

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 809 021 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.01.2005 Patentblatt 2005/03

(51) Int Cl.7: **F02P 19/02**

(21) Anmeldenummer: **97108081.7**

(22) Anmeldetag: **17.05.1997**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors**

Glow plug preheating control method and device for diesel engine

Méthode et dispositif de commande de préchauffage des bougies de réchauffage d'un moteur diesel

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **21.05.1996 DE 19620258**
01.03.1997 DE 19708430

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(73) Patentinhaber:
• **Alcoa Fujikura Gesellschaft mit beschränkter Haftung**
72636 Frickenhausen (DE)
• **Beru Aktiengesellschaft**
71636 Ludwigsburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Schütz, Martin**
72622 Nürtingen (DE)

• **Lindl, Bruno**
63846 Laufach (DE)

(74) Vertreter:
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
Patentanwälte
Uhlandstrasse 14 c
70182 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 315 934 EP-A- 0 565 431
JP-A- 2 149 771 US-A- 4 137 885
US-A- 4 444 160 US-A- 4 934 349
US-A- 5 144 922

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no.**
495 (M-780), 23. Dezember 1988 & JP 63 212771
A (NISSAN MOTOR CO LTD), 5. September 1988

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).

EP 0 809 021 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors durch Steuerung eines Glühvorgangs einer Glühkerze, bei welchem der Glühkerze zunächst während der Aufheizphase bis zum Erreichen einer Solltemperatur eine elektrische Aufheizleistung zugeführt wird, deren Betrag höher ist als die Dauerleistung, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann, wobei die Dauer der Aufheizphase so bemessen ist, daß keine Schädigung der Glühkerze erfolgt, und bei welchem nach Ablauf der Aufheizphase die Heizleistung der Glühkerze maximal der Dauerleistung entspricht und dadurch geregelt wird, daß die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze gemessen und mit einer Solltemperatur verglichen und die Heizleistung geregelt wird.

[0002] Zur Zündung des Kraftstoffes beim Starten von Dieselmotoren (Selbstzünder) mittels Glühkerzen muß die Temperatur der Glühkerze in einer Aufheizphase auf eine Solltemperatur aufgeheizt werden, bei der der Kraftstoff zündet. Beim Starten des Dieselmotors muß somit eine gewisse Vorglühzeit abgewartet werden.

[0003] Aus der US 4,934,349 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors bekannt, wobei bei diesem Verfahren einerseits während der Aufheizphase bis zum Erreichen einer Solltemperatur eine elektrische Aufheizleistung zugeführt und anschließend die Heizleistung der Glühkerze geregelt wird, wobei dies unter Messung der Temperatur der Glühwendel der Glühkerze und Vergleich mit einer Solltemperatur sowie entsprechender Regelung der Heizleistung erfolgt.

[0004] Hierzu weist die US 4,934,349 zwei Kreise für die Zurverfügungstellung der Heizleistung auf, nämlich einen "Stable preheating circuit" und einen "quick preheating circuit" die beide entsprechend angesteuert werden.

[0005] Die EP 0 315 934 A1 offenbart ein Verfahren zur Regelung von Glühkerzen bei Dieselmotoren, bei welchem der Stromfluß zur Glühkerze durch Impulsbreitenmodulation periodisch aus- und eingeschaltet wird.

[0006] Während der Abschaltphasen wird eine den ohmschen Widerstand der Glühkerze repräsentierende physikalische Größe ermittelt. Nachdem dieses Meßergebnis einen vorgegebenen Sollwert überschritten hat, wird ein Regelungsvorgang eingeleitet, der die Temperatur der Glühkerze so einstellt, daß eine vorgegebene Betriebstemperatur eingehalten wird.

[0007] Die DE 693 04 586 offenbart ein Verfahren zum Betrieb eines Dieselmotors, bei welchem in einer sogenannten Vorwärmperiode die Glühdrähte der Glühkerzen aller Zylinder versorgt werden. Ferner wird gegebenenfalls nach dem Start des Motors noch ein Nachwärmen mittels der Kerzen vorgesehen.

[0008] Die US 4,444,160 offenbart ebenfalls eine Steuerung für Glühkerzen eines Dieselmotors, wobei die Steuerung ebenfalls vorsieht, daß vor dem Starten des Motors während eines ersten Aufheizzeitraums den

Glühkerzen ein höherer Strom zugeführt wird, so lange bis eine gewünschte Temperatur erreicht ist und nachher die Heizleistung reduziert wird, um die gewünschte Temperatur zu halten, bis der Motor sicher gestartet ist.

[0009] Die US 4,137,885 offenbart eine Schaltung zum Ansteuern von Glühkerzen, wobei aus zwei Eingangsgrößen eine Steuerzeit für die Glühkerzen generiert wird, um die Kerzen nicht zu beschädigen und eine zu lange Vorglühzeit zu vermeiden.

[0010] Die US 5,144,922 offenbart eine Schaltung zum Ansteuern von Glühkerzen in Heizintervallen, wobei zwischen den Heizintervallen mit einem Meßstrom die Glühkerzentemperatur ermittelt wird.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zu schaffen, mit dem Dieselmotoren optimiert betrieben werden können.

[0012] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Glühkerzen schnell aufheizende Stabglühkerzen verwendet werden, daß von einer Glühkerzensteuerung die Temperatur der Glühwendel der Stabglühkerzen gemessen wird, daß die Temperatur der Glühkerzen umfassende Daten von Glühkerzenzuständen von der Glühkerzensteuerung einer Motorsteuerung übermittelt werden, daß die Solltemperatur von der Motorsteuerung der Glühkerzensteuerung vorgegeben wird, und daß von der Glühkerzensteuerung jede Glühkerze mit einer separaten Leistungsendstufe gesteuert wird.

[0013] Um einen vorteilhaften Schnellstart zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß die Glühkerze als schnell aufheizende Stabglühkerze ausgebildet ist, welche von einem elektrischen Steuergerät dergestalt schnell aufgeheizt werden kann, daß sie bei gegebener Bordspannung einen bestimmten Strom für eine bemessene Zeit aufnehmen kann, so daß sie in kürzester Zeit eine die Kerze nicht schädigende Aufheizenergie aufnehmen kann, wobei es zur Aufbringung des großen Stromes vorteilhaft ist, die Nennspannung, d.h. die für den Dauerbetrieb der Kerze geeignete Spannung, an die diese angeschlossen werden kann, ohne daß es zu einer Schädigung der Glühkerze kommt, kleiner als die Bordnennspannung zu wählen, und daß nach Erreichen der für den Zündvorgang notwendigen Kerzentemperatur die Energiezufuhr vorteilhafterweise durch eine getaktete Stromversorgung bis zu ihrer Nenndauerleistung gedrosselt wird, so lange bis der Motor gestartet oder der Glühvorgang unterbrochen wird.

[0014] Ferner ist vorgesehen, daß eine Datenübermittlung des Glühkerzenzustands, insbesondere der Temperatur der Glühkerze, zwischen einer Motorsteuerung bzw. einem Motormanagement des Dieselmotors und der Glühkerzensteuerung erfolgt.

[0015] Von Vorteil ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wenn die Temperatur der Glühwendel von der Glühkerzensteuerung bestimmbar ist und die Glühkerzensteuerung eine Regelungseinheit umfaßt, die die Heizleistung der Versorgungseinheit in Abhängigkeit

von der Temperaturdifferenz zwischen der tatsächlich vorherrschenden Temperatur der Glühwendel und einer vorgegebenen Solltemperatur regelt.

[0016] Dabei ist es günstig, wenn die Glühkerzensteuerung eine Unterbrechereinheit umfaßt zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel, die die von einer Versorgungseinheit der Glühwendel zugeführte Heizleistung unterbricht.

[0017] Die Temperatur der Glühwendel kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch bestimmt werden, daß die Glühkerzensteuerung eine den elektrischen Widerstand der Glühwendel bestimmende und aus dem Widerstandswert die Temperatur der Glühwendel errechnende Meßeinheit umfaßt.

[0018] Es ist vorgesehen, daß die Glühkerze zunächst mit einer Leistung betrieben wird, der sie im Dauerbetrieb nicht standhalten kann, sondern bei der sie durchbrennen würde. Diese hohe Aufheizleistung wird ihr allerdings nur über eine Zeitspanne zugeführt, die so bemessen ist, daß noch keine Schädigung der sich allmählich erwärmenden Glühkerze eintritt. Die Glühkerze wird vielmehr nur so lange mit der hohen Aufheizleistung betrieben, bis sie ihre Solltemperatur erreicht hat. Die Dauer der Aufheizphase wird somit durch den Betrag der Aufheizleistung bestimmt und kann für jeden zur Verwendung kommenden Glühkerzentyp fest vorgegeben werden.

[0019] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, daß man die Heizleistung der Glühkerze dadurch regelt, daß man wiederholt die Temperatur einer Glühwendel der Glühkerze bestimmt, mit einer Solltemperatur vergleicht, und die Heizleistung zum Erreichen einer Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert einstellt.

[0020] Es wird die der Glühwendel zugeführte Leistung in Abhängigkeit von der Temperatur der Glühwendel der Glühkerze geregelt. Dadurch ist es möglich, die Glühkerze zum Aufheizen mit einer sehr hohen Leistung zu betreiben, die dann bei Erreichen der Solltemperatur gedrosselt wird.

[0021] Die Drosselung der Heizleistung kann dabei derart erfolgen, daß man den Betrag der praktisch kontinuierlich zugeführten Heizleistung reduziert, oder aber indem man die Heizleistung der Glühkerze getaktet zuführt, d.h. in gewissen Zeitintervallen unterbricht, wobei die Länge der unterbrechenden Zeitintervalle in Abhängigkeit von der tatsächlichen Temperatur der Glühwendel eingestellt wird.

[0022] Es ist vorgesehen, daß man zum einen die Glühkerze in der Aufheizphase mit einer sehr hohen Leistung betreibt, so daß die Glühkerze sehr schnell erwärmt wird und daß man zum anderen die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze ermittelt und so feststellen kann, wann die Solltemperatur erreicht wurde. Sobald dies der Fall ist, wird die der Glühkerze zugeführte Leistung gedrosselt und die Glühkerze wird maximal mit der Leistung betrieben, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann.

[0023] Alle Ausführungsformen ermöglichen kurze Energiebereitstellungszeiten zur Zündung des Kraftstoffes beim Starten von Dieselmotoren mit Glühkerzen. Die Abgasemissionen und der Motorverschleiß werden beim Kaltstart verringert, es tritt eine Komfortsteigerung durch die Verkürzung der Vorglühzeit ein.

[0024] Von Vorteil ist es, wenn die Kerzentemperatur durch das Verfahren stabilisiert wird durch Abfrage der Temperatur an der Glühkerzenspitze, so daß bei sinkender Temperatur (Schwachlastbetrieb des Motors) durch Zufuhr einer errechneten elektrischen Energiemenge (Zwischenglühen) die optimale Kerzentemperatur wieder erreicht wird, und diese Regelung während der gesamten Arbeitszeit des Motors erfolgt. Bei einer derartigen Ausgestaltung umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung zusätzlich eine Recheneinheit, die in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen dem Ist-Wert und dem Soll-Wert der Temperatur der Glühwendel die zum Erreichen der Solltemperatur erforderliche Energiemenge errechnet.

[0025] Bei einer Realisierung des Verfahrens ist die Glühkerze elektrisch mit einer Versorgungseinheit zur Bereitstellung einer elektrischen Heizleistung für die Glühkerze verbunden, wobei die Heizleistung der Versorgungseinheit mittels der Glühkerzensteuerung steuerbar ist.

[0026] Mit Hilfe der Versorgungseinheit wird die Glühkerze mit elektrischer Energie versorgt, wobei die Glühkerze in vorteilhafter Weise derart ausgestaltet sein kann, daß der Wert der elektrischen Spannung, mit der sie im Dauerbetrieb ohne Schädigung betrieben werden kann, die sogenannte Nennspannung, geringer ist als die Bordspannung, die beispielsweise im Kraftfahrzeug vorliegt. Dadurch ist es möglich, die Glühkerze während der Aufheizphase mit Hilfe der Versorgungseinheit mit der für den Dauerbetrieb der Glühkerze zu hohen Bordspannung zu betreiben und nach Ablauf der Aufheizphase die Versorgungsspannung der Glühkerze mit Hilfe des Steuergeräts auf den für den Dauerbetrieb der Glühkerze geeigneten Wert zu reduzieren.

[0027] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß als Nennspannung der Kerzen eine kleinere Spannung als die Bordnennspannung gewählt wird, vorzugsweise eine Spannung, die ungefähr der Hälfte der Bordspannung entspricht.

[0028] Günstig ist es, wenn die Recheneinheit der Glühkerzen-Steuer-Vorrichtung derart ausgestaltet ist, daß bei Startunterbrechung und Neustart nach kurzer Zeit durch Prüfen der Kerzentemperatur für den ersten Schnellstart-Heizimpuls die Energiemenge bzw. die Einwirkzeit neu berechnet und geregelt wird.

[0029] Es kann in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, daß jeder Glühvorgang im Betrieb des Motors dadurch gekennzeichnet ist, daß jeweils die aktuelle Temperatur der Glühkerzenspitze gemessen und die für das Erreichen der Solltemperatur notwendige elektrische Energie mit Hilfe der Recheneinheit ermittelt wird.

[0030] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Ver-

fahrens ist vorgesehen, daß man im Dauerbetrieb der Glühkerze die Heizleistung der Glühkerze dadurch regelt, daß man wiederholt die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze bestimmt, mit der Solltemperatur vergleicht und die Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert einstellt. Insbesondere kann die Einstellung der Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur dadurch erfolgen, daß der Wert der Heizleistung im Dauerbetrieb reduziert wird oder aber daß die Heizleistung getaktet zugeführt wird und die Länge der Taktintervalle der Temperaturdifferenz zwischen der Ist-Temperatur, d.h. der tatsächlichen Temperatur der Glühwendel, und der Solltemperatur entspricht.

[0031] Wird die Heizleistung der Glühkerze auch im Dauerbetrieb geregelt, so ist es dadurch möglich, auch während beliebiger Betriebszustände des Motors zusätzlich Glühvorgänge durchzuführen. Hierbei ist es von Vorteil, wenn man die Energiemengen, die bei einer bestimmten Ist-Temperatur zur Erreichung der Solltemperatur der Glühkerze zugeführt werden müssen, errechnet und anschließend die Heizleistung so lange der Glühkerze zuführt, bis die Glühkerze die vorbestimmte Energiemenge aufgenommen hat. Dadurch werden Fahreigenschaften und Abgasemissionen verbessert, und es tritt eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs sowie eine Verschleißverminderung des Motors aufgrund der Optimierung der Verbrennung ein.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß man zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel die Heizleistungszufuhr der Glühkerze kurzzeitig unterbricht.

[0033] Günstig ist es, wenn man die Heizleistungszufuhr bis zum Erreichen eines Temperaturgleichgewichts innerhalb der Glühwendel unterbricht.

[0034] Die Zeitspanne, bis sich nach einer Unterbrechung der Heizleistungszufuhr ein Temperaturgleichgewicht innerhalb der Glühkerze einstellt, ist abhängig vom jeweils zum Einsatz kommenden Glühkerzentyp. Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß man die Heizleistungszufuhr zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel für etwa 50 bis 60 msek unterbricht. Es hat sich herausgestellt, daß in vielen Fällen innerhalb einer derartigen Zeitspanne ein Temperaturgleichgewicht innerhalb der Glühwendel erzielt wird, so daß man vorteilhafterweise am Ende dieser Zeitspanne die Temperatur der Glühwendel bestimmt und zur Regelung der Heizleistung verwendet.

[0035] Günstig ist es, die Glühkerze derart auszugestalten, daß sie kurzzeitig die doppelte Nennspannung verkraften kann, ohne daß eine Schädigung der Glühkerze erfolgt.

[0036] Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung.

[0037] Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Steuergeräts zur Steuerung des Glühvorgangs der Glühkerzen eines Dieselmotors;

5 Figur 2: ein Blockschaltbild des Steuergeräts aus Figur 1;

Figur 3: den Verlauf der Glühkerzentemperatur und des zugeführten Heizstroms gemäß einer ersten Ausgestaltung der Ansteuerung der Glühkerze;

Figur 4: eine vergrößerte Darstellung des Details A aus Figur 3 und

15 Figur 5: den Verlauf der Glühkerzentemperatur und des zugeführten Heizstroms gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Ansteuerung der Glühkerze.

[0038] In Figur 1 ist als Funktionsschaubild in schematischer Weise eine Anlage zur Steuerung des Glühvorgangs insbesondere beim Schnellstart von Dieselmotoren (Selbstzünder) mit regelbaren Glühkerzen zum Vorglühen beim Startvorgang dargestellt. Diese umfaßt eine mit ihrer negativen Elektrode an Masse (GND) angeschlossene Batterie, deren positive Elektrode mit einem Anschluß 29 eines Steuergeräts 32 verbunden ist. Das Steuergerät 32 umfaßt eine zentrale Steuereinheit in Form einer Micro-Controller-Steuerung sowie eine Stromüberwachung mit Leistungsstufen, an die Anschlüsse G1, G2, G3, G4, G5 und G6 angeschlossen sind. Sowohl die Micro-Controller-Steuerung als auch die Stromüberwachung sind zur Spannungsversorgung an den Anschluß 29 angeschlossen. Die Micro-Controller-Steuerung ist außerdem über eine Leitung 12 mit der Stromüberwachung und über eine Leitung 14 unmittelbar mit den Leistungsstufen verbunden. Außerdem ist die Micro-Controller-Steuerung über eine Leitung 16 mit einem Anschluß 31 verbunden, an den die gemeinsame Masse (GND) angeschlossen ist. Außerdem ist ein weiterer Anschluß DL vorgesehen, über den die Micro-Controller-Steuerung an eine in der Zeichnung nicht dargestellte Motorsteuerung oder an ein Motormanagement anschließbar ist. An die Anschlüsse G1 bis G6 des Steuergeräts 32 sind Glühkerzen 20, 22, 24, 26, 28 und 30 angeschlossen, die außerdem mit der gemeinsamen Masse GND in Verbindung stehen.

[0039] Der Aufbau der Micro-Controller-Steuerung ergibt sich aus dem Blockschaltbild des Steuergeräts 32 in Figur 2. Die Micro-Controller-Steuerung umfaßt eine Stromversorgungseinheit, einen Mikroprozessor sowie eine Treiber- und Schutzschaltung. Der Mikroprozessor und die Treiber- und Schutzschaltung werden von der an den Anschluß 29 des Steuergeräts 32 angeschlossenen Stromversorgungseinheit mit elektrischer Energie versorgt. Die in Figur 1 schematisch als Anschluß DL dargestellte Verbindung zwischen Micro-Controller-

Steuerung und Motorsteuerung oder Motormanagement erfolgt über ein Dateninterface. Hierbei kann beispielsweise eine Eindraht-Verbindung oder ein CAN-Bus verwendet werden.

[0040] Wie aus Figur 2 deutlich wird, ist für jede Glühkerze eine separate Leistungsendstufe vorgesehen. Um eine möglichst übersichtliche Darstellung zu erzielen, werden in Figur 2 nur vier Leistungsendstufen und nur zwei Glühkerzen 28, 30 dargestellt, tatsächlich werden jedoch ebenso viele Endstufen wie Glühkerzen eingesetzt. Die Endstufen stehen jeweils mit der Treiber- und Schutzschaltung der Micro-Controller-Steuerung in Verbindung sowie mit einer Strommeßeinheit, die ihrerseits an die Treiber- und Schutzschaltung sowie an den Anschluß 29 angeschlossen ist. Statt jeder Glühkerze eine separate Endstufe zuzuordnen, kann auch vorgesehen sein, 2 oder mehr Glühkerzen in einer Parallelschaltung zusammenzufassen und eine derart gebildete Glühkerzengruppe mit einer Endstufe zu verbinden.

[0041] Die Verbindungsleitungen zwischen den Leistungsendstufen und den Glühkerzen 20 bis 30 dienen zum einen dazu, die Glühkerzen mit elektrischer Energie zu versorgen. Zum anderen erfolgt über diese Leitungen die Bestimmung der einzelnen Widerstände und damit auch der Temperatur der Glühkerzen. Hierzu wird deren Energieversorgung kurzzeitig unterbrochen, und statt dessen wird an die Glühkerzen eine Prüfspannung angelegt und der durch die Glühwendel fließende Strom von der Strommeßeinheit gemessen. Dies erfolgt durch die Steuerung der Endstufen mittels der Treiber- und Schutzschaltung, die ihrerseits an den Mikroprozessor gekoppelt ist. Aus dem gemessenen Strom kann bei bekannter Prüfspannung in üblicher Weise der elektrische Widerstand der Glühwendel ermittelt werden, dem wiederum ein bestimmter Temperaturwert zugeordnet werden kann. Die derart bestimmte Ist-Temperatur wird mit der Soll-Temperatur der Glühkerze verglichen, und aus der Temperaturdifferenz wird vom Mikroprozessor die für das Erreichen der Soll-Temperatur erforderliche Heizleistung berechnet, die den Glühkerzen anschließend über die Endstufen zugeführt wird.

[0042] Durch wiederholte kurzzeitige Unterbrechung der Heizleistungszufuhr der Glühkerzen und Bestimmung der jeweiligen Ist-Temperatur ist es möglich, die Glühkerzen innerhalb kurzer Zeit aufzuheizen und in stabilisierter Weise auf einer Soll-Temperatur zu halten. Die Heizleistungszufuhr wird jeweils für die Dauer von etwa 55 ms unterbrochen, so daß sich innerhalb der Glühkerze ein Temperaturgleichgewicht einstellt. Die Strommessung zur Bestimmung des Widerstands und damit auch der Temperatur der Glühkerze erfolgt am Ende des Unterbrechungsintervalls, wobei die Meßzeit ca. 20 μ s beträgt und bei einem Strommeßbereich von bis zu 200 Amp eine kleinste meßbare Auflösung von etwa 1 Amp erzielt wird.

[0043] Die Ansteuerung der Glühkerzen mittels des voranstehend beschriebenen Steuergeräts 32 kann dergestalt erfolgen, daß der zugeführte Heizstrom der

jeweiligen Temperaturdifferenz zwischen Ist- und Soll-Temperatur entspricht. Der sich daraus ergebende Temperatur- und Heizstromverlauf ist in Figur 3 dargestellt. Diese zeigt in einem oberen Diagramm den Verlauf der sich einstellenden Glühkerzentemperatur T in Abhängigkeit von der Zeit t , wobei sich die Glühkerzentemperatur T aufgrund des der Glühkerze zugeführten Heizstromes I ändert, dessen Verlauf, ebenfalls in Abhängigkeit von der Zeit t , in Figur 3 in einem unteren Diagramm dargestellt ist. Der in der jeweiligen Leistungsendstufe zugeordneten Glühkerze wird zunächst ein hoher Heizstrom I zugeführt, so daß sich die Glühkerze beträchtlich aufheizt. Mit zunehmender Ist-Temperatur wird die Heizstromzufuhr reduziert. Dies hat zur Folge, daß sich die Ist-Temperatur der Soll-Temperatur der Glühkerze allmählich annähert. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Bestimmung der Ist-Temperatur dadurch, daß die Heizleistungszufuhr, d.h. im vorliegenden Fall die Zufuhr des entsprechenden Heizstroms, kurzzeitig unterbrochen und der Widerstand der Glühwendel bestimmt wird. Die in regelmäßigen Abständen erfolgende Unterbrechung der Heizstromzufuhr ist vergrößert in Figur 4 dargestellt, die ebenfalls den Verlauf des Heizstroms I in Abhängigkeit von der Zeit t zeigt. Die Figur 4 zeigt eine vergrößerte Darstellung des in Figur 3 strichpunktiert gezeichneten Details A. Die Messung des Widerstands und damit auch der Glühkerzentemperatur erfolgt jeweils am Ende des Unterbrechungsintervalls und ist in Figur 4 durch die Pfeile 50 symbolisiert.

[0044] Bei der in Figur 3 dargestellten Ausgestaltung der Ansteuerung der Glühkerzen wird die Amplitude des Heizstroms I entsprechend der Temperaturdifferenz zwischen Ist- und Soll-Temperatur der Glühkerze verringert. Eine alternative Ansteuerungsmöglichkeit der Glühkerzen mittels des Steuergeräts 32 ist aus Figur 5 ersichtlich. Figur 5 zeigt in einem oberen Diagramm den sich einstellenden Verlauf der Glühkerzentemperatur T in Abhängigkeit von der Zeit t , der sich ergibt, wenn die Glühkerze entsprechend der in einem unteren Diagramm in der Figur 5 dargestellten Ansteuerung angesteuert wird. Das untere Diagramm zeigt die Glühkerzenansteuerung, d.h. den Verlauf des Glühkerzenstroms, in Abhängigkeit von der Zeit t . Wie ersichtlich, wird der der jeweiligen Endstufe zugeordneten Glühkerze während einer durch den Doppelpfeil 55 verdeutlichten Aufheizphase gleichbleibend ein Heizstrom mit maximaler Amplitude zugeführt, so daß sich die Glühkerze, wie aus dem oberen Diagramm der Figur 5 ersichtlich, sehr schnell aufheizt. Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird die Temperatur der Glühkerze während der sich anschließenden Haltephase, die durch den Doppelpfeil 60 verdeutlicht ist, konstant gehalten. Hierzu wird die Glühkerze getaktet angesteuert, d.h. der Heizstrom wird regelmäßig unterbrochen, so daß der Glühkerze insgesamt über die Zeit integriert eine geringere Heizleistung zugeführt wird. Auf diese Weise kann die Glühkerze während der Aufheizphase mit einer sehr hohen Heizleistung versorgt werden, der sie im Dauerbe-

trieb nicht standhalten würde, deren Zuführung jedoch eine sehr schnelle Aufheizung auf die Soll-Temperatur zur Folge hat. Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird die zugeführte Heizleistung auf einen Wert reduziert, der ausreichend ist, um die Temperatur der Glühkerze auf Soll-Temperatur zu halten, so daß eine Zerstörung der Glühkerze nicht zu befürchten ist.

[0045] Die Aufheizphase und das anschließende Halten der Temperatur sind nicht auf den Startvorgang des Dieselmotors oder auf eine maximale Glühkerzentemperatur beschränkt, sondern können auch zum sogenannten Zwischenglühen bei laufendem Motor und bei einer durch die Dieselmotorsteuerung ermittelten Glühtemperatur angewendet werden.

[0046] Um festzustellen, ob die Glühkerze bereits ihre Soll-Temperatur erreicht hat, kann auch bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform der Ansteuerung die Heizstromzufuhr regelmäßig für eine Dauer von ca. 55 ms unterbrochen und am Ende des Unterbrechungsintervals eine Temperaturbestimmung durchgeführt werden, wie dies unter Bezugnahme auf die Figuren 3 und 4 bereits erläutert wurde. Eine entsprechende Temperaturbestimmung kann sowohl während der Aufheizphase 55 als auch während der Haltephase 60 erfolgen. Hat die der jeweiligen Endstufe zugeordnete Glühkerze noch nicht ihre Soll-Temperatur erreicht, so wird die entsprechende Endstufe über die Treiber- und Schutzschaltung vom Mikroprozessor derart angesteuert, daß der Glühkerze gleichbleibend ein Heizstrom mit maximaler Amplitude zugeführt wird. Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird der Heizstrom nur noch getaktet, d.h. mit Unterbrechungen zugeführt, wie dies aus dem unteren Diagramm der Figur 5 deutlich wird. Die Dauer der Unterbrechungszeiten, d.h. das Verhältnis der Ein/Ausschaltzeiten der Endstufen kann vom Mikroprozessor durch Vergleich der Ist-Temperatur mit der Soll-Temperatur der jeweiligen Glühkerze errechnet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors durch Steuerung eines Glühvorgangs einer Glühkerze, bei welchem der Glühkerze zunächst während der Aufheizphase bis zum Erreichen einer Solltemperatur eine elektrische Aufheizleistung zugeführt wird, deren Betrag höher ist als die Dauerleistung, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann, wobei die Dauer der Aufheizphase so bemessen ist, daß keine Schädigung der Glühkerze erfolgt, und bei welchem nach Ablauf der Aufheizphase die Heizleistung der Glühkerze maximal der Dauerleistung entspricht und dadurch geregelt wird, daß die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze gemessen und mit einer Solltemperatur verglichen und die Heizleistung geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Glühkerzen schnell aufheizende Stabglühkerzen verwendet

werden, daß von einer Glühkerzensteuerung die Temperatur der Glühwendel der Stabglühkerzen gemessen wird, daß die Temperatur der Glühkerzen umfassende Daten von Glühkerzenzuständen von der Glühkerzensteuerung einer Motorsteuerung übermittelt werden, daß die Solltemperatur von der Motorsteuerung der Glühkerzensteuerung vorgegeben wird, und daß von der Glühkerzensteuerung jede Glühkerze mit einer separaten Leistungsendstufe gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Regelung auf die Solltemperatur während der gesamten Arbeitszeit des Motors erfolgt.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nennspannung der Kerzen kleiner als die Bordnennspannung gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nennspannung zur Erreichung der Nennleistung der Glühkerzen etwa die Hälfte der vorhandenen Bordnennspannung beträgt.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Startunterbrechung und Neustart nach kurzer Zeit durch Prüfen der Temperatur der Glühkerzen die Energiemenge bzw. die Einwirkzeit für den ersten Schnellstart-Heizimpuls neu berechnet und geregelt wird.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei jedem Glühvorgang im Betrieb des Motors die aktuelle Temperatur der Glühkerzenspitze gemessen und die für das Erreichen der Solltemperatur notwendige elektrische Energie ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Dauerbetrieb der Glühkerze die Heizleistung der Glühkerze dadurch geregelt wird, daß die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze bestimmt und durch Vergleich mit der Solltemperatur eine Temperaturdifferenz bestimmt wird und daß die Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** von der Glühkerzensteuerung zum Bestimmen der Temperatur der Glühwendel der Stabglühkerze die Zufuhr der Heizleistung kurzzeitig unterbrochen und dann die Temperatur gemessen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zufuhr der Heizleistung praktisch bis zum Erreichen eines Temperaturgleichgewichts innerhalb der Glühwendel unterbrochen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zufuhr der Heizleistung für etwa 50 bis 60 msec unterbrochen wird.
11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Glühkerzen verwendet werden, die kurzzeitig die doppelte Nennspannung verkraften, ohne daß eine Schädigung der Kerzen eintritt.

Claims

1. Method of operating a diesel engine by controlling a glowing operation of a glow plug, wherein an electric heating-up power is first supplied to the glow plug during the heating-up phase until a set temperature is reached, the amount of the electric heating-up power being higher than the continuous power that can be supplied to the glow plug during continuous operation without damage thereto, and the duration of the heating-up phase being of such length that no damage occurs to the glow plug, and wherein after termination of the heating-up phase, the heating power of the glow plug corresponds at most to the continuous power and is regulated by the temperature of the glow coil of the glow plug being measured and compared with a set temperature and the heating power being regulated, **characterized in that** sheathed glow plugs that heat up quickly are used as glow plugs, **in that** the temperature of the glow coil of the sheathed glow plugs is measured by a glow plug control device, **in that** data on glow plug states including the temperature of the glow plugs are transmitted to an engine control device by the glow plug control device, **in that** the set temperature is predetermined by the engine control device for the glow plug control device, and **in that** each glow plug is controlled with a separate power output stage by the glow plug control device.
2. Method in accordance with claim 1, **characterized in that** the regulation to the set temperature is carried out during the entire working time of the engine.
3. Method in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the nominal voltage of the plugs is selected so as to be smaller than the on-board nominal voltage.
4. Method in accordance with claim 3, **characterized in that** the nominal voltage for reaching the nominal

power of the glow plugs is approximately half of the on-board nominal voltage provided.

5. Method in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** in the event of interruption of start-up and restart after a short time, the amount of energy or the action time for the first quick-start heating impulse is recalculated and regulated by testing the temperature of the glow plugs.
6. Method in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** the current temperature of the glow plug tip is measured and the electrical energy necessary for reaching the set temperature determined for each glowing operation during operation of the engine.
7. Method in accordance with claim 6, **characterized in that** during continuous operation of the glow plug, the heating power of the glow plug is regulated by the temperature of the glow coil of the glow plug being determined and a temperature difference being formed by comparison with the set temperature, and by the heating power being set at a value corresponding to the temperature difference determined in order to reach the set temperature.
8. Method in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** in order to determine the temperature of the glow coil of the sheathed glow plug, the supply of heating power is interrupted for a short time by the glow plug control device and the temperature is then measured.
9. Method in accordance with claim 8, **characterized in that** the supply of heating power is interrupted practically until a temperature equilibrium within the glow coil is reached.
10. Method in accordance with claim 8 or 9, **characterized in that** the supply of heating power is interrupted for approximately 50 to 60 msec.
11. Method in accordance with any one of the preceding claims, **characterized in that** glow plugs which take twice the nominal voltage for a short time without any damage occurring to the plugs are used.

Revendications

1. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel par commande du préchauffage d'une bougie de préchauffage lors duquel une puissance de chauffage électrique, dont la valeur est supérieure à la puissance permanente qui peut être amenée à la bougie de préchauffage en fonctionnement permanent sans dommage, est tout d'abord amenée à la

bougie de préchauffage pendant la phase de chauffage jusqu'à ce qu'une température de consigne soit atteinte, la durée de la phase de chauffage étant mesurée de manière à ce que la bougie de préchauffage ne soit pas endommagée et lors duquel, à la fin de la phase de chauffage, la puissance de chauffage maximale de la bougie de préchauffage correspond à la puissance permanente et est réglée en mesurant la température des filaments spiralés de la bougie de préchauffage et en la comparant avec une température de consigne ainsi qu'en réglant la puissance de chauffage,

caractérisé en ce que des bougies de préchauffage à crayon à chauffage rapide sont utilisées comme bougies de préchauffage, **en ce que** la température des filaments spiralés des bougies de préchauffage à crayon est mesurée par un dispositif de commande des bougies de préchauffage, **en ce que** des données sur les états des bougies de préchauffage comprenant la température des bougies de préchauffage sont transmises par la commande des bougies de préchauffage à une commande de moteur, **en ce que** la température de consigne est prescrite à la commande des bougies de préchauffage par la commande du moteur et **en ce que** la commande des bougies de préchauffage commande chaque bougie de préchauffage par un étage de puissance final séparé.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réglage sur la température de consigne a lieu pendant toute la durée de fonctionnement du moteur.
3. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tension nominale des bougies est choisie inférieure à la tension nominale de bord.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la tension nominale permettant d'atteindre la puissance nominale des bougies de préchauffage correspond à environ la moitié de la tension nominale de bord disponible.
5. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en cas d'interruption du démarrage et de redémarrage après une brève durée, la quantité d'énergie et/ou le temps d'action pour la première impulsion de chauffage de démarrage rapide sont à nouveau calculés et réglés par contrôle de la température des bougies de préchauffage.
6. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors de chaque procédure de préchauffage pendant le fonctionnement du moteur, la température actuelle de la pointe de la

bougie de préchauffage est mesurée et **en ce que** l'énergie électrique nécessaire pour atteindre la température de consigne est déterminée.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, pendant le fonctionnement permanent de la bougie de préchauffage, la puissance de chauffage de la bougie de préchauffage est réglée en déterminant la température des filaments spiralés, **en ce qu'**une différence de température est déterminée par comparaison avec la température de consigne et **en ce que** la puissance de chauffage permettant d'atteindre la température de consigne est réglée sur une valeur correspondant à la différence de température déterminée.
8. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'alimentation en puissance de chauffage est brièvement interrompue par la commande des bougies de préchauffage pour déterminer la température des filaments spiralés de la bougie de préchauffage à crayon et **en ce que** la température est alors mesurée.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'alimentation en puissance de chauffage est interrompue pratiquement jusqu'à ce qu'un équilibre de température soit atteint à l'intérieur des filaments spiralés.
10. Procédé selon les revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** l'alimentation en puissance de chauffage est interrompue pendant environ 50 à 60 ms.
11. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des bougies de préchauffage qui supportent pendant une brève période la tension nominale double sans être endommagées sont utilisées.

FIG.1

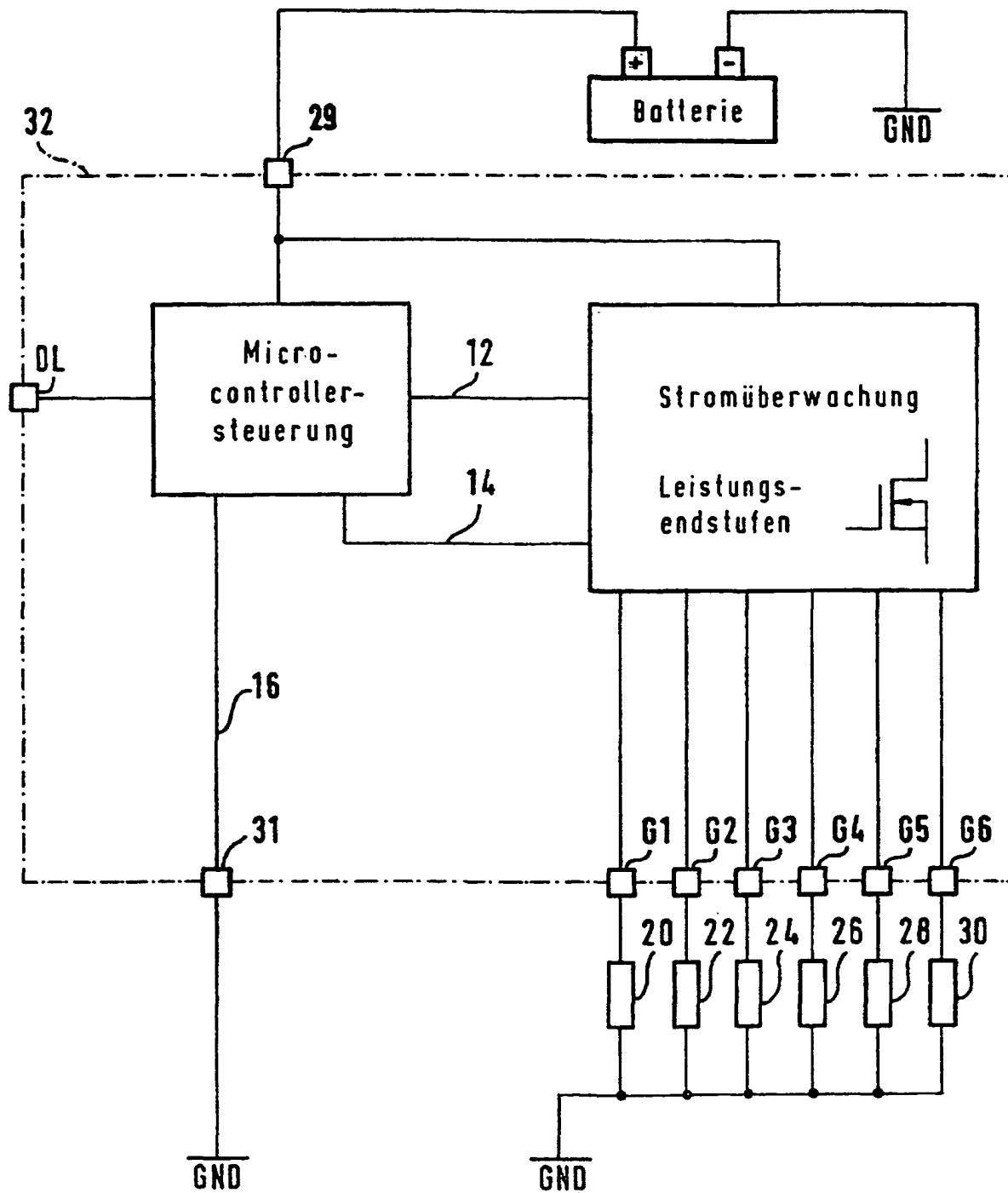


FIG. 2

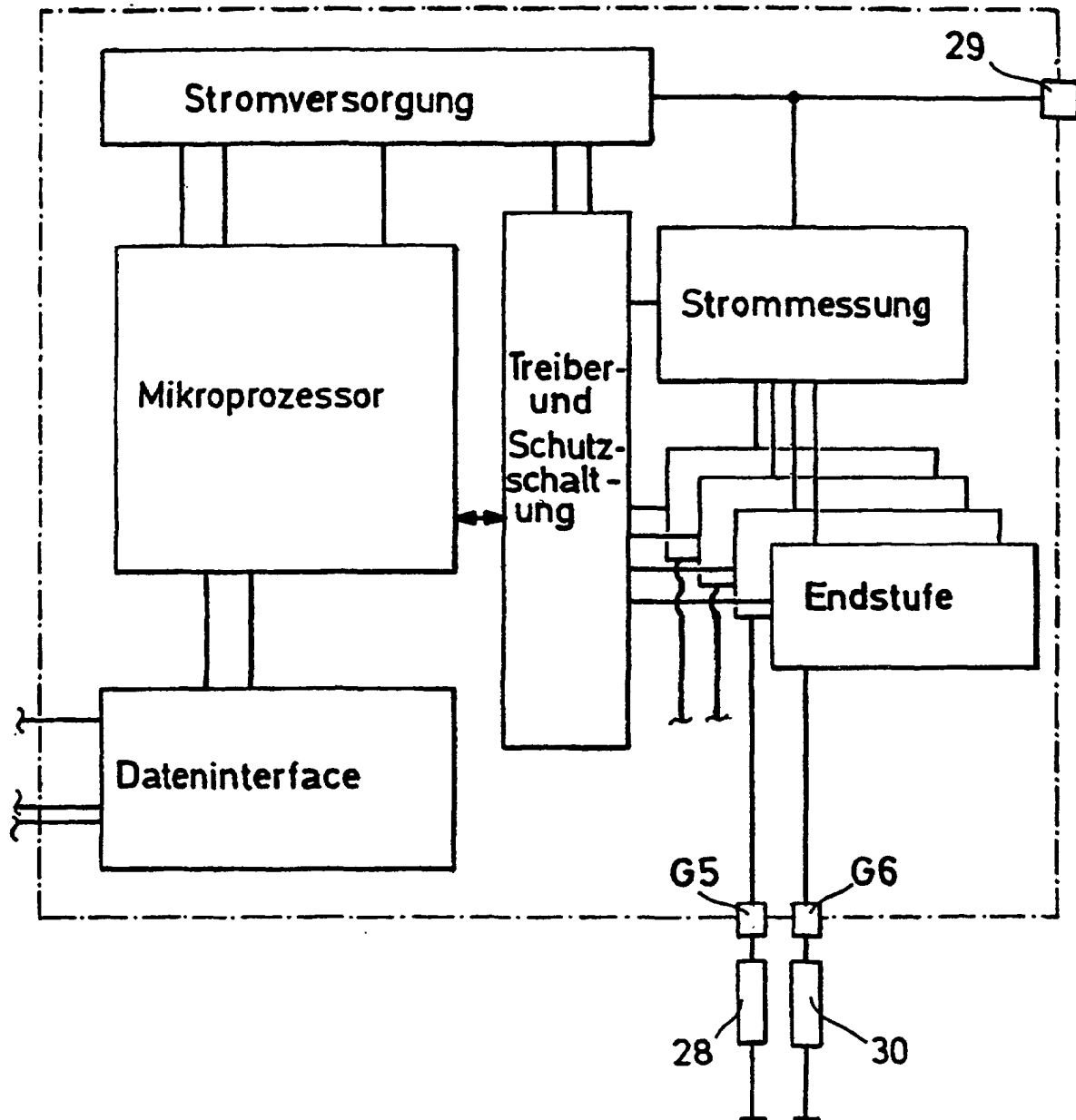


FIG.3

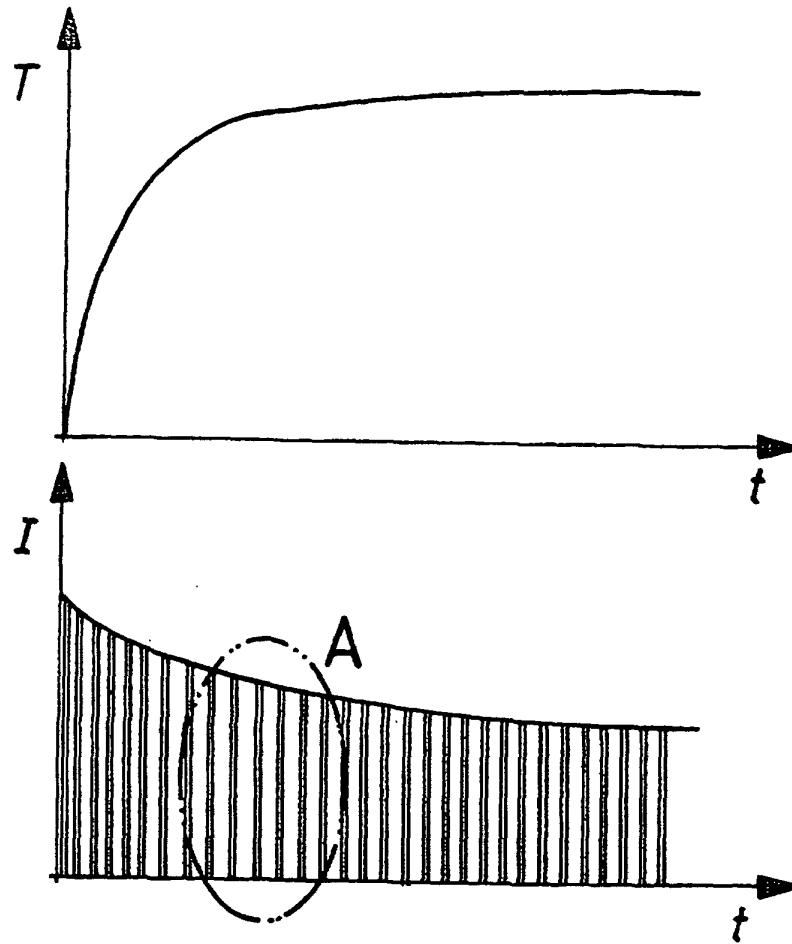


FIG.4

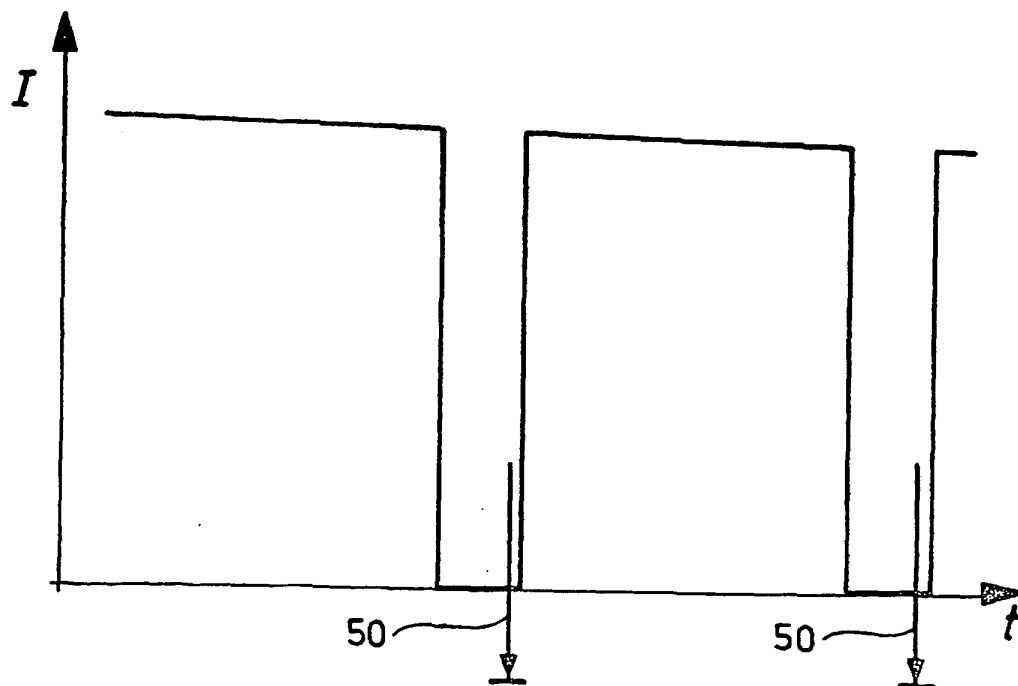


FIG. 5

