



(10) **DE 10 2011 016 517 A1** 2012.12.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 016 517.7**

(22) Anmeldetag: **08.04.2011**

(43) Offenlegungstag: **20.12.2012**

(51) Int Cl.: **F02D 23/02 (2012.01)**
F02D 41/38 (2012.01)

(30) Unionspriorität:
12/761,912 **16.04.2010** **US**

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

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

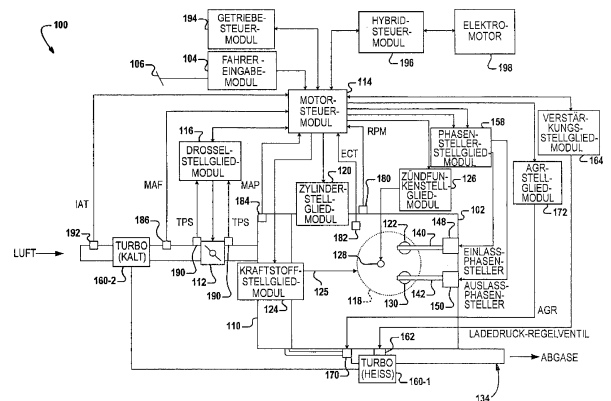
(72) Erfinder:
**Walker, Lee C., Swartz Creek, Mich., US; Song,
B. Jerry, Novi, Mich., US; Liu, Zhiping Steven,
Canton, Mich., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zum Verringern einer Turboverzögerung bei einem Verbrennungsmotor**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren und ein Steuermodul zum Steuern eines Motors umfassen ein Drehmomentanforderungsmodul, das ein angefordertes Drehmoment erzeugt, und ein Turboverstärkungsniveaumodul, das ein gewünschtes Verstärkungsniveau auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments ermittelt. Das Steuermodul umfasst ferner ein Impulsermittlungsmodul, das eine primäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine sekundäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments und des gewünschten Verstärkungsniveaus ermittelt und eine erste Einspritzung in den Zylinder mit der primären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine zweite Einspritzung in den Zylinder mit der sekundären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite steuert.



Beschreibung

GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Verbrennungsmotoren und insbesondere das Verringern einer Verzögerung von einem Turbolader.

HINTERGRUND

[0002] Die hier bereitgestellte Hintergrundbeschreibung dient dem Zweck einer allgemeinen Darstellung des Kontexts der Offenbarung. Die Arbeit der gegenwärtig genannten Erfinder, sofern sie in diesem Hintergrundabschnitt beschrieben ist, sowie Aspekte der Beschreibung, die zum Zeitpunkt des Einreichens nicht anderweitig als Stand der Technik ausgewiesen sind, werden weder explizit noch implizit als Stand der Technik gegen die vorliegende Offenbarung anerkannt.

[0003] Verbrennungsmotoren verbrennen ein Gemisch aus Luft und Kraftstoff in Zylindern, um Kolben anzutreiben, wodurch ein Antriebsdrehmoment erzeugt wird. Eine Luftströmung in Benzinmotoren wird über eine Drosselklappe geregelt. Insbesondere justiert die Drosselklappe eine Drosselfläche, welche die Luftströmung in den Motor hinein erhöht oder verringert. Wenn die Drosselfläche zunimmt, nimmt die Luftströmung in den Motor hinein zu. Ein Kraftstoffsteuersystem justiert die Rate, mit der Kraftstoff eingespritzt wird, um ein gewünschtes Luft/Kraftstoff-Gemisch an die Zylinder zu liefern. Das Erhöhen der Menge an Luft und Kraftstoff, die an die Zylinder geliefert wird, erhöht die Drehmomentausgabe des Motors.

[0004] Es wurden Motorsteuersysteme zur Steuerung der Motordrehmomentausgabe entwickelt, um ein Soll Drehmoment zu erreichen. Herkömmliche Motorsteuersysteme steuern die Motordrehmomentausgabe jedoch nicht so genau wie gewünscht. Außerdem stellen herkömmliche Motorsteuersysteme keine schnelle Reaktion auf Steuersignale bereit oder koordinieren eine Motordrehmomentsteuerung nicht mit verschiedenen Einrichtungen, welche die Motordrehmomentausgabe beeinflussen.

[0005] Turbolader stellen ein zusätzliches Drehmoment aus dem Motor bereit, während sie eine Verringerung des Gesamthubraums zur Verbesserung der Kraftstoffsparsamkeit ermöglichen. Ein Bewegen des Fahrzeugs von der Geschwindigkeit Null auf eine Sollgeschwindigkeit wird als Losfahren bezeichnet. Es ist wichtig, dem Fahrer ein reibungsloses "Losfahrgefühl" zu vermitteln. Das Erhalten des reibungslosen Gefühls steht in Beziehung zu der Leistung, die vom Motor geliefert wird. Die Leistung sollte mit einer akzeptablen Rate bzw. Geschwindigkeit ansteigen, und nicht überschwingen und dann wieder abfallen. Wenn

ein Überschwingen auftritt, ist die Fahrzeugreaktion nicht linear und taumelt gefolgt von einem Kriechgefühl.

[0006] Wenn die Leistung zu langsam ansteigt, wird sich das Fahrzeug schwerfällig anfühlen. Fahrzeuge, die einen Turbolader verwenden, weisen oft eine damit verbundene Turboverzögerung bzw. ein Turboloch auf. Die Turboverzögerung ist die Zeitspanne, die der Turbolader zum Bereitstellen der Verstärkung für den Motor benötigt, bis er mit dem Aufbringen des Solldrehmoments beginnt. Ein Verringern der Turboverzögerungszeit verringert das schwerfällige Gefühl des Fahrzeugs.

ZUSAMMENFASSUNG

[0007] Die vorliegende Offenbarung stellt ein System und ein Verfahren zur Verringerung einer Turboverzögerung bereit, indem ein sekundärer Kraftstoffimpuls erzeugt wird, um den Druck oder die Temperatur oder beides der Abgase zu erhöhen, die verwendet werden, um die Turbine des Turboladers anzutreiben.

[0008] Bei einem Aspekt der Offenbarung umfasst ein Verfahren zum Steuern eines Motors, dass ein vom Fahrer angefordertes Drehmoment erzeugt wird, dass auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments ein gewünschtes Verstärkungsniveau ermittelt wird, dass auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments und des gewünschten Verstärkungsniveaus eine primäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine sekundäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite ermittelt werden, dass Kraftstoff mit der primären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite in den Zylinder eingespritzt wird und anschließend Kraftstoff unter Verwendung der sekundären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite eingespritzt wird.

[0009] Bei einem anderen Aspekt der Offenbarung enthält ein Steuermodul zum Steuern eines Motors ein Drehmomentanforderungsmodul, das ein angefordertes Drehmoment erzeugt, und ein Turboverstärkungsniveaumodul, das ein gewünschtes Verstärkungsniveau auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments ermittelt. Das Steuermodul enthält ferner ein Impulsermittlungsmodul, das eine primäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine sekundäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments und des gewünschten Verstärkungsniveaus ermittelt und eine erste Einspritzung in den Zylinder mit der primären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine zweite Einspritzung in den Zylinder mit der sekundären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite steuert.

[0010] Weitere Anwendungsgebiete der vorliegenden Offenbarung ergeben sich aus der hier nachstehend bereitgestellten genauen Beschreibung. Es ver-

steht sich, dass die genaue Beschreibung und spezielle Beispiele nur zur Veranschaulichung gedacht sind und nicht dazu gedacht sind, den Umfang der Offenbarung zu begrenzen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die vorliegende Offenbarung wird anhand der genauen Beschreibung und der beiliegenden Zeichnungen vollständig verstanden werden, in denen:

[0012] [Fig. 1](#) ein Funktionsblockdiagramm eines beispielhaften Motorsystems gemäß den Prinzipien der vorliegenden Offenbarung ist;

[0013] [Fig. 2](#) eine Blockdiagrammansicht auf hoher Ebene des Motorsteuermoduls **114** ist, das auf die Besonderheiten der vorliegenden Offenbarung vereinfacht ist;

[0014] [Fig. 3](#) ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Durchführen der vorliegenden Offenbarung ist; und

[0015] [Fig. 4](#) eine Aufzeichnung der Kraftstoffmenge über die Zeit für Motorsteuersignale ist.

[0016] Weitere Anwendungsgebiete der vorliegenden Offenbarung ergeben sich aus der hier nachstehend bereitgestellten genauen Beschreibung. Es versteht sich, dass die genaue Beschreibung und spezielle Beispiele nur zur Veranschaulichung gedacht sind und den Umfang der Offenbarung nicht einschränken sollen.

GENAUE BESCHREIBUNG

[0017] Die folgende Beschreibung ist rein beispielhaft und keinesfalls dazu gedacht, die Offenbarung, ihre Anwendung oder Verwendungsmöglichkeiten einzuschränken. Der Klarheit halber werden in den Zeichnungen gleiche Bezugszeichen verwendet, um ähnliche Elemente zu bezeichnen. Bei der Verwendung herein soll der Ausdruck mindestens eine von A, B und C so aufgefasst werden, dass er ein logisches (A oder B oder C) unter Verwendung eines nicht exklusiven logischen Oder bedeutet. Es ist zu verstehen, dass Schritte in einem Verfahren in einer anderen Reihenfolge ausgeführt werden können, ohne die Prinzipien der vorliegenden Offenbarung zu verändern.

[0018] Bei der Verwendung herein bezeichnet der Begriff Modul eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), eine elektronische Schaltung, einen Prozessor (gemeinsam genutzt, dediziert, oder Gruppe) und Speicher, die ein oder mehrere Software- oder Firmwareprogramme ausführen, eine kombinatorische Logikschaltung und/oder andere

geeignete Komponenten, welche die beschriebene Funktionalität bereitstellen.

[0019] Nun mit Bezug auf [Fig. 1](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines beispielhaften Motorsystems **100** dargestellt. Das Motorsystem **100** enthält einen Motor **102**, der auf der Grundlage eines Fahrer-eingabemoduls **104** ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt, um ein Antriebsdrehmoment für ein Fahrzeug zu erzeugen. Das Fahrereingabemodul **104** kann mit einem Gaspedalsensor **106** in Verbindung stehen. Der Gaspedalsensor erzeugt ein Signal, das dem Betrag entspricht, um den der Fahrer das Gaspedal bewegt, welcher dem Beschleunigungsbetrag entspricht, den der Fahrzeugbediener wünscht. Der Sensor **106** kann einen Ausgang aufweisen, der Null bis hinauf zum Pedalsignal für die maximale Beschleunigung entspricht.

[0020] Durch ein Drosselventil **112** wird Luft in einen Ansaugkrümmer **110** eingesaugt. Nur als Beispiel kann das Drosselventil **112** ein Schmetterlingsventil mit einer drehbaren Klappe enthalten. Ein Motorsteuermodul (ECM) **114** steuert ein Drosselstellgliedmodul **116**, welches ein Öffnen des Drosselventils **112** regelt, um die in den Ansaugkrümmer **110** eingesaugte Luftmenge zu steuern.

[0021] Luft vom Ansaugkrümmer **110** wird in Zylinder des Motors **102** eingesaugt. Obwohl der Motor **102** mehrere Zylinder enthalten kann, ist zu Darstellungszwecken ein einzelner repräsentativer Zylinder **118** gezeigt. Nur als Beispiel kann der Motor **102** 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 und/oder 12 Zylinder enthalten. Das ECM **114** kann ein Zylinderstellgliedmodul **120** anweisen, einige der Zylinder selektiv abzuschalten, was unter bestimmten Motorbetriebsbedingungen die Kraftstoffsparsamkeit verbessern kann.

[0022] Luft vom Ansaugkrümmer **110** wird durch ein Einlassventil **122** in den Zylinder **118** eingesaugt. Das ECM **114** steuert ein Kraftstoffstellgliedmodul **124**, welches die Kraftstoffeinspritzung regelt, um ein gewünschtes Luft/Kraftstoff-Verhältnis zu erreichen. Kraftstoff kann in den Ansaugkrümmer **110** an einer zentralen Stelle oder an mehreren Stellen eingespritzt werden, wie etwa in der Nähe des Einlassventils jedes Zylinders. Bei verschiedenen in [Fig. 1](#) nicht dargestellten Implementierungen kann Kraftstoff direkt in die Zylinder oder in mit den Zylindern verbundene Mischräume eingespritzt werden. Das Kraftstoffstellgliedmodul **124** kann das Einspritzen von Kraftstoff in Zylinder, die abgeschaltet sind, anhalten.

[0023] Der eingespritzte Kraftstoff vermischt sich mit Luft und erzeugt ein Luft/Kraftstoff-Gemisch im Zylinder **118**. Ein (nicht gezeigter) Kolben im Zylinder **118** komprimiert das Luft/Kraftstoff-Gemisch. Auf der Grundlage eines Signals vom ECM **114** erregt ein Zündfunkenstellgliedmodul **126** eine Zündkerze **128**

im Zylinder **118**, wodurch das Luft/Kraftstoff-Gemisch gezündet wird. Die zeitliche Steuerung des Zündfunken kann relativ zu dem Zeitpunkt spezifiziert werden, an dem sich der Kolben an seiner höchsten Position befindet, die als der obere Totpunkt (OT) bezeichnet wird.

[0024] Die Verbrennung des Luft/Kraftstoff-Gemisches treibt den Kolben nach unten, wodurch eine (nicht gezeigte) rotierende Kurbelwelle angetrieben wird. Anschließend beginnt der Kolben, sich wieder nach oben zu bewegen und stößt die Verbrennungsnebenprodukte durch ein Auslassventil **130** aus. Die Verbrennungsnebenprodukte werden über ein Abgassystem **134** aus dem Fahrzeug entleert.

[0025] Das Zündfunkenstellgliedmodul **126** kann durch ein Zeitsteuerungssignal gesteuert werden, das angibt, wie weit vor oder nach dem OT der Zündfunken geliefert werden soll. Der Betrieb des Zündfunkenstellgliedmoduls **126** kann daher mit der Kurbelwellenrotation synchronisiert werden. Bei verschiedenen Implementierungen kann das Zündfunkenstellgliedmodul **126** das Liefern von Zündfunken an abgeschaltete Zylinder anhalten.

[0026] Das Einlassventil **122** kann durch eine Einlassnockenwelle **140** gesteuert werden, während das Auslassventil **130** durch eine Auslassnockenwelle **142** gesteuert werden kann. Bei verschiedenen Implementierungen können mehrere Einlassnockenwellen mehrere Einlassventile pro Zylinder steuern und/oder sie können die Einlassventile von mehreren Zylinderbänken steuern. Auf ähnliche Weise können mehrere Auslassnockenwellen mehrere Auslassventile pro Zylinder steuern und/oder sie können Auslassventile für mehrere Zylinderbänke steuern. Das Zylinderstellgliedmodul **120** kann den Zylinder **118** abschalten, indem es das Öffnen des Einlassventils **122** und/oder des Auslassventils **130** deaktiviert.

[0027] Der Zeitpunkt, an dem das Einlassventil **122** geöffnet wird, kann durch einen Einlassnockenphasensteller **148** mit Bezug auf den OT des Kolbens verändert werden. Der Zeitpunkt, an dem das Auslassventil geöffnet wird, kann durch einen Auslassnockenphasensteller **150** mit Bezug auf den OT des Kolbens verändert werden. Ein Phasensteller-Stellgliedmodul **158** steuert den Einlassnockenphasensteller **148** und den Auslassnockenphasensteller **150** auf der Grundlage von Signalen vom ECM **114**. Sofern implementiert, kann auch ein variabler Ventilhub vom Phasenstellerstellgliedmodul **158** gesteuert werden.

[0028] Das Motorsystem **100** kann eine Verstärkungseinrichtung enthalten, die druckbeaufschlagte Luft an den Ansaugkrümmer **110** liefert. Zum Beispiel zeigt **Fig. 1** einen Turbolader **160**, der eine heiße Turbine **160-1** enthält, die von heißen Abgasen, welche

durch das Abgassystem **134** strömen, betrieben wird. Der Turbolader **160** enthält auch einen Kaltluftkompressor **160-2**, der durch die Turbine **160-1** angetrieben wird und Luft komprimiert, die in das Drosselventil **112** geleitet wird. Bei verschiedenen Implementierungen kann ein durch die Kurbelwelle angetriebener Superlader Luft vom Drosselventil **112** komprimieren und die komprimierte Luft an den Ansaugkrümmer **110** liefern.

[0029] Ein Ladedruck-Regelventil **162** kann ermöglichen, dass Abgase den Turbolader **160** umgehen, wodurch die Verstärkung (der Betrag an Ansaugluftkompression) des Turboladers **160** verringert wird. Das ECM **114** steuert den Turbolader **160** über ein Verstärkungsstellgliedmodul **164**. Das Verstärkungsstellgliedmodul **164** kann die Verstärkung des Turboladers **160** modulieren, indem es die Position des Ladedruck-Regelventils **162** steuert. Bei verschiedenen Implementierungen können mehrere Turbolader vom Verstärkungsstellgliedmodul **164** gesteuert werden. Der Turbolader **160** kann eine variable Geometrie aufweisen, welche vom Verstärkungsstellgliedmodul **164** gesteuert werden kann.

[0030] Ein (nicht gezeigter) Zwischenkühler kann einen Teil der Wärme der komprimierten Luftladung dissipieren, welche erzeugt wird, wenn die Luft komprimiert wird. Die komprimierte Luftladung kann aufgrund der Nähe der Luft zum Abgassystem **134** auch absorbierte Wärme aufweisen. Obwohl die Turbine **160-1** und der Kompressor **160-2** zu Darstellungszwecken getrennt gezeigt sind, sind sie oft aneinander angebracht, wodurch Ansaugluft sehr nahe bei heißen Abgasen platziert wird.

[0031] Das Motorsystem **100** kann ein Abgasrückführungsventil (AGR-Ventil) **170** enthalten, welches Abgas selektiv zurück an den Ansaugkrümmer **110** leitet. Das AGR-Ventil **170** kann oberstromig des Turboladers **160** angeordnet sein. Das AGR-Ventil **170** kann von einem AGR-Stellgliedmodul **172** gesteuert werden.

[0032] Das Motorsystem **100** kann die Drehzahl der Kurbelwelle in Umdrehungen pro Minute (RPM) unter Verwendung eines RPM-Sensors **180** messen. Die Temperatur des Motorkühlmittels kann unter Verwendung eines Motorkühlmitteltemperatursensors (ECT-Sensors) **182** gemessen werden. Der ECT-Sensor **182** kann im Motor **102** oder an anderen Stellen angeordnet sein, an denen das Kühlmittel zirkulieren gelassen wird, wie etwa einem (nicht gezeigten) Radiator.

[0033] Der Druck im Ansaugkrümmer **110** kann unter Verwendung eines Krümmerabsolutdrucksensors (MAP-Sensors) **184** gemessen werden. Bei verschiedenen Implementierungen kann ein Motorunterdruck, der die Differenz zwischen dem Umgebungsluftdruck

und dem Druck im Ansaugkrümmer **110** ist, gemessen werden. Der Massendurchsatz von Luft, die in den Ansaugkrümmer **110** strömt, kann unter Verwendung eines Luftmassenstromsensors (MAF-Sensors) **186** gemessen werden. Das Luftmassenstromsignal kann verwendet werden, um die Luftdichte zu beschaffen. Bei verschiedenen Implementierungen kann der MAF-Sensor **186** in einem Gehäuse angeordnet sein, das auch das Drosselventil **112** enthält.

[0034] Das Drosselstellgliedmodul **116** kann die Position des Drosselventils **112** unter Verwendung eines oder mehrerer Drosselpositionssensoren (TPS) **190** überwachen. Die Umgebungstemperatur von Luft, die in den Motor **102** hinein gesaugt wird, kann unter Verwendung eines Ansauglufttemperatursensors (IAT-Sensors) **192** gemessen werden. Das ECM **114** kann Signale von den Sensoren verwenden, um Steuerentscheidungen für das Motorsystem **100** zu treffen.

[0035] Das ECM **114** kann mit einem Getriebesteuermodul **194** kommunizieren, um das Schalten von Gängen in einem (nicht gezeigten) Getriebe zu koordinieren. Zum Beispiel kann das ECM **114** das Motordrehmoment während eines Gangschaltvorgangs verringern. Das ECM **114** kann mit einem Hybridsteuermodul **196** kommunizieren, um den Betrieb des Motors **102** und eines Elektromotors **198** zu koordinieren.

[0036] Der Elektromotor **198** kann auch als Generator wirken und kann verwendet werden, um elektrische Energie zur Verwendung durch elektrische Fahrzeugsysteme und/oder zur Speicherung in einer Batterie zu erzeugen. Bei verschiedenen Implementierungen können verschiedene Funktionen des ECM **114**, des Getriebesteuermoduls **194** und des Hybridsteuermoduls **196** in ein oder mehrere Module integriert sein.

[0037] Jedes System, das einen Motorparameter verändert, kann als ein Stellglied bezeichnet werden, das einen Stellgliedwert empfängt. Zum Beispiel kann das Drosselstellgliedmodul **116** als ein Stellglied bezeichnet werden und die Drosselöffnungsfläche kann als der Stellgliedwert bezeichnet werden. Bei dem Beispiel von [Fig. 1](#) erreicht das Drosselstellgliedmodul **116** die Drosselöffnungsfläche, indem es den Winkel der Klappe des Drosselventils **112** justiert.

[0038] Auf ähnliche Weise kann das Zündfunkenstellgliedmodul **126** als ein Stellglied bezeichnet werden, während der entsprechende Stellgliedwert der Betrag an Zündfunkenfrühverstellung relativ zum OT des Zylinders sein kann. Andere Stellglieder können das Verstärkungsstellgliedmodul **164**, das AGR-Stellgliedmodul **172**, das Phasenstellerstellgliedmodul **158**, das Kraftstoffstellgliedmodul **124** und das Zylinderstellgliedmodul **120** umfassen. Bei diesen

Stellgliedern können die Stellgliedwerte dem Verstärkungsdruck, der AGR-Ventilöffnungsfläche, Winkeln des Einlass- und Auslassnockenphasenstellers, der Kraftstoffzufuhr rate bzw. der Anzahl aktivierter Zylinder entsprechen. Das ECM **114** kann Stellgliedwerte steuern, um ein Solldrehmoment vom Motor **102** zu erzeugen.

[0039] Mit Bezug nun auf [Fig. 2](#) ist ein Funktionsblockdiagramm des Motorsteuermoduls **114** dargestellt. Ein Fahrereingabemodul **210** erzeugt die Fahrereingabe an das System. Das Fahrereingabemodul **210** kann die Fahrereingabe auf die Position eines Gaspedals gründen. Die Fahrereingabe kann auch auf einer Geschwindigkeitsregelung beruhen, die ein adaptives Geschwindigkeitsregelungssystem sein kann, das die Fahrzeuggeschwindigkeit verändert, um einen vorbestimmten Folgeabstand beizubehalten. Beim Fahrereingabemodul können andere Typen von Fahrereingaben erzeugt werden.

[0040] Das Fahrereingabemodul **210** erzeugt ein Fahrereingabesignal, das an ein Drehmomentanforderungsmodul **214** übermittelt wird. Das Drehmomentanforderungsmodul **214** kann eine Drehmomentanforderung ermitteln, die auf dem Fahrereingabesignal vom Fahrereingabemodul **210** beruht. Das Drehmomentanforderungsmodul **214** kann ein Solldrehmoment für den aktuellen Motorzyklus ermitteln. Das Drehmomentanforderungsmodul **214** kann ein Drehmomentanforderungssignal erzeugen, das an ein Kraftstoffimpulsermittlungsmodul **218** übermittelt wird, um die Kraftstoffimpulsbreiten zum Beschaffen des Solldrehmoments zu ermitteln.

[0041] Das Drehmomentanforderungsmodul **214** kann auch mit einem Drehmomentrampenratenmodul **220** in Verbindung stehen. Das Drehmomentrampenratenmodul **220** kann eine Drehmomentanforderung zum Absenken des Drehmoments auf ein minimales Drehmoment oder zum Ausschalten des Motors oder zum Hochfahren des Drehmoments auf ein Motorsolldrehmoment erzeugen.

[0042] Das Drehmomentanforderungsmodul **214** kann das Solldrehmoment auch an ein Rauchbegrenzungs-Kraftstoffmengenmodul **224** übermitteln. Das Rauchbegrenzungs-Kraftstoffmengenmodul **224** kann ein Rauchbegrenzungs-Kraftstoffmengensignal erzeugen. Die durch das Rauchbegrenzungs-Kraftstoffmengenmodul erzeugte Kraftstoffmenge kann in Abhängigkeit von den Motorbetriebsbedingungen variieren. Wenn sich beispielsweise der Turbolader im Betrieb befindet, kann die Rauchbegrenzungs-Kraftstoffmenge erhöht werden. Die Rauchbegrenzungs-Kraftstoffmenge ist die Kraftstoffmenge, bei der während des Verbrennungsprozesses Rauch erzeugt wird. Bei Dieselmotoren ist es gewünscht, die durch den Kraftstoff erzeugte Rauchmenge zu begrenzen.

[0043] Ein Turbodrehzahlmodul **228** erzeugt ein Turbodrehzahl-signal und übermittelt das Turbodrehzahl-signal an das Kraftstoffimpulsermittlungsmodul **218**. Das Turbodrehzahlmodul **228** kann eine Turbosolldrehzahl auf der Grundlage eines Verstärkungsniveaubetrags von einem Turboverstärkungsniveaumodul **232** erzeugen. Das Turboverstärkungsniveaumodul **232** kann das Drehmomentanforderungssignal vom Drehmomentanforderungsmodul **214** empfangen, um den zum Erreichen der Drehmomentanforderung gewünschten Betrag an Turboverstärkung zu erzeugen. Das Turbodrehzahlmodul **228** erzeugt ein Turbosolldrehzahl-signal auf der Grundlage des Turboverstärkungsniveaus vom Turboverstärkungsniveaumodul **232**. Das Turbodrehzahlmodul **228** kann außerdem den Betrag der Turbodrehzahl auf der Grundlage eines Drehzahlsensors oder eines Drucksensors messen oder schätzen.

[0044] Das Kraftstoffimpulsermittlungsmodul **218** kann einen primären Kraftstoffimpuls von einem primären Impulsmodul **240** und einen sekundären Impuls von einem sekundären Impulsmodul **242** erzeugen. Der primäre Impuls vom primären Impulsmodul **240** kann an einem vorbestimmten Zeitpunkt auftreten, um beispielsweise ein Spitzendrehmoment im Zylinder zu erzeugen. Der sekundäre Impuls vom sekundären Impulsmodul **242** kann an einem zweiten Zeitpunkt auftreten, der später als der erste Zeitpunkt stattfindet, wobei der sekundäre Impuls vom sekundären Impulsmodul **242** die Enthalpie der Abgase erhöht. Die Abgastemperatur kann durch den zweiten Impuls erhöht werden, der Druck kann durch den zweiten Impuls erhöht werden oder sowohl der Druck als auch die Temperatur können durch den zweiten Impuls erhöht werden, um die Enthalpie der Abgase zu erhöhen.

[0045] Ein Korrekturfaktormodul **244** erzeugt einen Korrekturfaktor, der verwendet wird, um die Impulsbreiten für nachfolgende primäre Impulse zu korrigieren. Das Korrekturfaktormodul **244** kann den primären Impuls auf der Grundlage verschiedener Faktoren modifizieren, welche die Fahrer-drehmomentanforderung, die Rauchbegrenzungskraftstoffmenge und die Turbodrehzahlen und das Turbodrehzahl-niveau umfassen.

[0046] Mit Bezug nun auf [Fig. 3](#) ist ein Verfahren zum Verwenden eines nach spät verstellten Einspritzzeitpunkts zum Verringern der Turboverzögerung offengelegt. Bei Schritt **310** wird eine sprungförmige Eingabe eines gewünschten Fahrer-drehmoments bereitgestellt. Das gewünschte Drehmoment kann von dem Fahrerermittlungsmodul **210** wie vorstehend in [Fig. 2](#) beschrieben ermittelt werden. Bei Schritt **312** wird die aktuelle Rauchgrenze ermittelt. Die aktuelle Rauchgrenze kann aufgrund des erhöhten angeforderten Drehmomentbetrags erhöht werden. Die erhöhte Rauchgrenze kann auch der einzu-

spritzenden Kraftstoffmenge entsprechen. Wie vorstehend erwähnt wurde, gibt es eine Übereinstimmung zwischen dem Drehmomentbetrag und der einzuspritzenden Kraftstoffmenge. Diese Kraftstoffmenge entspricht der Rauchgrenze.

[0047] Bei Schritt **314** werden das gewünschte Verstärkungsniveau und die gewünschte Drehmoment-trampenrate auf der Grundlage des gewünschten Drehmoments ermittelt. Das gewünschte Verstärkungsniveau und die gewünschte Drehmoment-trampenrate können während des Motorentwicklungsprozesses kalibrierbar sein. Während des Motorentwicklungsprozesses kann eine Nachschlagetabelle erzeugt worden sein, um ein gewünschtes Verstärkungsniveau und eine gewünschte Drehmoment-trampenrate auf der Grundlage des gewünschten Drehmoments und der Rauchgrenze zu erhalten.

[0048] Bei Schritt **316** wird die angeforderte Turbodrehzahl zum Erreichen des Verstärkungsniveaus auf der Grundlage des gewünschten Verstärkungsniveaus und der gewünschten Drehmoment-trampenrate in Schritt **314** berechnet. Bei Schritt **318** wird die aktuelle Turbodrehzahl entweder geschätzt oder gemessen. Die Turbodrehzahl kann unter Verwendung verschiedener Typen von Drehzahlsensoren oder Drucksensoren direkt gemessen werden. Die Turbodrehzahl kann auch auf der Grundlage verschiedener Motorsensorausgaben geschätzt werden.

[0049] Bei Schritt **320** wird die Größe der sekundären oder Post-Einspritzung ermittelt. Die Größe der sekundären oder Post-Einspritzung kann teilweise auf der aktuellen Turbodrehzahl und der berechneten benötigten Turbodrehzahl zur Erzeugung eines Verstärkungsniveaus beruhen.

[0050] Bei Schritt **322** wird die Turbodrehzahl von einem Drucksensor oder einem anderen Sensortyp überwacht. Wenn die Turbodrehzahl bei Schritt **324** gleich der gewünschten Turbodrehzahl ist, endet der Prozess bei Schritt **326**. Wenn die Turbodrehzahl bei Schritt **324** nicht gleich der gewünschten Drehzahl ist, kann ein Korrekturfaktor erzeugt werden, um nachfolgende Einspritzereignisse zu korrigieren. Der Korrekturfaktor kann verwendet werden, um das sekundäre Einspritzereignis oder das primäre Einspritzereignis zu korrigieren. Nach Schritt **328** wird Schritt **320** erneut ausgeführt. Wie ersichtlich ist, wird der Prozess kontinuierlich aktualisiert, sodass eine gewünschte Turbodrehzahl erreicht wird. Unter Verwendung des Korrekturfaktors kann eine Fahrzeugreaktion auf den eingespritzten Kraftstoff erhöht oder verringert werden.

[0051] Die vorstehend beschriebenen Kalibrierungstabelleneinträge können einen Eintrag der unmittelbaren Drehmoment-trampe über mehrere Zylinderzün-

dereignisse als Prozentsatz des endgültigen Drehmomentzielanstiegs zulassen.

[0052] Durch ein Justieren des Betrags und des Zeitpunkts der sekundären Impulsbreite kann der Betrag der Turboverzögerung verringert werden. Der Betrag des Turbodrehmoments kann auf der Grundlage des Drucks und der Temperatur der Abgase verändert werden.

[0053] Mit Bezug nun auf **Fig. 4** ist eine Basiskraftstoffmenge relativ zu einer überarbeiteten Kraftstoffmenge dargestellt. Die Basiskraftstoffmenge berücksichtigt die in der Offenbarung vorstehend beschriebene sekundäre Einspritzung nicht. Die überarbeitete Kraftstoffmenge berücksichtigt die sekundäre Einspritzmenge, die zu einem späteren Zeitpunkt als die erste Kraftstoffmenge eingespritzt wird. Wie zu sehen ist, stimmt der Gesamtbetrag der Kraftstoffmenge allgemein mit der Basiskraftstoffmenge überein; bei der Region **410** ist jedoch die überarbeitete Kraftstoffmenge geringer als die Basiskraftstoffmenge. Die durch den sekundären Kraftstoffbetrag dargestellte sekundäre Impulsbreite wird eingespritzt, um Veränderungen bei der Abgasenthalpie zu erhöhen und erhöht die Gesamtkraftstoffmenge von der primären Kraftstoffmenge aus.

[0054] Die überarbeitete Kraftstoffmengenrate steigt mit einer Rate an, die einer Drehmomentrampe entspricht. Die Grundlinienrauchgrenze wird ebenfalls erhöht. Die erhöhte Rauchgrenze wird erhöht, um der Kraftstoffmenge vom Drehmomentbetrag aus, der erzeugt werden soll, zu folgen. Die zusätzliche Kraftstoffmenge wird bei der Region erhöht, die der sprunghaften Eingabe des Fahrers entspricht. Selbstverständlich kann der Einspritzzeitpunkt des sekundären Kraftstoffimpulses verändert werden.

[0055] Die breiten Lehren der Offenbarung können in einer Vielfalt von Formen implementiert werden. Obwohl diese Offenbarung spezielle Beispiele enthält, soll daher der wahre Umfang der Offenbarung nicht darauf begrenzt sein, da sich dem Fachmann bei einem Studium der Zeichnungen, der Beschreibung und der folgenden Ansprüche andere Modifikationen offenbaren werden.

Patentansprüche

1. Steuermodul, umfassend:
ein Drehmomentanforderungsmodul, das ein angefordertes Drehmoment erzeugt;
ein Turboverstärkungsniveaumodul, das ein gewünschtes Verstärkungsniveau auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments ermittelt; und
ein Impulsermittlungsmodul, das eine primäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine sekundäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite auf der Grundlage des vom

Fahrer angeforderten Drehmoments und des gewünschten Verstärkungsniveaus ermittelt, und das eine erste Einspritzung in den Zylinder mit der primären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine zweite Einspritzung in den Zylinder mit der sekundären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite steuert.

2. Steuermodul nach Anspruch 1, wobei das gewünschte Verstärkungsniveau ein ratenbegrenztes Drehmomentniveau umfasst.

3. Steuermodul nach Anspruch 1, ferner ein Turbodrehzahlmodul umfassend, das eine gewünschte Turbodrehzahl auf der Grundlage des gewünschten Verstärkungsniveaus und einer aktuellen Turbodrehzahl ermittelt, und wobei die Impulsermittlung eine primäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine sekundäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments, des gewünschten Verstärkungsniveaus, der gewünschten Turbodrehzahl und der aktuellen Turbodrehzahl ermittelt.

4. Steuermodul nach Anspruch 1, ferner ein Rauchbegrenzungskraftstoffmengenmodul umfassend, das eine Rauchbegrenzungskraftstoffmenge ermittelt, und wobei die Impulsermittlung eine primäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite und eine sekundäre Kraftstoffeinspritzimpulsbreite auf der Grundlage des vom Fahrer angeforderten Drehmoments und der Rauchbegrenzungskraftstoffmenge ermittelt.

5. Steuermodul nach Anspruch 1, wobei die Impulsermittlung eine Enthalpie von Abgasen aus der sekundären Kraftstoffeinspritzimpulsbreite erhöht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

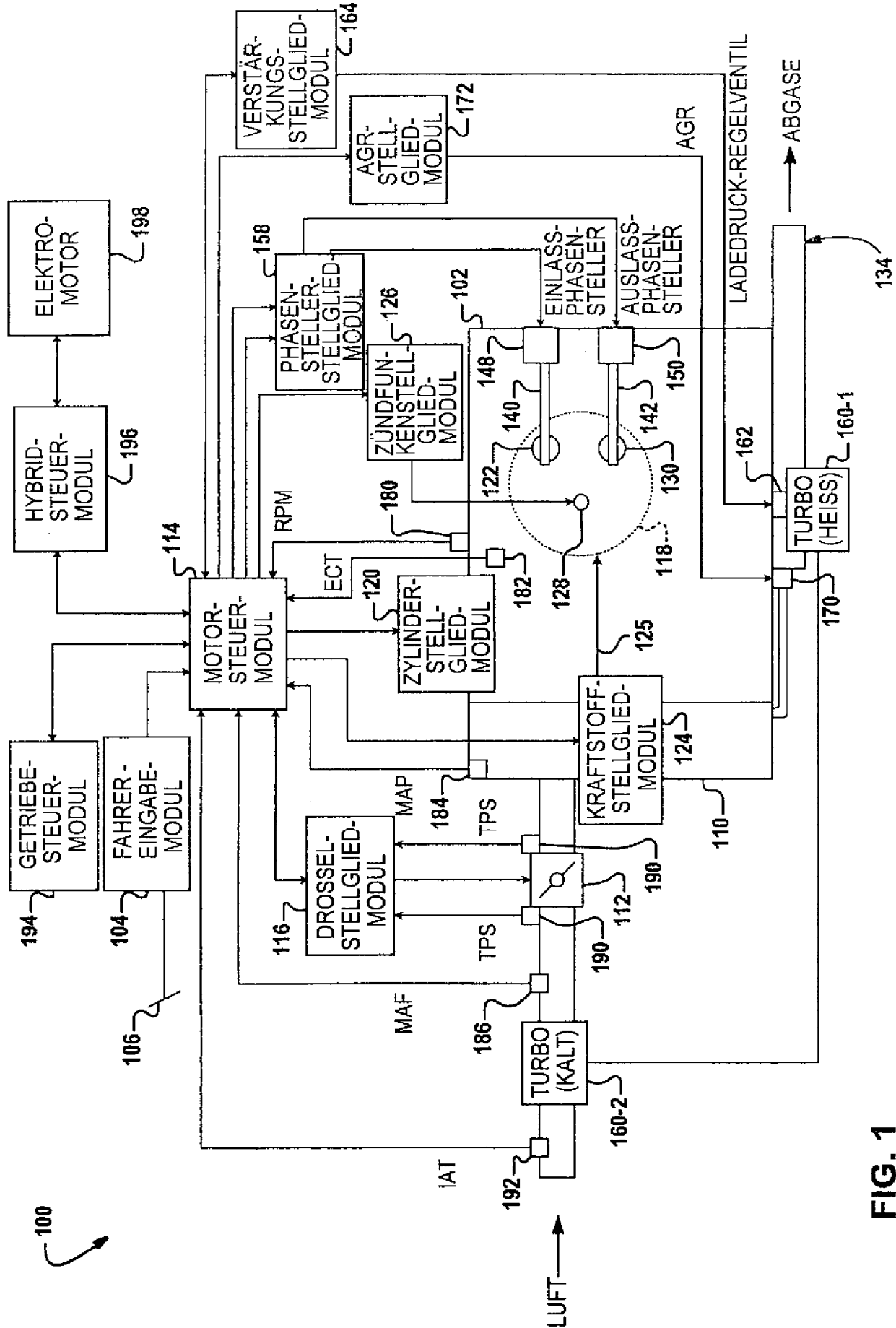


FIG. 1

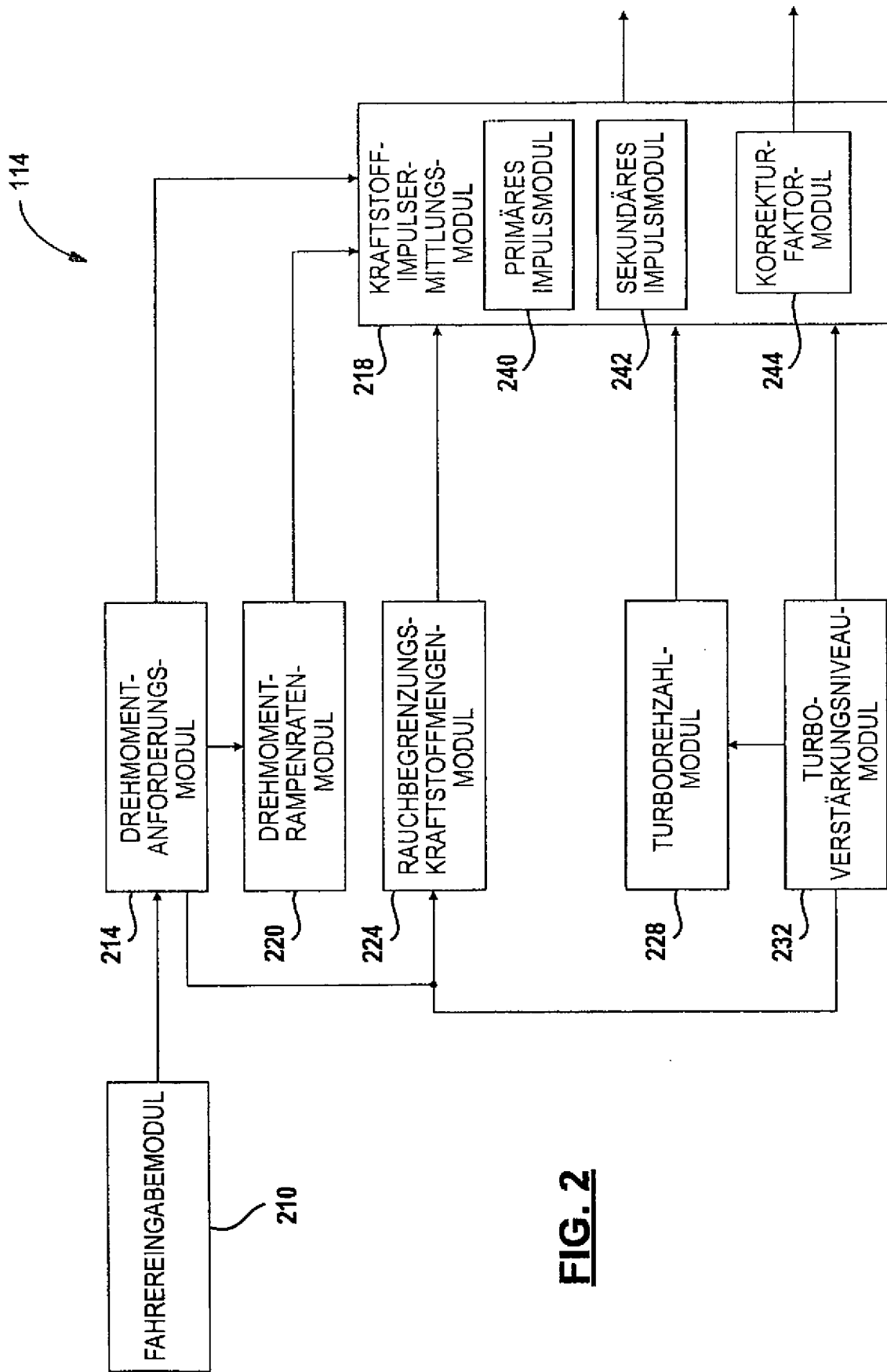


FIG. 2

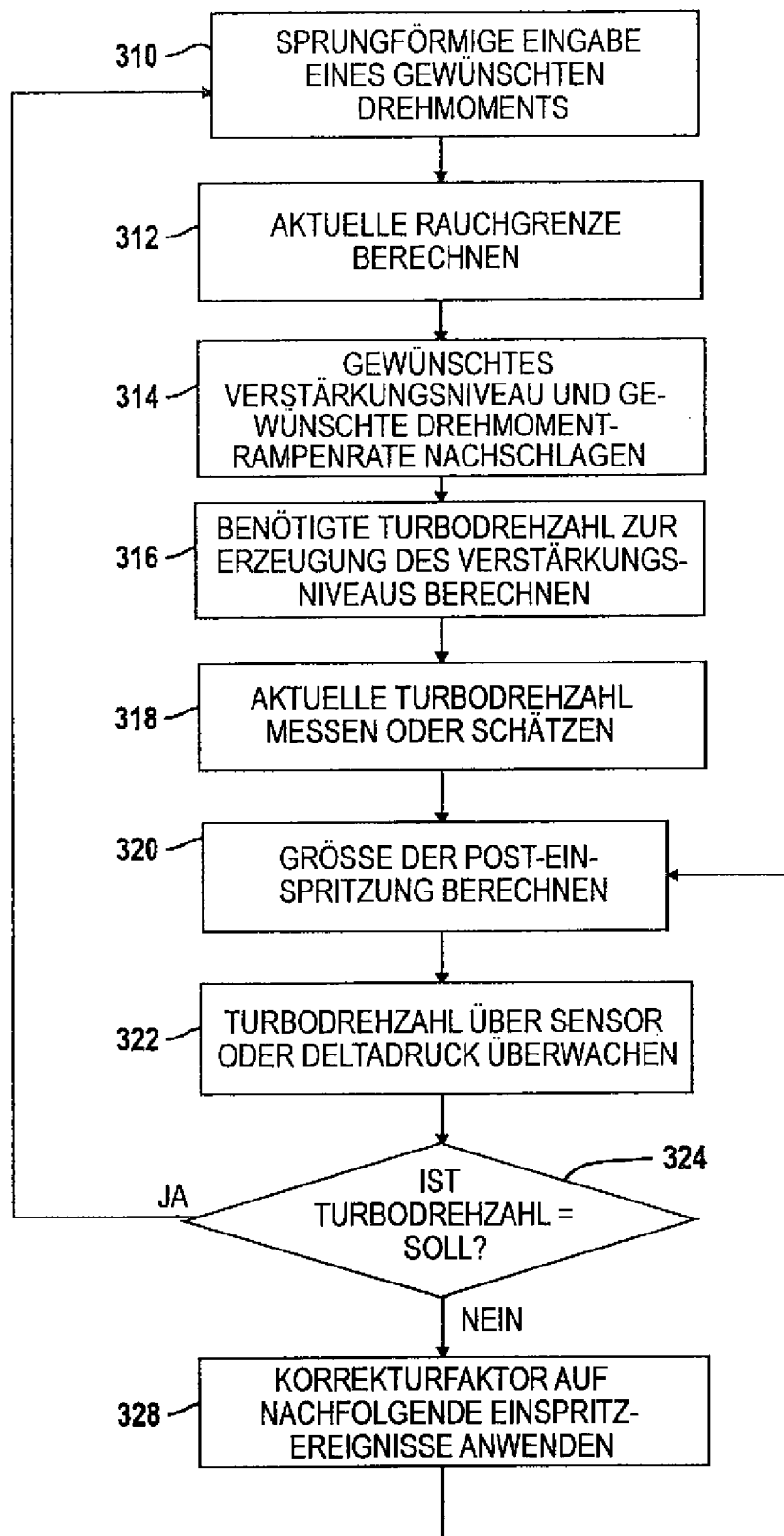
**FIG. 3**

FIG. 4

