang und der vierte Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 4 nacheinander ausgeführt werden und anschließend der zweite Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 1 ausgeführt wird.

**[0048]** Außerdem wird unmittelbar vor dem dritten Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 1 der erste Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 3 ausgeführt, und unmittelbar nach dem vierten Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 1 wird der zweite Einspritzvorgang des Zylinders Nr. 3 ausgeführt.

**[0049]** Bei dem Ausführen der Einspritzvorgänge in dieser Weise nacheinander in kurzen Zeitintervallen mittels der Einspritzer der ersten Zylindergruppe und der zweiten Zylindergruppe kann bei der Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß dem Referenzbeispiel der Kondensator **30** möglicherweise nicht ausreichend aufgeladen sein, und dies kann zu instabilen Vorgängen aufgrund von Schwankungen bei der Spannung und dem Strom beim Öffnen der Ventile führen.

**[0050]** Als nächstes wird eine Ausführungsform einer Einspritzer-Treibereinrichtung beschrieben, bei der die vorliegende Erfindung zur Anwendung kommt. Dabei sind die Komponenten, die dem vorstehend beschriebenen Referenzbeispiel im Wesentlichen entsprechen, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei auf eine erneute Beschreibung derselben verzichtet wird. Die nachfolgende Beschreibung befasst sich in erster Linie mit den davon verschiedenen Aspekten.

**[0051]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Konfiguration der Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel. Die Einspritzer-Treibereinrichtung **1** gemäß dem Ausführungsbeispiel weist anstatt des Kondensators **30** bei dem Referenzbeispiel einen ersten Kondensator **31** und einen zweiten Kondensator **32** auf.

**[0052]** Anstatt des Boostenergie-Zuführungselements **50** bei dem Referenzbeispiel sind ferner Boostenergie-Zuführungselemente **51** und **52** vorgesehen, die den Kondensatoren **31** und **32** individuell Energie zuführen.

**[0053]** Der erste Kondensator **31** führt dem Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1 und dem Einspritzer **12** des Zylinders Nr. 2 bei der Ventilöffnung Hochspan-

nungsenergie zu. Der zweite Kondensator **32** führt dem Einspritzer **13** des Zylinders Nr. 3 und dem Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4 bei der Ventilöffnung Hochspannungsenergie zu.

**[0054]** Das Boostenergie-Zuführungselement **51** schaltet die Zufuhr von elektrischer Energie von der Boosterschaltung **20** zu dem ersten Kondensator **31** ein und aus. Das Boostenergie-Zuführungselement **52** schaltet die Zufuhr von elektrischer Energie von der Boosterschaltung **20** zu dem zweiten Kondensator **32** ein und aus.

**[0055]** Ferner führt das Hochspannungs-Zuführungselement **61** gemäß dem Ausführungsbeispiel von dem ersten Kondensator **31** abgegebene Energie dem Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1 und dem Einspritzer **12** des Zylinders Nr. 2 zu, bei denen es sich um die Einspritzer der ersten Zylindergruppe handelt, und das Hochspannungs-Zuführungselement **62** führt von dem zweiten Kondensator **32** abgegebene Energie dem Einspritzer **13** des Zylinders Nr. 3 und dem Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4 zu, bei denen es sich um die Einspritzer der zweiten Zylindergruppe handelt.

**[0056]** Die Motorsteuereinheit **90** bei dem Ausführungsbeispiel schaltet die Boostenergie-Zuführungselemente **51** und **52** in alternierender und synchronisierter Weise ein und aus, so dass der eine oder der andere von dem ersten Kondensator **31** und dem zweiten Kondensator **32** selektiv aufgeladen werden kann. Diese Ladesteuerung wird nachfolgend ausführlich beschrieben.

**[0057]** Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm zur Erläuterung der Ladesteuerung von Kondensatoren bei der Einspritzer-Treibereinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel. Die Schritte werden jeweils der Reihe nach beschrieben.

Schritt S01:

Bestimmung der Notwendigkeit zum Aufladen des ersten Kondensators

**[0058]** Die Motorsteuereinheit **90** detektiert die Menge an elektrischer Energie, die in dem ersten Kondensator **31** gespeichert ist, und wenn diese unter einem vorbestimmten Wert liegt, trifft sie die Feststellung, dass ein Aufladen erforderlich ist, und der Ablauf fährt mit einem Schritt S02 fort. Wenn dagegen die Energie gleich dem vorbestimmten Wert ist oder höher als dieser ist, trifft die Motorsteuereinheit **90** die Feststellung, dass ein Aufladen unnötig ist, und der Ablauf fährt mit einem Schritt S04 fort.

## Schritt S02:

Bestimmung der Notwendigkeit zum  
Aufladen des zweiten Kondensators

**[0059]** Die Motorsteuereinheit **90** detektiert die Menge an elektrischer Energie, die in dem zweiten Kondensator **32** gespeichert ist, und wenn diese unter einem vorbestimmten Wert liegt, trifft sie die Feststellung, dass ein Aufladen notwendig ist, und der Ablauf fährt mit einem Schritt S03 fort. Wenn dagegen die Energiemenge gleich dem oder größer als der vorbestimmte Wert ist, trifft die Motorsteuereinheit **90** die Feststellung, dass ein Aufladen unnötig ist, und der Ablauf fährt mit einem Schritt S05 fort.

## Schritt S03:

Bestimmung des nächsten Entladezeitpunkts

**[0060]** Die Motorsteuereinheit **90** greift auf ein Kraftstoffeinspritz-Zeitsteuerungskennfeld oder dergleichen zu, das in dieser enthalten ist, und stellt fest, ob der Einspritz-Startzeitpunkt des früher liegenden nächsten Einspritzzeitpunkts von dem Einspritzer **11** des Zylinders Nr. 1 und dem Einspritzer **12** des Zylinders Nr. 2, bei denen es sich um Einspritzer der ersten Zylindergruppe handelt, vor dem Einspritz-Startzeitpunkt des früher liegenden nächsten Einspritzzeitpunkts von dem Einspritzer **13** des Zylinders Nr. 3 und dem Einspritzer **14** des Zylinders Nr. 4, bei denen es sich um Einspritzer der zweiten Zylindergruppe handelt, liegt oder nicht.

**[0061]** Wenn der nächste Einspritzzeitpunkt eines Einspritzers in der ersten Zylindergruppe vor dem nächsten Einspritzzeitpunkt eines Einspritzers in der zweiten Zylindergruppe liegt, fährt der Ablauf mit einem Schritt S07 fort, während er sonst mit einem Schritt S08 fortfährt.

## Schritt S04:

Bestimmung der Notwendigkeit zum  
Aufladen des zweiten Kondensators

**[0062]** Die Motorsteuereinheit **90** detektiert die Menge an elektrischer Energie, die in dem zweiten Kondensator **32** gespeichert ist, und wenn diese unter einem vorbestimmten Wert liegt, trifft sie die Feststellung, dass ein Aufladen notwendig ist, und der Ablauf fährt mit einem Schritt S06 fort. Wenn dagegen die Energiemenge gleich dem oder größer als der vorbestimmte Wert ist, trifft die Motorsteuereinheit **90** die Feststellung, dass ein Aufladen unnötig ist, und der Ablauf endet (Rücksprung). Zu diesem Zeitpunkt werden beide Boostenergie-Zuführungselemente **51** und **52** ausgeschaltet, und es wird weder der erste Kondensator **31** noch der zweite Kondensator **32** aufgeladen.

## Schritt S05:

Aufladen des ersten Kondensators

**[0063]** Die Motorsteuereinheit **90** schaltet das Boostenergie-Zuführungselement **51** ein und das Boostenergie-Zuführungselement **52** aus und lädt den ersten Kondensator **31** auf. Danach endet der Ablauf.

## Schritt S06:

Aufladen des zweiten Kondensators

**[0064]** Die Motorsteuereinheit **90** schaltet das Boostenergie-Zuführungselement **51** aus und das Boostenergie-Zuführungselement **52** ein und lädt den zweiten Kondensator **32** auf. Danach endet der Ablauf.

## Schritt S07:

Aufladen des ersten Kondensators

**[0065]** Die Motorsteuereinheit **90** schaltet das Boostenergie-Zuführungselement **51** ein und das Boostenergie-Zuführungselement **52** aus und lädt den ersten Kondensator **31** auf. Danach endet der Ablauf.

## Schritt S08:

Aufladen des zweiten Kondensators

**[0066]** Die Motorsteuereinheit **90** schaltet das Boostenergie-Zuführungselement **51** aus und das Boostenergie-Zuführungselement **52** ein und lädt den zweiten Kondensator **32** auf. Anschließend endet der Ablauf.

**[0067]** Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wird der eine von dem ersten Kondensator **31** und dem zweiten Kondensator **32**, bei dem die Zeit bis zu der nächsten Entladung kürzer ist, in bevorzugter Weise aufgeladen, und nach diesem Aufladevorgang wird der andere Kondensator aufgeladen.

**[0068]** Somit können die Wirkungen von Interferenzen bei Auflade-/Entlade-Zyklen innerhalb der Zylindergruppen reduziert werden. Auch können der erste und der zweite Kondensator **31** und **32** in voneinander unabhängiger Weise aufgeladen und entladen werden, so dass die Einspritzer **11** bis **14** von verschiedenen Zylindern gleichzeitig geöffnet werden können und der eine Kondensator aufgeladen werden kann, während der andere Kondensator entladen wird.

**[0069]** Somit kann eine Einspritzer-Treibereinrichtung mit stabilen Ventilbetätigungen geschaffen werden, wenn unterschiedliche Zylinder aneinander anschließende bzw. aneinandergrenzende Einspritzzeitpunkte aufweisen, und die Freiheit beim Vorgeben des Kraftstoff-Einspritzzeitpunkts kann verbessert werden, so dass eine Optimierung der Motorleistungseigenschaften hinsichtlich der Abgase und des Kraftstoffverbrauchs möglich ist.

**[0070]** Die Konfiguration gemäß dem Ausführungsbeispiel kann in einfacher Weise durch Hinzufügen eines Kondensators und eines Schaltelements zu der Referenz-Ausführungsform realisiert werden, so dass wenige zusätzliche elektrische Elemente verwendet werden müssen und dadurch ein Kostenanstieg unterdrückt werden kann.

#### Modifikationen

**[0071]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt; es können vielmehr verschiedene Modifikationen und Änderungen vorgenommen werden können, die ebenfalls im technischen Umfang der vorliegenden Erfindung liegen.

(1) Die Ausführungsform ist unter Bezugnahme auf ein Beispiel eines Vierzylinder-Motors beschrieben worden, jedoch kann die vorliegende Erfindung auch bei anderen Motoren mit anderen Verdrängungen angewendet werden, wie z.B. bei einem Sechszylinder-Motor. Die Gruppierung der Einspritzer ist nicht, wie bei der Ausführungsform, auf zwei Gruppen beschränkt, sondern es können auch drei oder mehr Gruppen verwendet werden.

**[0072]** Wenn es sich bei dem Motor beispielsweise um einen V8-Motor handelt, können die Zylinder jeder Reihe in zwei Gruppen gruppiert werden, und die gleiche Steuerung, wie sie vorstehend bei dem Ausführungsbeispiel beschrieben worden ist, kann bei jeder Reihe ausgeführt werden.

(2) Die Schaltungskonfiguration, wie z.B. die Auslegung von Kondensatoren und Schaltelementen usw., ist nicht auf die Konfiguration bei dem Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern kann in geeigneter Weise geändert werden.

(3) Die Ausführungsform ist unter Bezugnahme auf ein Beispiel eines Benzinmotors mit Direkteinspritzung beschrieben worden, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, sondern kann auch bei Motoren eingesetzt werden, die andere Kraftstoffe verwenden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Einspritzer-Treibereinrichtung
<b>11</b>	Einspritzer des Zylinders Nr. 1
<b>12</b>	Einspritzer des Zylinders Nr. 2
<b>13</b>	Einspritzer des Zylinders Nr. 3

<b>14</b>	Einspritzer des Zylinders Nr. 4
<b>20</b>	Boosterschaltung
<b>30</b>	Kondensator
<b>31</b>	erster Kondensator
<b>32</b>	zweiter Kondensator
<b>40</b>	Batterie
<b>50</b>	Boostenergie-Zuführungselement
<b>51</b>	Boostenergie-Zuführungselement
<b>52</b>	Boostenergie-Zuführungselement
<b>61</b>	Hochspannungs-Zuführungselement
<b>62</b>	Hochspannungs-Zuführungselement
<b>71</b>	Niedrigspannungs-Zuführungselement
<b>72</b>	Niedrigspannungs-Zuführungselement
<b>81</b>	Einspritzer-Leitungselement
<b>82</b>	Einspritzer-Leitungselement
<b>83</b>	Einspritzer-Leitungselement
<b>84</b>	Einspritzer-Leitungselement
<b>90</b>	Motorsteuereinheit (ECU)



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 3573001 [0012, 0013]
- JP 2000-034589 A [0012, 0014]

**Patentansprüche**

1. Einspritzer-Treibereinrichtung (1), die Einspritzern (11–14) elektrische Antriebsenergie zuführt, die jeweils Kraftstoff in die Zylinder einer mehrere Zylinder aufweisenden Brennkraftmaschine einspritzen, wobei die mehreren Zylinder in mehrere Gruppen gruppiert sind, die zumindest eine erste Zylindergruppe und eine zweite Zylindergruppe beinhalten, wobei die Einspritzer-Treibereinrichtung (1) Folgendes aufweist:

- eine Boosterschaltung (20), die die Spannung von von einer externen Energiequelle (40) zugeführter elektrischer Energie anhebt;
- einen ersten Kondensator (31), der den Einspritzern (11, 12) der ersten Zylindergruppe zuzuführende elektrische Energie speichert;
- einen zweiten Kondensator (32), der den Einspritzern (13, 14) der zweiten Zylindergruppe zuzuführende elektrische Energie speichert;
- mindestens ein Schalterelement (61, 62; 71, 72; 81–84), das den Ausgang der Boosterschaltung selektiv dem ersten Kondensator (31) und dem zweiten Kondensator (32) zuführt; und
- eine Steuerung (90), die dann, wenn die Lademenge des ersten Kondensators (31) und die Lademenge des zweiten Kondensators (32) beide unter einem vorbestimmten Wert liegen, das mindestens ein Schalterelement (61, 62; 71, 72; 81–84) zum Zuführen des Ausgangs der Boosterschaltung vorzugsweise zu demjenigen Kondensator schaltet, der eine kürzere Zeitdauer bis zu einem nächsten geplanten Kraftstoffabgabe-Start aufweist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

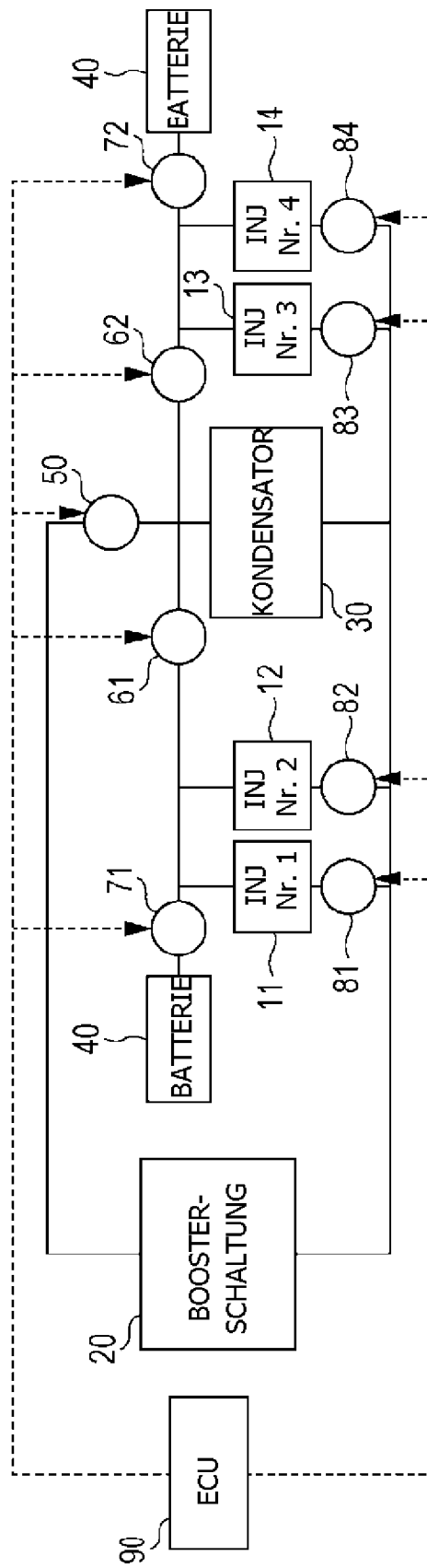


FIG. 2

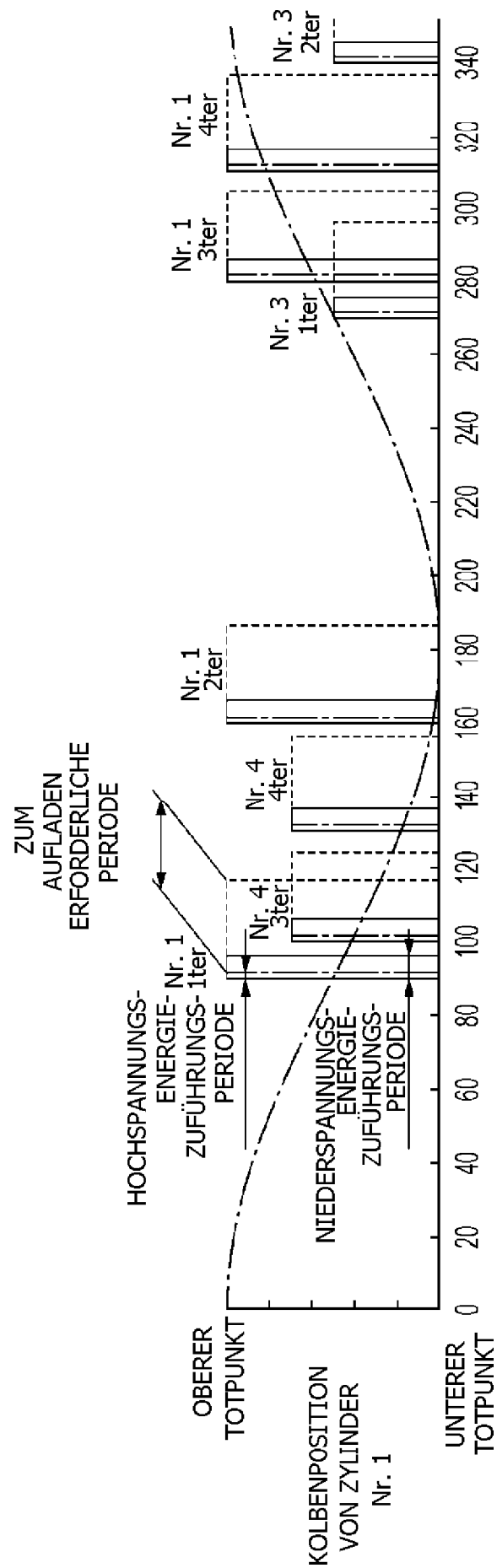


FIG. 3

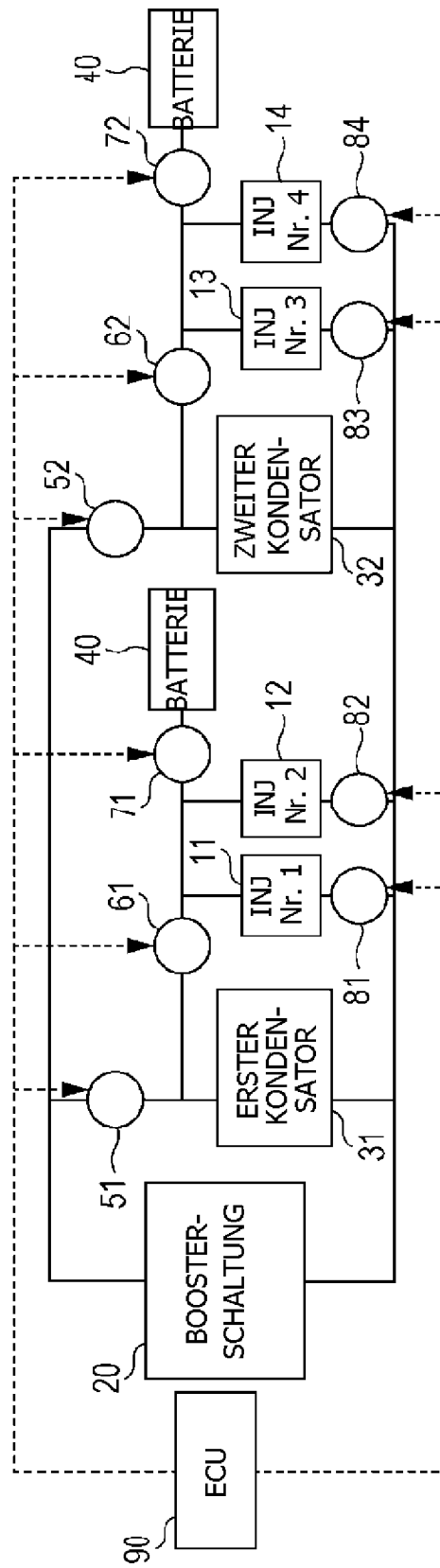


FIG. 4

