



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 011 075.9**

(22) Anmeldetag: **14.09.2016**

(43) Offenlegungstag: **06.04.2017**

(51) Int Cl.: **B60W 50/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

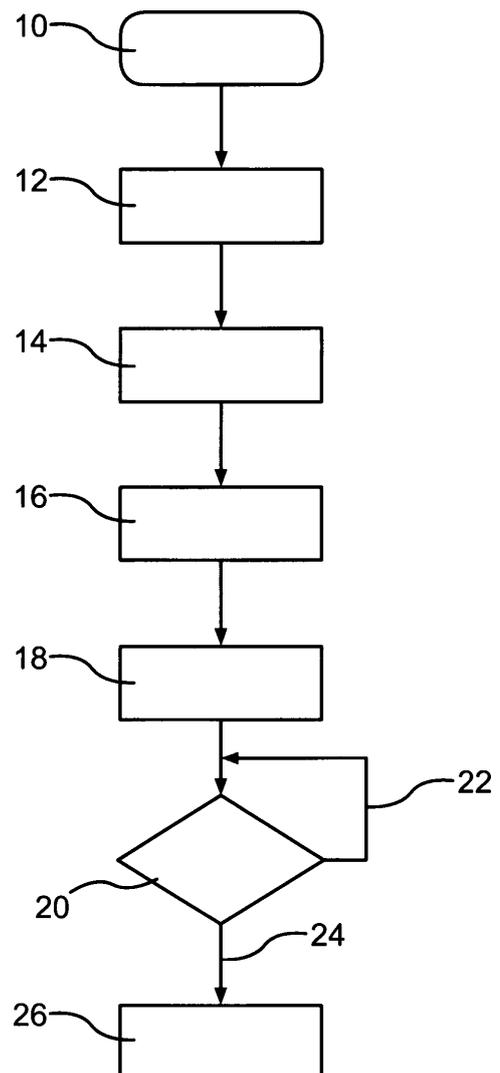
(72) Erfinder:  
**Brunker, Alexander, 70190 Stuttgart, DE**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems und Kraftfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems eines Kraftfahrzeugs, bei dem ein erstes Systemmodell zur Kalibrierung (14) des Fahrerassistenzsystems verwendet wird. Die Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechend ausgestattetes und eingerichtetes Kraftfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem. Um eine optimale Ressourcennutzung bei gleichzeitig optimaler Leistung des Fahrerassistenzsystems zu gewährleisten, ist es vorgesehen, dass die Kalibrierung (14) durchgeführt wird, während das Fahrerassistenzsystem nicht verwendet wird. Erhaltene Kalibrierwerte werden in einem zweiten Systemmodell verwendet, welches weniger Rechenleistung benötigt als das erste Systemmodell. Dieses zweite Systemmodell wird eingesetzt bei einer Verwendung (26) des Fahrerassistenzsystems zur Unterstützung des Fahrers.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems eines Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 und ein Kraftfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem, gemäß dem Patentanspruch 6.

**[0002]** Aus dem Fahrzeugbau sind heutzutage eine Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen bekannt, welche auch zunehmend für besonders sicherheitsrelevante kritische Funktionen und Aufgaben des autonomen oder teilautonomen Fahrens verwendet werden. Damit einher gehen eine zunehmende Komplexität und entsprechend steigende Anforderungen sowohl bezüglich zur Modellierung verwendeter Modelle als auch bezüglich entsprechender Algorithmen. Dies wiederum bedingt steigende Anforderungen an im Fahrzeug vorhandene Hardware, da die benötigte oder geforderte Rechenleistung ebenfalls zunimmt. Wird dementsprechend leistungsstärkere Hardware, insbesondere Elektronik, im Fahrzeug verbaut, so steigen damit nachteilig Herstellungskosten und Energiebedarf an.

**[0003]** Aus der DE 10 2012 216 213 A1 ist ein Verfahren zum Schätzen von Reifenparametern für ein Fahrzeug bekannt, bei dem eine Referenzbewegung des Fahrzeugs gemessen sowie eine Modellbewegung des Fahrzeugs modelliert wird und schließlich die Reifenparameter basierend auf einer Gegenüberstellung der Referenzbewegung und der Modellbewegung geschätzt werden. Die Modellbewegung wird dabei basierend auf einem von den zu schätzenden Reifenparametern befreiten Modell modelliert. Hintergrund ist hier, dass eine Erhöhung der Qualität von Sensordaten basierend auf redundant erfassten Informationen ein exaktes Modell des Fahrzeugs voraussetzt. Es wird davon ausgegangen, dass ein Fehler zwischen der Modellbewegung und der Referenzbewegung aus einem Fehler der Reifenparameter herrühren muss wenn die Bewegung für bekannte Reifenparameter die Wirklichkeit ausreichend gut widerspiegelt.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems und ein derartig ausgestattetes und betriebenes Kraftfahrzeug bereitzustellen, welche eine optimale Nutzung von Ressourcen bei gleichzeitig optimaler Leistung des Fahrerassistenzsystems gewährleisten.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6.

**[0006]** Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems

eines Kraftfahrzeugs wird ein erstes Systemmodell zur Kalibrierung des Fahrerassistenzsystems verwendet. Um eine optimale Nutzung oder Ausnutzung von Ressourcen bei gleichzeitig optimaler Leistung des Fahrerassistenzsystems zu gewährleisten, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kalibrierung durchgeführt wird, während das Fahrerassistenzsystem nicht zur Unterstützung des Fahrers verwendet wird. Weiterhin ist es vorgesehen, dass aus dieser Kalibrierung erhaltene Kalibrierwerte in einem zweiten Systemmodell verwendet werden, welches für seine Ausführung oder bei seiner Verwendung als Basis oder Grundlage für einen Betrieb des Fahrerassistenzsystems weniger Rechenleistung benötigt als das erste Systemmodell. Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass dieses weniger rechenaufwendige oder weniger komplexe zweite Systemmodell eingesetzt wird bei einer Verwendung des Fahrerassistenzsystems zur Unterstützung des Fahrers. Mit anderen Worten kann also das erste Systemmodell hochkomplex sein und besonders rechenaufwendige, komplexe Algorithmen zur Modellierung oder Abbildung des Kraftfahrzeugs, einer Funktion und/oder eines Zustands und/oder einer Situation des Kraftfahrzeugs und/oder jeweiliger Umgebungsbedingungen nutzen. Dies ermöglicht vorteilhaft eine besonders sichere, genaue und zuverlässige Modellierung und damit auch eine entsprechend vorteilhafte Kalibrierung des Fahrerassistenzsystems. Da die entsprechenden Berechnungen zu einem Zeitpunkt oder in einem Zeitraum durchgeführt werden, wenn das Fahrerassistenzsystem nicht aktiv dem Fahrer assistiert oder den Fahrer unterstützt, das heißt seine Hauptaufgabe erfüllt, ist vorteilhaft eine für die Kalibrierung benötigte Rechen- oder Laufzeit nicht sicherheitskritisch. Entsprechende Berechnungen können also auch auf oder mit weniger leistungsfähiger Hardware oder Elektronik durchgeführt werden, ohne dass sich daraus Nachteile ergeben würden. Im Gegenteil wird so sogar vorteilhaft eine verbesserte Auslastung und Ausnutzung der verfügbaren Ressourcen, insbesondere der Rechenkapazitäten, erzielt.

**[0007]** In dem genannten Zeitraum, in dem die Kalibrierung durchgeführt wird, kann sich das Fahrerassistenzsystem beispielsweise in einer Art Leerlaufmodus befinden, in dem es keine Funktionen ausführt, welche einen direkten unmittelbaren Einfluss auf den jeweils momentanen Betrieb des Kraftfahrzeugs haben. Wird im Folgenden das Fahrerassistenzsystem für seine eigentliche Hauptaufgabe aktiviert oder verwendet, das heißt zur Assistenz oder Unterstützung des Fahrers und damit beispielsweise für einen direkten unmittelbaren Eingriff in den Betrieb des Kraftfahrzeugs herangezogen, so wird dann das zweite Systemmodell eingesetzt oder verwendet, um das Kraftfahrzeug, den jeweiligen Zustand, die jeweilige Situation oder dergleichen zu modellieren. Aufgrund der geringeren Komplexität oder des geringeren benötigten Rechenaufwands zum Betrieb des

Fahrerassistenzsystems auf Basis oder auf Grundlage des zweiten Systemmodells, kann hier eine bezüglich einer Betriebssicherheit optimale Durchführung oder Ausführung oder ein optimaler Betrieb des Fahrerassistenzsystems beziehungsweise des zweiten Systemmodells, beispielsweise in Echtzeit und ohne Verzögerungen, realisiert und gewährleistet werden. Trotz der Verwendung des einfacheren zweiten Systemmodells kann hier eine optimale Effektivität, Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Fahrerassistenzsystems erzielt und gewährleistet werden, da in dem zweiten Systemmodell oder für das zweite Systemmodell die mit dem rechenintensiveren ersten Systemmodell ermittelten Kalibrierwerte verwendet werden. Insgesamt kann somit also eine optimale Effektivität, Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Leistung des Fahrerassistenzsystems erzielt werden, ohne dass hierfür besonders leistungsfähige, komplexe oder aufwendige und somit kostenintensive Hardware, Elektronik oder Ressourcen mit entsprechend hohem Energiebedarf bereitgestellt werden müssten.

**[0008]** In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass die Kalibrierwerte an das zweite Systemmodell angepasst werden, bevor sie in diesem verwendet werden. Beispielsweise können die Kalibrierwerte vereinfacht, um nicht benötigte Parameter bereinigt oder auf andere Art und Weise auf das weniger komplexe zweite Systemmodell heruntergerechnet werden. Dies kann wie die Kalibrierung selbst ebenfalls vor einer aktiven Verwendung des Fahrerassistenzsystems zur Unterstützung des Fahrers geschehen und beispielsweise von dem ersten Systemmodell übernommen werden. Durch die Anpassung der Kalibrierwerte wird vorteilhaft eine weitere Optimierung des zweiten Systemmodells ermöglicht, da nicht die gleichen Werte, Datentypen oder dergleichen wie in dem ersten Systemmodell verwendet werden müssen.

**[0009]** In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass ein Zeitpunkt zur Durchführung der Kalibrierung in Abhängigkeit von einem von dem Kraftfahrzeug befahrenen Streckentyp bestimmt wird. Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass ein als Parkassistent dienendes Fahrerassistenzsystem kalibriert wird, während das Kraftfahrzeug eine Autobahn befährt, da hier offensichtlich die Funktion eines Parkassistenten nicht benötigt wird. Andere Streckentypen können für andere Fahrerassistenzsysteme in entsprechender Weise relevant oder irrelevant sein. Dabei können in weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens auch von einem Navigationssystem bereitgestellte Streckeninformationen oder Informationen über eine geplante, zu befahrene oder berechnete Route oder Routenführung sowie weitere Verkehrsinformationen, wie beispielsweise Informationen betreffend ein Verkehrsaufkommen, Umleitungen oder dergleichen, berücksichtigt oder miteinbe-

zogen werden. Damit ist vorteilhaft eine objektive und zuverlässige Grundlage zur Bestimmung oder Festlegung eines optimalen Zeitpunktes oder Zeitraumes zur Durchführung der Kalibrierung gegeben.

**[0010]** In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass die Kalibrierung während eines Betriebs des Kraftfahrzeugs durchgeführt und dabei während des Betriebs erfasste Messdaten als Eingangsdaten für das erste Systemmodell verwendet werden. Hier können beispielsweise Informationen, Parameter oder Messwerte von einer Vielzahl weiterer gegebenenfalls in dem Kraftfahrzeug vorhandener Sensoren und Assistenzsysteme verarbeitet werden. Dadurch kann vorteilhaft eine noch bessere Genauigkeit bei der Kalibrierung erreicht werden.

**[0011]** Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug ist mit einem Fahrerassistenzsystem und einem Steuergerät ausgestattet, welches zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Leistungsoptimierung des Fahrerassistenzsystems eingerichtet ist. Das Steuergerät kann dabei Teil des Fahrerassistenzsystems und/oder Teil des Kraftfahrzeugs sein und beispielsweise auch eine Speichereinrichtung umfassen, in der sowohl das erste Systemmodell als auch das zweite Systemmodell gespeichert oder abgelegt sind.

**[0012]** Die bisher und im Folgenden sowie in den Patentansprüchen beschriebenen funktionalen Ausbildungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens, des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs und zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendeter Einrichtungen und Bauteile sowie die entsprechenden Vorteile sind entsprechend sinngemäß jeweils wechselseitig zwischen diesen übertragbar.

**[0013]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung.

**[0014]** Dabei zeigt die einzige Figur einen schematischen Ablaufplan einer Ausprägungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0015]** Die einzige Figur stellt in einer schematischen Darstellung einen Ablaufplan dar, anhand dessen im Folgenden ein Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems beziehungsweise zum leistungsoptimierten Betrieb eines Fahrerassistenzsystems oder eines Kraftfahrzeugs mit einem Fahrerassistenzsystem beschrieben werden soll. In einem ersten Schritt erfolgt ein Start **10** des Verfahrens beziehungsweise des Kraftfahrzeugs, wobei das Fahrerassistenzsystem des Kraftfahrzeugs gestartet, aktiviert und/oder initialisiert wird. Dies kann

selbsttätig oder automatisch beispielsweise bei einem Aktivieren oder Einschalten oder Betätigen einer Zündung des Kraftfahrzeugs oder manuell, beispielsweise durch Betätigen eines entsprechenden Schalters oder Bedienelements durch einen Fahrzeuginsassen, geschehen. In einem anschließenden zweiten Verfahrensschritt erfolgt eine Überwachung und Erkennung **12** eines von dem Kraftfahrzeug befahrenen Streckentyps sowie eine Festlegung oder Bestimmung eines Zeitpunktes oder Zeitraumes für eine Durchführung einer Kalibrierung **14** des Fahrerassistenzsystems. Hierfür können auch beispielsweise von einem Navigationssystem bereitgestellte Informationen über eine geplante Route oder Streckenführung berücksichtigt oder ausgewertet werden. Der Zeitpunkt oder Zeitraum wird dabei so bestimmt oder festgelegt, dass zu diesem Zeitpunkt oder während dieses Zeitraumes das Fahrerassistenzsystem von einem jeweiligen Fahrer des Kraftfahrzeugs nicht benötigt wird. Zusätzlich oder alternativ zur Berücksichtigung des befahrenen Streckentyp oder der Navigation Informationen können auch weitere Informationen oder Daten verwendet oder berücksichtigt werden, wie beispielsweise eine Uhrzeit, eine Jahreszeit, eine geographische Position des Kraftfahrzeugs, aktuelle Witterungs- oder Umgebungsbedingungen oder dergleichen mehr.

**[0016]** In einem dritten Verfahrensschritt erfolgt diese Kalibrierung **14** des Fahrerassistenzsystems, während des im zweiten Verfahrensschritt festgelegten Zeitraumes. Dabei wird die Kalibrierung **14** auf Grundlage eines ersten Systemmodells durchgeführt, das heißt eine entsprechende Modellierung wird durch dieses erste Systemmodell verwirklicht oder basiert auf diesem ersten Systemmodell. Als Ergebnis der Kalibrierung **14** wird ein Kalibrierwert oder eine Mehrzahl von Kalibrierwerten bestimmt, berechnet oder ermittelt. Diese Kalibrierwerte können dann für nachfolgende Verfahrensschritte bereitgestellt und verwendet werden.

**[0017]** Vorliegend ist es vorgesehen, dass nach der Bestimmung der Kalibrierwerte in einem vierten Verfahrensschritt eine Anpassung **16** dieser Kalibrierwerte an ein zweites Systemmodell erfolgt. Eine derartige Anpassung **16** kann beispielsweise eine Vereinfachung, Komplexitätsreduzierung, Auswahl oder Konvertierung – beispielsweise in einen anderen Datentyp – sein oder umfassen. Wichtig ist dabei, dass das zweite Systemmodell weniger rechenaufwendig, weniger komplex und/oder weniger umfangreich als das erste Systemmodell ist und daher auch die Anpassung **16** der Kalibrierwerte derart vorzunehmen ist, dass diese mit möglichst geringem Rechenaufwand zu einer Laufzeit des zweiten Systemmodells von diesem oder in diesem verwendet oder verarbeitet werden können.

**[0018]** In einem fünften Verfahrensschritt erfolgt eine Ausgabe oder ein Bereitstellen **18** der angepassten Kalibrierwerte an das zweite Systemmodell. Dies kann beispielsweise ein Speichern oder Ablegen der angepassten Kalibrierwerte in einem bestimmten Speicherbereich einer Speichereinrichtung des Kraftfahrzeugs oder des Fahrerassistenzsystems umfassen.

**[0019]** In einem sechsten Verfahrensschritt wird dann auf eine Anforderung zur Aktivierung des Fahrerassistenzsystems oder zur Unterstützung des Fahrers durch das Fahrerassistenzsystem gewartet. Dieses Warten ist hier durch eine Warteschleife **20** repräsentiert. Erfolgt keine entsprechende Aktivierung oder Anfrage, so wird ein Pfad **22** durchlaufen. Bei einer Aktivierung oder Anforderung des Fahrerassistenzsystems, den Fahrer zu unterstützen oder in einen Betrieb des Kraftfahrzeugs einzugreifen, wird ein Pfad **24** durchlaufen. Dieser führt zu einem weiteren Verfahrensschritt, welcher eine Ausführung **26** der angeforderten Unterstützung und damit einer Hauptfunktion des Fahrerassistenzsystems umfasst. Während dieser aktiven und gegebenenfalls sicherheitsrelevanten Verwendung des Fahrerassistenzsystems wird das im Vergleich zu dem zur Kalibrierung **14** verwendeten ersten Systemmodell weniger rechenintensive zweite Systemmodell als Basis oder Grundlage für den Betrieb des Fahrerassistenzsystems verwendet. Dabei wird vorteilhaft also weniger Rechenleistung benötigt als für Berechnungen oder bei Verwendung des ersten Systemmodells. Gleichzeitig wird durch die Verwendung der angepassten Kalibrierwerte eine optimale Effektivität und Performanz des Fahrerassistenzsystems sichergestellt.

**[0020]** Insgesamt können so also hinsichtlich einer benötigten und in dem Kraftfahrzeug vorzusehenden Rechenleistung oder Rechenkapazität Ressourcen eingespart werden und dennoch effektiv die gleiche Leistung, Effektivität oder Performanz des Fahrerassistenzsystems erzielt werden, wie mit bei einer Verwendung oder einem Einsatz eines einzigen rechenaufwendigen, komplexen Systemmodells. Damit kann also ohne Einschränkungen in dem Kraftfahrzeug kosteneffektiv weniger leistungsfähige Hardware verbaut werden, welche durch das beschriebene Verfahren optimal ausgenutzt wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Start
<b>12</b>	Erkennung des Streckentyps
<b>14</b>	Kalibrierung des Fahrerassistenzsystems
<b>16</b>	Anpassung der Kalibrierwerte
<b>18</b>	Bereitstellen der Kalibrierwerte
<b>20</b>	Warteschleife
<b>22, 24</b>	Pfad
<b>26</b>	Ausführung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102012216213 A1 [0003]

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Leistungsoptimierung eines Fahrerassistenzsystems eines Kraftfahrzeugs, bei dem ein erstes Systemmodell zur Kalibrierung (14) des Fahrerassistenzsystems verwendet wird,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Kalibrierung (14) durchgeführt wird, während das Fahrerassistenzsystem nicht zur Unterstützung des Fahrers verwendet wird,
- aus der Kalibrierung (14) erhaltene Kalibrierwerte in einem zweiten Systemmodell verwendet werden, welches weniger Rechenleistung benötigt als das erste Systemmodell, und
- das zweite Systemmodell eingesetzt wird (26) bei einer Verwendung des Fahrerassistenzsystems zur Unterstützung des Fahrers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kalibrierwerte an das zweite Systemmodell angepasst werden (16), bevor sie in diesem verwendet werden (26).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Zeitpunkt zur Durchführung der Kalibrierung (14) in Abhängigkeit von einem von dem Kraftfahrzeug befahrenen Streckentyp bestimmt wird (12).

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Zeitpunkt zur Durchführung der Kalibrierung (14) in Abhängigkeit von von einem Navigationssystem bereitgestellten Streckeninformationen bestimmt wird (12).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kalibrierung (14) während eines Betriebs des Kraftfahrzeugs durchgeführt und dabei während des Betriebs erfasste Messdaten als Eingangsdaten für das erste Systemmodell verwendet werden.

6. Kraftfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem und einem Steuergerät, welches zur Durchführung eines Verfahrens zur Leistungsoptimierung des Fahrerassistenzsystems gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

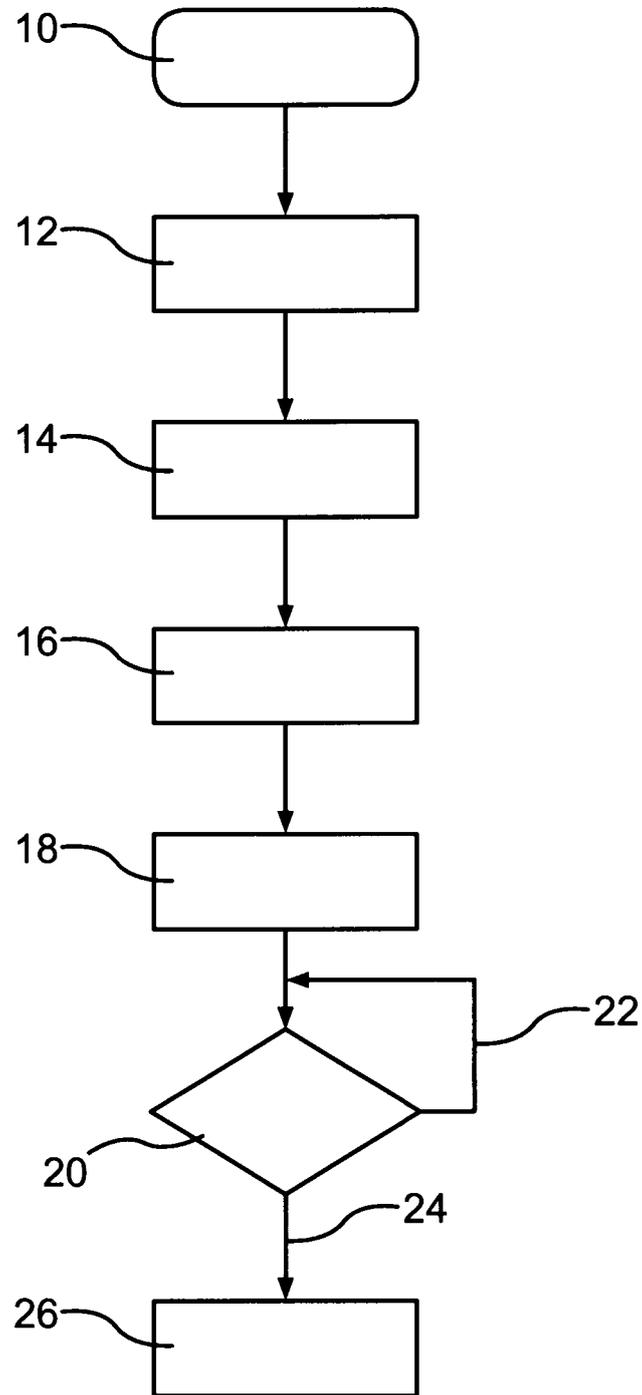


Fig.