



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 12 088 A1 2004.09.30

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 12 088.2  
(22) Anmeldetag: 19.03.2003  
(43) Offenlegungstag: 30.09.2004

(51) Int Cl.7: B60K 41/02  
F16D 48/08

(71) Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

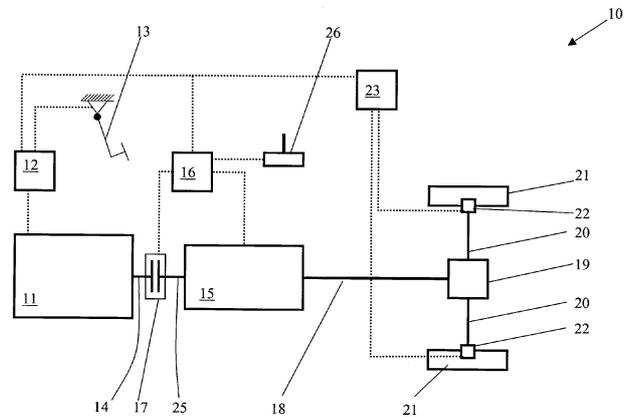
(72) Erfinder:  
Heber, Klaus, Dipl.-Ing., 71686 Remseck, DE;  
Lang, Jürgen, Dipl.-Ing., 71522 Backnang, DE;  
Rink, Anton, Dr.-Ing., 76137 Karlsruhe, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs

(57) Zusammenfassung: Bei einem bekannten Verfahren überwacht eine Steuerungseinrichtung bei vollständig geschlossener Reibungskupplung Drehzahlen vor und nach der Kupplung. Sobald ein Schlupf auftritt, reduziert die Steuerungseinrichtung zeitlich begrenzt ein abgegebenes Drehmoment einer Antriebsmaschine. Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, mittels welchem unter größtmöglicher Beachtung einer Drehmomentvorgabe eines Fahrzeugführers Beschädigungen an der Reibungskupplung und weiteren Komponenten des Getriebes vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird von der Steuerungseinrichtung bei schlupfender Reibungskupplung eine in der Reibungskupplung dissipierte Energiemenge und/oder eine Temperatur der Reibungskupplung bestimmt. Falls die dissipierte Energiemenge und/oder die Temperatur Grenzwerte überschreiten, reduziert die Steuerungseinrichtung das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine. Gemäß einer zweiten Ausführungsform wird das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine treppenförmig reduziert. Einsatz in einem Kraftfahrzeug.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 2.

### Stand der Technik

[0002] In der DE 198 06 497 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs mit einer Antriebsmaschine in Form eines Verbrennungsmotors, einem Getriebe in Form eines manuell zu schaltenden Schaltgetriebes und einer Reibungskupplung in Form einer Reibungs-Anfahr-Schaltkupplung beschrieben. Die Reibungskupplung ist zwischen Antriebsmaschine und Getriebe angeordnet und von einem Fahrzeugführer mittels einer Betätigungsanordnung betätigbar. Ist die Reibungskupplung vollständig geschlossen, so überwacht eine Steuerungseinrichtung in Form einer Schlupfregelung einen Zustand der Reibungskupplung, indem sie Drehzahlen vor und nach der Reibungskupplung vergleicht. Erkennt die Steuerungseinrichtung einen Schlupf an der Reibungskupplung, also eine Drehzahldifferenz zwischen den genannten Drehzahlen, reduziert sie zeitlich begrenzt ein abgegebenes Drehmoment der Antriebsmaschine. Damit wird der Schlupf an der Reibungskupplung abgebaut.

### Aufgabenstellung

[0003] Demgegenüber ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs vorzuschlagen, mittels welchem unter größtmöglicher Beachtung einer Drehmomentvorgabe eines Fahrzeugführers Beschädigungen an der Reibungskupplung und weiteren Komponenten des Getriebes vermieden und ein verschleißarmer Betrieb der Reibungskupplung ermöglicht wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 4 gelöst.

[0004] Wenn eine Reibungskupplung mit Schlupf betrieben wird, so wird an Reibbelägen der Reibungskupplung Energie in Form von Wärme frei. Ein Teil der dissipierten Energie wird über die Oberfläche der Reibungskupplung an die Umgebung, im Falle einer sogenannten nasslaufenden Reibungskupplung wird ein weiterer Teil an ein Betriebsmedium abgegeben. Die nicht abgegebene Energie führt zu einer Erwärmung bzw. Aufheizung der Reibungskupplung, insbesondere der Reibbeläge. Zu starke Aufheizung und damit eine zu hohe Temperatur der Kupplung kann zu Beschädigungen und zu erhöhtem Verschleiß an der Kupplung führen. Mit steigender Temperatur steigt auch die Energieabstrahlung an die Umgebung an, was auch zu einer Überhitzung von

anderen Komponenten des Getriebes, welche in der Nähe der Reibungskupplung angeordnet sind, führen kann.

[0005] Durch das in der DE 198 06 497 A1 beschriebene Verfahren wird eine Beschädigung der Reibungskupplung nur dann vermieden, wenn die Reibungskupplung vollständig geschlossen ist, also kein Schlupf an der Reibungskupplung auftreten dürfte. Die Gefahr einer Überhitzung ist aber gerade auch dann gegeben, wenn die Reibungskupplung bewusst mit Schlupf betrieben wird, also beispielsweise bei einem Anfahren des Kraftfahrzeugs oder einem Gangwechsel.

[0006] Erfindungsgemäß wird von der Steuerungseinrichtung bei schlupfender Reibungskupplung eine in der Reibungskupplung dissipierte Energiemenge und/oder eine Temperatur der Reibungskupplung bestimmt. Die Energiemenge wird beispielsweise aus dem Schlupf an der Reibungskupplung, also der Drehzahldifferenz zwischen den Drehzahlen am Eingang und am Ausgang der Kupplung, dem abgegebenen Drehmoment der Antriebsmaschine, der Änderung der Drehzahl der Antriebsmaschine und einem Massenträgheitsmoment der Antriebsmaschine bestimmt. Die Temperatur der Kupplung kann entweder mittels geeigneter Sensoren gemessen oder auf Grund eines Temperaturmodells berechnet werden. Mit dem Temperaturmodell kann beispielsweise in Anhängigkeit von der genannten Energiemenge und von Kenngrößen zur Wärmeabstrahlung die Temperatur der Kupplung bestimmt werden. Die Bestimmung der Energiemenge und/oder der Temperatur wird in allen Betriebsbereichen der Reibungskupplung durchgeführt, dann wenn die Reibungskupplung vollständig geschlossen ist, also kein Schlupf auftreten sollte und dann wenn bewusst Schlupf an der Reibungskupplung eingestellt wird.

[0007] Die Steuerungseinrichtung vergleicht die Energiemenge und/oder die Temperatur mit Grenzwerten. Falls die dissipierte Energiemenge und/oder die Temperatur die Grenzwerte überschreiten, reduziert die Steuerungseinrichtung das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine. Die Steuerungseinrichtung kann dabei entweder die Antriebsmaschine direkt ansteuern oder eine dementsprechende Anforderung an eine weitere Steuerungseinrichtung senden, welche die Anforderung dann umsetzt. Die Steuerungseinrichtung reduziert damit entweder direkt oder indirekt das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine.

[0008] Damit wird durch das erfindungsgemäße Verfahren in allen Betriebsbereichen der Reibungskupplung eine Überhitzung und Überbeanspruchung der Reibungskupplung verhindert. Damit wird ein beschädigungsfreier und verschleißarmer Betrieb des Antriebsstrangs ermöglicht.

[0009] Die Antriebsmaschine kann beispielsweise als eine Brennkraftmaschine und das Getriebe als ein Handschaltgetriebe, ein automatisiertes mechanisches Getriebe, ein Stufenautomatikgetriebe oder

ein stufenloses Getriebe ausgeführt sein. Die insbesondere als Anfahrkupplung dienende Reibungskupplung kann als fußkraftbetätigte Kupplung oder als eine automatisierte Kupplung ausgeführt sein.

[0010] Gemäß dem nebengeordneten Anspruch 2 bestimmt die Steuerungseinrichtung einen Drehmoment-Sollwert, indem von einem aktuellen Drehmoment der Antriebsmaschine ein Reduktionswert abgezogen wird. Der Reduktionswert kann vom Schlupf an der Reibungskupplung, einer bestimmten Energiemenge und/oder einer bestimmten Temperatur abhängig sein. Der Reduktionswert ist insbesondere umso größer, je größer der Schlupf, die Energiemenge oder die Temperatur ist.

[0011] Die Steuerungseinrichtung stellt diesen Drehmoment-Sollwert direkt oder indirekt an der Antriebsmaschine ein. Das aktuelle Drehmoment kann dem aktuell abgegebenen Drehmoment entsprechen. Alternativ dazu können in der Steuerungseinrichtung Drehmomentbereiche und für jeden Bereich ein repräsentierendes Drehmoment abgespeichert sein. Die Steuerungseinrichtung prüft dann, in welchem Bereich das abgegebene Drehmoment liegt und benutzt das zugehörige repräsentierende Drehmoment als aktuelles Drehmoment.

[0012] Erfindungsgemäß wird nach erfolgter Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine der Zustand der Reibungskupplung weiterhin überwacht. Es wird insbesondere geprüft, ob weiterhin Schlupf an der Reibungskupplung vorliegt und/oder ob die Temperatur immer noch über dem Grenzwert liegt. Auf Grund des Ergebnisses der Überwachung, ist insbesondere eine der genannten Bedingungen erfüllt, wird der Drehmoment-Sollwert nochmals um einen Reduktionswert reduziert. Der Drehmoment-Sollwert kann also treppenartig reduziert werden. Die Reduktionswerte der verschiedenen Reduktionen können dabei gleich groß oder unterschiedlich sein.

[0013] Alternativ dazu könnte der Drehmoment-Sollwert auf einen festen Wert, der beispielsweise von der Energiemenge und/oder der Temperatur abhängig sein könnte, reduziert werden.

[0014] Durch die mehrmalige Reduktion des Drehmoment-Sollwerts kann der Reduktionswert im Vergleich zu einer einmaligen Reduktion des abgegebenen Drehmoments erheblich kleiner gemacht werden.

[0015] Demgegenüber bietet das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine nur so wenig wie möglich reduziert wird. Durch die treppenartige Reduktion mit mehrfacher Prüfung, ob eine weitere Reduktion nötig ist, erlaubt es, das Drehmoment so wenig wie möglich zu reduzieren.

[0016] Jede Reduktion bewirkt, dass der Wunsch des Fahrzeugführers, welchen er mittels eines Leistungsstellorgans vorgibt, nicht umgesetzt werden kann. Jeder Eingriff in den Wunsch des Fahrzeugführers wird von diesem als unangenehm empfunden.

Dieses ist umso stärker, je mehr sich das eingestellte Drehmoment vom Wunsch des Fahrzeugführers unterscheidet. Durch die minimal mögliche Reduktion des Drehmoments wird eine hohe Zufriedenheit des Fahrzeugführers erreicht und gleichzeitig ein beschädigungsfreien Betrieb des Antriebsstrangs gewährleistet.

[0017] In Ausgestaltung der Erfindung sind die genannten Grenzwerte von Betriebsgrößen des Kraftfahrzeugs und/oder Vorgaben eines Fahrzeugführers und/oder Umweltgrößen abhängig. Betriebsgrößen sind beispielsweise eine Temperatur des Getriebes, ein eingelegter Gang des Getriebes oder ein Betätigungsgrad der Reibungskupplung. Der Betätigungsgrad der Reibungskupplung gibt an, wie weit die Kupplung zwischen den beiden Extremstellungen ganz offen und ganz geschlossen betätigt ist. Vorgaben des Fahrzeugführers sind beispielsweise ein Betätigungsgrad eines Leistungsstellorgans oder eine Betätigung oder ein Betätigungsgrad einer Bremse des Kraftfahrzeugs. Die Bremse kann dabei als Betriebs- und/oder Feststellbremse ausgeführt sein. Umweltgrößen beschreiben die Umwelt des Kraftfahrzeugs. Die Außentemperatur ist ein Beispiel für eine Umweltgröße.

[0018] Damit können die Grenzwerte an die aktuell vorherrschenden Bedingungen im und um das Kraftfahrzeug angepasst werden. Eine Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine wird also nur dann durchgeführt, wenn es für einen beschädigungsfreien Betrieb des Antriebsstrangs notwendig ist.

[0019] In Ausgestaltung der Erfindung sind die genannten Grenzwerte von einer Betätigung einer Bremse durch den Fahrzeugführer abhängig. Bei ansonsten gleichen Bedingungen sind die Grenzwerte bei betätigter Bremse kleiner als bei unbetätigter Bremse. Neben der Abhängigkeit von dieser digitalen Entscheidung können die Grenzwerte auch vom Betätigungsgrad der Bremse abhängig sein. Damit wird das Drehmoment bei betätigter Bremse bei einer kleineren dissipierten Energiemenge und/oder bei niedrigerer Temperatur der Kupplung reduziert. Die Reduktion setzt also früher ein.

[0020] Der Fahrzeugführer kann beim Betrieb des Kraftfahrzeugs gleichzeitig die Bremse und das Leistungsstellorgan betätigen. Damit gibt die Antriebsmaschine ein Drehmoment und eine Leistung ab, unter Umständen ohne dass das Fahrzeug sich fortbewegt. Auf jeden Fall ist mit einem hohen Schlupf an der Kupplung zu rechnen. Diese Betätigungsweise stellt in den meisten Fällen einen Missbrauch des Kraftfahrzeugs dar. Durch die Verringerung der Grenzwerte wird das Drehmoment schneller reduziert und damit der Missbrauch und Beschädigungen der Reibungskupplung oder des Getriebes verhindert.

[0021] In Ausgestaltung der Erfindung sind die genannten Grenzwerte von einem Betätigungsgrad eines Leistungsstellorgans abhängig. Bei ansonsten

gleichen Bedingungen steigen die Grenzwerte bei steigendem Betätigungsgrad an. Das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine steigt ebenfalls mit steigendem Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans an. Der Betätigungsgrad stellt ein Maß für die vom Fahrzeugführer gewünschte Dynamik des Kraftfahrzeugs dar. Neben dem Betätigungsgrad können die Grenzwerte auch von Größen, welche die Fahrweise des Fahrzeugführers beschreiben, beispielsweise sportlich oder ruhig, abhängig sein.

[0022] Damit kann das Drehmoment bei einer Forderung des Fahrzeugführers nach hoher Dynamik des Kraftfahrzeugs später, also bei höheren dissipierten Energiemengen und/oder Temperaturen, reduziert werden. Dies erhöht die Zufriedenheit des Fahrzeugführers. Die Grenzwerte werden natürlich nur so weit verändert, dass weiterhin Beschädigungen der Kupplung oder des Getriebes sicher verhindert werden.

[0023] In Ausgestaltung der Erfindung wird eine Anzahl von Überschreitungen der genannten Grenzwerte bestimmt und in der Steuerungseinrichtung abgespeichert. Dabei kann lediglich die Anzahl oder auch weitere Informationen, wie beispielsweise die Dauer der Überschreitung, die dissipierte Energiemenge, die Temperatur der Reibungskupplung oder ein Verhältnis der Dauer der Überschreitungen zur Gesamtzeit des Betriebs des Kraftfahrzeugs abgespeichert werden. Die Speicherung erfolgt in einem nichtflüchtigen Speicher, also so, dass sie nach einem Abstellen des Kraftfahrzeugs erhalten bleibt.

[0024] Die Speicherung kann auch in Verbindung mit einem Verfahren nach der DE 198 06 497 A1 durchgeführt.

[0025] Diese Informationen können bei einem Werkstattaufenthalt des Kraftfahrzeugs ausgelesen werden. Dies erleichtert eine Diagnose von etwaigen Fehlern und kann außerdem Hinweise auf einen notwendigen Austausch von Bauteilen geben. Im Betrieb des Kraftfahrzeugs kann die Information dazu genutzt werden, um den Fahrzeugführer auf eine notwendige Überprüfung der Reibungskupplung oder des Getriebes, beispielsweise mittels einer Anzeige, aufmerksam zu machen.

[0026] In Ausgestaltung der Erfindung ist die Antriebsmaschine als Brennkraftmaschine ausgeführt und verfügt über eine Schubabschaltung. Bei Aktivierung der Schubabschaltung wird kein Kraftstoff mehr eingespritzt und damit Kraftstoff gespart. In diesem Zustand wird die Antriebsmaschine über die Fahrzeugräder angetrieben. Die Schubabschaltung wird aktiviert, wenn ein Sollwert für das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine kleiner ist als ein Schubabschaltmoment und weitere Bedingungen, beispielsweise Drehzahl der Antriebsmaschine ist größer als ein Schwellwert, erfüllt sind. Bei einer Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine ist der Drehmoment-Sollwert immer größer als das genannte Schubabschaltmoment.

[0027] Damit wird verhindert, dass bei einer Reduk-

tion des Drehmoments ungewollt die Schubabschaltung aktiviert wird. Dies würde zu unangenehmen Rucken im Antriebsstrang führen. Somit wird auch während der Reduktion des Drehmoments ein komfortabler Betrieb des Kraftfahrzeugs ermöglicht.

[0028] In Ausgestaltung der Erfindung bestimmt die Steuerungseinrichtung wenigstens einen weiteren Drehmoment-Sollwert. Ein weiterer Drehmoment-Sollwert kann beispielsweise von einem eingelegten Gang im Getriebe abhängig sein. Auf Grund von mechanischen Gegebenheiten im Getriebe, kann das Getriebe unter Umständen in verschiedenen Gängen weniger Drehmoment übertragen, wie die Antriebsmaschine abgeben kann. In diesem Fall ist für jeden Gang ein Drehmoment-Sollwert in der Steuerungseinrichtung gespeichert und wird gangabhängig ausgewählt.

[0029] Eine andere Möglichkeit für einen weiteren Drehmoment-Sollwert ist es, beim Anfahren einen Drehmoment-Sollwert abhängig vom Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans und von einer Drehzahl der Antriebsmaschine bestimmen. Dadurch wird verhindert, dass kleine Änderungen der genannten Größen zu großen Änderungen des Drehmoments der Antriebsmaschine führen. Dies verbessert die Dosierbarkeit des abgegebenen Drehmoments und vermeidet unkomfortable Schaltungen.

[0030] Die Steuerungseinrichtung ermittelt das Minimum der Drehmoment-Sollwerte und stellt das ermittelte Minimum an der Antriebsmaschine ein. Damit werden Beschädigungen am Getriebe sicher ausgeschlossen und gleichzeitig ein komfortabler Betrieb des Kraftfahrzeugs ermöglicht.

[0031] In Ausgestaltung der Erfindung wird, sobald der Schlupf an der Reibungskupplung abgebaut ist, der Drehmoment-Sollwert stufenweise erhöht. Sobald kein Schlupf an der Reibungskupplung mehr auftritt, wird keine weitere Energie mehr dissipiert. Die Temperatur der Reibungskupplung steigt also nicht mehr weiter an. Damit kann das Drehmoment der Antriebsmaschine wieder erhöht werden. Bei einer sofortigen Erhöhung auf die Vorgabe des Fahrzeugführers ist die Gefahr gegeben, dass an der Reibungskupplung sofort wieder Schlupf auftritt. Durch die stufenweise Erhöhung, die insbesondere langsamer abläuft als die stufenweise Reduktion, kann nach jedem Schritt überprüft werden, ob Schlupf auftritt. Erneuter Schlupf wird damit sehr schnell erkannt und kann durch eine nochmalige geringe Reduktion gezielt wieder abgebaut werden. Der Abbau des erneuten Schlupfes kann gezielt erfolgen, da die Schlupfgrenze der Reibungskupplung damit recht genau bekannt ist.

[0032] In Ausgestaltung der Erfindung ist Reibungskupplung als automatisierte Reibungskupplung ausgeführt. Die Reibungskupplung wird also von einem Stellglied nach Maßgabe der Steuerungseinrichtung betätigt. Gleichzeitig mit einer Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine wird die Reibungskupplung bei einem Anfahrvorgang auf

Grund einer Ansteuerung der Steuerungseinrichtung geschlossen. Ein Anfahrvorgang wird beispielsweise erkannt, wenn eine Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs unterhalb eines Grenzwertes liegt.

[0033] Damit wird auch bei missbräuchlicher Betätigung des Kraftfahrzeugs durch den Fahrzeugführer ein Anfahren des Kraftfahrzeugs ohne Beschädigungen der Kupplung oder des Getriebes ermöglicht.

[0034] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus der Beschreibung und der Zeichnung hervor. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0035] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs,

[0036] **Fig. 2** ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb des Antriebsstrangs und

[0037] **Fig. 3a** und **3b** jeweils ein Diagramm zur zeitlichen Darstellung von Betriebsgrößen des Kraftfahrzeugs bei einem Anfahrvorgang mit Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine.

#### Ausführungsbeispiel

[0038] Gemäß **Fig. 1** verfügt ein Antriebsstrang **10** eines nicht dargestellten Kraftfahrzeugs über eine als Brennkraftmaschine ausgeführte Antriebsmaschine **11**, welche von einer Steuerungseinrichtung **12** angesteuert wird. Die Steuerungseinrichtung **12** steht dazu mit nicht dargestellten Stellgliedern, wie beispielsweise einem Drosselklappensteller, und Sensoren, wie beispielsweise einem Drehzahlsensor zur Bestimmung der Drehzahl der Antriebsmaschine **11**, in Signalverbindung. Die Steuerungseinrichtung **12** steht außerdem mit einem als Fahrpedal ausgeführten Leistungsstellglied **13** in Signalverbindung, mittels welchem ein Fahrzeugführer ein abgegebenes Drehmoment der Antriebsmaschine **11** einstellen kann. Der Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans **13** ist dabei ein Maß für das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11**. Je größer der Betätigungsgrad ist, desto größer ist das abgegebene Drehmoment. Die Steuerungseinrichtung **12** kann aus erfassten Größen weitere Betriebsgrößen der Antriebsmaschine **11**, beispielsweise das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11** berechnen. Die Steuerungseinrichtung **12** kann die Stellglieder der Antriebsmaschine **11** so ansteuern, dass ein bestimmtes Drehmoment von der Antriebsmaschine **11** abgegeben wird. In der Steuerungseinrichtung **12** ist eine Schubabschaltfunktion integriert.

[0039] Die Antriebsmaschine **11** ist über eine Ausgangswelle **14** mit einem als ein automatisiertes mechanisches Getriebe ausgeführtem Getriebe **15** verbunden, welches von einer Steuerungseinrichtung **16** angesteuert wird. Die Steuerungseinrichtung **16** steht dazu mit nicht dargestellten Stellgliedern, wie beispielsweise Stellgliedern zum Wählen und Auslegen der verschiedenen Gänge, und Sensoren, wie bei-

spielsweise einem Drehzahlsensor zur Bestimmung der Drehzahl einer Getriebeeingangswelle **25**, in Signalverbindung. Die Steuerungseinrichtung **16** steht außerdem mit einem Schalthebel **26** in Signalverbindung, mittels welchem der Fahrzeugführer Schaltungen im Getriebe **15** auslösen kann.

[0040] Zwischen Antriebsmaschine **11** und Getriebe **15** ist eine automatisierte Reibungskupplung **17** angeordnet, welche ebenfalls von der Steuerungseinrichtung **16** angesteuert wird. Die Steuerungseinrichtung **16** steht dazu mit einem nicht dargestellten Kupplungsbetätigungsglied in Signalverbindung. Durch geeignete Ansteuerung des Kupplungsbetätigungsglied kann die Steuerungseinrichtung **16** die Reibungskupplung **17** öffnen oder schließen.

[0041] Das Getriebe **15** ist mittels einer Antriebswelle **18** mit einem Achsgetriebe **19** verbunden, welches auf bekannte Weise das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11** über Seitenwellen **20** auf angetriebene Fahrzeugräder **21** überträgt.

[0042] An den Fahrzeugrädern **21** sind Drehzahlsensoren **22** angeordnet, welche mit einer Steuerungseinrichtung **23** in Signalverbindung stehen. Mittels der Drehzahlsensoren **22** kann die Steuerungseinrichtung **23** eine Drehzahl der Fahrzeugräder **21** erfassen. Aus diesen Drehzahlen kann die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs bestimmt werden.

[0043] Die Steuerungseinrichtungen **12**, **16** und **23** stehen untereinander über eine serielle Busverbindung, beispielsweise über einen CAN-Bus, in Signalverbindung. Damit können erfasste Größen, wie beispielsweise die Drehzahl der Fahrzeugräder **21**, ausgetauscht oder Anforderungen an eine Steuerungseinrichtung, beispielsweise die Einstellung eines Drehmoment-Sollwerts von der Steuerungseinrichtung **16** der Reibungskupplung **17** und des Getriebes **15** an die Steuerungseinrichtung **12** der Antriebsmaschine **11**, gesendet werden. Das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11** wird dabei zumindest indirekt von der Steuerungseinrichtung **16** der Reibungskupplung **17** und des Getriebes **15** angesteuert.

[0044] Die Steuerungseinrichtung **16** bestimmt aus der Drehzahl der Antriebsmaschine **11** und der Drehzahl der Getriebeeingangswelle **25** einen Schlupf an der Reibungskupplung **17**. Sobald Schlupf auftritt und die Reibungskupplung **17** zumindest teilweise geschlossen ist, bestimmt die Steuerungseinrichtung **16** die dissipierte Energiemenge. Übersteigt die Energiemenge einen Grenzwert, so fordert die Steuerungseinrichtung **16** eine Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine **11** an, welche von der Steuerungseinrichtung **12** umgesetzt wird. Sobald kein Schlupf mehr an der Reibungskupplung **17** vorhanden ist, wird die Reduktion zurückgenommen und die Steuerungseinrichtung **12** stellt wieder ein dem Betätigungsgrad des Leistungsstellglieds **13** entsprechendes Drehmoment ein.

[0045] An der Reibungskupplung kann auch ein

Temperatursensor angeordnet sein, mittels welchem die Steuerungseinrichtung der Reibungskupplung eine Temperatur der Reibungskupplung erfassen kann. Neben einer Messung der Temperatur kann die Steuerungseinrichtung auch eine Berechnung der Temperatur mittels eines Temperaturmodells der Reibungskupplung durchführen. Entsprechend dem Vergleich der dissipierten Energie mit einem Grenzwert kann auch die gemessene oder berechnete Temperatur der Kupplung mit einem Grenzwert verglichen werden. Das Vorgehen bei einem Überschreiten des Grenzwerts ist identisch wie beim Überschreiten des Grenzwerts durch die Energiemenge.

[0046] Falls das Getriebe nicht über einen Drehzahlsensor verfügt, kann die Drehzahl der Getriebeingangswelle auch aus den gemessenen Drehzahlen der Fahrzeugräder und der Übersetzungen im Achsgetriebe und im Getriebe bestimmt werden.

[0047] In **Fig. 2** ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb des Antriebsstrangs **10** dargestellt. Das Verfahren wird von der Steuerungseinrichtung **16** in einem festen Zeittakt abgearbeitet. Das Verfahren startet im Block **30**. Im folgenden Abfrageblock **31** wird geprüft, ob Schlupf an der Reibungskupplung **17** vorliegt. Dazu wird geprüft, ob die Differenz zwischen der Drehzahl der Antriebsmaschine **11** und der Getriebeingangswelle **25** größer als ein Grenzwert ist und die Reibungskupplung **17** zumindest teilweise geschlossen ist.

[0048] Fällt die Prüfung im Abfrageblock **31** positiv aus, liegt also Schlupf vor, so wird das Verfahren im Block **32** fortgesetzt. An dieser Stelle sei erwähnt, dass bei allen Abfrageblöcken in der **Fig. 2** das Verfahren bei einem positiven Ergebnis der Prüfung entsprechend dem Ausgang des Abfrageblocks nach unten und bei einem negativen Ergebnis entsprechend dem Ausgang zur Seite fortgesetzt wird.

[0049] Im Block **32** wird die in der Reibungskupplung dissipierte Energiemenge berechnet. Die Energiemenge berechnet sich nach folgender Formel:

$$E_t = E_{t-1} + |dn| \cdot |M_{AM}| \cdot dt$$

wobei:

$E_t$  der Energiemenge zum Zeitpunkt  $t$  in [Joule],

$E_{t-1}$  der Energiemenge zum Zeitpunkt  $t-1$  in [Joule],

$|dn|$  dem Betrag des Schlupfes in [1/s] zum Zeitpunkt  $t$ ,

$|M|$  dem Betrag des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine in [Nm] zum Zeitpunkt  $t$  und  $dt$  einer Taktzeit der Bearbeitung in [s] entsprechen.

[0050] Zusätzlich kann noch die kinetische Energie, welche von der Antriebsmaschine **11** bei einer Änderung der Drehzahl der Antriebsmaschine **11** aufgenommen oder abgegeben wird, berücksichtigt werden. Die kinetische Energie ist von einem Massenträgheitsmoment der Antriebsmaschine **11** und von einer Änderung der Drehzahl der Antriebsmaschine **11** abhängig.

[0051] Im folgenden Block **33** wird ein Grenzwert für die Energiemenge bestimmt. Der Grenzwert wird aus Tabellen in Abhängigkeit von der Betätigung der Bremse und dem Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans **13** ausgelesen. Bei betätigter Bremse ist der Grenzwert im Vergleich zu unbetätigter Bremse geringer. Bei großem Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans **13** ist der Grenzwert größer als bei kleinem Betätigungsgrad.

[0052] Im folgenden Abfrageblock **34** wird geprüft, ob die berechnete Energiemenge größer als der Grenzwert ist. Fällt die Prüfung positiv aus, so wird im folgenden Block **35** ein in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegter Zähler um eins erhöht. Die Erhöhung wird bei mehrmaligem Durchlaufen während eines Schlupfvorgangs nur einmal durchgeführt. Der Zähler gibt an, wie oft eine Energieschwelle überschritten wurde.

[0053] Im folgenden Block **36** wird ein Drehmoment-Sollwert bestimmt, indem vom aktuell abgegeben Drehmoment ein Reduktionswert abgezogen wird. Da das Verfahren in einem festen Zeittakt ausgeführt wird, kann der Block **36** mehrfach durchlaufen werden. Bei einer zweiten Reduktion wird der Drehmoment-Sollwert berechnet, indem vom aktuellen Drehmoment-Sollwert der Reduktionswert abgezogen wird.

[0054] Im darauffolgenden Block **37** wird das Minimum aus dem in Block **36** bestimmten Drehmoment-Sollwert, einem gangabhängigen Drehmoment-Sollwert und einem von der Drehzahl der Antriebsmaschine **11** und dem Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans **13** abhängigen Drehmoment-Sollwert bestimmt. Das ermittelte Minimum wird im Block **38** an die Steuerungseinrichtung **12** der Antriebsmaschine **11** ausgegeben, welche die Vorgabe umsetzt und das geforderte Drehmoment einstellt. Anschließend springt das Verfahren wieder zum Abfrageblock **31**.

[0055] Durch mehrmaligen Durchlaufen der Blöcke **32** bis **38** bei einem Schlupfvorgang kann der Drehmoment-Sollwert treppenartig reduziert werden.

[0056] Falls die Abfrage im Abfrageblock **31** oder im Abfrageblock **34** zu einem negativen Ergebnis führen, also kein Schlupf vorliegt oder die Energiemenge nicht größer als der Grenzwert ist, wird im Abfrageblock **39** geprüft, ob eine Drehmomentreduktion aktiv ist. Dazu wird geprüft, ob ein aktueller Drehmoment-Sollwert vom Block **36** vorliegt und ob dieser Drehmoment-Sollwert kleiner als das dem Betätigungsgrad des Leistungsstellorgans **13** entsprechenden Drehmoment ist. Ist dies der Fall, so wird im Block **40** der Drehmoment-Sollwert um einen Erhöhungswert erhöht und das Verfahren wird im Block **37** fortgeführt, an welches sich der beschriebene Ablauf anschließt. Durch mehrfaches Durchlaufen des Blocks **40** bei einem Schlupfvorgang kann der Drehmoment-Sollwert treppenartig erhöht werden.

[0057] Fällt die Abfrage im Abfrageblock **39** negativ aus, ist also keine Begrenzung aktiv, so wird im Block

**41** der Drehmoment-Sollwert auf einen negativen Inaktivwert gesetzt und damit die Reduktion auf Grund einer zu hohen dissipierten Energie in der Reibungskupplung **17** deaktiviert. Die anderen Begrenzungen des Drehmoments bleiben weiterhin aktiv, so dass das Verfahren ebenfalls im Block **37** fortgeführt wird. [0058] In **Fig. 3a** und **3b** sind die zeitlichen Verläufe von Betriebsgrößen des Kraftfahrzeugs bei einem Anfahrvorgang mit Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine dargestellt. [0059] In den **Fig. 3a, 3b** sind auf Abszissen **50a, 50b** die Zeit, auf einer Ordinate **51a** Drehmomente und auf einer Ordinate **51b** Drehzahlen und eine Energie aufgetragen. [0060] In der **Fig. 3a** ist das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11** (durchgezogene Linie **52**), ein Vorgabemoment des Fahrzeugführers (gestrichelte Linie **53**) und ein Drehmoment-Sollwert (gepunktete Linie **54**) zur Reduktion des abgegebenen Drehmoments dargestellt. In der **Fig. 3b** ist die Drehzahl der Antriebsmaschine **11** (durchgezogene Linie **56**), die Drehzahl der Getriebeeingangswelle **25** (strichpunktierte Linie **56**) und die Summe der dissipierten Energie (gestrichelte Linie **57**) dargestellt. [0061] Zum Zeitpunkt **58** steht das Kraftfahrzeug und der Fahrzeugführer gibt über das Leistungsstellglied **13** ein Vorgabemoment für das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11** vor. Auf Grund dessen steigt das Drehmoment und die Drehzahl der Antriebsmaschine **11** an. Gleichzeitig wird die Reibungskupplung **17** leicht geschlossen (nicht dargestellt). Damit tritt an der Reibungskupplung **17** Schlupf auf und es wird Energie dissipiert, so dass die Linie **57** ebenfalls ansteigt. Mit weiterer kurzer Verzögerung steigt auch die Drehzahl der Getriebeeingangswelle **25** an, das Kraftfahrzeug setzt sich in Bewegung. Der Schlupf bleibt weiterhin bestehen, so dass die Summe der dissipierten Energie weiter zunimmt. Zum Zeitpunkt **59** übersteigt die Energie einen Grenzwert **60**, woraufhin der Drehmoment-Sollwert von einem negativen Inaktivwert auf einen Wert springt, welcher um einen Reduktionswert kleiner ist als das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine **11** zum Zeitpunkt **59**. Als Folge davon sinkt das abgegebene Drehmoment und die Drehzahl der Antriebsmaschine **11** ab, es wird also weniger Energie frei, die Summe steigt langsamer an. Da der Schlupf aber noch nicht vollständig abgebaut ist, wird der Drehmoment-Sollwert jeweils um den Reduktionswert treppenförmig weiter reduziert. Gleichzeitig wird die Reibungskupplung **17** vollends geschlossen, so dass der Schlupf abgebaut wird und die Drehzahlen der Antriebsmaschine **11** und der Getriebeeingangswelle **25** gleich groß werden. Daraufhin wird der Drehmoment-Sollwert wieder jeweils um einen Erhöhungswert treppenförmig erhöht. Sobald der Drehmoment-Sollwert größer als das Vorgabemoment werden würde, springt der Drehmoment-Sollwert wieder auf den Inaktivwert. Der Fahrzeugführer kann damit wieder das Drehmoment vorgeben und

das Kraftfahrzeug weiter beschleunigen.

## Patentansprüche

- Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welcher über
  - eine Antriebsmaschine (**11**),
  - ein Getriebe (**15**) und
  - eine zwischen Antriebsmaschine (**11**) und Getriebe (**15**) angeordnete Reibungskupplung (**17**) verfügt,
 wobei eine Steuerungseinrichtung (**16**) einen Zustand der Reibungskupplung (**17**) überwacht und auf Grund eines Ergebnisses der Überwachung ein abgegebenes Drehmoment der Antriebsmaschine (**11**) reduziert,
 

**dadurch gekennzeichnet,**

  - dass von der Steuerungseinrichtung (**12**)
  - bei schlupfender Reibungskupplung (**17**) eine in der Reibungskupplung (**17**) dissipierte Energiemenge und/oder eine Temperatur der Reibungskupplung (**17**) bestimmt wird,
  - die Energiemenge und/oder die Temperatur mit Grenzwerten verglichen werden und
  - das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine (**11**) bei Überschreiten eines oder beider Grenzwerte reduziert wird.
- Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welcher über
  - eine Antriebsmaschine (**11**),
  - ein Getriebe (**15**) und
  - eine zwischen Antriebsmaschine (**11**) und Getriebe (**15**) angeordnete Reibungskupplung (**17**) verfügt,
 wobei eine Steuerungseinrichtung (**16**) einen Zustand der Reibungskupplung (**17**) überwacht und auf Grund eines Ergebnisses der Überwachung ein abgegebenes Drehmoment der Antriebsmaschine (**11**) auf einen Drehmoment-Sollwert reduziert und der Drehmoment-Sollwert durch Subtraktion eines Reduktionswerts von einem aktuellen Drehmoment der Antriebsmaschine (**11**) bestimmt wird,
 

**dadurch gekennzeichnet,**

dass nach erfolgter Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine (**11**) der Zustand der Reibungskupplung (**17**) weiterhin überwacht wird und auf Grund des Ergebnisses der Überwachung der Drehmoment-Sollwert nochmals um einen Reduktionswert reduziert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass
  - die Steuerungseinrichtung (**16**) einen Drehmoment-Sollwert bestimmt, indem von einem aktuellen Drehmoment der Antriebsmaschine (**11**) ein Reduktionswert abgezogen wird,
  - der Drehmoment-Sollwert an der Antriebsmaschine (**11**) eingestellt wird und
  - nach erfolgter Reduktion des abgegebenen Dreh-

moments des Antriebsmaschine (11) der Zustand der Reibungskupplung (17) weiterhin überwacht wird und – auf Grund des Ergebnisses der Überwachung der Drehmoment-Sollwert nochmals um einen Reduktionswert reduziert wird.

4. Verfahren einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Grenzwerte von

- Betriebsgrößen des Kraftfahrzeugs und/oder
- Vorgaben eines Fahrzeugführers und/oder
- von Umweltgrößen abhängig sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Grenzwerte

- von einer Betätigung einer Bremse durch den Fahrzeugführer abhängig sind und
- bei betätigter Bremse kleiner sind als bei unbetätigter Bremse.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Grenzwerte

- von einem Betätigungsgrad eines Leistungsstellorgans (13) abhängig sind und
- mit steigendem Betätigungsgrad ansteigen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von Überschreitungen der genannten Grenzwerte bestimmt und in der Steuerungseinrichtung (16) abgespeichert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Antriebsmaschine (11) als Brennkraftmaschine ausgeführt ist,
- die Antriebsmaschine (11) über eine Schubabschaltung verfügt, welche aktiviert wird, wenn ein Sollwert für das abgegebene Drehmoment der Antriebsmaschine (11) kleiner ist als ein Schubabschaltmoment und
- bei einer Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine (11) der Drehmoment-Sollwert immer größer ist als das genannte Schubabschaltmoment.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Steuerungseinrichtung (16) wenigstens einen weiteren Drehmoment-Sollwert bestimmt,
- das Minimum der Drehmoment-Sollwerte ermittelt und
- das ermittelte Minimum an der Antriebsmaschine (11) eingestellt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass, sobald der Schlupf an der Reibungskupplung (17) abgebaut ist, der

Drehmoment-Sollwert stufenweise erhöht wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Reibungskupplung (17) als automatisierte Reibungskupplung ausgeführt ist und
- gleichzeitig mit einer Reduktion des abgegebenen Drehmoments der Antriebsmaschine (11) bei einem Anfahrvorgang die Reibungskupplung (17) geschlossen wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

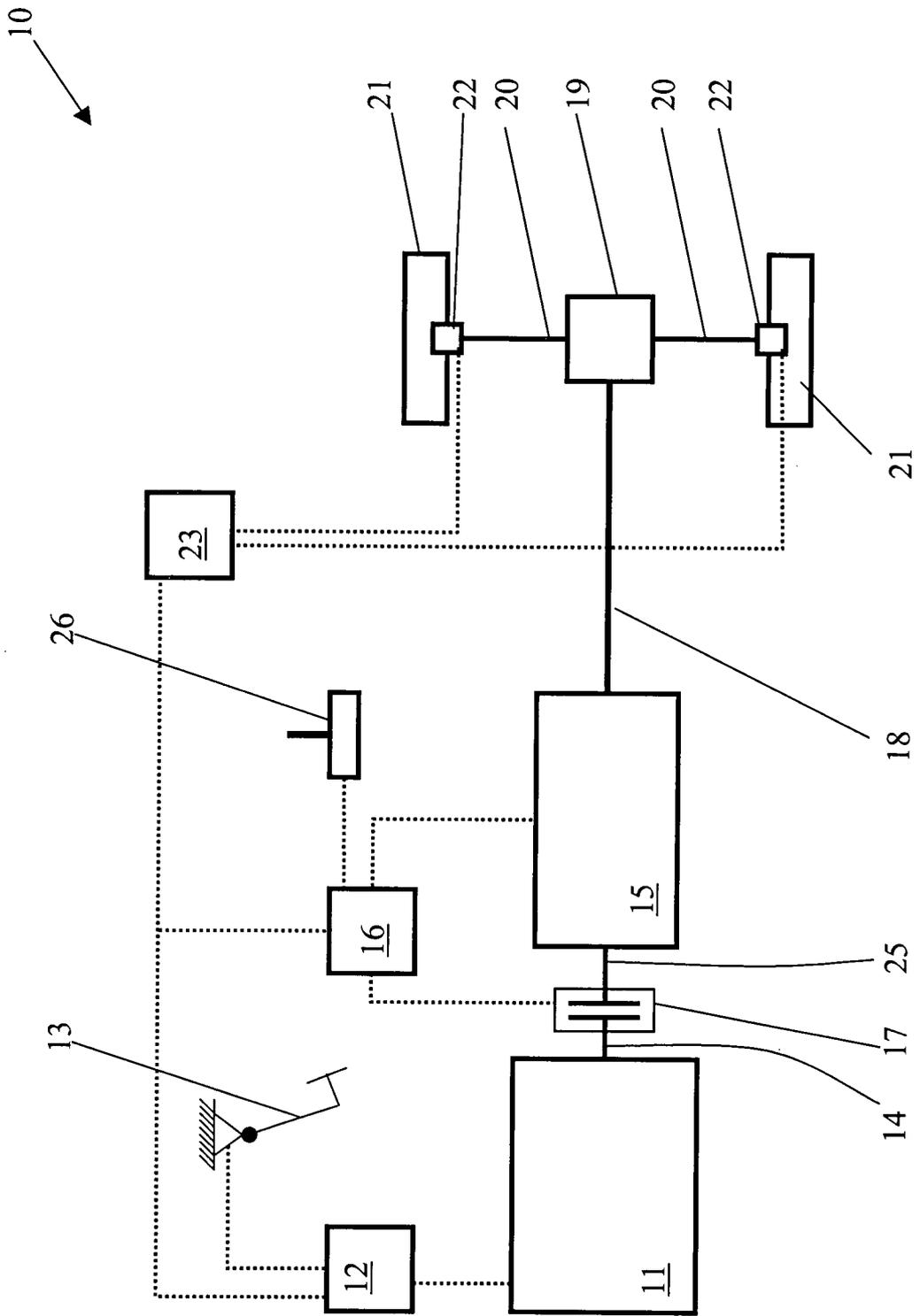


Fig. 1

Fig. 2

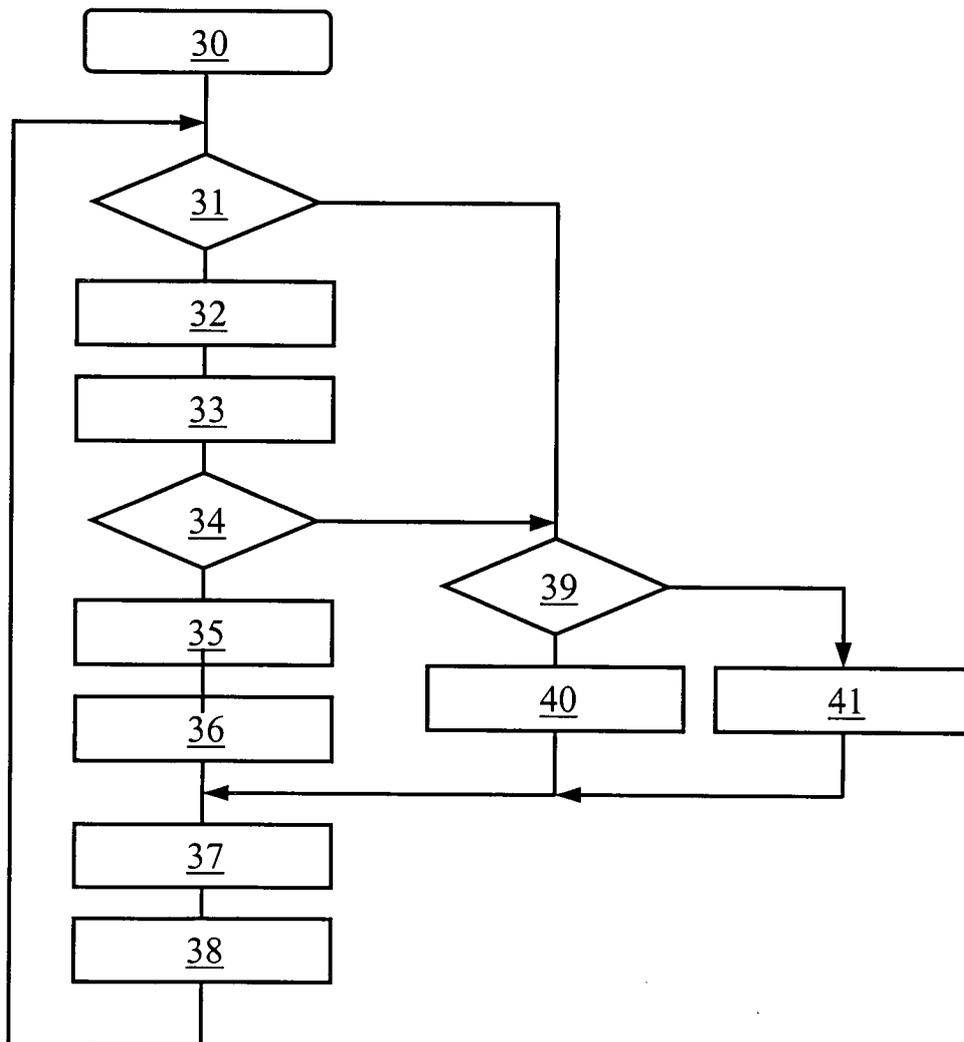


Fig. 3a

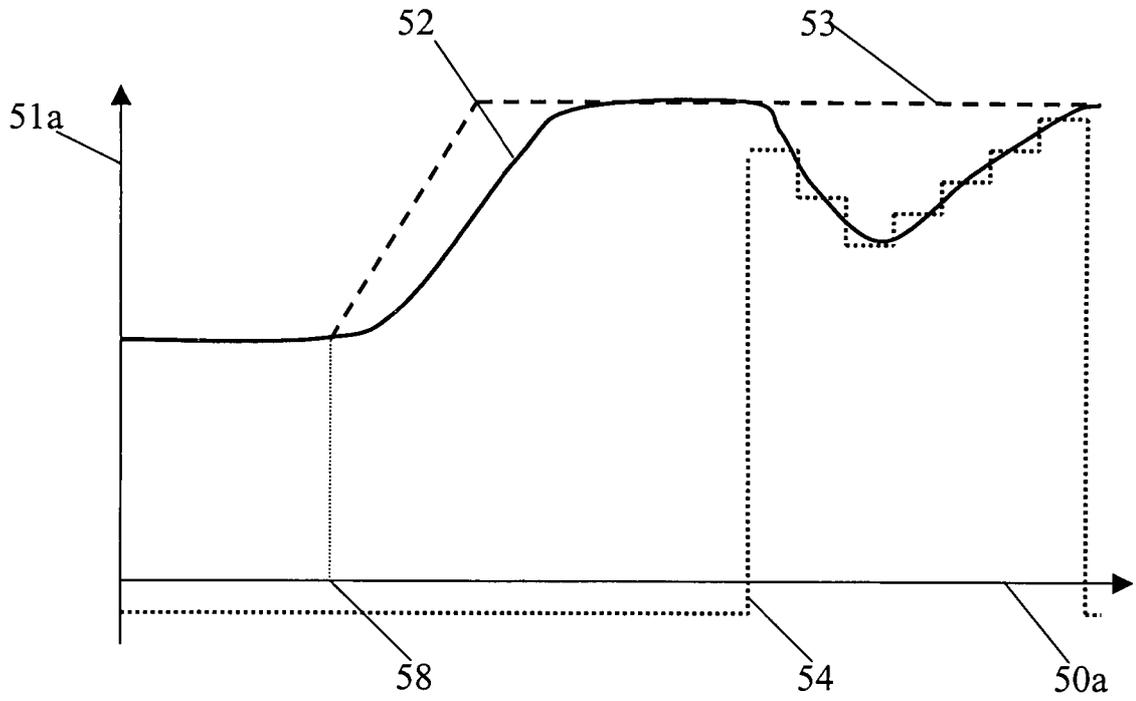


Fig. 3b

