

(19)



(11)

EP 2 572 099 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
F02P 19/02 ^(2006.01) **F23Q 7/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11715469.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/055772

(22) Anmeldetag: **13.04.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/144393 (24.11.2011 Gazette 2011/47)

**(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REDUZIERUNG DER TEMPERATURTOLERANZ VON
GLÜHSTIFTKERZEN**

METHOD AND DEVICE FOR REDUCING THE TEMPERATURE TOLERANCE OF GLOW PLUGS

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE RÉDUCTION DE LA TOLÉRANCE À LA TEMPÉRATURE DE
BOUGIES-CRAYONS DE PRÉCHAUFFAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **18.05.2010 DE 102010029047**

(72) Erfinder: **JOOS, Sascha**
01099 Dresden (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.03.2013 Patentblatt 2013/13

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 762 724 EP-A2- 2 249 025
WO-A1-2007/020730 DE-A1-102006 010 081
DE-A1-102008 002 574

EP 2 572 099 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung der Temperaturtoleranz von Glühstiftkerzen. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Reduzierung der Temperaturtoleranz von Glühstiftkerzen. Die US 2009/0316328 A, die DE 10 2006 010081 A1 und die EP 1 762 724 A1 zeigen Verfahren und Vorrichtungen zur Identifizierung von Glühstiftkerzentypen auf Basis elektrischer Parameter. Bei niedrigen Temperaturen benötigt eine selbstzündende Verbrennungskraftmaschine eine Zündhilfe. Insbesondere wird die Zündhilfe zum Starten der Verbrennungskraftmaschine benötigt. Hierzu werden Glühstiftkerzen eingesetzt, die jeweils im Zylinderkopf eingebaut sind und in den Brennräum hineinragen. Die Glühstiftkerzen umfassen üblicherweise einen Glühstift, der dem zu zündenden Kraftstoff-Luft-Gemisch eine heiße Stelle anbietet, an der sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch entzünden kann.

10 Bei üblicherweise eingesetzten Glühstiftkerzen umfasst der Glühstift ein als elektrischer Widerstand ausgebildetes Heizelement. An das Heizelement wird eine Spannung angelegt, so dass durch das Heizelement ein Strom fließt, der den Glühstift auf eine definierte Temperatur aufheizt. Diese Temperatur wird so gewählt, dass sie ausreichend ist, um das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Brennräum der Verbrennungskraftmaschine zu zünden. Die Temperatur des Glühstiftes ergibt sich durch die angelegte Spannung und die Kühlung des Glühstiftes durch die laufende Verbrennungskraftmaschine. Je nach Motorzustand kann die Temperatur durch die Höhe der angelegten Spannung eingestellt werden. Damit während des Starts der Verbrennungskraftmaschine und in der Warmlaufphase der Glühstift die richtige Temperatur hat, muss

15 das Glühsystem, umfassend Glühstiftkerze, Steuergerät und Software angepasst werden.

[0002] Die Temperatur, auf die der Glühstift einer Glühstiftkerze aufgeheizt wird liegt üblicherweise im Bereich von 800 bis 1300°C. Im Allgemeinen weisen Glühstiftkerzen eine fertigungsbedingte Temperaturtoleranz auf. Diese liegt im Allgemeinen bei ungefähr $\pm 50^\circ\text{C}$. Die Temperaturunterschiede der einzelnen Glühstiftkerzen, die sich durch die Temperaturtoleranz bei der Fertigung ergeben, führen jedoch zu einer negativen Beeinflussung des Verbrennungsverhaltens im Kaltstart und dem Emissionsbetrieb. Zudem wird die Lebensdauer einzelner Glühstiftkerzen durch Temperaturabweichungen reduziert.

Offenbarung der Erfindung

30 Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reduzierung der Temperaturtoleranz von Glühstiftkerzen umfasst folgende Schritte:

35 (a) Klassifizieren der Glühstiftkerzen einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine in mindestens zwei Temperaturklassen wobei mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich oberhalb eines Solltemperaturbereichs umfasst, mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs und/oder eine Temperaturklasse den Solltemperaturbereich,

40 (b) Absenken der Ansteuerspannung von Glühstiftkerzen, die einer Temperaturklasse zugeordnet wurden, die einen Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs umfasst und Erhöhen der Ansteuerspannung von Glühstiftkerzen, die einer Temperaturklasse zugeordnet wurden, die einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst.

45 **[0004]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich die Temperaturtoleranz der Glühstiftkerzen reduzieren. Insbesondere wird durch das Verfahren die Toleranzkette, umfassend Kabelbaum, Kontaktwiderstände und Glühstiftkerze, berücksichtigt. Durch die Reduzierung der Temperaturtoleranz kann ein besseres Verhalten im Kaltstart erzielt werden und der Emissionsbetrieb verbessert werden. Zudem lässt sich eine längere Lebensdauer der Glühstiftkerze erreichen.

50 **[0005]** Durch die Verbesserung des Glühverhaltens und des Verbrennungsverhaltens wird die Verbrennungsstabilität beim Kaltstart erhöht und es werden die Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxid-Emissionen verringert.

[0006] Ein weiterer Vorteil ist, dass das Verfahren an der Verbrennungskraftmaschine im laufenden Betrieb durchgeführt werden kann, so dass keine externe Einstellung notwendig ist. Dies hat zudem den Vorteil, dass eine regelmäßige Überwachung der Temperaturtoleranzen erfolgen kann.

55 **[0007]** Um das Verfahren durchzuführen umfasst die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Reduktion der Temperaturtoleranz von Glühstiftkerzen, umfassend Mittel zum Klassifizieren der Glühstiftkerzen in mindestens zwei Temperaturklassen, wobei mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich oberhalb eines Solltemperaturbereichs umfasst, mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs und/oder

eine Temperaturklasse den Solltemperaturbereich, sowie Mittel zum Anpassen der Ansteuerspannung der Glühstiftkerzen in Abhängigkeit von der Temperaturklasse, der die Glühstiftkerze zugeordnet wurde.

[0008] Als Mittel zum Klassifizieren der Glühstiftkerzen und Mittel zum Anpassen der Ansteuerspannung der Glühstiftkerzen wird vorzugsweise ein Glühzeitsteuergerät eingesetzt, wie es bereits derzeit in Verbrennungskraftmaschinen verwendet wird.

[0009] Dies ermöglicht es auch, das erfindungsgemäße Verfahren an Verbrennungskraftmaschinen zu adaptieren, die bereits betrieben werden.

[0010] In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung werden zur Klassifizierung der Glühstiftkerzen Strom, Spannung und Ansteuerzeit gemessen und daraus Merkmale zur Klassifizierung berechnet. Als Merkmale zur Klassifizierung werden zum Beispiel Leistung, Widerstand, Energie und Zeitkonstante T_{63} , T_{100} berechnet. Die Zeitkonstante berücksichtigt die zeitliche Änderung der Temperatur respektive den Widerstand der Kerze bei Änderung der Ansteuerspannung (Spannungssprung).

[0011] Leistung, Widerstand, E und T_{63} und T_{100} können aus Strom, Spannung und Ansteuerzeit bereits mit derzeit eingesetzten Glühzeitsteuergeräten bestimmt werden. Dies erlaubt eine einfache Adaption des erfindungsgemäßen Verfahrens auch an bereits bestehende Systeme. Ein weiterer Vorteil ist, dass ohne großen apparativen Aufwand eine Klassifizierung der Glühstiftkerzen durchgeführt werden kann. Um die Glühstiftkerzen zu klassifizieren werden die Merkmale zur Klassifizierung, beispielsweise Leistung, Widerstand, E und T_{63} , T_{100} mit vorgegebenen Referenzwerten verglichen. Die vorgegebenen Referenzwerte sind dabei in einer ersten Ausführungsform Referenzwerte, die von außen vorgegeben werden und im Glühzeitsteuergerät oder einer anderen Vorrichtung zur Berechnung der Merkmale zur Klassifizierung abgelegt sind.

[0012] In einer alternativen Ausführungsform werden die Merkmale der einzelnen Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine miteinander verglichen. Wenn sich in diesem Fall zum Beispiel die Merkmale einer Glühstiftkerze signifikant von den Merkmalen der anderen Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine unterscheiden, so wird diese Glühstiftkerze je nachdem, wie sich die Merkmale unterscheiden, in die Temperaturklasse oberhalb des Solltemperaturbereichs oder in die Temperaturklasse unterhalb des Solltemperaturbereichs klassifiziert. In die Temperaturklasse, die den Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, wird die Glühstiftkerze zum Beispiel dann klassifiziert, wenn diese im Vergleich zu den anderen Glühstiftkerzen bei gleicher Ansteuerspannung deutlich mehr Leistung umsetzt. Entsprechend wird eine Glühstiftkerze, die bei gleicher Ansteuerspannung relativ zu den anderen Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine weniger Leistung umsetzt in die Temperaturklasse eingeteilt, die den Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs abdeckt. Um die Glühstiftkerzen in diesem Fall jeweils in die Temperaturklassen einteilen zu können, ist es insbesondere bevorzugt, wenn die Merkmale aller Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine zur Klassifizierung miteinander verglichen werden, wobei als Sollwertbereich ein Bereich festgelegt wird, in den bei mehr als drei Glühstiftkerzen die Merkmale von mindestens zwei Glühstiftkerzen fallen und bei drei Glühstiftkerzen die Merkmale, die eine mittlere Temperatur festlegen.

[0013] Darüber hinaus kann bei Über- oder Unterschreitung von Diagnosegrenzwerten die Kerze als defekt erkannt werden, wobei in diesem Fall keine Spannungsanpassung durchgeführt wird. Diagnosegrenzwerte sind z.B. Widerstände die weit außerhalb des möglichen Fertigungstoleranzbandes liegen. So kann zum Beispiel der Widerstand extrem hoch sein, das heißt deutlich größer als ein möglicher Toleranzwert und im Grenzfall gegen unendlich gehen, was auf eine unterbrochene Heizerleitung hinweist. Weiterhin kann der Widerstand einen sehr kleinen Wert aufweisen, der im Grenzfall gegen 0 Ohm geht, was auf einen Kurzschluss hinweist.

[0014] Neben den Merkmalen, die aus den gemessenen Größen, beispielsweise Strom, Spannung und Ansteuerzeit, berechnet werden, können auch Toleranzangaben aus der Fertigung bzw. der Einbauanordnung der Glühstiftkerzen innerhalb der Verbrennungskraftmaschine berücksichtigt werden, um die Wahrscheinlichkeit zu berücksichtigen, ob die Glühstiftkerze eine heiße oder eine kalte Glühstiftkerze ist und dazu in die Temperaturklasse, die den Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs oder in die Temperaturklasse, die den Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs abdeckt, zu klassifizieren ist.

[0015] Nach der Klassifizierung der Glühstiftkerzen in die Temperaturklassen wird für die Glühstiftkerzen, die einer Temperaturklasse zugeordnet wurden, die den Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs abdeckt, die Ansteuerspannung abgesenkt und für die Glühstiftkerzen, die einer Temperaturklasse zugeordnet wurden, die einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, die Ansteuerspannung erhöht. Bei Glühstiftkerzen, die in die Temperaturklasse fallen, die den Solltemperaturbereich umfasst, wird die Ansteuerspannung nicht korrigiert. Durch das Erhöhen der Ansteuerspannung setzt die Glühstiftkerze mehr Leistung um und die Temperatur der Glühstiftkerze steigt. Entsprechend setzt die Glühstiftkerze bei einer reduzierten Ansteuerspannung weniger Leistung um und die Glühstiftkerze heizt auf eine niedrigere Temperatur. Insbesondere bei mehr als nur einer Temperaturklasse, die jeweils die Temperaturbereiche oberhalb des Solltemperaturbereichs und unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, kann anhand der Temperaturklasse, in die die Glühstiftkerze eingeteilt wurde auch eine unterschiedliche Erhöhung oder Absenkung der Ansteuerspannung realisiert werden. Je stärker die Temperatur von der Solltemperatur abweicht umso stärker erfolgt in diesem Fall die Änderung der Ansteuerspannung.

[0016] Durch die Korrektur der Ansteuerspannung können die Glühstiftkerzen, die der Temperaturklasse, die einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst bzw. die der Temperaturklasse, die einen Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, in ein Zieltemperaturtoleranzband, das üblicherweise dem Solltemperaturbereich entspricht, gebracht werden. Die Zieltemperaturtoleranz liegt dabei vorzugsweise bei einer Temperaturabweichung von einer Solltemperatur von $\Delta T = 25^\circ\text{C}$. Für den Solltemperaturbereich bedeutet dies, dass dieser zwischen minimaler und maximaler Temperatur eine Temperaturdifferenz von 50°C umfasst.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Klassifizierung der Glühstiftkerzen und der Anpassung wird vorzugsweise während des Stillstands des Fahrzeugs bei aktivierter Zündung oder nach Ausschalten der Zündung, wenn sich das Steuergerät im Nachlauf befindet, durchgeführt. Alternativ ist es zum Beispiel auch möglich, die Messung im Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine durchzuführen, da hier eine konstante Drehzahl und Einspritzmenge und damit ein stationärer Betriebspunkt vorliegt. Bei der Messung müssen die Glühstiftkerzen jeweils einzeln angesteuert werden. Durch die Durchführung des Verfahrens bei Stillstand des Fahrzeugs, beispielsweise unmittelbar nach dem Starten der Verbrennungskraftmaschine bzw. zum Beispiel bei einem Ampelstopp wird sichergestellt, dass nicht während der Fahrt durch die Einstellung der Glühstiftkerzen Änderungen in der Leistung des Motors auftreten. Zudem wird der Motor bei Stillstand des Fahrzeugs üblicherweise bei Leerlaufdrehzahl bewegt, so dass ein konstantes Drehzahlniveau zum Einstellen und Anpassen der Glühstiftkerzen vorliegt.

[0018] In einer Ausführungsform der Erfindung werden zunächst die Merkmale zur Klassifizierung mit vorgegebenen Referenzwerten verglichen, um die Glühstiftkerzen zu klassifizieren und anschließend werden zur Verifikation die Merkmale aller Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine zur Klassifizierung miteinander verglichen, wobei als Sollwertbereich ein Bereich festgelegt wird, in den bei mehr als drei Glühstiftkerzen die Merkmale von mindestens zwei Glühstiftkerzen fallen und bei drei Glühstiftkerzen die Merkmale, die eine mittlere Temperatur festlegen. Durch den Vergleich mit vorgegebenen Referenzwerten und den Vergleich der Merkmale der Glühstiftkerzen untereinander wird eine zusätzliche Sicherheitsstufe zur Anpassung der Ansteuerspannung bereitgestellt.

[0019] Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, die Temperaturtoleranz von Glühstiftkerzen sowohl im gesteuerten als auch im geregelten Betrieb der Verbrennungskraftmaschine zu reduzieren. Durch die Reduktion der Temperaturtoleranz der Glühstiftkerzen wird das Glühverhalten bzw. das Verbrennungsverhalten der Verbrennungskraftmaschine verbessert. Dies führt zu einer Verbrennungsstabilität beim Kaltstart sowie zu einer Verringerung von Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxid-Emissionen. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass die Anpassung der Temperaturtoleranz der Glühstiftkerzen ohne zusätzlichen apparativen Aufwand und ohne zusätzliche Geräte durchgeführt werden kann. Auch ist es möglich, durch die Anpassung der Temperaturtoleranz der Glühstiftkerzen direkt in der Verbrennungskraftmaschine Glühstiftkerzen mit einem größeren Temperaturtoleranzband aus der Fertigung einzusetzen, so dass ein geringerer Ausschuss bei der Fertigung entsteht.

[0020] Insbesondere hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass durch Einstellung der Temperaturtoleranz der Glühstiftkerzen zum einen die spezifizierte Glühtemperatur im Kraftfahrzeug besser eingehalten werden kann und zum anderen die Glühtemperatur erhöht werden kann bzw. die Glühstiftkerzenlebensdauer in der Verbrennungskraftmaschine verlängert werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Figur dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0022] Die einzige Figur zeigt Spannungs-, Temperatur-, und Widerstandsverläufe in Abhängigkeit von der Zeit.

Ausführungsbeispiel der Erfindung

[0023] In der einzigen Figur sind die Verläufe von Temperatur, Widerstand und Spannung in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt.

[0024] Um Glühstiftkerzen zu klassifizieren, die außerhalb einer vorgegebenen Temperaturtoleranz liegen, werden zunächst Merkmale berechnet, die das dynamische Verhalten und das stationäre Verhalten der Glühstiftkerze beschreiben. Hierzu ist es zum Beispiel möglich, in einer Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs bei Stillstand des Kraftfahrzeugs und damit bei ruhiger Umgebungsluft die Glühstiftkerze mit einer vorgegebenen Ansteuerspannung anzusteuern, um die Merkmale der Glühstiftkerze zu bestimmen. Über den gesamten Zeitraum der Klassifizierung und der Erfassung der Temperaturtoleranz der Glühstiftkerze werden Spannung und Strom gemessen und zu vorgegebenen Zeitstempeln werden charakteristische Werte berechnet. Die berechneten charakteristischen Werte sind zum Beispiel der Widerstand der Glühstiftkerze, die Leistung der Glühstiftkerze, Zeitkonstanten T_{63} , das heißt, die Zeit bis 63% des Sollwertes, bzw. Zielwertes erreicht ist, wobei die Zeit wird mittels Timer im Steuergerät bestimmt wird, die Zeit, um ein bestimmtes Widerstandsniveau zu erzielen sowie Gradienten dT/dR .

[0025] Die Bestimmung der charakteristischen Merkmale für eine Glühstiftkerze ist zum Beispiel in Figur 1 dargestellt.

Hierzu wird in einem ersten Schritt ein Anfangswiderstand R_0 zu einem Startzeitpunkt 1 bestimmt. Zum Startzeitpunkt wird die Ansteuerspannung auf einen ersten Wert 3 angehoben. Durch das Anheben der Ansteuerspannung auf den ersten Wert 3 steigt die Temperatur 5 der Glühstiftkerze und der Widerstand 7 nimmt aufgrund der steigenden Temperatur ebenfalls zu.

[0026] Um einen schnellen Temperaturanstieg der Glühstiftkerze zu erzielen, liegt der erste Wert 3 für die Ansteuerspannung höher als die spätere Ansteuerspannung der Glühstiftkerze. Am Ende des Startvorgangs zu einem Zeitpunkt t_1 haben sich ein erstes Temperaturmaximum 9 und ein erstes Widerstandsmaximum 11 eingestellt. Zum Zeitpunkt t_1 wird die Spannung auf einen zweiten Wert 13 abgesenkt. Der Zeitpunkt, zu dem die Ansteuerspannung auf den zweiten Wert 13 abgesenkt wird, bestimmt sich durch

$$\int_t U^2 dt > E_{thres} \quad (1)$$

worin U die Ansteuerspannung, t die Zeit und E_{thres} die Energieschwelle, die so definiert ist, dass die Glühstiftkerze das zulässige Temperaturmaximum in der schnellen Aufheizphase (Pushen, $U_{push} > U_{nominal}$) nicht überschreitet. Die Energie kann entweder nach Gleichung 1 bestimmt werden, d.h. mittels Integral von (U^2/R) , wobei in Gleichung 1 $R=1$ gilt, oder alternativ durch das Integral von $(U \cdot I)$ entsprechend Gleichung (2).

$$\int_t (U \cdot I) dt > E_{thres} \quad (2)$$

[0027] Nach dem Absenken der Ansteuerspannung auf den zweiten Wert 13 nehmen sowohl Widerstand 7 als auch Temperatur 5 ab. Für den Widerstand 7 ergibt sich ein lokales Minimum 15. Dieses wird berechnet.

[0028] Nach einer vorgegebenen Zeit t_2 wird die Spannung auf einen dritten Wert angehoben. Der dritte Wert 17 der Ansteuerspannung ist dabei höher als der zweite Wert 13 und niedriger als der erste Wert 3. Übliche Werte für die Ansteuerspannung sind zum Beispiel für den ersten Wert 11 V, für den zweiten Wert 3,0 oder 5,5 V und für den dritten Wert 5 V, 7 V oder 7,5 V. Im Allgemeinen liegt der erste Wert für die Ansteuerspannung im Bereich von 9 bis 13 V, der zweite Wert für die Ansteuerspannung im Bereich von 2 bis 6 V und der dritte Wert für die Ansteuerspannung im Bereich von 4 bis 9 V.

[0029] Nach dem lokalen Minimum 15 des Widerstandes 7 steigt dieser wieder an. Hierbei stellt sich dann ein konstanter Wert 19 für den Widerstand ein. Der konstante Wert 19 wird bestimmt. Unmittelbar vor dem Anheben der Ansteuerspannung auf den dritten Wert wird der konstante Wert 19 erneut bestimmt. Nach dem Anheben der Ansteuerspannung auf den dritten Wert 17 wird erneut der Widerstand und damit auch die Leistung bestimmt. Zur Überprüfung, ob sich ein konstanter Widerstand bzw. eine konstante Leistung einstellt, wird am Ende des Messvorganges erneut der Widerstand bestimmt.

[0030] Anhand der gemessenen und bestimmten Werte wird die Glühstiftkerze in eine Temperaturklasse eingeteilt. Üblicherweise werden hierzu drei Temperaturklassen verwendet, wobei eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich oberhalb eines Solltemperaturbereichs umfasst, eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs und eine Temperaturklasse den Solltemperaturbereich.

[0031] Zur Einteilung der Glühstiftkerzen in eine der Temperaturklassen erfolgt ein Vergleich der gemessenen Werte mit abgespeicherten Werten. Die Werte können dabei zum Beispiel in einem Glühzeitsteuergerät abgelegt sein.

[0032] Die Einteilung der Glühstiftkerzen erfolgt dabei zum Beispiel nach folgenden Kriterien:

$$1. C_1 = \begin{cases} 1 & R_0 < R_{0,lower} \\ 0 & R_{0,lower} < R_0 < R_{0,upper} \\ -1 & R_0 > R_{0,upper} \end{cases}$$

$$2. C_2 = \begin{cases} 1 & t < t_{lower} \\ 0 & t_{lower} < t < t_{upper} \\ -1 & t > t_{upper} \end{cases}$$

$$3. C_3 = \begin{cases} 1 & R_{PushMax} < R_{PushMax,lower} \\ 0 & R_{PushMax,lower} < R_{PushMax} < R_{PushMax,upper} \\ -1 & R > R_{PushMax,upper} \end{cases}$$

$$4. C_4 = \begin{cases} 1 & R_{PostMin} < R_{PostMin,lower} \\ 0 & R_{PostMin,lower} < R_{PostMin} < R_{PostMin,upper} \\ -1 & R > R_{PostMin,upper} \end{cases}$$

$$5. C_5 = \begin{cases} 1 & T_{63/100} < t_{lower} \\ 0 & t_{lower} < T_{63/100} < t_{upper} \\ -1 & T_{63/100} > t_{upper} \end{cases}$$

$$6. C_{6-1} = \begin{cases} 1 & R < R_{lower} \\ 0 & R_{lower} < R < R_{upper} \\ -1 & R > R_{upper} \end{cases} \quad C_{6-2} = \begin{cases} -1 & P < P_{lower} \\ 0 & P_{lower} < P < P_{upper} \\ 1 & P > P_{upper} \end{cases}$$

$$7. C_7 = \begin{cases} 1 & T_{63/100} < t_{lower} \\ 0 & t_{lower} < T_{63/100} < t_{upper} \\ -1 & T_{63/100} > t_{upper} \end{cases}$$

$$8. C_{8-1} = \begin{cases} 1 & R < R_{lower} \\ 0 & R_{lower} < R < R_{upper} \\ -1 & R > R_{upper} \end{cases} \quad C_{8-2} = \begin{cases} -1 & P < P_{lower} \\ 0 & P_{lower} < P < P_{upper} \\ 1 & P > P_{upper} \end{cases}$$

$$9. C_9 = \begin{cases} -1 & dT/dR < (dT/dR)_{lower} \\ 0 & (dT/dR)_{lower} < dT/dR < (dT/dR)_{upper} \\ 1 & dT/dR > (dT/dR)_{upper} \end{cases}$$

$$10. C_{10} = \begin{cases} 1 & (R_{60} - R_0) < (R_{60} - R_0)_{lower} \\ 0 & (R_{60} - R_0)_{lower} < (R_{60} - R_0) < (R_{60} - R_0)_{upper} \\ -1 & (R_{60} - R_0) > (R_{60} - R_0)_{upper} \end{cases}$$

[0033] In den vorstehenden Zuordnungen bedeutet 1 eine Zuordnung in die Temperaturklasse, die den Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, -1 die Temperaturklasse, die den Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst und 0 die Temperaturklasse, die den Solltemperaturbereich umfasst.

[0034] In den Zuordnungen bedeuten:

C1:

R_0 : Kaltwiderstand der Kerze, Widerstand beim Einschalten der Glühstiftkerze

$R_{0,lower}$: untere Grenze für den Kaltwiderstand, damit die Kerze anhand von diesem Kriterium als Nominalkerze eingeordnet werden kann.

$R_{0,upper}$: obere Grenze für den Kaltwiderstand, damit die Kerze anhand von diesem Kriterium als Nominalkerze eingeordnet werden kann.

C2:

t: Zeit von Bestromung der Kerze bis zum Erreichen des maximalen Widerstands (Zeit von Punkt 1 bis 11),
 t_{lower} : obere Grenze für die Zeit damit die Kerze anhand von diesem Kriterium als Nominalkerze eingeordnet werden kann
 t_{upper} : untere Grenze für die Zeit damit die Kerze anhand von diesem Kriterium als Nominalkerze eingeordnet werden kann.

C3:

$R_{pushmax}$: maximaler Widerstand nach dem Pushen (schnelles Aufheizen), d.h. Widerstand nach dem Anlegen der hohen Spannung Punkt 3 von z.B. 11V. Indizes lower, upper analog C1, C2 jedoch in dem Fall für den Widerstand nach dem Pushen (max. Widerstand nach dem Pushen)

C4:

$R_{PostMin}$: minimaler Widerstand nach dem Pushen und Anlegen einer niedrigeren Spannung von z.B. 5.5V (Punkt 13)

C5:

Zeitkonstante bis 63% oder 100% des stationären Widerstands beim Anlegen einer Spannung von z.B. 5.5V erreicht ist. Ausgangswert ist der minimale Widerstand nach dem Pushen, d.h. es wird die Differenz zwischen $R(5.5V \text{ stationär})$ und $R_{PostMin}$, $\Delta R = R(5.5V) - R_{PostMin}$ gebildet. Die Zeitkonstante wird dann aus der Zeitdifferenz ($\Delta t = t(5.5V) - t(R_{PostMin})$) von $R_{PostMin}$ bis zum Erreichen von 63% oder 100% von $R(5.5V)$ bestimmt. $T_{63} = 63\%$ von Δt bzw. $T_{100} = 100\%$ von Δt .

C6:

R: Widerstand (berechnet aus gemessener Spannung U und Stromstärke I) zwischen t_1 und t_2 ; der Widerstand der Kerze ist stationär und repräsentiert einen stationären Temperaturwert der Kerze. Alternativ kann in dieser Phase auch die Leistung P bestimmt werden

C7:

Zeitkonstante bis 63% oder 100% des stationären Widerstands beim Anlegen einer Spannung von z.B. 7.4V erreicht ist. Ausgangswert ist der stationäre Widerstand zwischen t_1 und t_2 , das heißt, es wird die Differenz zwischen $R(7.4V)$ und $R(5.5V)$, $\Delta R = R(7.4V) - R(5.5V)$ gebildet. Die Zeitkonstante wird dann aus der Zeitdifferenz ($\Delta t = t(7.4V) - t(5.5V)$) von $R(5.5V)$ bis zum Erreichen von 63% oder 100% von $R(7.4V)$ bestimmt. $T_{63} = 63\%$ von Δt bzw. $T_{100} = 100\%$ von Δt

C8:

analog C6 jedoch für die Phase $t > t_2$

C9:

$dT / dR = (T(7.4V) - T(5.5V)) / (R(7.4V) - R(5.5V))$, T = Temperatur, 7.4V exemplarische Spannung in der Phase, $t > t_2$ und 5.5V für $t_1 < t_2$. Die Referenztemperaturen für die Referenzspannung (z.B. 5.5V und 7.4V) werden im Steuergerät hinterlegt.

C10:

$R_{60} - R_0$: Widerstandsdifferenz zwischen stationärem Endwert (R_{60} entspricht hierbei dem Widerstand R von C6_1 bzw. dem Widerstand R von C8_1) im Zeitbereich $t_1 < t < t_2$ oder für $t > t_2$ und Kaltwiderstand R_0 (C1).

[0035] Um ein Kriterium zu finden, welcher Temperaturklasse die Glühstiftkerze im Endeffekt zugeordnet wird, werden die einzelnen Klassifikationen jeweils mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert und addiert. Wenn der so bestimmte Wert

größer als ein oberer vorgegebener Wert ist, wird die Glühstiftkerze der Temperaturklasse zugeordnet, die oberhalb des Solltemperaturbereichs liegt, wenn der bestimmte Wert kleiner ist als ein unterer vorgegebener Grenzwert, wird die Glühstiftkerze der Temperaturklasse zugeordnet, die den Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, und wenn der Wert zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert liegt, der Temperaturklasse, die den Solltemperaturbereich umfasst.

[0036] Wenn die Glühstiftkerze der Temperaturklasse zugeordnet wird, die den Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, wird die Ansteuerspannung erhöht und wenn die Glühstiftkerze der Temperaturklasse zugeordnet wird, die den Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs umfasst, wird die Ansteuerspannung reduziert.

[0037] Alternativ ist es auch möglich, anstelle der Ansteuerspannung den Widerstand der Glühstiftkerze zu ändern. Hierbei wird ebenfalls die Spannung verändert, jedoch nicht "pauschal" mit einer fest definierten konstanten Korrekturspannung, sondern derart, dass sich ein geforderter Widerstand einstellt. Die Spannung wird solange variiert bis sich eine gewünschte Temperatur und damit ein bestimmter Widerstand an der Glühstiftkerze einstellt. Ist z.B. der Widerstand zu niedrig wird mehr Leistung umgesetzt und die Kerze ist zu heiß. In diesem Fall wird die Spannung reduziert bis ein geforderter Widerstand erreicht ist.

[0038] In einer alternativen Ausführungsform ist es auch möglich, die Glühstiftkerzen untereinander zu vergleichen. Hierzu können die gleichen berechneten Merkmale herangezogen werden wie zuvor beschrieben, beispielsweise Leistung, Widerstand, Strom, T_{63} oder auch Gradienten.

[0039] Nach der Bestimmung der Merkmale kann zum Beispiel anhand eines Wahrscheinlichkeitsmodells abgeschätzt werden, welcher Temperaturklasse die Glühstiftkerze zugeordnet werden soll.

[0040] Üblicherweise erfolgt bereits eine Klassifizierung in Temperaturbereiche bei der Produktion der Glühstiftkerzen. Diese werden üblicherweise eingeteilt in kalte Glühstiftkerzen, mittlere Glühstiftkerzen und heiße Glühstiftkerzen. In der weiteren Verwendung werden dann jeweils Glühstiftkerzen aus der gleichen Gruppe in eine Verbrennungskraftmaschine eingebaut.

[0041] Die Temperaturbereiche, in denen die Glühstiftkerzen bei der Produktion klassifiziert werden, sind jedoch im Allgemeinen größer als die gewünschte Temperaturtoleranz für die Verbrennungskraftmaschine. Es ist jedoch immer möglich, dass auch in einer Verbrennungskraftmaschine Glühstiftkerzen aus unterschiedlichen Temperaturklassen eingebaut werden. In diesem Fall kann durch das erfindungsgemäße Verfahren die Temperaturtoleranz zum Beispiel durch Anpassen der Ansteuerspannung eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung der Temperaturtoleranz von Glühstiftkerzen, wobei das Verfahren in einem laufenden Betrieb der Verbrennungskraftmaschine durchgeführt wird, folgenden Schritte umfassend:

(a) Klassifizieren der Glühstiftkerzen einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine in mindestens zwei Temperaturklassen, wobei mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich oberhalb eines Solltemperaturbereichs umfasst, mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs und/oder eine Temperaturklasse den Solltemperaturbereich,

(b) Absenken der Ansteuerspannung von Glühstiftkerzen, die einer Temperaturklasse zugeordnet wurden, die einen Temperaturbereich oberhalb des Solltemperaturbereichs umfasst und Erhöhen der Ansteuerspannung von Glühstiftkerzen, die einer Temperaturklasse zugeordnet wurden, die einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs umfasst,

(c) wobei für die Klassifizierung zu einem Startzeitpunkt ein erster Wert (3) einer Ansteuerspannung, danach ein zweiter Wert (13) einer Ansteuerspannung und danach ein dritte Wert (17) für die Ansteuerspannung an die Glühkerze angelegt wird, dass der dritte Wert für die Ansteuerspannung höher ist als der zweite Wert (13) für die Ansteuerspannung und niedriger ist als der erste Wert (3) für die Ansteuerspannung,

(d) wobei für die Klassifizierung Strom, Spannung und Ansteuerzeit gemessen werden und daraus Merkmale zur Klassifizierung berechnet werden,

(e) wobei als Merkmale zur Klassifizierung Leistung, Widerstand, Energie und Zeitkonstante T_{63} berechnet werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Merkmale zur Klassifizierung mit vorgegebenen Referenzwerten verglichen werden, um die Glühstiftkerzen zu klassifizieren.

3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Merkmale aller Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine zur Klassifizierung miteinander verglichen werden, wobei als Soll-

wertbereich ein Bereich festgelegt wird, in den bei mehr als drei Glühstiftkerzen die Merkmale von mindestens zwei Glühstiftkerzen fallen und bei drei Glühstiftkerzen die Merkmale, die eine mittlere Temperatur festlegen.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klassifizierung der Glühstiftkerzen und die Anpassung der während Stillstands des Fahrzeugs durchgeführt werden.
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst die Merkmale zur Klassifizierung mit vorgegebenen Referenzwerten verglichen werden, um die Glühstiftkerzen zu klassifizieren und anschließend zur Verifikation die Merkmale aller Glühstiftkerzen der Verbrennungskraftmaschine zur Klassifizierung miteinander verglichen werden, wobei als Sollwertbereich ein Bereich festgelegt wird, in den bei mehr als drei Glühstiftkerzen die Merkmale von mindestens zwei Glühstiftkerzen fallen und bei drei Glühstiftkerzen die Merkmale, die eine mittlere Temperatur festlegen.
6. Vorrichtung zur Reduzierung der Temperatortoleranz von Glühstiftkerzen im laufenden Betrieb der Verbrennungskraftmaschine, umfassend Mittel zum Klassifizieren der Glühstiftkerzen in mindestens zwei Temperaturklassen, wobei mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich oberhalb eines Solltemperaturbereichs umfasst, mindestens eine Temperaturklasse einen Temperaturbereich unterhalb des Solltemperaturbereichs und/oder eine Temperaturklasse den Solltemperaturbereich, sowie Mittel zum Anpassen der Ansteuerspannung der Glühstiftkerzen in Abhängigkeit von der Temperaturklasse, der die Glühstiftkerze zugeordnet wurde, wobei die Mittel für die Klassifizierung zu einem Startzeitpunkt ein erster Wert (3) einer Ansteuerspannung, danach ein zweiter Wert (13) einer Ansteuerspannung und danach ein dritter Wert (17) für die Ansteuerspannung an die Glühkerze anlegen, so dass der dritte Wert für die Ansteuerspannung höher ist als der zweite Wert (13) für die Ansteuerspannung und niedriger ist als der erste Wert (3) für die Ansteuerspannung, wobei die Mittel für die Klassifizierung Strom, Spannung und Ansteuerzeit messen und daraus Merkmale zur Klassifizierung berechnen, wobei die Mittel als Merkmale zur Klassifizierung Leistung, Widerstand, Energie und Zeitkonstante T_{63} berechnen.
7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Klassifizieren der Glühstiftkerzen und die Mittel zum Anpassen der Ansteuerspannung der Glühstiftkerzen ein Glühzeitsteuergerät umfassen.

Claims

1. Method for reducing the temperature tolerance of glow plugs, the method being carried out during continuous operation of the internal combustion engine, comprising the following steps:
 - (a) classifying the glow plugs of an auto compression-ignition internal combustion engine into at least two temperature classes, wherein at least one temperature class comprises a temperature range above a target temperature range, at least one temperature class comprises a temperature range below the target temperature range and/or a temperature class comprises the target temperature range,
 - (b) lowering the drive voltage of glow plugs which have been assigned to a temperature class which comprises a temperature range above the target temperature range, and increasing the drive voltage of glow plugs which have been assigned to a temperature class which comprises a temperature range below the target temperature range,
 - (c) wherein, for the classification at a starting time, a first value (3) of a drive voltage, after that a second value (13) of a drive voltage and after that a third value (17) for the drive voltage is applied to the glow plug, wherein the third value for the drive voltage is higher than the second value (13) for the drive voltage and is lower than the first value (3) for the drive voltage,
 - (d) wherein, for the classification, current, voltage and drive time are measured and features for the classification are calculated therefrom,
 - (e) wherein power, resistance, energy and time constant T_{63} are calculated as features for the classification.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the features for the classification are compared with predefined reference values in order to classify the glow plugs.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the features of all the glow plugs of the internal combustion engine are compared with one another for the classification, wherein the target value range is defined as a range in which, in the case of more than three glow plugs, the features of at least two glow plugs fall and, in the case of three glow plugs, the features which define an average temperature.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the classification of the glow plugs and the adaptation of the are carried out while the vehicle is at a standstill.
5. Method according to one of the preceding claims **characterized in that** first of all the features for the classification are compared with a predefined reference value in order to classify the glow plugs and then, for verification the features of all the glow plugs of the internal combustion engine are compared with one another for the classification, wherein the range defined as a target value range is a range in which, in the case of more than three glow plugs, the features of at least two glow plugs fall and, in the case of three glow plugs, the features which define an average temperature.
6. Device for reducing the temperature tolerance of glow plugs during continuous operation of the internal combustion engine, comprising means for classifying the glow plugs into at least two temperature classes, wherein at least one temperature class comprises a temperature range above a target temperature range, at least one temperature class comprises a temperature range below the target temperature range and/or a temperature class comprises the target temperature range, and means for adapting the drive voltage of the glow plugs on the basis of the temperature class to which the glow plugs have been assigned, wherein, for the classification at a starting time, the means apply a first value (3) of a drive voltage, after that a second value (13) of a drive voltage and after that a third value (17) for the drive voltage to the glow plug, so that the third value for the drive voltage is higher than the second value (13) for the drive voltage and is lower than the first value (3) for the drive voltage, wherein the means for the classification measure current, voltage and drive time and calculate features for the classification therefrom, wherein the means calculate power, resistance, energy and time constant T_{63} as features for the classification.
7. Device according to Claim 6, **characterized in that** the means for classifying the glow plugs and the means for adapting the drive voltage of the glow plugs comprise a glow-plug controller.

Revendications

1. Procédé de réduction de la tolérance en température de bougies crayons de préchauffage, le procédé étant mis en oeuvre pendant un fonctionnement du moteur à combustion interne, comprenant les étapes suivantes :
 - (a) classification des bougies crayons de préchauffage d'un moteur à combustion interne à autoallumage en au moins deux classes de température, au moins une classe de température comprenant une plage de températures au-dessus d'une plage de températures de consigne, au moins une classe de température une plage de températures au-dessous de la plage de températures de consigne et/ou une classe de température la plage de températures de consigne,
 - (b) abaissement de la tension d'excitation des bougies crayons de préchauffage qui ont été affectées à une classe de températures qui comprend une plage de températures au-dessus de la plage de températures de consigne et élévation de la tension d'excitation des bougies crayons de préchauffage qui ont été affectées à une classe de températures qui comprend une plage de températures au-dessous de la plage de températures de consigne,
 - (c) la classification étant effectuée en appliquant à la bougie crayon de préchauffage, à un instant de départ, une première valeur (3) d'une tension d'excitation, ensuite une deuxième valeur (13) de la tension d'excitation et ensuite une troisième valeur (17) de la tension d'excitation, la troisième valeur de la tension d'excitation étant supérieure à la deuxième valeur (13) de la tension d'excitation et inférieure à la première valeur (3) de la tension d'excitation,
 - (d) le courant, la tension et la durée d'excitation étant mesurés pour la classification et des caractéristiques destinées à la classification étant calculées à partir de ceux-ci,
 - (e) les caractéristiques destinées à la classification calculées étant la puissance, la résistance, l'énergie et la constante de temps T_{63} .
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les caractéristiques destinées à la classification sont comparées à des valeurs de référence prédéfinies afin de classer les bougies crayons de préchauffage.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les caractéristiques de toutes les bougies crayons de préchauffage du moteur à combustion interne sont comparées entre elles en vue de la classification, la plage définie en tant que plage de consigne étant celle dans laquelle se trouvent les caractéristiques d'au moins deux bougies crayons de préchauffage dans le cas de plus de trois bougies crayons de préchauffage

et, dans le cas de trois bougies crayons de préchauffage, les caractéristiques qui définissent une température moyenne.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la classification des bougies crayons de préchauffage et l'adaptation de sont effectuées pendant l'arrêt du véhicule.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les caractéristiques destinées à la classification sont tout d'abord comparées à des valeurs de référence prédéfinies afin de classer les bougies crayons de préchauffage, et ensuite, pour vérification, les caractéristiques de toutes les bougies crayons de préchauffage du moteur à combustion interne sont comparées entre elles en vue de la classification, la plage définie en tant que plage de consigne étant celle dans laquelle se trouvent les caractéristiques d'au moins deux bougies crayons de préchauffage dans le cas de plus de trois bougies crayons de préchauffage et, dans le cas de trois bougies crayons de préchauffage, les caractéristiques qui définissent une température moyenne.
6. Dispositif de réduction de la tolérance en température de bougies crayons de préchauffage pendant le fonctionnement du moteur à combustion interne, comprenant des moyens servant à la classification des bougies crayons de préchauffage en au moins deux classes de température, au moins une classe de température comprenant une plage de températures au-dessus d'une plage de températures de consigne, au moins une classe de température la plage de températures au-dessous de la plage de températures de consigne et/ou une classe de température la plage de températures de consigne, ainsi que des moyens servant à l'adaptation de la tension d'excitation des bougies crayons de préchauffage en fonction de la classe de températures à laquelle a été affectée la bougie crayon de préchauffage, les moyens servant à la classification appliquant à la bougie crayon de préchauffage, à un instant de départ, une première valeur (3) d'une tension d'excitation, ensuite une deuxième valeur (13) d'une tension d'excitation et ensuite une troisième valeur (17) de la tension d'excitation, de telle sorte que la troisième valeur de la tension d'excitation est supérieure à la deuxième valeur (13) de la tension d'excitation et inférieure à la première valeur (3) de la tension d'excitation, les moyens servant à la classification mesurant le courant, la tension et la durée d'excitation et calculant des caractéristiques destinées à la classification à partir de ceux-ci, les moyens calculant comme caractéristiques destinées à la classification la puissance, la résistance, l'énergie et la constante de temps T_{63} .
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens servant à la classification des bougies crayons de préchauffage et les moyens servant à l'adaptation de la tension d'excitation des bougies crayons de préchauffage comprennent un contrôleur de temps de préchauffage.

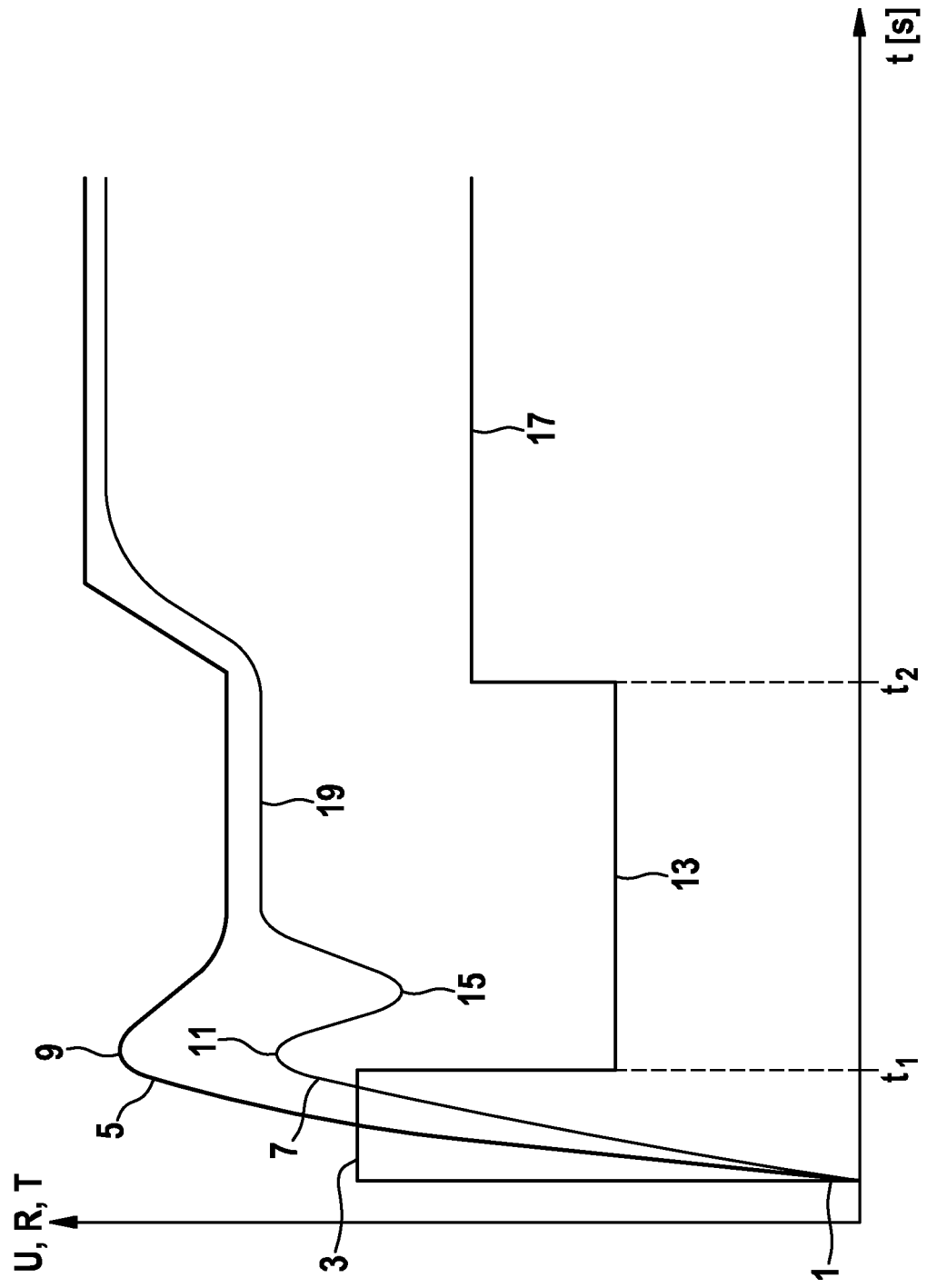


Fig. 1

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 20090316328 A [0001]
- DE 102006010081 A1 [0001]
- EP 1762724 A1 [0001]