



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 12 349 T2 2006.03.09**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 136 696 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 12 349.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 400 722.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.09.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F02N 17/08 (2006.01)**

F02N 7/08 (2006.01)

F01B 27/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0003609 21.03.2000 FR

(73) Patentinhaber:

**Peugeot Citroen Automobiles S.A.,
Neuilly-sur-Seine, FR**

(74) Vertreter:

**Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos, 40593
Düsseldorf**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**Gohin, Gerard, 78210 Saint-Cyr L'Ecole, FR;
Basso, Vincent, 91640 Briis sous Forges, FR**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Positionierung einer Brennkraftmaschine in einer startgünstigen Position**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Positionierung beweglicher Organe eines Verbrennungsmotors in einer startgünstigen Halteposition des Motors.

[0002] Verbrennungsmotoren weisen zumindest einen in einem Zylinder hin- und herlaufenden Kolben und allgemein mehrere jeweils beweglich in einem Zylinder angeordnete Kolben auf, wobei der Kolben oder jeder der Kolben mit einer Kurbelwelle über eine Pleuelstange verbunden ist, welche die Kurbelwelle in Drehung um eine Achse antreibt.

[0003] Man hat festgestellt, dass nach dem Anhalten eines Verbrennungsmotors die für das Neustarten des Motors erforderliche Energie im Wesentlichen zwischen einer minimalen Startenergie und einer maximalen Energie variiert, die ungefähr um 30% höher ist als die minimale Energie. Selbstverständlich wäre es zur Optimierung des Betriebes der Motoren beim Starten und zur geringst möglichen Beanspruchung des Anlassers und der den Anlasser versorgenden Batterie wünschenswert, die Betriebsbedingungen des Motors derart zu regeln, dass er in jedem Fall mit einer Energie gestartet werden kann, die nahe der minimalen Energie liegt.

[0004] Der Erfinder der vorliegenden Patentanmeldung konnte feststellen, dass die Startenergie insbesondere von der Position der beweglichen Organe des Motors beim Anhalten vor dem Starten und ganz besonders von der Winkelposition der Kurbelwelle abhängt.

[0005] Bis heute hat diese Tatsache noch nie zur Entwicklung eines Verfahrens geführt, welches das Starten eines Verbrennungsmotors erleichtert.

[0006] Es wurde bereits vorgeschlagen (US-A-5,687,682), eine elektrische Maschine zur Regelung der Winkelposition der Kurbelwelle eines Motors einzusetzen. Allerdings erlauben das Verfahren und die Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik nicht, die Halteposition des Motors zu regeln.

[0007] Die Erfindung betrifft somit ein Verfahren zur Positionierung der beweglichen Organe eines Verbrennungsmotors in einer startgünstigen Halteposition des Motors, wobei der Motor zumindest einen in einem Zylinder hin- und herlaufenden Kolben aufweist, der mit einer Kurbelwelle über eine Pleuelstange verbunden ist, welche die Kurbelwelle in Drehung um eine Achse antreibt, wobei die Winkelposition der Kurbelwelle um ihre Drehachse geregelt wird, um sie mit Hilfe einer in Drehung mit der Kurbelwelle verbundenen elektrischen Maschine in einer vorbestimmten Winkelposition anzuordnen, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor mit Hilfe der elek-

trischen Maschine während des Anhaltens des Verbrennungsmotors derart abgebremst wird, dass die Kurbelwelle sich zum Zeitpunkt des vollständigen Stillstands des Verbrennungsmotors in ihrer vorbestimmten Winkelposition befindet.

[0008] Zum besseren Verständnis der Erfindung werden nunmehr beispielhaft unter Bezugnahme auf die im Anhang beigefügten Abbildungen zwei Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Positionierungsverfahrens beschrieben, welches das Starten eines Verbrennungsmotors erleichtert.

[0009] [Abb. 1](#) ist eine schematische Ansicht, welche die beweglichen Organe Kolben, Pleuelstange und Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors und Winkelhaltepositionen der Kurbelwelle zeigt.

[0010] [Abb. 2](#) ist eine Perspektivansicht, welche eine Vorrichtung zeigt, die ermöglicht das Verfahren der Erfindung durchzuführen.

[0011] [Abb. 3](#) ist ein Logikplan bezüglich der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0012] In [Abb. 1](#) ist schematisch ein Kolben **1** eines Verbrennungsmotors dargestellt, der sich während des Betriebes des Motors in einem Zylinder des Motors bewegt, wie durch den Doppelpfeil **2** dargestellt.

[0013] Der Kolben **1** ist mit Hilfe einer Pleuelstange **3** mit einer drehbar um eine Achse **5** angeordneten Kurbelwelle **4** verbunden.

[0014] Selbstverständlich sind die Abmessungen bezüglich der Organe des Motors ganz konventionell abgebildet worden. Insbesondere ist der Querschnitt der Kurbelwelle **4** stark übertrieben dargestellt, um die Winkelhaltepositionen der Kurbelwelle zu zeigen.

[0015] Die Kurbelwelle **4** wird von der Pleuelstange **3** in Drehung um ihre Achse **5** angetrieben, wodurch die lineare Bewegung des Kolbens **1** in eine Drehbewegung umgewandelt wird.

[0016] Man hat festgestellt, dass die Kurbelwelle wie die Kurbelwelle **4** eines Verbrennungsmotors zum Zeitpunkt des Anhaltens des Motors systematisch in einer Winkelposition um ihre Drehachse anhält, die in einem Winkelbereich angeordnet ist, der sich beidseits von einer mittleren Position P_m mit einer jeweiligen Winkelweite A_1 und A_2 erstreckt.

[0017] In [Abb. 1](#) sind auf einem gestrichelten Kreis, der auf der Achse **5** der Kurbelwelle **4** zentriert ist, die mittlere Halteposition P_m und die extremen Haltepositionen $P_m + A_1$ und $P_m - A_2$ dargestellt.

[0018] Man hat ebenfalls festgestellt, dass das Starten des Motors aus der mittleren Ausgangsposition

P_m leichter geschieht, und dass das Starten umso schwieriger ist desto mehr sich die Ausgangsposition der Kurbelwelle den extremen Positionen $P_m + A_1$ und $P_m - A_2$ annähert.

[0019] Während eines Starts von einem der beiden extremen Punkte $P_m + A_1$ und $P_m - A_2$ aus liegt die erforderliche Startenergie ungefähr um 30 % höher als die Energie, welche der mittleren Ausgangsposition P_m entspricht.

[0020] Ausgehend von dieser Feststellung hat der Erfinder der vorliegenden Patentanmeldung ein Verfahren und eine Vorrichtung entwickelt, die ermöglichen das Starten eines Verbrennungsmotors zu erleichtern und in allen Fällen das Starten des Motors unter praktisch optimalen Bedingungen durchzuführen.

[0021] Die Erfindung betrifft somit ein Verfahren und eine Vorrichtung, die ermöglichen, die beweglichen Organe des Motors und insbesondere die Kurbelwelle automatisch in einer startgünstigen Position für den Motor anzuordnen, und die ein Starten mit einer minimalen Startenergie ermöglichen.

[0022] In [Abb. 2](#) ist schematisch eine Vorrichtung dargestellt, welche ermöglicht, das Verfahren der Erfindung durchzuführen, um das Starten eines Verbrennungsmotors **6** zu erleichtern, der in konventioneller Weise in Form eines Quaders dargestellt ist.

[0023] Der Verbrennungsmotor **6** weist eine drehbar entlang einer Längsachse des Motors **6** angeordnete Kurbelwelle auf, die an ihren Längsenden jeweils mit einer Antriebsscheibe **7** und einem Schwungrad **8** einstückig ausgebildet ist.

[0024] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Regelung der Halteposition des Motors weist eine elektrische Maschine **10** auf, die, wie weiter unten erläutert werden wird, aus einem Wechselstromgenerator oder einem elektrischen Motor bestehen kann.

[0025] An der drehbaren Abtriebswelle **11** der elektrischen Maschine **10** ist eine Antriebsscheibe **12** festgekeilt. Ein über die Antriebsscheiben **7** und **12** laufender Antriebsriemen **13** ermöglicht, eine Drehverbindung der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **6** und der Abtriebswelle der elektrischen Maschine **10** herzustellen. Selbstverständlich könnte die Drehverbindung der Kurbelwelle des Motors **6** und der Welle der elektrischen Maschine **10** auch mit anderen Mitteln als Antriebsscheiben und einem Riemen erreicht werden.

[0026] Die elektrische Maschine **10** ist mit Hilfe eines elektronischen Steuermoduls **9** mit einer Batterie **14** verbunden, welche aus der von dem Verbrennungsmotor **6** angetriebenen Batterie eines Kraft-

fahrzeugs bestehen kann.

[0027] Ein Positionsfühler **15** ermöglicht, sehr genau die Winkelposition des Schwungrades **8** und der Kurbelwelle des Motors **6** zu bestimmen. Der Positionsfühler **15** ist mit dem elektronischen Steuermodul **9** derart verbunden, dass er ein Positionssignal überträgt, das repräsentativ für die momentane Position der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **6** ist. Das elektronische Steuermodul **9** empfängt ebenfalls ein Einstellwertsignal **16**, das einem Positionssignal entspricht, das repräsentativ für die ideale mittlere Position P_m der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **6** ist, in welcher das Starten mit einer minimalen Startenergie erreicht werden kann.

[0028] Die Regelung der Winkelposition der Kurbelwelle des Motors wird während des Anhaltens des Motors durchgeführt, um eine für den Neustart günstige Position des Motors nach dem Anhalten zu erreichen.

[0029] In dem Moment, wo das Anhalten des Motors von dem Fahrer gesteuert wird (Stopp-Funktion), wird ein Befehl an das elektronische Steuergehäuse **9** übermittelt, so dass es mit der Erfassung eines Winkelpositionssignals der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **6**, das von dem Positionsfühler **15** übertragen wird, beginnt. Das elektronische Steuergehäuse **9** führt die Erfassung der momentanen Winkelposition der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **6** kontinuierlich durch. Ebenso kann die Drehzahl der Kurbelwelle in Realzeit während des Abbremsens des Motors erfasst werden.

[0030] Die elektrische Maschine **10**, die aus dem Wechselstromgenerator des Kraftfahrzeugs bestehen kann, ist derart ausgeführt und gesteuert, dass sie umschaltbar funktionieren kann.

[0031] Während des Anhaltens und Abbremsens des Verbrennungsmotors ermöglicht die umschaltbare elektrische Maschine **10**, das Abbremsen des Motors zu steuern, um sein Anhalten in der bevorzugten Winkelposition P_m der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **6** zu forcieren. Die elektrische Maschine wird von dem elektronischen Steuergehäuse **9** derart ferngesteuert, dass ein Gegenmoment erzeugt wird, das ermöglicht den Verbrennungsmotor abzubremesen. Der von der umschaltbaren elektrischen Maschine **10** erzeugte Strom ermöglicht somit, die Batterie **14** wieder aufzuladen.

[0032] Die Steuerung der elektrischen Maschine **10** ist dafür eingerichtet, unter allen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors den Wert des erzeugten Momentes zu berücksichtigen, so dass eine korrekte Annäherung an die ideale Halteposition der Kurbelwelle sichergestellt werden kann.

[0033] In [Abb. 3](#) ist in Form eines Logikplans die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

[0034] Die elektronische Steuereinheit der elektrischen Maschine, die beispielsweise aus einem Wechselstromgenerator der umschaltbaren Art besteht, empfängt am Eingang ein Positionssignal der Kurbelwelle des Motors θ_{mot} . Das Positionssignal wird in einer ersten Einheit **17** des Steuermoduls derart verarbeitet, dass die Drehzahl des Motors erhalten wird, die in Umdrehung/Minute in Form des Wertes N ausgedrückt ist und, wie in **18a**, **18b** und **18c** in [Abb. 3](#) dargestellt, mit der Drehzahl des Motors im Leerlauf N_r und mit einer vorbestimmten kleineren Drehzahl N_1 als die Leerlaufdrehzahl N_r verglichen wird.

[0035] Wenn die momentane Drehzahl des Motors N zwischen N_1 und N_r liegt, wird der Wechselstromgenerator von dem elektronischen Gehäuse **9** derart gesteuert, dass ein kontinuierliches Abbremsen des Verbrennungsmotors **6** durchgeführt wird. Dieser Schritt des Verfahrens ist in **19a** dargestellt.

[0036] Wenn die Drehzahl des Motors N kleiner als die Drehzahl N_1 vor dem Anhalten des Verbrennungsmotors ist, wird ein periodisches Abbremsen des Verbrennungsmotors **6** von dem Wechselstromgenerator durchgeführt, wie in **19b** dargestellt. Das periodische Abbremsen besteht daraus, den Verbrennungsmotor **6** abzubremsen, wenn sich die Kurbelwelle zwischen den beiden extremen Positionen $P_m + A_1$ und $P_m - A_2$, d.h. in dem Winkelhaltebereich der Kurbelwelle befindet. Das auf den Verbrennungsmotor ausgehend von dem Wechselstromgenerator **10** ausgeübte Gegenmoment wird derart moduliert, dass das Gegenmoment bei der Annäherung an die ideale Position P_m der Kurbelwelle erhöht wird.

[0037] Wenn der vollständige Stillstand des Motors erreicht ist, wie in **18c** dargestellt, wird ein Vergleich zwischen der von dem Positionsfühler **15** gemessenen Position der Kurbelwelle und der idealen theoretischen Position P_m vorgenommen. Wird ein Abstand zwischen diesen beiden Positionen erfasst, wird eine statische Positionseinstellung durchgeführt, wie in dem Schritt **19c** in [Abb. 3](#) dargestellt. Die statische Positionseinstellung der Kurbelwelle besteht darin, den als Motor fungierenden Wechselstromgenerator anzutreiben, um ihn in die eine oder andere Richtung drehen zu lassen, bis die ideale Position der Kurbelwelle erreicht ist.

[0038] Der Wechselstromgenerator kann somit als Motor eingesetzt werden, um das Starten des Verbrennungsmotors mit einer verringerten Startenergie durchzuführen.

[0039] Bei Erfüllung der Funktion des umschaltba-

ren Wechselstromgenerators zum Zeitpunkt des Anhaltens des Motors, können seine Positionierung in der idealen Winkelposition und das Starten des Motors aus dieser idealen Position den Einsatz einer „Stopp- und Startfunktion“ erleichtern.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht somit, die beweglichen Elemente des Motors zum Zeitpunkt des Anhaltens oder nach dem Anhalten des Verbrennungsmotors schnell anzuordnen, um während einer künftigen Benutzung des Motors ideale Startbedingungen zu erhalten.

[0041] In dem Fall, wo die Durchführung des Verfahrens der Erfindung unter Verwendung eines umschaltbaren Wechselstromgenerators stattfindet, welcher der Wechselstromgenerator des Kraftfahrzeugs sein kann, dessen Verbrennungsmotor den Zug sicherstellt, bestehen die für diese Durchführung erforderlichen zusätzlichen Vorrichtungen einzig aus einem Messfühler für die Winkelposition der Kurbelwelle und aus einer programmierten Rechner- und Steuereinheit. Der Einsatz des Verfahrens der Erfindung bringt somit nur sehr geringe Zusatzkosten im Rahmen der industriellen Herstellung eines Kraftfahrzeugs mit sich.

[0042] Es ist jedoch auch möglich, einen von dem Wechselstromgenerator unabhängigen Elektromotor zu verwenden, um die Positionseinstellung des Verbrennungsmotors zu realisieren, oder ein ausschaltbares mechanisches System.

[0043] Der Einsatz des Verfahrens der Erfindung ermöglicht andererseits Energie einzusparen, und zwar dadurch, dass Ladungsenergie der Batterie während des Abbremsens des Verbrennungsmotors während seines Anhaltens zurück gewonnen wird. Außerdem wird die ideale Halteposition des Motors schneller erreicht als wenn eine dem Anhalten des Motors nachgeschaltete Positionseinstellung erfolgt. Allerdings ist die Durchführung des Verfahrens der Erfindung relativ kompliziert und erfordert den Einsatz von Rechner- und Steuervorrichtungen von ziemlich großer Komplexität.

[0044] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen begrenzt.

[0045] Daher kann anstelle eines umschaltbaren Wechselstromgenerators eine Anordnung eingesetzt werden, die aus einem Wechselstromgenerator und einem Motor besteht.

[0046] Es kann eine elektrische Maschine jeder Art mit Gleich- oder Wechselstromversorgung verwendet werden.

[0047] Die Erfindung ist auf jeden Verbrennungsmotor und insbesondere auf Verbrennungsmotoren an-

wendbar, welchen den Zug von Kraftfahrzeugen sicherstellen.

(4) unter Verwendung der elektrischen Maschine als Motor durchgeführt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionierung beweglicher Organe (2, 3, 4) eines Verbrennungsmotors (6) in einer startgünstigen Halteposition des Motors (6), wobei der Motor (6) zumindest einen in einem Zylinder hin- und herlaufenden Kolben (2) aufweist, der mit einer Kurbelwelle (4) über eine Pleuelstange (3) verbunden ist, welche die Kurbelwelle (4) in Drehung um eine Achse (5) antreibt, wobei die Winkelposition der Kurbelwelle (4) um ihre Drehachse (5) geregelt wird, um sie mit Hilfe einer in Drehung mit der Kurbelwelle (4) verbundenen elektrischen Maschine (10) in einer vorbestimmten Winkelposition (P_m) anzuordnen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verbrennungsmotor (6) mit Hilfe der elektrischen Maschine (10) während des Anhaltens des Verbrennungsmotors (6) derart abgebremst wird, dass die Kurbelwelle (4) sich zum Zeitpunkt des vollständigen Stillstands des Verbrennungsmotors (6) in ihrer vorbestimmten Winkelposition (P_m) befindet.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abbremsen des Verbrennungsmotors (6) in Abhängigkeit von der Drehzahl des Verbrennungsmotors (6), die während des Anhaltens des Verbrennungsmotors (6) gemessen wird, moduliert wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein kontinuierliches Abbremsen des Verbrennungsmotors (6) durchgeführt wird, indem ein Gegenmoment auf die Kurbelwelle (4) ausgeübt wird, wenn die Drehzahl des Verbrennungsmotors (6) zwischen einer vorbestimmten Drehzahl (N_1), die kleiner ist als die Leerlaufdrehzahl, und der Leerlaufdrehzahl liegt, und dass ein periodisches Abbremsen des Motors durchgeführt wird, wenn seine Drehzahl kleiner ist als die vorbestimmte Drehzahl (N_1), die kleiner ist als die Leerlaufdrehzahl, wobei das Abbremsen des Motors während Zeitspannen durchgeführt wird, in denen sich die Kurbelwelle in einem Haltebereich befindet, der sich beidseits von der vorbestimmten Winkelposition (P_m) erstreckt.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das periodische Abbremsen des Motors in dem Winkelhaltebereich der Kurbelwelle (4) moduliert wird, indem das Gegenmoment der elektrischen Maschine (10) in der vorbestimmten Winkelposition (P_m) der Kurbelwelle (4) maximal ausgebildet wird.

5. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem vollständigen Stillstand des Verbrennungsmotors (6) eine statische Positionseinstellung der Kurbelwelle

6. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkelposition der Kurbelwelle (4) des Motors gemessen wird, dass diese Winkelposition mit der vorbestimmten Winkelposition (P_m) verglichen wird, und dass anhand des Vergleichsergebnisses ein Steuersignal für die elektrische Maschine entwickelt wird, um zumindest eine der Funktionen des Bremsens und der Neueinstellung des Verbrennungsmotors (6) zu erfüllen.

7. Vorrichtung zur Positionierung beweglicher Organe (2, 3, 4) eines Verbrennungsmotors (6) in einer startgünstigen Halteposition des Motors (6), wobei der Verbrennungsmotor (6) zumindest einen in einem Zylinder hin- und herlaufenden Kolben (2) aufweist, der mit einer Kurbelwelle (4) über eine Pleuelstange (3) verbunden ist, welche die Kurbelwelle (4) in Drehung um eine Achse (5) antreibt, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine elektrische Maschine (10) aufweist, die in Drehung mit der Kurbelwelle (4) des Verbrennungsmotors (6) verbunden ist, und elektronische Steuervorrichtungen (9, 23) für die elektrische Maschine (10), um den Verbrennungsmotor (6) mit seiner Kurbelwelle in einer vorbestimmten Winkelposition (P_m) abzubremsen und anzuhalten.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (10) aus einem reversiblen Wechselstromgenerator besteht, der als Wechselstromgenerator oder als Motor funktionieren kann.

9. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtungen für die elektrische Maschine (10) Vorrichtungen zum Vergleichen der Drehzahl des Motors mit vorbestimmten Werten und Steuervorrichtungen für das Abbremsen des Verbrennungsmotors (6) durch die elektrische Maschine (10) in Abhängigkeit von den Ergebnissen des Vergleichs der Drehzahl des Motors mit den vorbestimmten Werten aufweisen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

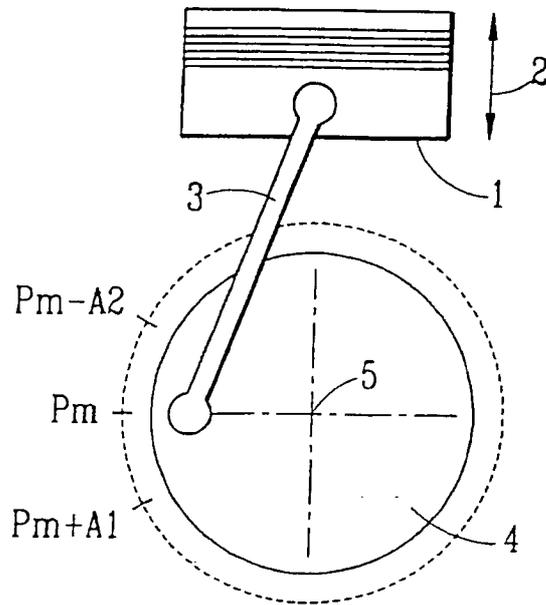


FIG. 1

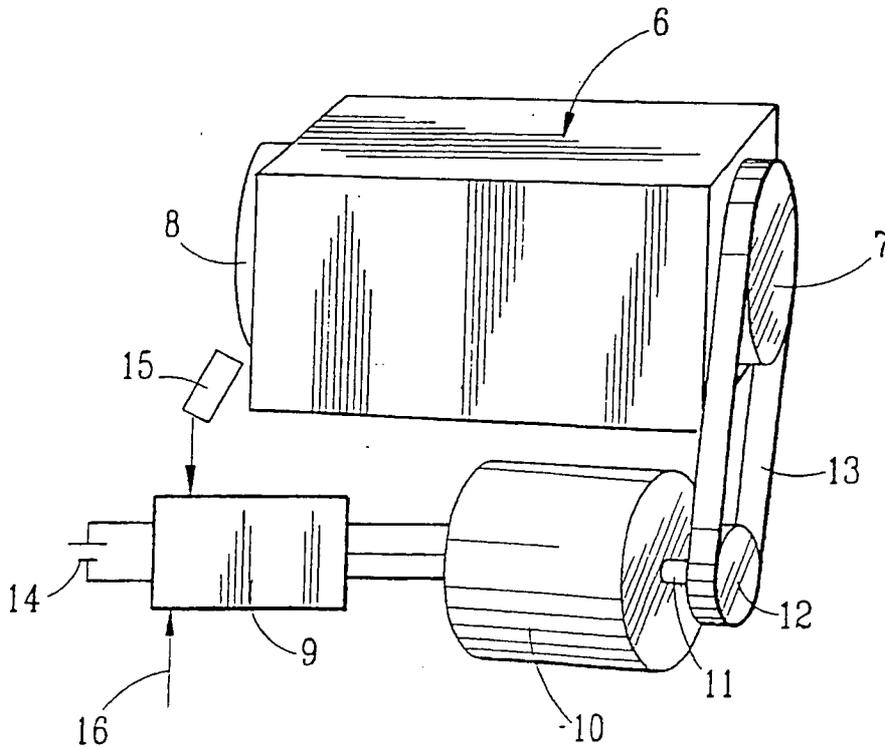


FIG. 2

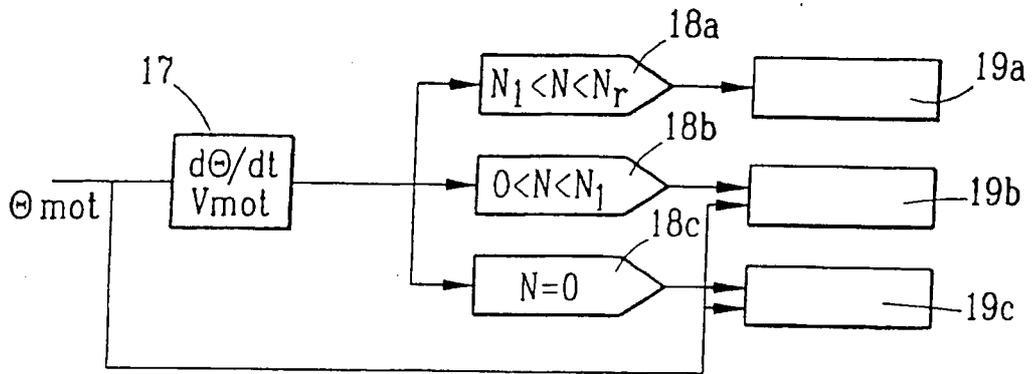


FIG.3

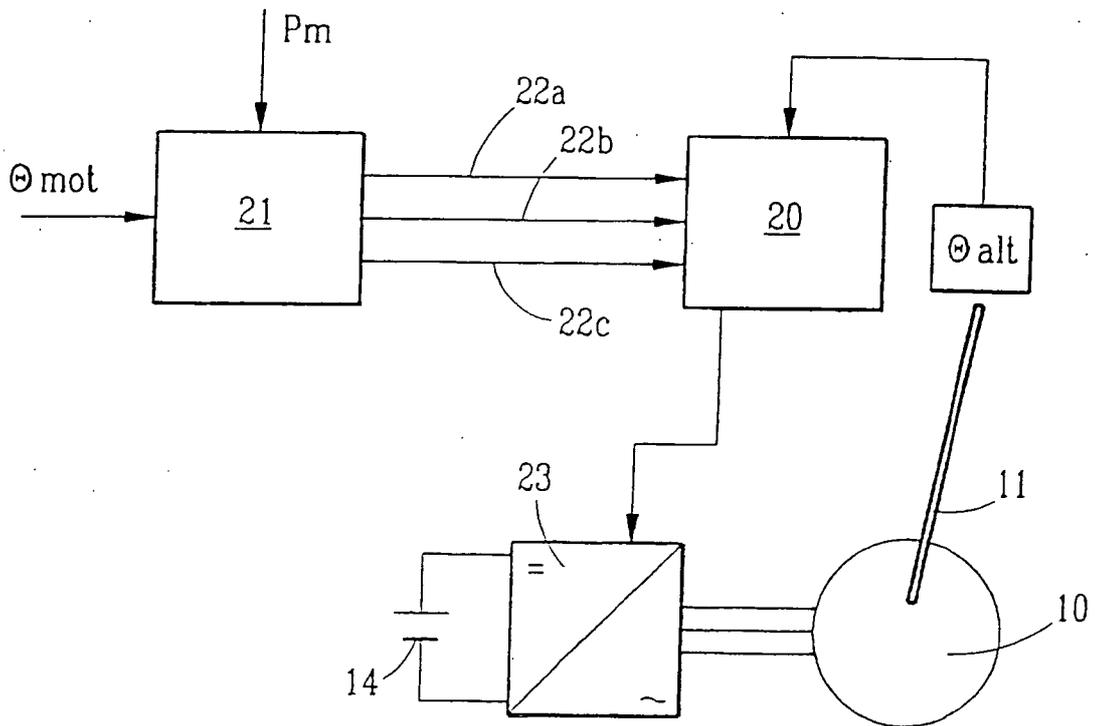


FIG.4