



(10) **DE 10 2008 006 538 B4** 2015.08.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 006 538.2**
(22) Anmeldetag: **29.01.2008**
(43) Offenlegungstag: **02.10.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.08.2015**

(51) Int Cl.: **F02D 41/22 (2006.01)**
F02D 17/02 (2006.01)
G01M 15/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
11/669,266 **31.01.2007** **US**

(73) Patentinhaber:
**GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges.
d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US**

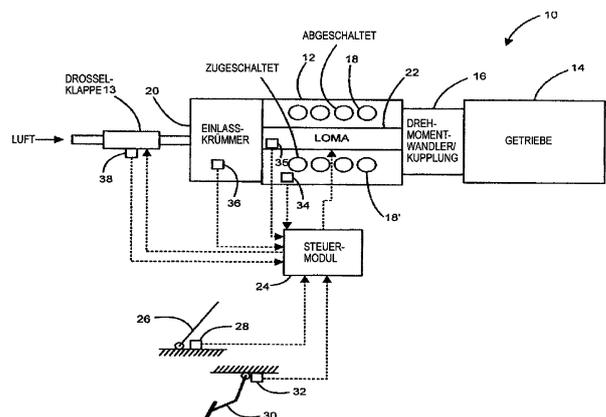
(74) Vertreter:
**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336
München, DE**

(72) Erfinder:
Mc Donald, Mike M., Macomb, Mich., US;
**Albertson, William C., Clinton Township, Mich.,
US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2004 013 767 A1
US 2002 / 0 096 139 A1
US 5 979 378 A
US 5 477 149 A

(54) Bezeichnung: **Diagnosesysteme und -verfahren für Zylinderabschaltungs-Systeme**

(57) Hauptanspruch: Diagnosesystem für ein Zylinderabschaltungs-Solenoid (AFM-Solenoid) eines Verbrennungsmotors (12), umfassend:
ein Befehlsmodul (72), das ein Solenoidsignal (84) selektiv befiehlt, um das AFM-Solenoid (56) mit Energie zu versorgen oder dessen Energieversorgung zu beenden;
ein Timer-Modul (74), das auf der Grundlage eines Status (86) des Solenoidsignals einen Timer (88, 90) aktiviert; und
ein Fehlermodul (76), das auf der Grundlage des Timers (88, 90) und eines Anstoßsensordesigns (91) einen Fehler (92) des AFM-Solenoids (56) selektiv diagnostiziert, und wobei das Fehlermodul (76) einen Solenoidausfall diagnostiziert, wenn ein Wert des Timers (88, 90) größer als ein Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsensordesign (91) keinen Solenoidstoß angegeben hat.



Beschreibung

GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme und Verfahren zum Diagnostizieren von Solenoiden eines Zylinderabschaltungs-Systems.

HINTERGRUND

[0002] Einige Verbrennungsmotoren umfassen Motorsteuersysteme, die Zylinder unter spezifischen Betriebszuständen mit niedriger Last abschalten bzw. deaktivieren. Beispielsweise kann ein Achtzylindermotor unter Verwendung von vier Zylindern arbeiten, um durch Reduzieren von Pumpverlusten die Kraftstoffwirtschaftlichkeit zu verbessern. Dieser Prozess wird allgemein als Zylinderabschaltung bzw. aktives Kraftstoff-Management (AFM von active fuel management) bezeichnet. Ein Betrieb unter Verwendung aller Motorzylinder wird als eine zugeschaltete Betriebsart bezeichnet. Eine abgeschaltete Betriebsart bezieht sich auf einen Betrieb unter Verwendung von weniger als allen Zylindern des Motors (ein oder mehrere Zylinder ist oder sind nicht zugeschaltet bzw. nicht aktiv).

[0003] In der abgeschalteten Betriebsart gibt es weniger zündende Zylinder. Die Folge ist, dass zum Anreiben des Fahrzeugtriebstrangs und von Nebenaggregaten (z. B. Lichtmaschine, Kühlmittelpumpe, Klimaanlage-Kompressor) ein kleineres Antriebsdrehmoment verfügbar ist. Der Motorwirkungsgrad nimmt jedoch als ein Ergebnis der verringerten Luftpumpverluste aufgrund dessen, dass die abgeschalteten Zylinder keine frische Einlassluft aufnehmen und abgeben, zu.

[0004] Um ausgewählte Zylinder des Motors zuzuschalten und abzuschalten, kann eine Stößelölverteilerbaugruppe (LOMA) implementiert sein. Die LOMA umfasst eine Reihe von Solenoiden, die verwendet werden, um die Ölzufuhr zu hydraulisch umschaltenden Stößeln zu steuern. Die Solenoide werden selektiv mit Energie versorgt, um eine Hydraulikfluidströmung zu den Stößeln freizugeben, um einen Ventilstößelbetrieb zu verhindern, wodurch die entsprechenden Zylinder abgeschaltet werden. Die Solenoide bleiben mit Energie versorgt, während der Motor in der abgeschalteten Betriebsart arbeitet. Die Energieversorgung der Solenoide wird beendet, wenn die erneute Zuschaltung der abgeschalteten Zylinder erwünscht ist.

[0005] Die US 2002/0096139 A1 beschreibt ein System zur Abschaltung von Zylindern eines Verbrennungsmotors, bei welchem über Solenoide Hydraulikventile betätigt werden.

[0006] Die US 5 979 378 A beschreibt ein System und ein Verfahren zur Diagnose eines Solenoids zur Ventilbetätigung, wobei das Solenoid mit Energie versorgt und auf der Grundlage eines gesetzten Zeitfensters ein Fehler des Solenoids diagnostiziert wird.

[0007] Weiterer Stand der Technik ist aus US 5 477 149 A und DE 10 2004 013 767 A1 bekannt.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Diagnosesystem bzw. ein Diagnoseverfahren für ein Solenoid einer Zylinderabschaltung eines Verbrennungsmotors zu schaffen, mittels welchem auf einfache Weise ein Fehlbetrieb des Solenoids festgestellt werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

[0009] Die Aufgabe wird durch ein Diagnosesystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Zylinderabschaltungs-Motordiagnosesystem mit den Merkmalen des Anspruchs 7 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen und Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Ein erfindungsgemäßes Diagnosesystem zum Diagnostizieren eines Solenoids eines Zylinderabschaltungs-Systems umfasst: ein Befehlsmodul, das ein Solenoidsignal selektiv befiehlt, um das Solenoid mit Energie zu versorgen oder dessen Energieversorgung zu beenden; ein Timer-Modul, das einen Timer auf der Grundlage eines Status des Solenoidsignals aktiviert; und ein Fehlermodul, das einen Fehler des Solenoids auf der Grundlage des Timers und eines Anstoßsensordesignals selektiv diagnostiziert.

[0011] Ein erfindungsgemäßes Zylinderabschaltungs-Motordiagnosesystem (AFM-Motordiagnosesystem) umfasst: ein Zylinderabschaltungs-Solenoid, das Hydraulikfluid zu und von einem Ventilstößel steuert; einen Anstoßsensor, der auf der Grundlage eines Betriebs des AFM-Solenoids ein Stoßsignal erzeugt; und ein Steuermodul, das ein AFM-Solenoidsignal befiehlt, nach dem Befehlen des Solenoidsignals einen Timer startet und auf der Grundlage des Stoßsignals und des Timers einen Fehler des AFM-Solenoids selektiv diagnostiziert.

[0012] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Diagnostizieren eines Zylinderabschaltungs-Solenoids (AFM-Solenoids) eines Verbrennungsmotors umfasst, dass ein Solenoidsignal selektiv befohlen wird, um das AFM-Solenoid mit Energie zu versorgen und die Energieversorgung dieses zu beenden; ein Timer auf der Grundlage eines Status des Solenoidsignals aktiviert wird; ein Anstoßsensordesignal überwacht wird; und auf der Grundlage des Timers und

des Anstoßsensorsignals ein Fehler des Solenoids selektiv diagnostiziert wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Die hierin beschriebenen Zeichnungen dienen lediglich Erläuterungszwecken.

[0014] Fig. 1 ist ein funktionales Blockdiagramm, das einen Fahrzeugantriebsstrang mit einem Zylinderabschaltungs-Motorsteuersystem (AFM-Motorsteuersystem) zeigt.

[0015] Fig. 2 ist eine Teilquerschnittsansicht des AFM-Motors, die eine Stößelölverteilerbaugruppe (LOMA) und einen Einlassventiltrieb zeigt.

[0016] Fig. 3 ist ein Datenflussdiagramm, das ein AFM-Solenoiddiagnosesystem zeigt.

[0017] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das ein AFM-Solenoiddiagnoseverfahren zeigt.

[0018] Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein AFM-Solenoiddiagnosefreigabeverfahren zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0019] Die folgende Beschreibung ist lediglich beispielhafter Natur. Es ist zu verstehen, dass in den Zeichnungen entsprechende Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile oder Merkmale bezeichnen. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Ausdruck Modul auf einen anwendungsspezifischen Schaltkreis (ASIC), einen elektronischen Schaltkreis, einen Prozessor (gemeinsam genutzt, zugeordnet oder gruppiert) und einen Speicher, die ein oder mehrere Software- oder Firmwareprogramme ausführen, einen Schaltkreis mit kombinatorischer Logik und/oder andere geeignete Bauteile, die die beschriebene Funktionalität bereitstellen.

[0020] In Bezug auf Fig. 1 umfasst ein Fahrzeug 10 einen Motor 12, der ein Getriebe 14 antreibt. Das Getriebe 14 ist entweder ein Automatik- oder ein manuelles Getriebe, das über einen entsprechenden Drehmomentwandler oder eine entsprechende Kupplung 16 durch den Motor 12 angetrieben wird. Luft strömt über eine Drosselklappe 13 in den Motor 12. Der Motor 12 umfasst N Zylinder 18. Ein oder mehrere Auswahlzylinder 18' werden während des Motorbetriebs selektiv abgeschaltet. Obwohl Fig. 1 acht Zylinder (N = 8) zeigt, sei angemerkt, dass der Motor 12 zusätzliche oder weniger Zylinder 18 umfassen kann. Beispielsweise werden Motoren mit 4, 5, 6, 8, 10, 12 und 16 Zylindern betrachtet. Luft strömt über einen Einlasskrümmer 20 in den Motor 12 und wird mit Kraftstoff in den Zylindern 18 verbrannt. Der Motor umfasst auch eine Stößelölverteilerbaugruppe (LOMA von lifter oil manifold assembly) 22, die die Aus-

wahlzylinder 18' abschaltet, wie es nachstehend ausführlicher beschrieben ist. Obwohl Fig. 1 eine LOMA 22 zeigt, sei angemerkt, dass die beschriebenen Diagnosesysteme und -verfahren auf verschiedene Typen von Zylinderabschaltungs-systemen angewandt werden können, die ein oder mehrere Solenoide umfassen.

[0021] Ein Steuermodul 24 steht mit dem Motor 12 und verschiedenen Eingängen und Sensoren in Verbindung, wie es hierin erläutert ist. Ein Fahrzeugbediener betätigt ein Gaspedal 26, um die Drosselklappe 13 zu regulieren. Insbesondere erzeugt ein Pedalstellungssensor 28 ein Pedalstellungssignal, das an das Steuermodul 24 übertragen wird. Das Steuermodul 24 erzeugt auf der Grundlage des Pedalstellungssignals ein Drosselklappensteuersignal. Ein Drosselklappenaktor (nicht gezeigt) stellt die Drosselklappe 13 auf der Grundlage des Drosselklappensteuersignals ein, um die Luftströmung in den Motor 12 zu regulieren.

[0022] Der Fahrzeugbediener betätigt ein Bremspedal 30, um das Bremsen des Fahrzeugs zu regulieren. Insbesondere erzeugt ein Bremsstellungssensor 32 ein Bremspedalstellungssignal, das an das Steuermodul 24 übertragen wird. Das Steuermodul 24 erzeugt auf der Grundlage des Bremspedalstellungssignals ein Bremssteuersignal. Ein Bremssystem (nicht gezeigt) stellt das Fahrzeugbremsen auf der Grundlage des Bremssteuersignals ein, um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu regulieren. Ein oder mehrere Anstoßsensoren 35 erzeugen auf der Grundlage des Betriebs der LOMA 22 ein Stoßsignal. Ein Motordrehzahlsensor 34 erzeugt auf der Grundlage der Motordrehzahl ein Motordrehzahlsignal. Ein Einlasskrümmerabsolutdrucksensor (MAP-Sensor) 36 erzeugt auf der Grundlage eines Drucks des Einlasskrümmers 20 ein MAP-Signal. Ein Drosselklappenstellungssensor (TPS) 38 erzeugt auf der Grundlage einer Drosselklappenstellung ein Drosselklappenstellungssignal.

[0023] Wenn der Motor 12 an einen Betriebspunkt gelangt, um die abgeschaltete Betriebsart freizugeben, lässt das Steuermodul 24 den Motor 12 in die abgeschaltete Betriebsart übergehen. Bei einer beispielhaften Ausführungsform werden N/2 Zylinder 18 abgeschaltet, obwohl ein oder mehrere Zylinder abgeschaltet werden können. Bei einer Abschaltung der Auswahlzylinder 18' erhöht das Steuermodul 24 die Leistungsabgabe der verbleibenden zugeschalteten Zylinder 18. Die Einlass- und Auslasskanäle (nicht gezeigt) der abgeschalteten Zylinder 18' werden geschlossen, um Pumpverluste zu reduzieren.

[0024] Die Motorlast wird auf der Grundlage des Einlass-MAP, der Zylinderbetriebsart und der Motordrehzahl ermittelt. Insbesondere wird die Motorlast, wenn der MAP bei einer gegebenen Drehzahl un-

ter einem Schwellenwertniveau liegt, als niedrig betrachtet und könnte der Motor **12** möglicherweise in der abgeschalteten Betriebsart betrieben werden. Wenn der MAP bei der gegebenen Drehzahl über dem Schwellenwertniveau liegt, wird die Motorlast als hoch betrachtet und wird der Motor **12** in der zugeschalteten Betriebsart betrieben. Das Steuermodul **24** steuert die LOMA **22** auf der Grundlage des Anstoßsensordesigns und der Solenoidsteuerung, wie es nachstehend ausführlicher beschrieben wird.

[0025] In Bezug auf **Fig. 2** umfasst ein Einlassventiltrieb **40** des Motors **12** ein Einlassventil **42**, einen Kipphebel **44**, einen Stößel **54** und eine Stößelstange **46** in Verbindung mit jedem Zylinder **18**. Der Motor **12** umfasst eine drehbar angetriebene Nockenwelle **48** mit mehreren daran angeordneten Ventilonocken **50**. Eine Nockenfläche **52** der Ventilonocken **50** tritt mit den Stößeln **54** in Eingriff, um Einlasskanäle **53** zyklisch zu öffnen und zu schließen, in denen die Einlassventile **42** positioniert sind. Das Einlassventil **42** wird durch ein Vorspannungselement (nicht gezeigt), wie beispielsweise eine Feder, in eine geschlossene Stellung vorgespannt. Als ein Ergebnis wird die Vorspannkraft über den Kipphebel **44** an die Stößelstange **46** und dann an den Stößel **54** übertragen, was bewirkt, dass der Stößel **54** gegen die Nockenfläche **52** gedrückt wird.

[0026] Wenn bewirkt wird, dass sich die Nockenwelle **48** dreht, ruft die Ventilonocke **50** eine lineare Bewegung des entsprechenden Stößels **54** und der entsprechenden Stößelstange **46** hervor. Wenn eine Bewegung der Stößelstange **46** nach außen hervorgehoben wird, wird bewirkt, dass sich der Kipphebel **44** um eine Achse (A) verschwenkt. Das Verschwenken des Kipphebels **44** ruft eine Bewegung des Einlassventils **42** zu einer offenen Stellung hin hervor, wodurch der Einlasskanal **53** geöffnet wird. Die Vorspannkraft bringt das Einlassventil **42** in die geschlossene Stellung, wenn sich die Nockenwelle **48** weiter dreht. Auf diese Weise wird der Einlasskanal **53** zyklisch geöffnet, um einen Lufteinlass zu ermöglichen.

[0027] Obwohl in **Fig. 2** der Einlassventiltrieb **40** des Motors **12** gezeigt ist, ist anzumerken, dass der Motor **12** auch einen Auslassventiltrieb (nicht gezeigt) umfasst, der auf ähnliche Weise arbeitet. Genauer gesagt umfasst der Auslassventiltrieb ein Auslassventil, einen Kipphebel, eine Stößelstange und einen Stößel in Verbindung mit jedem Zylinder **18**. Die Drehung der Nockenwelle **48** ruft eine Hin- und Herbewegung der Auslassventile hervor, um zugehörige Auslasskanäle zu öffnen und zu schließen, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Einlassventiltrieb.

[0028] Die LOMA **22** liefert unter Druck stehendes Fluid an mehrere hydraulisch umschaltende Stößel **54** und umfasst Solenoide **56** (schematisch dargestellt) in Verbindung mit den Auswahlzylindern **18'**

(siehe **Fig. 1**). Die Auswahlzylinder **18'** sind jene, die abgeschaltet werden, wenn der Motor **12** in der abgeschalteten Betriebsart betrieben wird. Die Stößel **54** sind in den Einlass- und Auslassventiltrieben angeordnet, um eine Kopplung zwischen den Nocken **50** und den Stößelstangen **46** bereitzustellen. Im Allgemeinen sind für jeden Auswahlzylinder **18'** zwei Stößel **54** vorgesehen (ein Stößel für das Einlassventil **42** und ein Stößel für das Auslassventil). Es sei jedoch angemerkt, dass zu jedem Auswahlzylinder **18'** mehrere Stößel **54** gehören können (d. h. mehrere Einlass- oder Auslassventile pro Zylinder **18'**).

[0029] Jeder Stößel **54** wird hydraulisch zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart betätigt. Die erste bzw. zweite Betriebsart entspricht der zugeschalteten bzw. abgeschalteten Betriebsart. In der ersten Betriebsart stellt der Stößel **54** eine mechanische Verbindung zwischen der Nocke **50** und der Stößelstange **46** bereit. Auf diese Weise ruft die Nocke **50** eine lineare Bewegung des Stößels **54** hervor, die an die Stößelstange **46** übertragen wird. In der zweiten Betriebsart arbeitet der Stößel **54** als Puffer, um eine mechanische Trennung zwischen der Nocke **50** und der Stößelstange **46** bereitzustellen. Obwohl die Nocke **50** eine lineare Bewegung des Stößels **54** hervorruft, wird die lineare Bewegung nicht an die Stößelstange **46** übertragen. Auf eine ausführlichere Beschreibung der Stößel **54** wird nun verzichtet, da Stößel und ihr Betrieb Fachleuten bekannt sind.

[0030] Die Solenoide **56** geben eine Hydraulikfluidströmung zu den Stößeln **54** selektiv frei, um die Stößel **54** zwischen der ersten und der zweiten Betriebsart umzuschalten. Obwohl allgemein zu jedem Auswahlzylinder **18'** ein Solenoid **56** gehört (d. h. ein Solenoid für zwei Stößel), sei angemerkt, dass mehr oder weniger Solenoide **56** realisiert sein können. Jedes Solenoid **56** betätigt ein zugehöriges Ventil **60** (schematisch gezeigt) zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung. In der geschlossenen Stellung verhindert das Ventil **60** eine Strömung von unter Druck stehendem Hydraulikfluid zu den entsprechenden Stößeln **54**. In der offenen Stellung gibt das Ventil **60** eine Strömung von unter Druck stehendem Fluid über einen Fluiddurchgang **62** zu den entsprechenden Stößeln **54** frei. Die Strömung von unter Druck stehendem Hydraulikfluid wird von einer Quelle von unter Druck stehendem Hydraulikfluid an die LOMA **22** geliefert. Wenn bei dem Solenoid eine Fehlfunktion vorliegt, kann der entsprechende Stößel nicht arbeiten. Der Anstoßsensor **35** erzeugt auf der Grundlage eines Stoßes des Solenoids **56**, wenn das Solenoid **56** an einem offenen Stopp und/oder einem geschlossenen Stopp angelangt, ein Anstoßsignal. Obwohl die Erfindung in dem Kontext eines LOMA-Solenoids erläutert wird, sei angemerkt, dass die beschriebenen Solenoiddiagnosesysteme und -verfahren auf verschiedene Solenoide eines AFM-Systems anwendbar sind.

[0031] Nun Bezug nehmend auf **Fig. 3** zeigt ein Datenflussdiagramm verschiedene Ausführungsformen eines AFM-Solenoiddiagnosesystems, das in das Steuermodul **24** eingebettet sein kann. Verschiedene Ausführungsformen von AFM-Solenoiddiagnosesystemen können jede Anzahl von Untermodulen umfassen, die in dem Steuermodul **24** eingebettet sind. Die gezeigten Untermodule können kombiniert und/oder weiter aufgeteilt werden, um auf ähnliche Weise ein oder mehrere Solenoide **56** des AFM-Motors zu diagnostizieren. Eingänge in das System können von dem Fahrzeug **10** (**Fig. 1**) erfasst werden, von anderen Steuermodulen (nicht gezeigt) in dem Fahrzeug **10** (**Fig. 1**) empfangen werden und/oder durch andere Untermodule (nicht gezeigt) in dem Steuermodul **24** ermittelt werden. Bei verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Steuermodul von **Fig. 3** ein Freigabemodul **70**, ein Befehlsmodul **72**, ein Timer-Modul **74** und ein Fehlermodul **76**.

[0032] Das Freigabemodul **70** überwacht die Motordrehzahl **80** und einen Kurbelwellenbefehl **82**. Wenn die Motordrehzahl **80** auf Null reduziert wird und/oder es keinen Kurbelwellenbefehl **82** gibt, gibt das Freigabemodul **70** die Diagnose über ein Freigabe-Flag **78** frei. Das Befehlsmodul **72** erzeugt selektiv einen Solenoidbefehl **84**, der das LOMA-Solenoid **56** mit Energie versorgt oder dessen Energieversorgung beendet, wenn das Freigabe-Flag **78** angibt, dass die Diagnose freigegeben ist. Das Befehlsmodul **72** erzeugt ein Solenoidstatus-Flag **86**, das angibt, ob ein Energieversorgungssignal oder ein Energieversorgungsbeendigungssignal befohlen wird. Das Timer-Modul **74** setzt auf der Grundlage des Solenoidstatus **86** selektiv einen Energieversorgungsbeendigungs-Timer **88** oder einen Energieversorgungs-Timer **90** und setzt diese zurück. Insbesondere startet das Timer-Modul **74** den Energieversorgungs-Timer **90**, nachdem der Solenoidstatus **86** angibt, dass ein Energieversorgungssignal befohlen wird. Das Timer-Modul **74** startet den Energieversorgungsbeendigungs-Timer **88**, nachdem der Solenoidstatus **86** angibt, dass das Energieversorgungsbeendigungssignal befohlen wird.

[0033] Das Fehlermodul **76** ermittelt auf der Grundlage des Energieversorgungs- und des Energieversorgungsbeendigungs-Timers **88**, **90** und eines Anstoßsignals **91** einen Fehlerstatus **92**. Das Fehlermodul **76** verarbeitet das Anstoßsignal **91** auf der Grundlage eines Bandpassfilters. Das verarbeitete Signal wird auf der Grundlage eines Stoßes bewertet, um zu ermitteln, ob das Solenoid an einem offenen Stopp oder einem geschlossenen Stopp angelangt ist. Insbesondere wird, wenn der Wert des Energieversorgungs-Timers **90** größer oder gleich einem Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsignal keinen Solenoidstoß angegeben hat, der Fehlerstatus auf WAHR oder Test Nicht Bestanden gesetzt. Sogar, wenn das Anstoßsignal **91** einen So-

lenoidstoß zu einem Zeitpunkt innerhalb des Timeout-Schwellenwerts angibt, wird der Fehlerstatus auf WAHR oder Test Nicht Bestanden gesetzt, wenn der Zeitpunkt, zu dem das Anstoßsignal einen Solenoidstoß angab, außerhalb eines Energieversorgungszeitbereichs liegt. Andernfalls bleibt der Fehlerstatus auf FALSCH oder Test Bestanden gesetzt.

[0034] Ähnlich wird, wenn der Wert des Energieversorgungsbeendigungs-Timers **88** größer oder gleich einem zweiten Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsignal **91** keinen Solenoidstoß angegeben hat, der Fehlerstatus auf WAHR oder Test Nicht Bestanden gesetzt. Sogar, wenn das Anstoßsignal **91** einen Solenoidstoß zu einem Zeitpunkt innerhalb des Energieversorgungsbeendigungs-Timer-Schwellenwerts angibt, wird der Fehlerstatus auf WAHR oder Test Nicht Bestanden gesetzt, wenn der Zeitpunkt, zu dem das Anstoßsignal **91** einen Solenoidstoß angab, außerhalb eines Energieversorgungszeitbereichs liegt. Andernfalls bleibt der Fehlerstatus auf FALSCH oder Test Bestanden gesetzt.

[0035] Bezug nehmend auf **Fig. 4** zeigt ein Flussdiagramm verschiedene Ausführungsformen eines AFM-Solenoiddiagnoseverfahrens. Das Verfahren kann periodisch zu Zeitpunkten ausgeführt werden, wenn der Motor nicht läuft. Bei verschiedenen Ausführungsformen können ein oder mehrere Solenoide **56** auf der Grundlage eines Energieversorgungszustands, auf der Grundlage eines Energieversorgungsbeendigungszustands oder auf der Grundlage beider diagnostiziert werden, wie es in **Fig. 4** gezeigt ist. Wenn bei **100** die Diagnosefreigabebedingungen erfüllt sind, befiehlt die Steuerung bei **110** ein Energieversorgungssignal. Bei **120** wird der Energieversorgungs-Timer zurückgesetzt und gestartet. Wenn der Energieversorgungs-Timer bei **130** kleiner als ein Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsignal bei **140** angibt, dass das Solenoid an dem offenen Stopp angelangt ist, wird bei **150** eine Energieversorgungszeit gleich dem Timer-Wert gesetzt. Danach fährt die Steuerung bei **160** damit fort, X Millisekunden zu warten, bevor ein Energieversorgungsbeendigungssignal befohlen wird. Wenn das Anstoßsignal bei **140** nicht angibt, dass das Solenoid an dem offenen Stopp angelangt ist, und der Energieversorgungs-Timer bei **130** größer oder gleich dem Timeout-Schwellenwert ist, wird der Fehlerstatus bei **250** auf WAHR oder Test Nicht Bestanden gesetzt.

[0036] Nachdem die Steuerung bei **160** X Millisekunden gewartet hat, befiehlt die Steuerung bei **170** ein Energieversorgungsbeendigungssignal. Bei **180** setzt die Steuerung den Energieversorgungsbeendigungs-Timer zurück und startet diesen. Wenn der Energieversorgungsbeendigungs-Timer bei **190** kleiner als ein Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsignal bei **200** angibt, dass das Solenoid an dem geschlossenen Stopp angelangt ist, wird bei

210 eine Energieversorgungsbeendigungszeit gleich dem Timer-Wert gesetzt. Danach fährt die Steuerung damit fort, bei **220** und **230** die Energieversorgungszeit und die Energieversorgungsbeendigungszeit zu bewerten. Wenn das Anstoßsignal bei **200** nicht angibt, dass das Solenoid an dem geschlossenen Stopp angelangt ist und der Energieversorgungsbeendigungs-Timer bei **190** größer oder gleich dem Timeout-Schwellenwert ist, wird der Fehlerstatus bei **250** auf WAHR oder Test Nicht Bestanden gesetzt.

[0037] Wenn die Energieversorgungszeit bei **220** außerhalb eines Energieversorgungszeitbereichs liegt, wird bei **250** der Fehlerstatus auf Test Nicht Bestanden gesetzt. Wenn die Energieversorgungszeit bei **220** innerhalb des Energieversorgungszeitbereichs liegt und die Energieversorgungsbeendigungszeit bei **230** außerhalb eines Energieversorgungsbeendigungszeitbereichs liegt, wird der Fehlerstatus bei **250** auf Test Nicht Bestanden gesetzt. Andernfalls, wenn die Energieversorgungszeit innerhalb des Energieversorgungszeitbereichs liegt und die Energieversorgungsbeendigungszeit bei **230** innerhalb des Energieversorgungsbeendigungszeitbereichs liegt, setzt die Steuerung den Fehlerstatus bei **240** auf Test Bestanden.

[0038] Bezug nehmend auf **Fig. 5** zeigt ein Flussdiagramm verschiedene Ausführungsformen eines AFM-Solenoiddiagnosefreigabeverfahrens. Das Verfahren kann periodisch während eines Fahrzyklus oder als Teil einer durch Wartungspersonal ausgeführten Prozedur ausgeführt werden. Wenn die Motordrehzahl bei **300** Null ist und der Kurbelwellenbefehl ein NEIN angibt, wird das Diagnosefreigabe-Flag bei **310** auf WAHR gesetzt. Andernfalls, wenn die Motordrehzahl bei **200** nicht gleich Null ist oder der Kurbelwellenbefehl ein JA angibt, wird das Diagnosefreigabe-Flag bei **320** auf FALSCH gesetzt und wird bei **330** ein Energieversorgungsbeendigungssignal befohlen.

[0039] Es sei angemerkt, dass alle oben erläuterten Vergleiche in Abhängigkeit von den für den Vergleich ausgewählten Werten auf verschiedene Arten realisiert werden können. Beispielsweise kann bei verschiedenen Ausführungsformen ein Vergleich "größer als" als "größer oder gleich" realisiert werden. Ähnlich kann ein Vergleich "kleiner als" bei verschiedenen Ausführungsformen als "kleiner oder gleich" realisiert werden. Ein Vergleich "innerhalb eines Bereichs" kann bei verschiedenen Ausführungsformen gleichbedeutend mit einem Vergleich "kleiner oder gleich einem maximalen Schwellenwert" und "größer oder gleich einem minimalen Schwellenwert" realisiert werden.

Patentansprüche

1. Diagnosesystem für ein Zylinderabschaltungs-Solenoid (AFM-Solenoid) eines Verbrennungsmotors (**12**), umfassend:
 - ein Befehlsmodul (**72**), das ein Solenoidsignal (**84**) selektiv befiehlt, um das AFM-Solenoid (**56**) mit Energie zu versorgen oder dessen Energieversorgung zu beenden;
 - ein Timer-Modul (**74**), das auf der Grundlage eines Status (**86**) des Solenoidsignals einen Timer (**88, 90**) aktiviert; und
 - ein Fehlermodul (**76**), das auf der Grundlage des Timers (**88, 90**) und eines Anstoßsensordesignals (**91**) einen Fehler (**92**) des AFM-Solenoids (**56**) selektiv diagnostiziert, und
 wobei das Fehlermodul (**76**) einen Solenoidausfall diagnostiziert, wenn ein Wert des Timers (**88, 90**) größer als ein Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsensordesignal (**91**) keinen Solenoidstoß angegeben hat.
2. System nach Anspruch 1, ferner umfassend ein Freigabemodul (**70**), das das Befehlsmodul (**72**) auf der Grundlage der Motordrehzahl (**80**) und eines Kurbelwellensignals (**82**) selektiv freigibt.
3. System nach Anspruch 1, wobei das Fehlermodul (**76**) einen Solenoidausfall diagnostiziert, wenn ein Solenoidstoßzeitpunkt außerhalb eines Zeitbereichs liegt.
4. System nach Anspruch 1, wobei das Fehlermodul (**76**) das Solenoid (**56**) als betriebsfähig diagnostiziert, wenn ein Wert des Timers (**88, 90**) innerhalb eines spezifizierten Zeitbereichs liegt und das Anstoßsensordesignal (**91**) einen Solenoidstoß angab.
5. System nach Anspruch 1, wobei das Timer-Modul (**74**) den Timer (**88, 90**) aktiviert, wenn das Solenoidsignal (**84**) zum ersten Mal befohlen wird.
6. System nach Anspruch 1, wobei das Fehlermodul (**76**) einen Fehlerstatusindikator auf der Grundlage des selektiven Diagnostizierens eines Fehlers des AFM-Solenoids (**56**) setzt.
7. Zylinderabschaltungs-Motordiagnosesystem (AFM-Motordiagnosesystem), umfassend:
 - ein Stoßelölverteilerbaugruppen-Solenoid (LOMA-Solenoid), das Hydraulikfluid zu und von einem Ventilstößel (**54**) steuert;
 - einen Anstoßsensor (**35**), der auf der Grundlage eines Betriebs des LOMA-Solenoids (**56**) ein Stoßsignal (**91**) erzeugt; und
 - ein Steuermodul (**24**), das ein LOMA-Solenoidsignal (**84**) befiehlt, nach dem Befehlen des Solenoidsignals (**84**) einen Timer (**88, 90**) startet und auf der Grundlage des Stoßsignals (**91**) und des Timers (**88, 90**)

einen Fehler des LOMA-Solenoids (56) selektiv diagnostiziert, und
wobei das Steuermodul (24) einen Solenoidausfall diagnostiziert, wenn ein Wert des Timers (88, 90) größer als ein Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsensorsignal (91) keinen Solenoidstoß angegeben hat.

8. System nach Anspruch 7, wobei das Steuermodul (24) das Anstoßsensorsignal (91) auf der Grundlage eines Bandpassfilters verarbeitet.

9. System nach Anspruch 7, wobei das Steuermodul (24) einen Solenoidausfall diagnostiziert, wenn ein Solenoidstoßzeitpunkt außerhalb eines Zeitbereichs liegt.

10. Verfahren zum Diagnostizieren eines Zylinderabschaltungs-Solenoids (AFM-Solenoids) eines Verbrennungsmotors (12), das umfasst, dass ein Solenoidsignal (84) selektiv befohlen wird, um das AFM-Solenoid (56) mit Energie zu versorgen oder dessen Energieversorgung zu beenden; ein Timer (88, 90) auf der Grundlage eines Status des Solenoidsignals (84) aktiviert wird; ein Anstoßsensorsignal (91) überwacht wird; und auf der Grundlage des Timers (88, 90) und des Anstoßsensorsignals (91) ein Fehler des AFM-Solenoids (56) selektiv diagnostiziert wird, und wobei das Diagnostizieren ferner umfasst, dass ein Solenoidausfall diagnostiziert wird, wenn ein Wert des Timers (88, 90) größer als ein Timeout-Schwellenwert ist und das Anstoßsensorsignal (91) keinen Solenoidstoß angegeben hat.

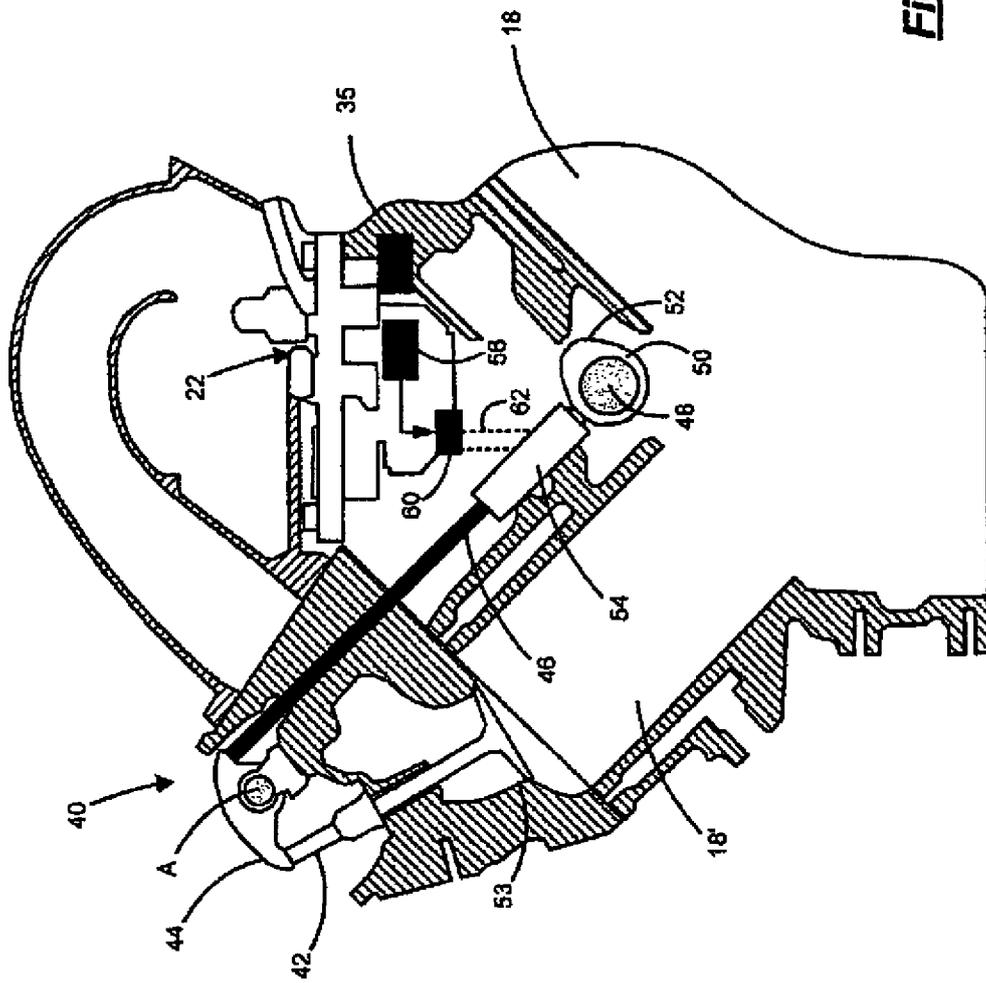
11. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner umfasst, dass das Befehlen des Solenoidsignals (84) auf der Grundlage der Motordrehzahl (80) und eines Kurbelwellensignals (82) selektiv freigegeben wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Diagnostizieren ferner umfasst, dass ein Solenoidausfall diagnostiziert wird, wenn ein Zeitpunkt, zu dem das Anstoßsensorsignal (91) einen Solenoidstoß angibt, außerhalb eines Zeitbereichs liegt.

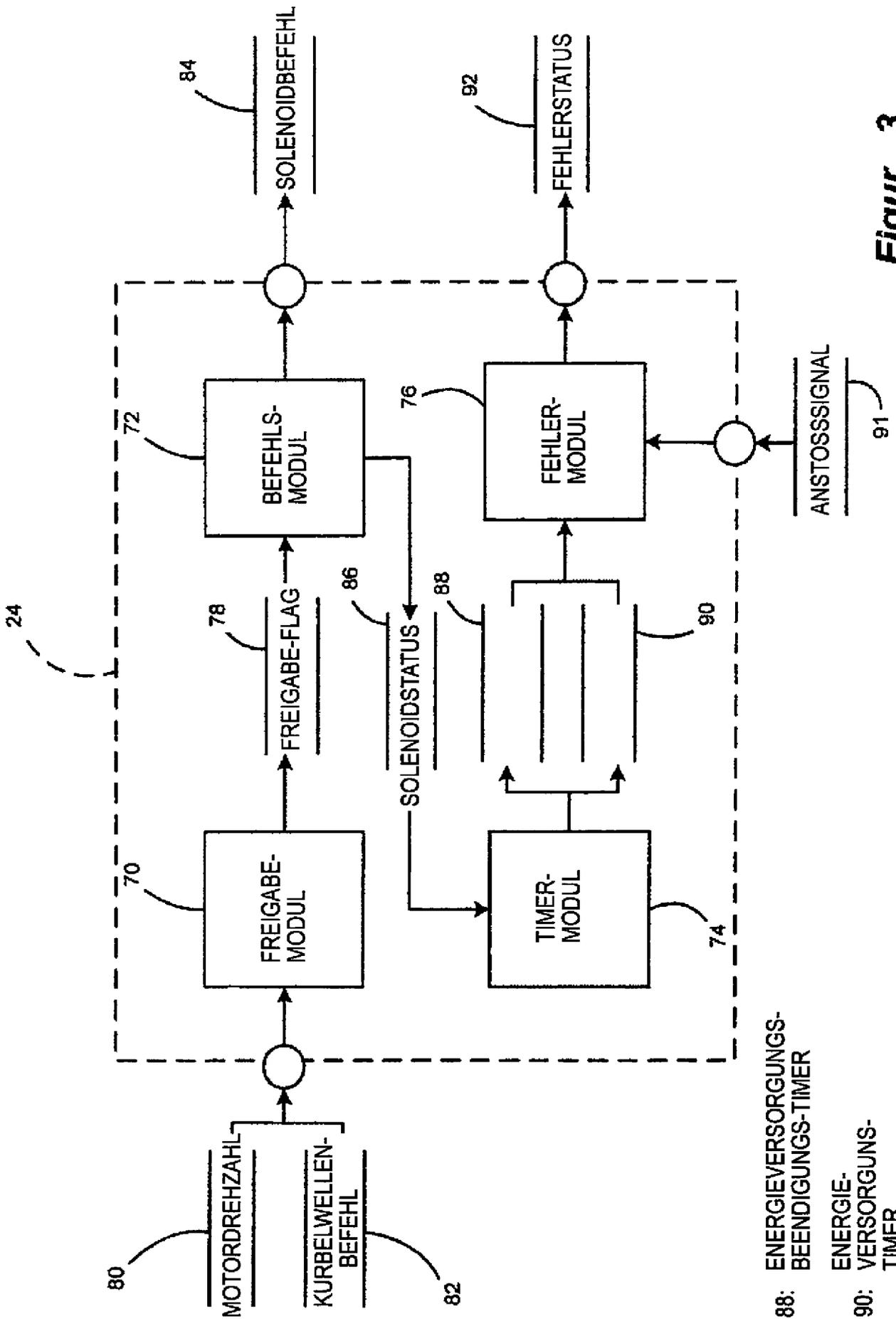
13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Diagnostizieren ferner umfasst, dass das Solenoid (56) als betriebsfähig diagnostiziert wird, wenn ein Wert des Timers (88, 90) innerhalb eines spezifizierten Zeitbereichs liegt und das Anstoßsensorsignal (91) einen Solenoidstoß angegeben hat.

14. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner umfasst, dass ein Fehlerstatusindikator (92) auf der Grundlage des Diagnostizierens des AFM-Solenoids (56) gesetzt wird.

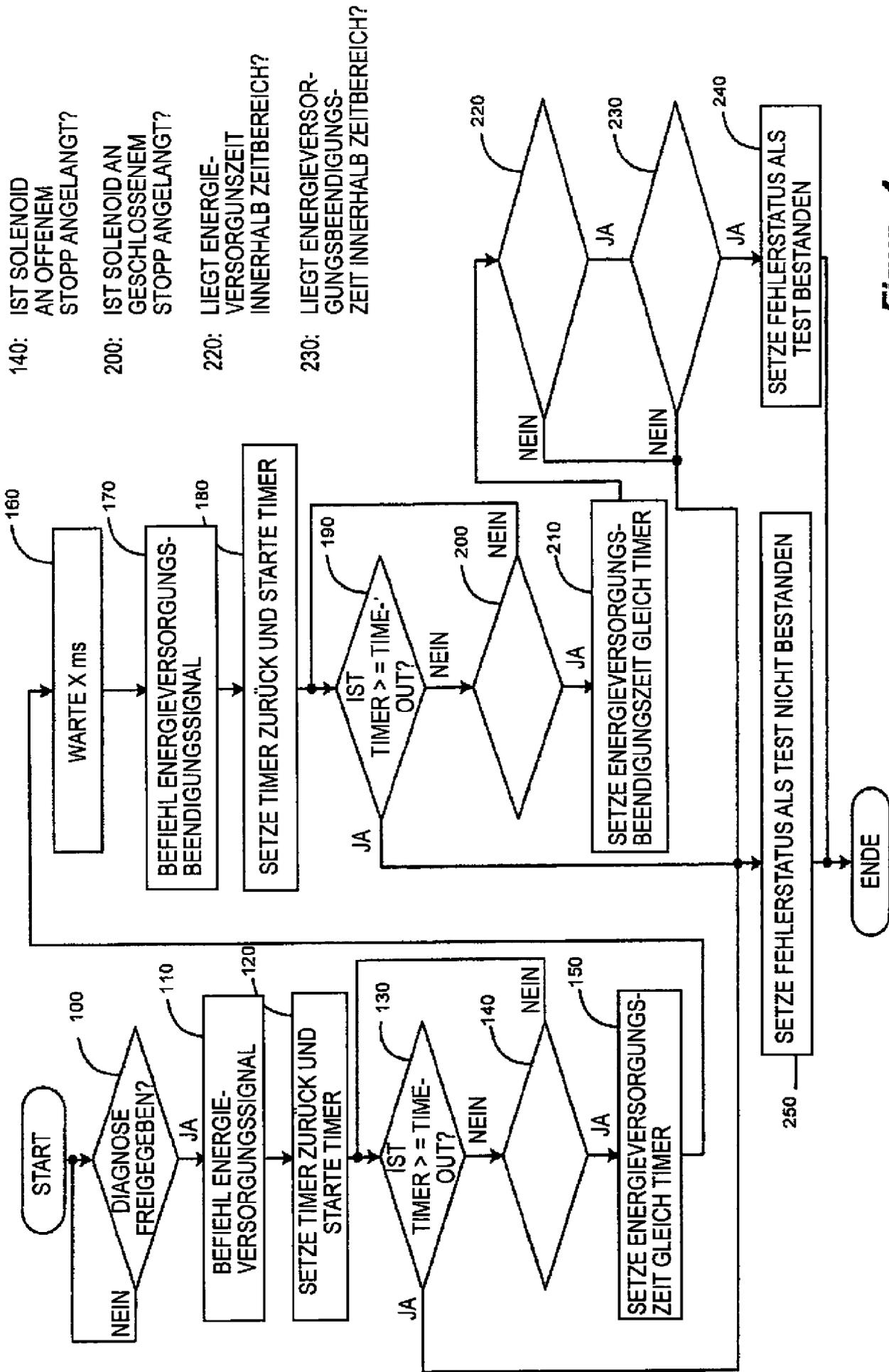
Es folgen 5 Seiten Zeichnungen



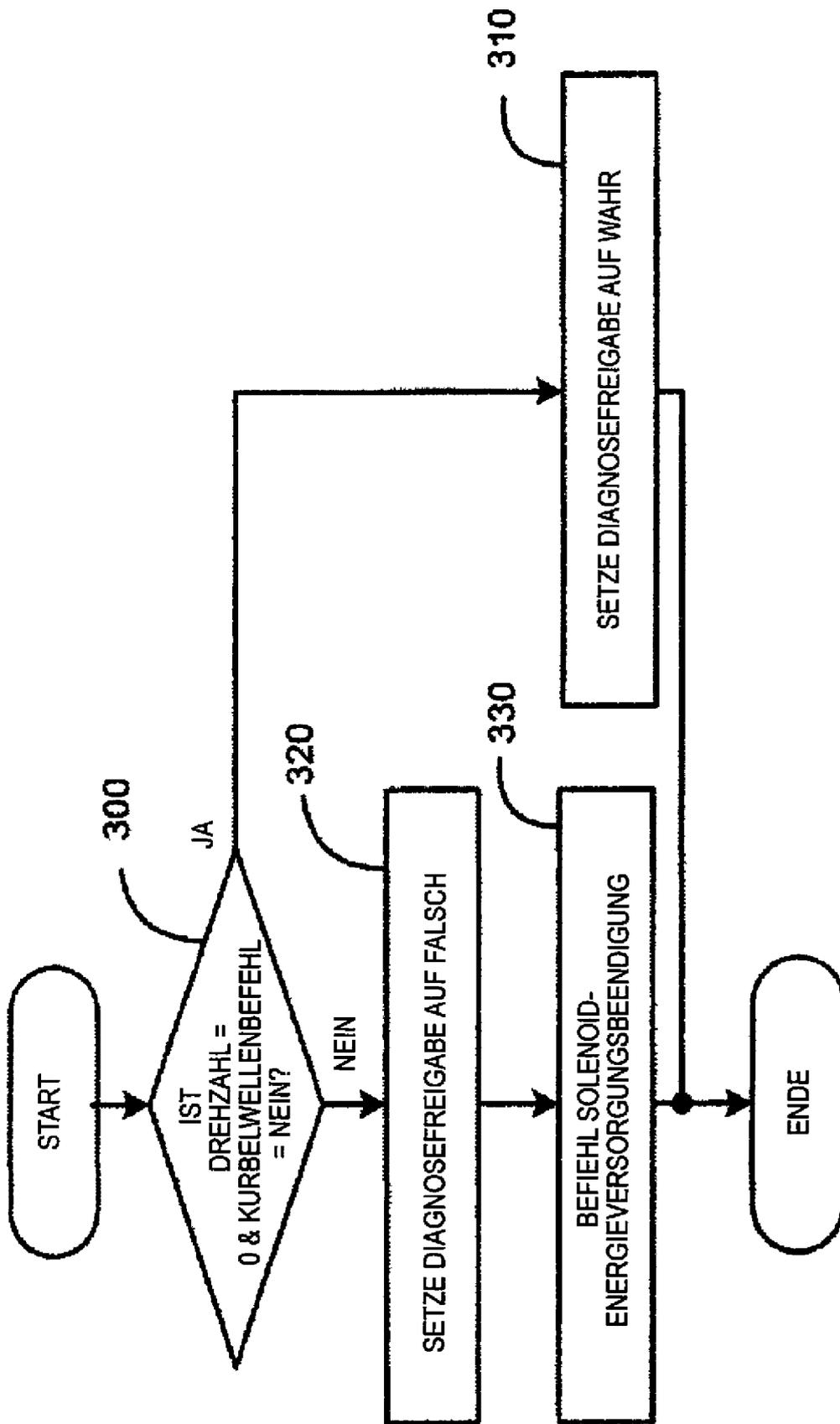
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5