



(10) **DE 10 2014 226 972 A1** 2016.06.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 226 972.5**

(22) Anmeldetag: **23.12.2014**

(43) Offenlegungstag: **23.06.2016**

(51) Int Cl.: **F02M 37/00 (2006.01)**

F02M 65/00 (2006.01)

F02M 59/44 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover,
DE**

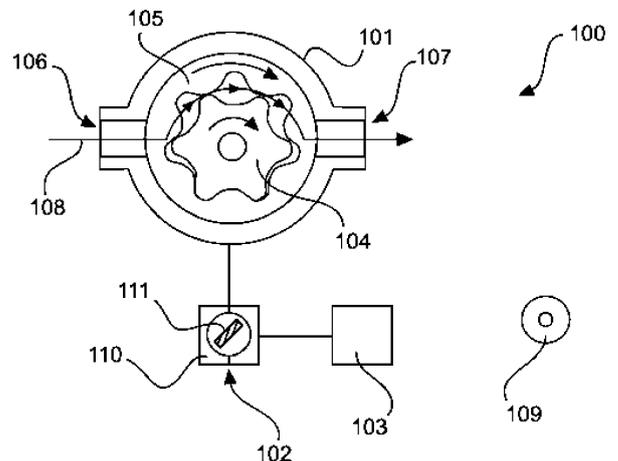
(72) Erfinder:
Graf, Rolf, Dr., 61479 Glashütten, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fördervorrichtung zum Befördern eines Mediums und zum Begrenzen eines Systemdrucks**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Fördervorrichtung 100 zum Befördern eines Mediums in einem Fahrzeug 300 und zum Begrenzen eines Systemdrucks der Fördervorrichtung. Dabei umfasst die Fördervorrichtung eine Fahrzeugpumpe 101, welche durch einen Elektromotor 102 angetrieben wird. Ferner wird der Elektromotor durch eine Steuereinheit 103 gesteuert, wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, eine aktuelle Drehzahl des Elektromotors und einen aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors zu ermitteln. Wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert überschreitet, so ist die Steuereinheit ausgeführt, ein erstes Signal bezüglich einer Systemdrucküberschreitung zu erzeugen. Dabei ist der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fördervorrichtung zum Befördern eines Mediums in einem Fahrzeug und zum Begrenzen eines Systemdrucks der Fördervorrichtung, ein Fahrzeug, ein Verfahren, ein Programmelement und ein computerlesbares Medium.

Technischer Hintergrund

[0002] Üblicherweise können Kraftstoffsysteme von Kraftfahrzeugen ein mechanisches Druckbegrenzungsventil (DBV) zur Druckbegrenzung aufweisen, das bei Überschreiten eines bestimmten Kraftstoffdrucks öffnet und so einen weiteren Druckanstieg im System verhindert. Das Druckbegrenzungsventil kann als eine mechanische Komponente ausgeführt sein, die entweder in der Kraftstoffpumpe integriert sein kann, oder als separates Bauteil dem System hinzugefügt werden kann. Im Normalbetrieb ist üblicherweise dieses Bauteil nicht im Eingriff, kann aber die Systemkosten und die Ausfallwahrscheinlichkeit des Systems erhöhen.

[0003] Weiter kann die Möglichkeit bestehen, dass moderne Kraftfahrzeuge aus Kostengründen nicht mit einem Sensor zum Messen eines Kraftstoffdrucks ausgestattet werden. Daher kann es sein, dass für die Motorsteuerung keine direkte Möglichkeit besteht, durch eine Messung des Kraftstoffdrucks und der Vorgabewerte an die elektronische Pumpensteuerung auf den Zustand des Kraftstoffversorgungssystems zu schließen und gegebenenfalls einen Überdruck durch geeignete Maßnahmen zu begrenzen. Außerdem kann in modernen Fahrzeugen die Problematik bestehen, dass das Kraftstoffsystem sehr schnell unter Druck gesetzt werden muss, um einen raschen Start der Bremskraftmaschine durchzuführen, um praktisch vom ersten Moment an die Abgaswerte entsprechend den gesetzlichen Vorgaben einzuhalten. Die typisch geforderten Werte für die Druckanstiegszeiten in solchen Systemen können bei 100 ms bis 300 ms für einen Druckanstieg von einem Systemdruck 0 auf einen Systemdruck von etwa 4–6 bar liegen. Die geforderten Druckanstiegszeiten können erfordern, dass die Pumpstufe mit Beschleunigungsrampen maximaler Winkelbeschleunigung an der Strom- und Drehmomentgrenze des antreibenden Elektromotors betrieben wird, was zu Überschwingen des Druckes im geförderten Medium führen kann. Außerdem kann es sein, dass bei gewissen Fahrzeugen die Motorsteuerung im ersten Moment des Starts noch kein geeignetes Steuersignal bereitstellen kann, da deren Initialisierung noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Hier kann gegebenenfalls ein hoher Festwert für die Pumpendrehzahl ausgegeben werden, der dann bei kleiner Ab-

nahmemenge ebenfalls zu sehr hohen Systemdrücken führen kann.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Es kann als Aufgabe der Erfindung angesehen werden, die Zuverlässigkeit von Fördervorrichtungen für Fahrzeuge zu erhöhen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche. Weiterbildungen und Ausführungsformen sind der folgenden Beschreibung, den Figuren und den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0006] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Fördervorrichtung zum Befördern eines Mediums in einem Fahrzeug und zum Begrenzen eines Systemdrucks der Fördervorrichtung, welche eine Fahrzeugpumpe, einen Elektromotor zum Antreiben der Fahrzeugpumpe und eine Steuereinheit zum Steuern des Elektromotors aufweist. Dabei ist die Steuereinheit ausgeführt, eine aktuelle Drehzahl des Elektromotors und einen aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors zu ermitteln. Ferner ist die Steuereinheit ausgeführt, ein erstes Signal bezüglich einer Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung zu erzeugen, wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert überschreitet, wobei der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors ist.

[0007] Mit anderen Worten kann durch eine intelligente Auswertung des Betriebsstroms und der Drehzahl des Elektromotors der Systemdruck der Fördervorrichtung ohne Druckbegrenzungsventil begrenzt werden. Die erfindungsgemäße Steuereinheit kann somit das Druckbegrenzungsventil ersetzen. Da die Fördervorrichtung somit auf eine mechanische Komponente, die eine gewisse Ausfallwahrscheinlichkeit aufweisen kann, verzichten kann, kann insgesamt die Zuverlässigkeit der Fördervorrichtung erhöht werden. Ferner kann durch Regelung des Elektromotors der Systemdruck schneller und unabhängig von Vorgabewerten begrenzt werden, da ein direkter Zusammenhang zwischen Druck und Betriebsstrom bestehen. Ferner können mechanische Verzögerungen, welche unter anderem wegen Druckwellen in hydraulischen Leitungen auftreten können, vermieden werden. Auch Überschwinger des Systemdrucks und/oder Druckspitzen können rascher begrenzt werden.

[0008] Dabei kann der Begriff „Fördervorrichtung“ in einem weiten Sinne verstanden werden. Das heißt, dass die im Einzelnen genannten Komponenten der Fördervorrichtung nicht zwingendermaßen eine gesamte bauliche Einheit bilden müssen. So können beispielsweise die Fahrzeugpumpe, der Elektromotor zum Antreiben der Fahrzeugpumpe und die Steuer-

einheit unterschiedliche, voneinander getrennte bauliche Einheiten beschreiben. Beispielsweise kann die Steuereinheit zum Steuern des Elektromotors ein Teil einer Motorsteuerung sein. Weiterhin ist auch möglich, dass verschiedene Komponenten der Fördervorrichtung zusammen eine bauliche Einheit bilden. Beispielsweise können die Fahrzeugpumpe und der Elektromotor zum Antreiben der Fahrzeugpumpe zusammen eine bauliche Einheit bilden. Ferner kann auch die Steuereinheit zum Steuern des Elektromotors zusammen mit der Fahrzeugpumpe und dem Elektromotor eine bauliche Einheit sein.

[0009] Die Fahrzeugpumpe kann beispielsweise eine Kraftstoffpumpe sein, welche zum Befördern von Kraftstoff für einen Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs ausgeführt ist. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung kann die Fahrzeugpumpe auf unterschiedliche Arten realisiert sein. Beispielsweise kann die Fahrzeugpumpe eine Gerotorpumpe sein. Ferner kann die Fahrzeugpumpe als Schrauben- oder Rollenzellenpumpe ausgeführt sein. Es sind jedoch auch andere Ausführungen der Fahrzeugpumpe möglich. Dabei kann unter der Fahrzeugpumpe eine Pumpe, welche im Automobilbereich eingesetzt werden kann, verstanden werden. Der Elektromotor kann zum Befördern des Mediums mit der Fahrzeugpumpe verbunden sein, so dass dieser die Pumpe antreibt. Dabei kann der Elektromotor als mechanisch kommutierter bzw. DC-Motor oder als elektrisch kommutierter bzw. EC-Motor ausgeführt sein. Die vorliegende Erfindung ist hierbei beide Arten von Elektromotoren und auch auf andere Elektromotoren anwendbar.

[0010] Je nach Elektromotor kann es verschiedene Möglichkeiten geben, wie die Steuereinheit die aktuelle Drehzahl des Elektromotors ermitteln kann. Beispielsweise können elektrisch kommutierte Elektromotoren drehzahl geregelt sein. Somit besteht die Möglichkeit, dass bei elektrisch kommutierten Elektromotoren die Steuereinheit die Drehzahl des Elektromotors von einer Regeleinheit des Elektromotors erhält. Ferner kann die Steuereinheit zum Steuern des Elektromotors und die Regeleinheit des Elektromotors die gleiche Einheit sein. Außerdem kann auch eine separate Ermittlung der Drehzahl des Elektromotors erfolgen. Beispielsweise kann bei mechanisch kommutierten Elektromotoren die Drehzahl des Elektromotors über das Überwachen von Stromrippeln des Elektromotors durch die Steuereinheit erfolgen. Unter dem Betriebsstrom des Elektromotors kann der Strom verstanden werden, der zum Antrieb des Elektromotors verbraucht wird. Beispielsweise kann darunter der Strom verstanden werden, der durch die Wicklungen des Elektromotors fließt. Mit anderen Worten kann unter dem Betriebsstrom des Elektromotors ein Phasenstrom des Elektromotors bei EC-Motoren verstanden werden. Als aktueller Betriebsstrom kann ein Effektivwert oder pseudo-

Effektivwert des Betriebsstroms mit geeigneter Integrationszeit verwendet werden. Beispielsweise kann dafür über eine elektrische Periode oder eine Mechanische Umdrehung integriert werden. Bei DC-Motoren kann ein gleitender Mittelwert als aktueller Betriebsstrom verwendet werden. Dabei kann im Kontext der vorliegenden Erfindung unter „aktuell“ verstanden werden, dass ein Betriebsstrom zum Zeitpunkt der Ermittlung verwendet wird. Dies schließt nicht aus, dass es sich beim Betriebsstrom um einen Mittelwert oder einen Effektivwert bzw. pseudo-Effektivwert handelt, der über einen gewissen Zeitraum definiert sein kann.

[0011] Im Kontext der vorliegenden Erfindung kann unter einer aktuellen Größe eine momentane Größe verstanden werden, wobei nicht ausgeschlossen wird, dass es sich bei der Größe um eine in einem bestimmten Zeitraum ermittelte Größe handelt. Bei der Größe kann es sich beispielsweise um einen Betriebsstrom, eine Drehzahl, einen Systemdruck oder um eine andere Größe handeln. Mit anderen Worten muss das Merkmal „aktuell“ bzw. „momentan“ in diesem Zusammenhang nicht eng ausgelegt werden.

[0012] Die Steuereinheit kann also ausgeführt sein, den ermittelten aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors mit einem vordefinierten Betriebsstromgrenzwert zu vergleichen. Dieser Betriebsstromgrenzwert kann beispielsweise in einem entsprechenden Kennfeld der Steuereinheit gespeichert sein. Dabei kann unter dem vordefinierten Betriebsstromgrenzwert auch ein vorgegebener Betriebsstromgrenzwert verstanden werden. Dieser Betriebsstromgrenzwert kann beispielsweise fest in der Steuereinheit oder in einer Speichereinheit, auf welche die Steuereinheit zugreifen kann, gespeichert sein. Ferner ist dieser Betriebsstromgrenzwert auch abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors. Mit anderen Worten kann der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert eine Betriebsstromgrenzwertkurve sein. Das heißt, der Betriebsstromgrenzwert kann mehrere Punkte einer Betriebsstromgrenzwertkurve umfassen. Somit kann der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert für unterschiedliche Drehzahlen des Elektromotors unterschiedlich sein. Ferner kann der Betriebsstromgrenzwert auch von anderen Parametern abhängen, z. B. von der Spannung des Elektromotors.

[0013] Zwischen dem Systemdruck der Fördervorrichtung, dem Betriebsstrom des Elektromotors und der Drehzahl des Elektromotors kann ein funktioneller Zusammenhang bestehen. Der Systemdruck kann dabei beispielsweise den Druck des Mediums in der Fahrzeugpumpe und/oder in Zu- oder Ableitungen der Fahrzeugpumpe bezeichnen. Der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert, welcher abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors ist, kann aufgrund dieses funktionellen Zusammenhangs einem Systemdruckgrenzwert entsprechen. Mit an-

deren Worten kann die Kurve, welche durch den von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors abhängigen Betriebsstromgrenzwert beschrieben ist, eine Linie konstanten Drucks bzw. eine Isobare beschreiben. Anders formuliert kann der Betriebsstromgrenzwert einen Systemdruckgrenzwert definieren. Ferner kann die Steuereinheit ausgeführt sein, den aktuellen Betriebsstrom mit dem vordefinierten Betriebsstromgrenzwert für die aktuelle Drehzahl zu vergleichen. Beispielsweise kann die Steuereinheit ausgeführt sein, ein Kennfeld, in welchem der Betriebsstromgrenzwert für die aktuelle Drehzahl gespeichert ist, auszulesen und diesen Wert mit dem aktuellen Betriebsstrom zu vergleichen. Wenn der aktuelle Betriebsstrom den aktuellen Betriebsstromgrenzwert überschreitet, so erzeugt die Steuereinheit das erste Signal bezüglich der Betriebsstromüberschreitung. Dieses erste Signal kann beispielsweise an eine Regelungseinheit des Elektromotors und/oder an eine Motorsteuerung gesendet werden. Beispielsweise kann dieses erste Signal dazu führen, dass der Elektromotor derart geregelt wird, dass der Systemdruck in der Fördervorrichtung wieder sinkt. Auf diese Weise kann durch die Überwachung des Betriebsstroms und der Drehzahl des Elektromotors der Systemdruck der Pumpe überwacht und gesteuert werden.

[0014] Dabei muss es nicht erforderlich sein, dass die Steuereinheit vorerst einen Systemdruck ausrechnet, um eine Systemdrucküberschreitung zu erkennen. Ferner kann die Steuereinheit weitere Parameter wie z. B. die Temperatur des Kraftstoffes zur Ermittlung einer Systemdrucküberschreitung verwenden.

[0015] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinheit ausgeführt, basierend auf einem funktionellen Zusammenhang zwischen dem Systemdruck der Fördervorrichtung, dem Betriebsstrom des Elektromotors und der Drehzahl des Elektromotors einen aktuellen Systemdruck der Fördervorrichtung in Abhängigkeit der aktuellen Drehzahl und des aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors zu berechnen. Ferner ist die Steuereinheit ausgeführt, das erste Signal bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung zu erzeugen, wenn der berechnete aktuelle Systemdruck der Fördervorrichtung einen vordefinierten Systemdruckgrenzwert überschreitet.

[0016] Unter dem funktionellen Zusammenhang kann beispielsweise eine Formel verstanden werden, mit welcher der Systemdruck der Fördervorrichtung in Abhängigkeit des Betriebsstroms des Elektromotors und der Drehzahl des Elektromotors berechnet werden kann. Diese Formel kann beispielsweise in der Steuereinheit oder in einer Speichereinheit, auf welche die Steuereinheit zugreifen kann, gespeichert sein. Ferner kann der funktionelle Zusammenhang

auch in Form einer Kurve oder in Form mehrerer Punkte definiert sein. Beispielsweise kann auf der Steuereinheit und/oder auf der Speichereinheit eine Mehrzahl von Punkten einer Systemdruckgrenzwertkurve gespeichert sein, welche eine Kurve gemäß dem funktionellen Zusammenhang beschreiben.

[0017] Auf diese Weise kann die Steuereinheit ermitteln, welcher Systemdruck in der Fördervorrichtung vorherrscht. Ferner kann die Steuereinheit konfiguriert werden, bei welchem Systemdruck das erste Signal bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung erzeugt wird. Beispielsweise kann die Steuereinheit auch von einer anderen Einheit einen neuen bzw. einen geänderten Systemdruckgrenzwert erhalten, bei dessen Überschreiten das erste Signal erzeugt werden soll.

[0018] Typischerweise können Systemdrücke bzw. Arbeitsdrücke für moderne Kraftstoffsysteme in einem Bereich von etwa 2 bis 7 bar liegen. Der Systemdruckgrenzwert kann in einem Bereich von 5 bis 8 bar liegen. Der kritische Systemdruckgrenzwert kann in einem Bereich von 7 bis 8 oder in einem Bereich von 7 bis 9 bar liegen. Dabei können diese Grenzwerte systemabhängig sein, z. B. von der mechanischen Belastung der Leitungen. Die Grenzwerte können daher auch andere Werte aufweisen.

[0019] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist in der Steuereinheit der Fördervorrichtung ein pumpenspezifischer Verlauf des Betriebsstroms in Abhängigkeit von der Drehzahl bei gegebenem Druck gespeichert. Mit anderen Worten kann in der Steuereinheit eine Kurve konstanten Drucks bzw. eine Isobare gespeichert sein. Ferner können in der Steuereinheit der Fördervorrichtung mehrere pumpenspezifische Verläufe des Betriebsstroms in Abhängigkeit von der Drehzahl für unterschiedliche Drücke gespeichert sein.

[0020] Auf diese Weise kann die Steuereinheit ermitteln, ob die ermittelte Kombination von aktuellem Betriebsstrom und aktueller Drehzahl oberhalb, unterhalb oder auf der Kurve des pumpenspezifischen Verlaufs des Betriebsstroms positioniert ist. Somit kann die Steuereinheit auf einfache Weise ermitteln, ob der Systemdruckgrenzwert überschritten oder unterschritten wird.

[0021] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinheit ausgeführt, den aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors und/oder die aktuelle Drehzahl des Elektromotors zu begrenzen oder zu reduzieren, wenn die Steuereinheit das erste Signal bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung erzeugt.

[0022] Mit anderen Worten kann die Steuereinheit ausgeführt sein, den Betrieb des Elektromotors derart

anzupassen, dass der Systemdruck der Fördervorrichtung begrenzt oder gesenkt wird. Darunter kann auch verstanden werden, dass die Steuereinheit einer Regeleinheit des Elektromotors ein Signal zur Begrenzung oder zur Senkung des Betriebsstroms und/oder der Drehzahl sendet. Die Regeleinheit kann dann den Betriebsstrom und/oder die Drehzahl begrenzen oder senken. Auf diese Weise kann die Steuereinheit der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung entgegenwirken und den Elektromotor so ansteuern, dass der Systemdruck wieder unterhalb des vordefinierten Systemdruckgrenzwerts ist.

[0023] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinheit ausgeführt, ein zweites Signal bezüglich einer kritischen Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung zu erzeugen, wenn der berechnete aktuelle Systemdruck der Fördervorrichtung einen vordefinierten kritischen Systemdruckgrenzwert überschreitet. Ferner ist die Steuereinheit ausgeführt, die Fördervorrichtung abzuschalten, wenn die Steuereinheit das zweite Signal bezüglich der kritischen Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung erzeugt und der Systemdruck der Fördervorrichtung den kritischen Systemdruckgrenzwert während einem vordefinierten Zeitraum überschreitet.

[0024] Mit anderen Worten kann ein zweiter Systemdruckgrenzwert, nämlich der kritische Systemdruckgrenzwert, in der Steuereinheit oder in einer Speichereinheit, auf welche die Steuereinheit zugreifen kann, gespeichert sein. Dieser kritische Systemdruckgrenzwert kann dabei höher sein als der Systemdruckgrenzwert. Beispielsweise kann es erforderlich sein, dass bei Überschreiten des kritischen Systemdruckgrenzwerts ein rasches Begrenzen des Systemdrucks der Fördervorrichtung erforderlich ist. Sollte dieser kritische Systemdruckgrenzwert während dem vordefinierten Zeitraum nicht unterschritten werden, so kann die Steuereinheit ausgeführt sein, die Fördervorrichtung abzuschalten. Auf diese Weise können Schäden an der Fördervorrichtung oder an anderen Komponenten verhindert werden, welche durch eine zu lange Überschreitung des kritischen Systemdruckgrenzwerts entstehen können. Mit anderen Worten kann die Steuereinheit ausgeführt sein, eine Notabschaltung der Fördervorrichtung vorzunehmen, wenn der kritische Systemdruckgrenzwert zu lange überschritten wird. Dabei kann das Merkmal „zu lange“ bedeuten, dass die Überschreitung des kritischen Systemdruckgrenzwerts länger dauert als der vordefinierte Zeitraum.

[0025] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einer im Kontext der vorliegenden Erfindung beschriebenen Fördervorrichtung, wobei die Fahrzeugpumpe der Fördervorrichtung eine Kraftstoffpumpe zum Befördern von Kraftstoff für einen Verbrennungsmotor des Fahrzeugs ist.

[0026] Das Fahrzeug kann beispielsweise ein Kraftfahrzeug oder ein Lastkraftfahrzeug sein, welches durch den Verbrennungsmotor angetrieben wird. Ferner kann das Fahrzeug auch mit einem Hybridantrieb ausgestattet sein. Ferner sind die im Zusammenhang mit der Fördervorrichtung genannten Merkmale und Vorteile auch auf das Fahrzeug anwendbar. Weiterhin kann das Fahrzeug auch mit einer Steuereinheit, welche den Elektromotor der Fördervorrichtung erfindungsgemäß steuert, nachgerüstet worden sein.

[0027] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Befördern eines Mediums und zum Begrenzen eines Systemdrucks einer Fördervorrichtung, welche eine mit einem Elektromotor angetriebene Fahrzeugpumpe aufweist. Dabei weist das Verfahren den Schritt des Überwachens einer aktuellen Drehzahl und eines aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors auf. Ferner weist das Verfahren den Schritt des Erzeugens eines ersten Signals bezüglich einer Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung, wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert überschreitet, auf. Dabei ist der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors.

[0028] Dabei können die Schritte des Verfahrens in unterschiedlichen Reihenfolgen und/oder parallel erfolgen. Dieses Verfahren kann ferner durch eine Steuereinheit einer im Kontext dieser Erfindung beschriebenen Fördervorrichtung durchgeführt werden. Somit sind die Merkmale, die im Zusammenhang mit der beschriebenen Fördervorrichtung genannt werden, auch auf Verfahren, die oben und im Folgenden beschrieben sind, anwendbar.

[0029] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung weist das Verfahren weiterhin den Schritt des Berechnens eines aktuellen Systemdrucks der Fördervorrichtung in Abhängigkeit der aktuellen Drehzahl und des aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors basierend auf einem funktionellen Zusammenhang zwischen dem Systemdruck der Fördervorrichtung, dem Betriebsstrom des Elektromotors und der Drehzahl des Elektromotors auf. Ferner beinhaltet das Verfahren den Schritt des Erzeugens des ersten Signals bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung, wenn der berechnete aktuelle Systemdruck der Fahrzeugpumpe einen vordefinierten Systemdruckgrenzwert überschreitet.

[0030] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Programmelement, das, wenn es auf einem Prozessor ausgeführt wird, den Prozessor anleitet, ein im Kontext der vorliegenden Erfindung beschriebenes Verfahren auszuführen.

[0031] Dabei kann das Programmelement auf eine Steuereinheit einer Fördervorrichtung geladen werden, die die Schritte des Verfahrens ausführt. Das Programmelement kann ferner ein Teil eines Computerprogramms sein. Außerdem kann das Programmelement auch selbst ein selbstständiges Computerprogramm sein. Beispielsweise kann das Programmelement als Update ein bereits bestehendes Computerprogramm zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens befähigen. Da das Programmelement ausgeführt ist, den Prozessor anzuleiten, ein im Kontext dieser Erfindung beschriebenes Verfahren auszuführen, treffen die im Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Vorteile und Merkmale auch auf das Programmelement zu.

[0032] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein computerlesbares Medium, auf dem ein Programmelement gespeichert ist, das, wenn es auf einem Prozessor ausgeführt wird, den Prozessor anleitet, ein im Kontext der vorliegenden Erfindung beschriebenes Verfahren auszuführen.

[0033] Dabei kann das computerlesbare Medium als Speichermedium, zum Beispiel als USB-Stick, als CD, als DVD, als Festplatte oder als sonstiges Speichermedium angesehen werden. Ferner kann das computerlesbare Medium auch als Mikrochip ausgeführt sein, der eine Steuereinheit befähigt, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

[0034] Die beschriebenen Ausführungsformen betreffen gleichermaßen eine Fördervorrichtung, ein Fahrzeug, ein Verfahren, ein Programmelement und ein computerlesbares Medium, obwohl einzelne Ausführungsformen ausschließlich in Bezug zu der Fördervorrichtung, dem Fahrzeug, dem Verfahren, dem Programmelement oder dem computerlesbaren Medium beschrieben werden. Synergetische Effekte können sich aus verschiedenen Kombinationen der Ausführungsformen ergeben, auch wenn diese im Folgenden nicht beschrieben werden.

[0035] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele und der Figuren. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich und in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung auch unabhängig von ihrer Zusammensetzung in den einzelnen Ansprüchen oder deren Rückbezügen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0036] Fig. 1 zeigt eine Fördervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0037] Fig. 2 zeigt ein Diagramm gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0038] Fig. 3 zeigt ein Fahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0039] Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0040] Dabei sind die Figuren schematisch und nicht maßstabsgetreu dargestellt.

Detaillierte Beschreibung der Figuren

[0041] In Fig. 1 ist eine Fördervorrichtung **100** zum Befördern eines Mediums in einem Fahrzeug und zum Begrenzen eines Systemdrucks der Fördervorrichtung gezeigt. Die Fördervorrichtung weist eine Fahrzeugpumpe **101**, einen Elektromotor **102** zum Antreiben der Fahrzeugpumpe **101** und eine Steuereinheit **103** zum Steuern des Elektromotors **102**, welcher einen Stator **110** und einen Rotor **111** umfasst, auf. Dabei ist die Steuereinheit ausgeführt, eine aktuelle Drehzahl des Elektromotors **102** und einen aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors **102** zu ermitteln. Ferner ist die Steuereinheit ausgeführt, ein erstes Signal bezüglich einer Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung **100** zu erzeugen, wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors **102** einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert überschreitet, wobei der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors **102** ist. Die Fahrzeugpumpe **101** ist in diesem Ausführungsbeispiel als Gerotorpumpe bzw. als Zahnringpumpe ausgeführt. Dabei läuft das treibende Zahnrad **104** exzentrisch in der Innenverzahnung **105** der Fahrzeugpumpe **101**. Das Zahnrad **104** wird durch den Elektromotor **102** angetrieben. Durch die Rotation des Zahnrads **104** wird das Medium zwischen den Zahnlücken befördert, wodurch das Medium von einem Einlass **106** der Pumpe **101** zu einem Auslass **107** der Pumpe **101** in Pfeilrichtung **108** transportiert wird. Dabei ist die Gerotorpumpe rein beispielhaft und nicht einschränkend anzusehen. Die Erfindung kann für viele verschiedene Pumpenarten realisiert werden.

[0042] Gemäß einem weiteren, anhand von Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Steuereinheit **103** ausgeführt, ein Verfahren zum Begrenzen des Systemdrucks der Fahrzeugpumpe **101** auszuführen. Dabei weist das Verfahren den Schritt des Ermitteln der Drehzahl der Fahrzeugpumpe **101** auf. Dabei kann es sich, wenn der Elektromotor **102** der Fahrzeugpumpe **101** als elektrisch kommutierter Elektromotor ausgeführt ist, bei der Drehzahl um einen bekannten Wert handeln, da elektrisch kommutierte Elektromotoren typischerweise drehzahlge-regelt werden können. Bei mechanisch kommutierten Elektromotoren kann gegebenenfalls eine separate Ermittlung der Drehzahl über Stromrippel erfolgen, weil in bisherigen Systemen typischerweise kei-

ne Drehzahlregelung implementiert sein muss. Ferner umfasst das Verfahren das Ermitteln des Phasenstroms des Elektromotors **102**. Ferner erfolgt gemäß dem Verfahren das Zuführen eines Wertes, der die Drehzahl der Fahrzeugpumpe **101** repräsentiert, und eines Wertes, der den Phasenstrom der Fahrzeugpumpe **101** repräsentiert, zu einer Auswerteeinheit. Diese Auswerteeinheit kann beispielsweise ein Teil der Steuereinheit **103** sein. Ferner kann die Auswerteeinheit auch eine weitere Komponente der Fördervorrichtung **100** sein, die in **Fig. 1** der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist. Das Verfahren beinhaltet weiterhin den Schritt des Ermitteln des von der Kraftstoffpumpe **101** erzeugten aktuellen Drucks in der Auswerteeinheit. Ferner erfolgen gemäß dem Verfahren das Vergleichen des aktuellen Drucks mit einem ersten Druckgrenzwert und das Erzeugen eines Signals bei Überschreiten ersten Druckgrenzwerts. Der erste Druckgrenzwert kann dem Betriebsdruckgrenzwert entsprechen.

[0043] Ferner kann die Steuereinheit **103** ausgeführt sein, beim Erzeugen des Signals bei Überschreiten des ersten Druckgrenzwerts weitere Maßnahmen folgen zu lassen. Dabei kann die Steuereinheit im typischen Normalbetrieb den Systemdruck auf einen bestimmten Vorgabewert regeln, indem der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors **102** auf einen drehzahlabhängigen Stromwert, welcher in einem Kennfeld gespeichert ist, geregelt wird. Dabei kann der Steuereinheit **103** ein Drucksollwert von einer übergeordneten Steuerung der Brennkraftmaschine kommuniziert werden, welcher durch Regeln des Betriebsstroms erreicht werden soll. Ferner kann die Steuereinheit im Fehlerbetrieb ein typisches Verhaltensmuster aufweisen. Beispielsweise kann ein solches Verhaltensmuster aufgerufen werden, wenn gar kein Kraftstoff mehr abgenommen wird und der geforderte erste Druckgrenzwert bei sehr geringen Abnahmemengen nicht mehr eingehalten werden kann, weil beispielsweise eine minimale Drehzahl nicht unterschritten werden kann. Gegebenenfalls kann die Steuereinheit **103** versuchen, den Systemdruck der Fahrzeugpumpe **101** auf einen bestimmten Wert unterhalb des ersten Druckgrenzwerts zu begrenzen, indem der Strom auf einen drehzahlabhängigen Wert entsprechend einem Kennfeld begrenzt wird. Ferner kann auch die Drehzahl des Elektromotors **102** oder eine Kombination aus Drehzahl und Betriebsstrom begrenzt werden. Bei Überschreiten eines zweiten Druckgrenzwerts kann die Steuereinheit ein zweites Signal erzeugen. Der zweite Druckgrenzwert kann beispielsweise dem kritischen Systemdruckgrenzwert entsprechen. Die Steuereinheit kann versuchen, den Systemdruck der Fahrzeugpumpe **101** auf einen bestimmten Wert unterhalb zweiten Druckgrenzwert durch Begrenzen des Stroms auf einen drehzahlabhängigen Wert entsprechend einem Kennfeld oder durch Begrenzen der Drehzahl oder durch eine Kombination aus beidem zu reduzieren.

Ferner kann die Steuereinheit auch ausgeführt sein, die Fördervorrichtung **100** bzw. die Pumpe **101** direkt abzuschalten, wenn der zweite Druckgrenzwert eine gewisse Zeit nicht begrenzt werden konnte. Dies dient zum Systemschutz, damit beispielsweise größere Schäden vermieden werden können. Ferner kann die Steuereinheit auch ausgeführt sein, eine Warnmeldung zu erzeugen, welche beispielsweise an die Motorsteuerung gesendet wird, dass die Pumpe abgeschaltet ist. Die Motorsteuerung kann dann entsprechende Maßnahmen treffen. Gegebenenfalls kann die Steuereinheit **103** einen Neuanlauf der Fördervorrichtung **100** erfolgen lassen, bei welchem weiterhin ein aktives Steuersignal mit der Information „Pumpe aktiv“ bzw. mit gültigem Druck oder Drehzahlvorgabewert definiert ist.

[0044] Ferner ist in **Fig. 1** ein computerlesbares Medium **109** dargestellt, auf welchem beispielsweise das Verfahren, welches durch die Steuereinheit **103** ausgeführt wird, gespeichert ist. Ferner kann auf dem computerlesbaren Medium auch ein funktioneller Zusammenhang zwischen Betriebsstrom des Elektromotors **102**, Drehzahl des Elektromotors **102** und Systemdruck der Fahrzeugpumpe **101** gespeichert sein.

[0045] In **Fig. 2** ist ein Diagramm gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Dieses Diagramm beinhaltet eine erste Achse **201**, welche die Drehzahl des Elektromotors bezeichnet, und eine zweite Achse **202**, welche den Betriebsstrom bzw. die Energieaufnahme des Elektromotors **102** darstellt. Die erste Achse **201** kann alternativ auch die Pumpenspannung bezeichnen. Beispielsweise kann es sein, dass bei mechanisch kommutierten Elektromotoren die Drehzahlbestimmung nicht direkt möglich ist. Dabei sind die Einheiten in der **Fig. 2** nicht konkret spezifiziert. Beispielsweise ist die Einheit der Achse **201** Umdrehungen pro Minute und die Einheit der Achse **202** ist Ampere. Ferner sind im Diagramm verschiedene Kurven **205**, **206**, **207**, **208** und **209** dargestellt, welche die Stromaufnahme des Elektromotors abhängig von der Drehzahl darstellen. Die Kurve **205** entspricht dabei einem pumpenspezifischen Verlauf des Betriebsstroms für unterschiedliche Drehzahlen bei einem konstanten Systemdruck der Fahrzeugpumpe **P0**. Die Kurve **206** zeigt den pumpenspezifischen Verlauf des Betriebsstroms bei einem konstanten Druck **P1**, die Kurve **207** bei einem konstanten Druck **P2**, die Kurve **208** bei einem konstanten Druck **P3** und die Kurve **209** bei einem konstanten Druck **P4**. Dabei sind die Drücke **P0** bis **P4** in aufsteigender Reihenfolge benannt, das heißt, der Druck **P0** ist kleiner als der Druck **P1**, der Druck **P1** ist kleiner als der Druck **P2**, der Druck **P2** ist kleiner als der Druck **P3** und der Druck **P3** ist kleiner als der Druck **P4**, was auch durch den Pfeil **210** dargestellt ist. Ferner sind in **Fig. 2** Systemdruckgrenzwertkurven **203** und **204** dargestellt. So ist in **Fig. 2** sichtbar, dass die

Kurven **204** und **203** abhängig von der in der Achse **201** dargestellten Drehzahl sind. Die Kurve **203** entspricht dabei dem vordefinierten Systemdruckgrenzwert und die Kurve **204** dem kritischen Systemdruckgrenzwert.

[0046] Die Steuereinheit **103** ist ausgeführt, die Drehzahl und den Betriebsstrom des Elektromotors **102** zu ermitteln. Wenn die Kombination aus der ermittelten Drehzahl und dem ermittelten Betriebsstrom einen Punkt ergibt, der im Diagramm **200** unterhalb der Kurve **203** angeordnet ist, so ist der Systemdruckgrenzwert nicht überschritten, wenn der Punkt, der sich aus ermittelter Drehzahl und ermitteltem Betriebsstrom ergibt, zwischen den Kurven **203** und **204** liegt, so ist der Systemdruckgrenzwert überschritten und der kritische Systemdruckgrenzwert unterschritten, so dass die Steuereinheit **103** das erste Signal erzeugt. Wenn der aus ermittelter Drehzahl und ermitteltem Betriebsstrom resultierende Punkt oberhalb der Kurve **204** angeordnet ist, so ist der Systemdruckgrenzwert und der kritische Systemdruckgrenzwert überschritten, so dass auch das zweite Signal erzeugt wird. Die Systemdruckgrenzwerte bzw. Systemdruckgrenzwertkurven **203** und **204** können auf der Steuereinheit **103** gespeichert sein. Ferner kann auch nur eine der Systemdruckgrenzwertkurven **203** oder **204** auf der Steuereinheit gespeichert sein. Dabei können auch Daten oder Punkte, welche die Systemdruckgrenzwerte bzw. Systemdruckgrenzwertkurven **203** und **204** definieren, auf der Steuereinheit **103** gespeichert sein.

[0047] In Fig. 3 ist ein Fahrzeug **300** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Das Fahrzeug weist einen Verbrennungsmotor **301**, einen Kraftstofftank **302** und eine Fördervorrichtung **100**, welche im Kontext der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, auf, die den Verbrennungsmotor **301** mit Kraftstoff vom Kraftstofftank **302** versorgt. Die Fördervorrichtung **100** beinhaltet eine Pumpe **101**, einen Elektromotor **102** und eine Steuereinheit **103**. Die Steuereinheit kann dabei beispielsweise Teil der Motorsteuerung sein oder auch nachträglich nachgerüstet worden sein, um die Zuverlässigkeit der Fördervorrichtung **100** zu verbessern.

[0048] In Fig. 4 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Befördern eines Mediums und zum Begrenzen eines Systemdrucks einer Fördervorrichtung, welche eine mit einem Elektromotor angetriebene Fahrzeugpumpe aufweist, dargestellt. Dabei umfasst das Verfahren die Schritte des Überwachens einer aktuellen Drehzahl und eines aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors S1 und des Erzeugens eines ersten Signals bezüglich einer Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung, wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert überschreitet S2. Dabei

ist der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors.

[0049] Ergänzend sei darauf hinzuweisen, dass „umfassend“ oder „aufweisend“ keine anderen Elemente ausschließt und „ein“ oder „einer“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele oder Ausführungsformen beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen anderer zuvor beschriebener Ausführungsbeispiele oder Ausführungsformen verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkungen anzusehen.

Patentansprüche

1. Fördervorrichtung (**100**) zum Befördern eines Mediums in einem Fahrzeug (**300**) und zum Begrenzen eines Systemdrucks der Fördervorrichtung, die Fördervorrichtung aufweisend:
 - eine Fahrzeugpumpe (**101**);
 - einen Elektromotor (**102**) zum Antreiben der Fahrzeugpumpe;
 - eine Steuereinheit (**103**) zum Steuern des Elektromotors;
 - wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, eine aktuelle Drehzahl des Elektromotors und einen aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors zu ermitteln;
 - wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, ein erstes Signal bezüglich einer Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung zu erzeugen, wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert (**203**) überschreitet; und
2. wobei der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors ist.
3. Fördervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, basierend auf einem funktionellen Zusammenhang zwischen dem Systemdruck der Fördervorrichtung, dem Betriebsstrom des Elektromotors und der Drehzahl des Elektromotors einen aktuellen Systemdruck der Fördervorrichtung in Abhängigkeit der aktuellen Drehzahl und des aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors zu berechnen; und wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, das erste Signal bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung zu erzeugen, wenn der berechnete aktuelle Systemdruck der Fördervorrichtung einen vordefinierten Betriebsdruckgrenzwert überschreitet.
4. Fördervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in der Steuereinheit der Fördervorrichtung ein pumpenspezifischer Verlauf (**203**, **204**, **205**, **206**, **207**, **208**, **209**) des Betriebsstroms in Abhängigkeit von der Drehzahl bei gegebenem Druck gespeichert ist.

5. Fördervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, den aktuellen Betriebsstrom des Elektromotors und/oder die aktuelle Drehzahl des Elektromotors zu begrenzen oder zu reduzieren, wenn die Steuereinheit das erste Signal bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung erzeugt.

6. Fördervorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, ein zweites Signal bezüglich einer kritischen Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung zu erzeugen, wenn der berechnete aktuelle Systemdruck der Fördervorrichtung einen vordefinierten kritischen Systemdruckgrenzwert überschreitet; und wobei die Steuereinheit ausgeführt ist, die Fördervorrichtung abzuschalten, wenn die Steuereinheit das zweite Signal bezüglich der kritischen Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung erzeugt und der Systemdruck der Fördervorrichtung den kritischen Systemdruckgrenzwert während einem vordefinierten Zeitraum überschreitet.

7. Fahrzeug (**300**) mit einer Fördervorrichtung (**100**) nach einem der vorangehenden Ansprüche; wobei die Fahrzeugpumpe (**101**) eine Kraftstoffpumpe zum Befördern von Kraftstoff für einen Verbrennungsmotor des Fahrzeugs ist.

8. Verfahren zum Befördern eines Mediums und zum Begrenzen eines Systemdrucks einer Fördervorrichtung, welche eine mit einem Elektromotor angetriebene Fahrzeugpumpe aufweist, das Verfahren aufweisend die Schritte:
Überwachen einer aktuellen Drehzahl und eines aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors (S1);
Erzeugen eines ersten Signals bezüglich einer Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung, wenn der aktuelle Betriebsstrom des Elektromotors einen vordefinierten Betriebsstromgrenzwert überschreitet (S2); und
wobei der vordefinierte Betriebsstromgrenzwert abhängig von der aktuellen Drehzahl des Elektromotors ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, das Verfahren weiterhin aufweisend die Schritte:
Berechnen eines aktuellen Systemdrucks der Fördervorrichtung in Abhängigkeit der aktuellen Drehzahl und des aktuellen Betriebsstroms des Elektromotors basierend auf einem funktionellen Zusammenhang zwischen dem Systemdruck der Fördervorrichtung, dem Betriebsstrom des Elektromotors und der Drehzahl des Elektromotors; und
Erzeugen des ersten Signals bezüglich der Systemdrucküberschreitung der Fördervorrichtung, wenn der berechnete aktuelle Systemdruck der Fahrzeugpumpe einen vordefinierten Systemdruckgrenzwert überschreitet.

10. Programmelement, das, wenn es auf einem Prozessor ausgeführt wird, den Prozessor anleitet, ein Verfahren nach Anspruch 7 oder 8 auszuführen.

11. Computerlesbares Medium (**109**), auf dem ein Programmelement gespeichert ist, das, wenn es auf einem Prozessor ausgeführt wird, den Prozessor anleitet, ein Verfahren nach Anspruch 7 oder 8 auszuführen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

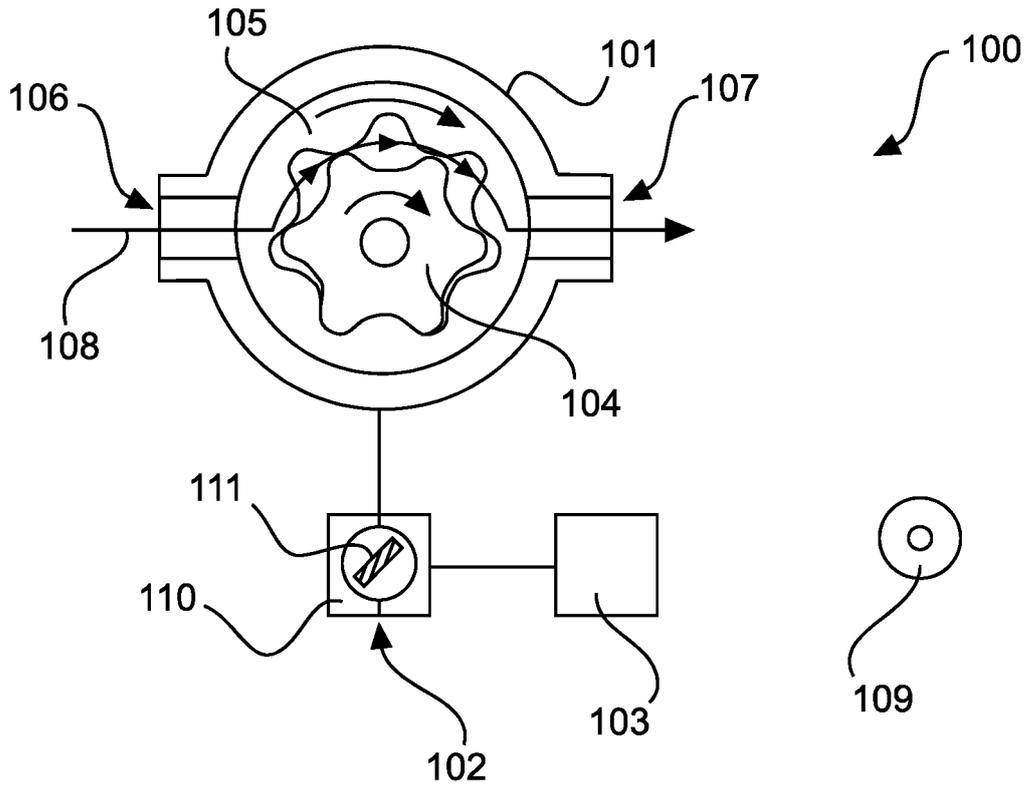


Fig. 1

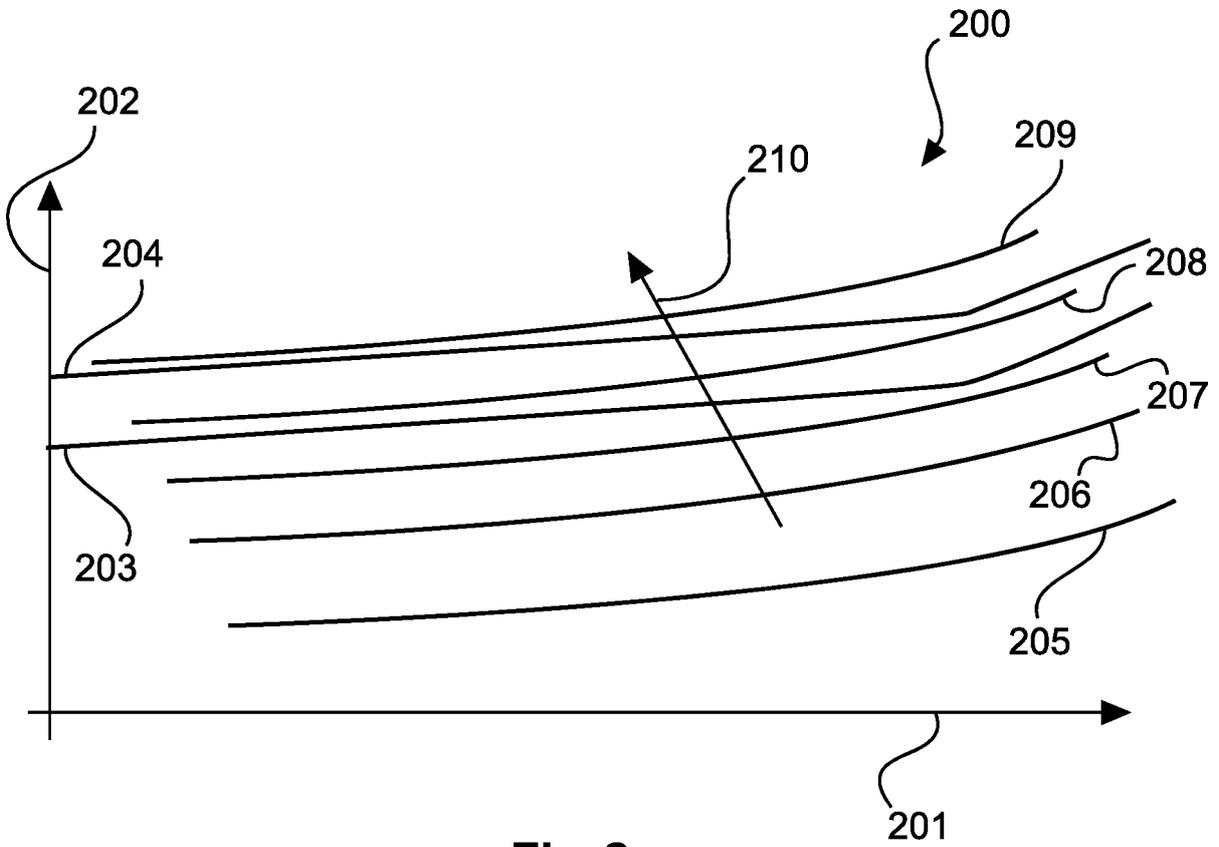


Fig. 2

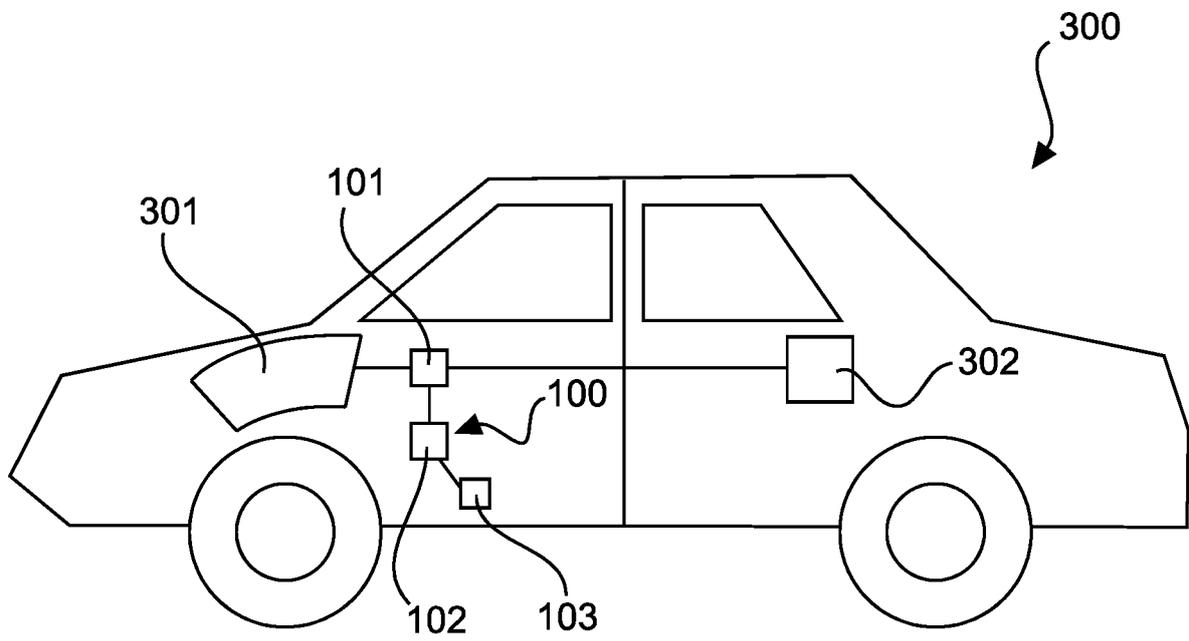


Fig. 3

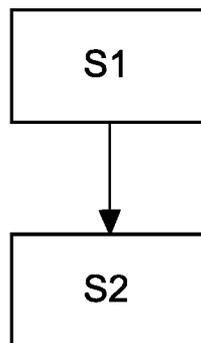


Fig. 4