



(11) **EP 1 835 172 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.09.2007 Patentblatt 2007/38

(51) Int Cl.:
F02P 3/05^(2006.01) F02P 17/10^(2006.01)
F02P 17/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07102061.4**

(22) Anmeldetag: **09.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Gansert, Klaus-Peter**
71665, Vaihingen/Enz (DE)
• **Menken, Lars**
73072, Donzdorf (DE)
• **Holzmann, Josef**
80937, München (DE)
• **Kaiser, Thomas**
28802, Alcala De Henares (Madrid) (ES)
• **Moebius, Alexander**
80933, München (DE)
• **Bengs, Gerhard**
80997, München (DE)

(30) Priorität: **15.03.2006 DE 102006011886**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des Verschleiß einer Zündkerze einer Brennkraftmaschine**

(57) Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Verschleiß an der Zündkerze (2) Brennkraftmaschine vorgesehen, bei dem Verschleißermittlungsmittel (1) vorgesehen sind. Die Verschleißermitt-

lungsmittel (1) bestimmen anhand von Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine einen aktuellen Verschleiß (203) der Brennkraftmaschine und summieren diesen zu einem Gesamtverschleißzustand (204) der Zündkerze (2) auf.

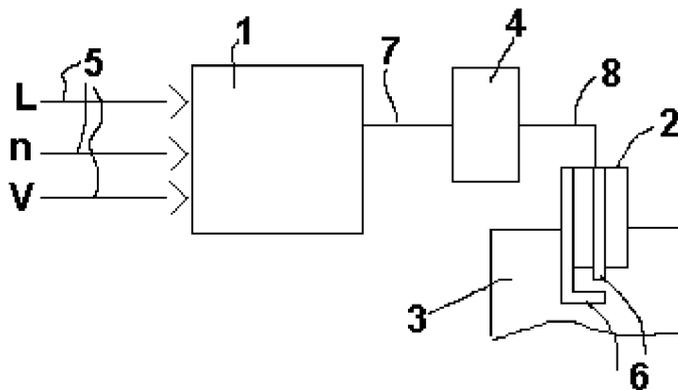


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung und einem Verfahren zur Bestimmung des Verschleiß einer Zündkerze einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Es sind bereits Vorrichtungen und Verfahren zur Bestimmung des Verschleiß einer Zündkerze bekannt, die auf einer Messung einer Charakteristik der Zündkerze beruhen. Derartige Vorrichtungen und Verfahren sind beispielsweise aus der US 4,558,280, US 4,825,167, DE 692 09 078 und DE 196 49 278 bekannt.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass die Bestimmung des Verschleiß der Zündkerze nicht auf einer fehlerbehafteten Messung unmittelbar an der Zündkerze, sondern auf den Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine beruht. Die Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine sind in der Regel sehr gut messbar oder bekannt. Es kann so mit großer Zuverlässigkeit ein aktueller Verschleiß der Zündkerze festgestellt werden, der im Verlauf zu einem Gesamtverschleißzustand der Zündkerze aufsummiert wird. Es wird so eine besonders genaue Ermittlung des Verschleiß basierend auf einfach zugänglichen Messwerten realisiert.

[0004] Weitere Vorteile und Verbesserungen ergeben sich durch die Merkmale der abhängigen Patentansprüche. Als besonders geeignetes Maß für den aktuellen Verschleiß der Zündkerze hat sich ein Materialverbrauch pro Zündfunke in Abhängigkeit von weiteren Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine herausgestellt. Die Verschleißermittlung erfolgte daher besonders sinnvoll unter Berücksichtigung einer Funkenanzahl der Brennkraftmaschine. Als wichtige Parameter für die Frage wie viel Material bei jedem Zündfunken von der Zündkerze abgetragen wird, hat sich dabei die Elektrodentemperatur der Zündkerze und die für die Zündfunken zur Verfügung gestellte Zündenergie herausgestellt. Die Elektrodentemperatur lässt sich besonders einfach durch die Last und die Drehzahl der Brennkraftmaschine ermitteln. Die Zündenergie ergibt sich aus der Zeitdauer mit der die Zündspule vor dem Auslösen der Zündfunken mit einem Ladestrom durchflossen wird (so genannten Schließzeit). Der so ermittelte Gesamtverschleiß kann insbesondere in der Form eines abgetragenen Volumens mit einem möglichen Maximalverschleiß bzw. Maximalvolumen der Zündkerze verglichen werden und es kann so eine Restnutzungsdauer der Zündkerze angegeben werden. Diese Restnutzungsdauer wird in sinnvoller Weise als noch mögliche Kilometer oder noch mögliche Betriebszeit oder als noch zur Verfügung stehendes

Restvolumen einer Zündkerzenelektrode angegeben.

Zeichnungen

5 **[0005]** Ausführungsbeispiele der Erfindungen sind in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert und in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

10 Figur 1 eine Zündkerze in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine und ein Steuergerät und

Figur 2 die Verarbeitung von Signalen zur Ermittlung des Verschleiß der Zündkerze.

15 Beschreibung

[0006] In der Figur 1 wird schematisch eine Zündkerze 2 dargestellt, die in einem Brennraum 3 einer Brennkraftmaschine eingebaut ist. Die Zündkerze 2 ist über eine Hochspannungsleitung 8 mit einer Zündspule 4 verbunden. Die Zündspule 4 ist mittels einer Steuerleitung 7 mit einem Steuergerät 1 verbunden. Das Steuergerät 1 ist mit einer Vielzahl von Eingangsleitungen 5 verbunden, an denen Sensorsignale L, N, V zur Verfügung gestellt werden. Die Zündkerze 2 weist erste und zweite Elektroden 6 auf, die im Brennraum 3 der Brennkraftmaschine angeordnet sind.

20 **[0007]** Das Steuergerät 1 ist über die an den Eingangsleitungen 5 anliegenden Sensorsignale über den jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine informiert und errechnet einen Zeitpunkt zur Auslösung eines Zündfunken an der Zündkerze 2. Als Sensorsignale sind hier als Beispiele die Last L, die Drehzahl N und die Geschwindigkeit V eines Kraftfahrzeugs in dem die Brennkraftmaschine eingebaut ist dargestellt. Selbstverständlich ist diese Aufzählung nicht abschließend da dem Fachmann eine Vielzahl von anderen Eingangsgrößen bekannt sind die zur Steuerung einer Brennkraftmaschine in einem Kraftfahrzeug herangezogen werden. Über die Ansteuerleitung 7 steuert das Steuergerät 1 entsprechend die Zündspule 4 an, die dann einen Hochspannungsimpuls erzeugt und über die Hochspannungsleitung 8 an die Zündkerze 2 weitergibt. Aufgrund dieses Hochspannungsimpulses erzeugt er dann die Zündkerze 2 zwischen den Elektroden 6 einen Zündfunken, der zur Entzündung eines im Brennraum 3 eingebrachten Luft-Benzin-Gemisches dient.

30 **[0008]** Bei dem in der Figur 1 gezeigten Aufbau handelt es sich um einen normalen Aufbau wie er heutzutage üblicherweise in Kraftfahrzeugen Verwendung findet. In der Darstellung der Figur 1 wurden die einzelnen Komponenten jedoch stark vereinfacht dargestellt, da die Details des Aufbaus des Steuergerätes 1, die Zündspule 4, die Zündkerze 2 oder des Brennraums 3 der Brennkraftmaschine hier nicht von Bedeutung sind.

35 **[0009]** Bei der Auslösung des Zündfunken ist der Abstand der beiden Elektroden 6 der Zündkerze 2 von großer Bedeutung. Schon geringe Änderungen des Abstan-

des oder der geometrischen Ausgestaltung der Elektroden 6 führen zu einem deutlich veränderten Verhalten der Zündkerze 2. Durch die hohen in dem Zündfunken herrschenden Temperaturen ist jeder überspringende Zündfunke mit einem gewissen Abtrag von Material der Elektroden verbunden. Mit zunehmender Betriebsdauer und Funkenanzahl der Zündkerze verändern sich daher die Elektroden 6, indem ein Teil des Materials durch die Zündfunken abgetragen wird. Dieser Erosionsprozess der Elektroden 6 der Zündkerze 2 stellt somit einen von der Betriebsdauer und der Betriebsintensität abhängigen Verschleiß der Zündkerze 2 dar. Wenn dieser Verschleiß ein bestimmtes Ausmaß erreicht, so verändert sich das Verhalten der Zündkerze 2 deutlich. Insbesondere kann ein Zustand erreicht werden in dem dann kein Überspringen eines Zündfunken mehr möglich ist. Aber bereits vor diesem starken Verschleiß kommt es zu Zündaussetzern entweder weil aufgrund der veränderten Geometrie der Elektroden 6 der Zündkerze 2 der Zeitpunkt des Überspringens des Zündfunken beeinflusst wird oder aber dass einzelne Zündfunken nicht mehr zu einer sicheren Entzündung des Benzin-Luft-Gemisches im Brennraum 3 führt. Ziel der vorliegenden Erfindung ist eine Aussage zum Verschleißzustand der Zündkerze zu treffen. Es kann dann ein verschleißabhängiger Austausch der Zündkerze vorgenommen werden.

[0010] Es hat sich herausgestellt, dass die Erosion pro Zündfunke, d. h. der Abtrag an Elektrodenmaterial der Zündkerze 2 pro Zündfunke im Wesentlichen einer Funktion der Temperatur der Elektroden und der Zündenergie mit der die Zündfunken ausgelöst werden ist. Je heißer die Elektroden 6 sind, umso größer ist das durch den Zündfunken abgetragene Volumen der Zündkerzenelektroden 6. Je höher die Zündenergie ist, umso höher ist der Abtrag pro Zündfunken. Weiterhin hängt der Abtrag pro Zündfunken natürlich auch von dem Material der Elektrode ab. Die Bestimmung der Temperatur der Elektroden 6 der Zündkerze kann im Wesentlichen von der Last und der Drehzahl der Brennkraftmaschine abgeleitet werden. Die Zündenergie leitet sich von der Schließzeit, d.h. der Zeitdauer ab mit der die Zündspule Strom durchflossen wird bevor der Zündfunke ausgelöst wird. Neben der Schließzeit sind natürlich noch die weiteren Eigenschaften des Zündsystems wie Eigenschaften der Zündspule, zur Verfügung stehende Spannung und Strom des Ladestromes usw. zu berücksichtigen, die aber hier als konstant angenommen werden. Alternativ kann die Zündenergie näherungsweise auch aus der Last und der Drehzahl ermittelt werden, da diese beiden Parameter einen wesentlichen Einfluss auf die Zündenergie haben. Es kann somit aus den Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine insbesondere der Last, der Drehzahl und der Zündenergie eine Belastung der Zündkerze 2 und damit ein spezifischer Materialverbrauch des Elektrodenmaterials pro Zündfunke ermittelt werden.

[0011] Wenn dann noch beispielsweise aufgrund der Drehzahl klar ist, wie viele Zündfunken pro Zeiteinheit

erfolgen, so kann eine aktuelle Verschleißrate der Zündkerze 2 ermittelt werden. Zeitlich aufsummiert oder aufintegriert lässt sich dieser aktuelle Verschleiß der Zündkerze zu einem Gesamtverschleißzustand der Zündkerze beispielsweise in der Form eines bereits abgetragenen Volumens der Zündkerzenelektroden aufsummieren.

[0012] Bei bekanntem Volumen der Zündkerzenelektroden kann so ermittelt werden, ab welchem Gesamtverschleiß oder verbrauchtem Volumen der Zündkerzenelektroden 6 ein Gesamtverschleiß der Zündkerzen erreicht ist, bei dem eine ausreichende Sicherheit für das Auslösen eines Zündfunken nicht mehr gewährleistet sein kann. Sofern noch eine Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs in dem die Brennkraftmaschine eingebaut ist, bekannt ist, kann dieser Verschleißzustand auch als noch mögliche Restkilometer oder aber als mögliche Restbetriebszeit ausgedrückt werden. All diese Berechnungen können beispielsweise in dem Steuergerät 1 ablaufen, welches alle Informationen enthält, die für die Berechnung des Gesamtverschleißzustandes der Zündkerze 2 erforderlich sind.

[0013] In der Figur 2 werden schematisch die notwendigen Berechnungsschritte zur Ermittlung eines Gesamtverschleiß der Zündkerze 2 dargestellt. In einem ersten Berechnungsschritt 101 wird dazu die Verschleißrate der Zündkerzenelektroden 6 ermittelt. Zur Berechnung der Verschleißrate wird dem Berechnungsblock 101 als Eingangssignale die Last L, die Drehzahl N und die Zündenergie E zugeführt. Die Zündenergie E ist als interne Größe in dem Steuergerät 1 vorhanden, da das Steuergerät 1 ja die entsprechenden Steuerbefehle für das Laden der Zündspule und Auslösen des Zündfunken erzeugt. In Kenntnis der Last L, der Drehzahl N und der Zündenergie E ermöglicht so der Berechnungsschritt 101 die Berechnung eines spezifischer Materialabtrags pro Zündfunken, der im Folgenden als Verschleißrate 201 bezeichnet wird. Diese Verschleißrate 201 stellt das Ergebnis des Berechnungsschrittes 101 zu und wird einem weiteren Berechnungsblock 103 zugeführt. Wie die Berechnung im Schritt 101 erfolgt ist dabei nicht von Bedeutung. Beispielsweise kann zunächst aufgrund der Last und der Drehzahl die Temperatur der Elektroden und danach ein Abtrag pro Funke in Abhängigkeit von der Elektrodentemperatur und der Zündenergie berechnet werden. Da die Zündenergie auch von der Last L und der Drehzahl N abhängt, ist alternativ auch eine direktes Kennfeld der Verschleißrate 201 aus L und N ohne ein separates Signal für E denkbar, sofern man die damit verschlechterte Qualität der Verschleißbestimmung in Kauf nimmt.

[0014] Weiterhin wird die Drehzahl N und ein Zeitsignal dt einem Berechnungsschritt 102 zugeführt. Im Berechnungsschritt 102 wird als Ergebnis die momentane Funkenanzahl 202, d. h. die Anzahl der Zündfunken pro Zeiteinheit gebildet. Diese Funkenanzahl pro Zeiteinheit 202 wird als weiterer Wert dem Berechnungsschritt 103 zugeführt. Im Berechnungsschritt 103 wird in Abhängigkeit

von der Verschleißrate 201 und der Anzahl von Funken pro Zeiteinheit 202 ein momentaner Verschleiß 203 gebildet. Dieser momentane Verschleiß 203 stellt den Volumenabtrag oder Volumenverlust der Elektroden 6 der Zündkerzen 2 pro Zeiteinheit dar. Dieser aktuelle Verschleiß 203 der Zündkerze wird dann im Berechnungsblock 104 aufsummiert bzw. aufintegriert, um dann als Ausgangssignal den Gesamtverschleißzustand 204 der Zündkerzenelektroden zu ermitteln. Die Integration in Block 104 wird auch dadurch dargestellt, dass das Ausgangssignal des Blocks 104 als Eingangssignal rückgekoppelt wird, d. h. zur Bildung des neuen Gesamtverschleißzustandes wird der vorhergehende Gesamtverschleißzustand 204 und der aktuelle Verschleiß 203 der Zündkerze 2 berücksichtigt. Weiterhin wird der aktuelle Verschleiß 203 zusammen mit einem Zeitsignal dt und der Geschwindigkeit V des Kraftfahrzeugs in dem die Brennkraftmaschine eingebaut ist, einem Berechnungsblock 105 zugefügt. In dem Berechnungsblock 105 wird aus diesen drei Eingangswerten ein Durchschnittsver-
 schleiß pro Kilometer gebildet. Dazu wird aus dem Geschwindigkeits- und dem Zeitsignal eine Durchschnittsgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges gebildet und dann mit der Verschleißrate verglichen. Als Ergebnis dieser Berechnung wird dann ein Durchschnittsver-
 schleiß pro Kilometer 205 gebildet. Dieser Durchschnittsver-
 schleiß pro Kilometer 205 und der Gesamtverschleißzustand 204 wird einem weiteren Berechnungsblock 106 zugeführt. In dem weiteren Berechnungsblock 106 werden aus diesen beiden Signalen weitere Ausgangssignale 206, 207 und 208 gebildet. Zum einen kann in dem Block 106 ausgehend vom Gesamtverschleißzustand 204 und dem Durchschnittsver-
 schleiß 205 pro Kilometer unter Berücksichtigung des maximal möglichen Verschleißvolumens der Elektroden 6 der Zündkerze 2 eine Restkilometeraussage 206 gebildet werden. Dazu wird von einem maximal Verschleißvolumen der Zündkerzen der Gesamtverschleißzustand 204 abgezogen und es wird berechnet wie viel Kilometer noch zurückgelegt werden können bis das verbliebene Restvolumen verbraucht ist. Das Ausgangssignal 206 stellt somit die noch verbliebenen Restkilometer dar. Weiterhin kann die mögliche Restnutzungsdauer der Zündkerze auch als verbliebenes Restvolumen 207 als Ergebnis der Berechnung 106 ausgegeben werden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Angabe eines Indikators 208 dar, der angibt, ob die Zündkerze noch betriebsbereit ist oder nicht. Dabei kann es sich insbesondere um ein einzelnes Bit handeln durch welches einem Diagnosesystems eines Kraftfahrzeuges signalisiert wird, dass eine Werkstatt angefahren soll, um einen Austausch den Zündkerzen vorzunehmen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Bestimmung des Verschleiß einer Zündkerze (2), einer Brennkraftmaschine (3) **dadurch gekennzeichnet, dass** Verschleißerken-

nungsmittel (1) vorgesehen sind, die während des laufenden Betriebs der Brennkraftmaschine (3) anhand von Betriebsbewegungen (L, N, V) der Brennkraftmaschine (3) einen aktuellen Verschleiß (203) der Zündkerze (2) feststellen und zu einem Gesamtverschleiß zustande (204) der Zündkerze (2) aufsummieren.

2. Vorrichtung nach Anspruch (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißermittlungsmittel (1) zur Ermittlung des aktuellen Verschleiß (203) eine Funkenanzahl der Brennkraftmaschine (3) berücksichtigen.

3. Vorrichtung nach Anspruch (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißermittlungsmittel (1) zur Ermittlung des aktuellen Verschleiß (203) einen Materialabtrag einer Zündkerzenelektrode (6) pro Funken (201) bestimmen.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißermittlungsmittel (1) zur Ermittlung des aktuellen Verschleiß (203) eine Last L der Brennkraftmaschine berücksichtigen.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißermittlungsmittel (1) zur Ermittlung des aktuellen Verschleiß (203) eine Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine (3) berücksichtigen.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißermittlungsmittel (1) zur Ermittlung des aktuellen Verschleiß (203) eine Zündenergie (E) der Brennkraftmaschine (3) berücksichtigen.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass die Verschleißermittlungsmittel den Gesamtverschleißzustand der Zündkerze (2) mit einem möglichen Maximalverschleiß der Zündkerze (2) vergleichen und eine Information bezüglich einer Restnutzungsdauer (206, 207, 208) der Zündkerze geben.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißermittlungsmittel die Restnutzungsdauer als noch mögliche Kilometer, als noch mögliche Betriebszeit oder als noch zur Verfügung stehendes Restvolumen einer Zündkerzenelektrode angeben.

9. Verfahren zur Bestimmung eines Verschleiß einer Zündkerze (2) einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des laufenden Betriebs der Brennkraftmaschine anhand von Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine (3) ein aktu-

eller Verschleiß der Zündkerze (2) festgestellt und zu einem Gesamtverschleißzustand (204) der Zündkerze aufsummiert wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

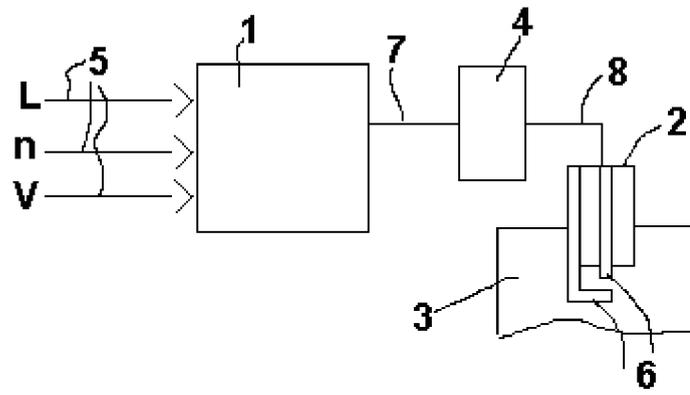


Fig. 1

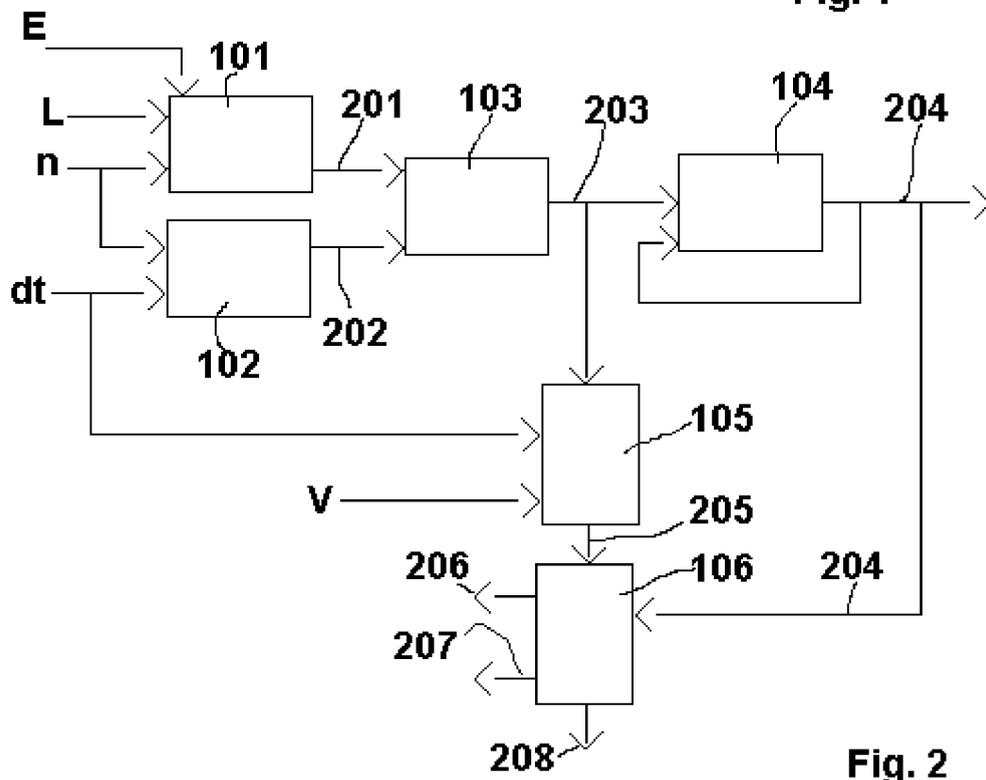


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4558280 A [0002]
- US 4825167 A [0002]
- DE 69209078 [0002]
- DE 19649278 [0002]