



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2002 Patentblatt 2002/19

(51) Int Cl.7: **F02D 35/02, F02D 41/34**

(21) Anmeldenummer: **00123808.8**

(22) Anmeldetag: **02.11.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
 • **Lee, Hether**
W. Bloomfield, MI 48322 (US)
 • **Chevalier, Alain Marie Roger**
4880 Aubel (BE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, Inc.,**
A subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, Michigan 48126 (US)

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dipl.-Ing. et al**
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP
50725 Köln (DE)

(54) **Verfahren zum Schutz eines Verbrennungsmotors vor Überdruck**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren, mit welchen der Druck im Innenraum mindestens eines Zylinders (1) eines Verbrennungsmotors ständig überwacht wird. Bei Überschreiten eines vorge-

gebenen Schwelldruckes P_{th} tritt ein Spitzendruckregler (C, C', C'', C''') in Aktion, welcher die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung derartig modifiziert, dass ein zulässiger Maximaldruck P_{max} nicht überschritten wird.

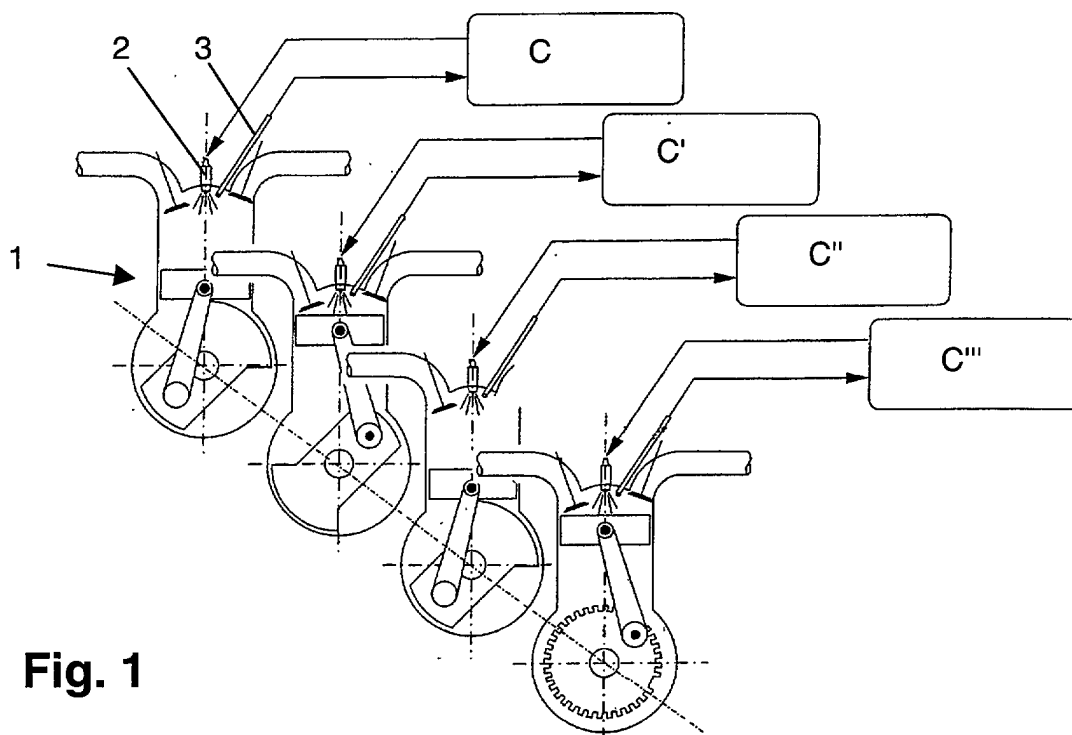


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schutz eines Verbrennungsmotors vor Überdruck, wobei der Druck in mindestens einem Zylinder des Verbrennungsmotors gemessen wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

[0002] In den vergangenen Jahren haben die zunehmenden Forderungen nach verbesserter Leistungsfähigkeit und besserer Kraftstoffausnutzung dazu geführt, dass die spezifische Leistung von Verbrennungsmotoren immer weiter zugenommen hat. Die spezifische Leistung ist definiert als das Verhältnis zwischen der Leistung und dem Gewicht des Verbrennungsmotors. Als Konsequenz aus dieser Zunahme sind die Drücke in den Zylindern enorm gestiegen und erreichen Werte, bei denen die mechanische Belastung die Grenzen des Materials erreicht. Es ist daher wichtig, die Verbrennungsmotoren so ausulegen, dass auch der im ungünstigsten Fall auftretende Druck innerhalb eines Zylinders in sicheren Grenzen bleibt.

[0003] Dies wird üblicherweise durch eine sorgfältige Kalibrierung der Strategie zur Kraftstoffversorgung erreicht. Solche herkömmlichen Steuerungsstrategien für den Spitzendruck müssen mit erheblichen Sicherheitsfaktoren angesetzt werden. Ein Grund hierfür liegt darin, dass die bei der Motorherstellung auftretenden Toleranzen zu erheblichen Streuungen führen, die zum Beispiel für Dieselmotoren einen Unterschied von 20 bar im maximalen Zylinderdruck bedeuten können. Typischerweise sind diese Variationen von Motor zu Motor das Ergebnis der folgenden Faktoren:

- einem Fehler im oberen Totpunkt aufgrund einer ungenauen Anbringung des Schwungrades;
- Kopfwischenräume;
- Toleranzen des Injektionssystems.

[0004] Die Druckdifferenz von Motor zu Motor von bis zu 20 bar hat verschiedene negative Konsequenzen. Für den Motorkonstrukteur, der die gewünschte Leistungsfähigkeit erreichen muss, macht die erforderliche 20 bar Spitzendruck-Sicherheitsgrenze die Verwendung von mehr Materialmasse oder von teureren Materialien notwendig, was die Stückkosten des Motors erhöht. Für den Verbraucher kann die 20 bar Differenz in großen Leistungsvariationen von Motor zu Motor resultieren, so dass einige Verbraucher Fahrzeuge erhalten, die sich im Vergleich zu ähnlichen Motoren als leistungsschwach erweisen.

[0005] Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den Schutz eines Verbrennungsmotors vor Überdruck in den Zylindern bei verringerten Herstellungskosten sicherzustellen und gleichzeitig die Leistungsschwankungen zwischen gleichen Motoren zu verringern.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0007] Das Verfahren dient dem Schutz eines Verbrennungsmotors vor Überdruck, wobei der Druck in mindestens einem Zylinder des Verbrennungsmotors gemessen wird. Verfahren, bei denen der Druck in einem Zylinder gemessen wird, sind für verschiedene Zwecke bekannt. So wird der gemessene Druck zum Beispiel bei der US 4 397 285, der US 4 549 513, der US 4 846 128, der US 4 063 238 und der US 5 676 113 dazu verwendet, den Zündzeitpunkt zu kontrollieren, um die Leistungsfähigkeit des Motors zu steigern. Aus der US 5 284 114, der US 4 706 628 und der US 4 732 126 ist es ferner bekannt, den Ort des Spitzendrucks innerhalb der Zylinder zu bestimmen, und in Abhängigkeit hiervon den Zündzeitpunkt und die Kraftstoffparameter zu regeln. Schließlich ist es aus der US 4 516 401 und der US 4 483 146 bekannt, über eine Rückkopplung des Zylinderdruckes den Kompressor von Turbolader-Motoren zu kontrollieren.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung abweichend von den von der Motorsteuerung vorgegebenen Werten modifiziert wird, wenn der Spitzendruck in einem Zylinder des Verbrennungsmotors einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, wobei die Modifikation so erfolgt, dass der genannte Spitzendruck nachfolgend unter einem Maximalwert bleibt. Unter dem Spitzendruck wird dabei der während eines Motortaktes auftretende größte Zylinderinnendruck verstanden.

[0009] Durch das Verfahren wird sichergestellt, dass ein für den Verbrennungsmotor als Belastungsgrenze anzusehender Maximalwert des Zylinderdruckes nicht überschritten wird, indem der Spitzendruck in mindestens einem Zylinder ständig überwacht und bei Überschreiten des vorgegebenen Schwellwertes durch den Spitzendruck die von der Motorsteuerung vorgegebene Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung in geeigneter Weise modifiziert wird. Der Schwellwert, ab dem das Verfahren aktiv wird, liegt typischerweise 5 bis 20 %, vorzugsweise ca. 10% unter dem noch zulässigen Maximalwert des Zylinderinnendruckes.

[0010] Die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung können insbesondere dadurch modifiziert werden, dass die dem Verbrennungsmotor zugeführte Kraftstoffmenge, der Zündzeitpunkt des Luft-Kraftstoff-Gemisches und/oder der Kraftstoffinjektionszeitpunkt modifiziert werden. Über die genannten Steuerungsgrößen kann gezielt Einfluss

auf die Druckentwicklung im Zylinderraum genommen werden. So tritt zum Beispiel bei einer Verringerung der zugeführten Kraftstoffmenge eine entsprechende Minderung des Spitzendrucks im entsprechenden Zylinder ein.

[0011] Vorzugsweise besteht die Modifikation der Kraftstoffmenge nur aus einer Verringerung der von der Motorsteuerung berechneten, zuzuführenden Kraftstoffmenge. Das heißt, dass das erfindungsgemäße Verfahren die "normalerweise" von der Motorsteuerung für die Zuführung vorgesehene Kraftstoffmenge allenfalls verringern, niemals jedoch erhöhen kann. Eine solche Verringerung der Kraftstoffmenge genügt dem angestrebten Zweck, den Überdruck im Zylinderraum zu begrenzen.

[0012] In der einfachsten Variante des Verfahrens wird der Druck in nur einem Zylinder eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors gemessen und als stellvertretend für alle Zylinder des Motors angenommen. Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens kann jedoch auch der Druck in mehreren Zylindern, insbesondere in jeder Zylinderbank des Verbrennungsmotors und/oder in jedem Zylinder des Verbrennungsmotors gemessen werden. Hierdurch lässt sich die Genauigkeit und die Sicherheit des Schutzes vor Überdruck weiter erhöhen.

[0013] Des weiteren kann das Verfahren auch hinsichtlich der Modifikation der Kraftstoffeinleitung und/oder der Kraftstoffverbrennung zwischen den Zylindern differenzieren. Im einfachsten Fall wird die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung für alle Zylinder des Motors in gleicher Weise modifiziert. Vorzugsweise werden die genannten Größen jedoch für jede Zylinderbank und/oder für jeden Zylinder des Verbrennungsmotors separat modifiziert. Auf diese Weise können auf bestimmte Zylinder begrenzte kritische Drücke gezielt in diesen Zylindern bekämpft werden ohne dass die Leistungsfähigkeit der nicht betroffenen Zylinder unnötigerweise beeinträchtigt würde.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird die Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung so modifiziert, dass der Spitzendruck im Zylinder möglichst nahe am Maximalwert liegt, solange nicht von der Motorsteuerung niedrigere Druckwerte angesteuert werden. Das erfindungsgemäße Verfahren greift grundsätzlich nur ein, wenn von der Motorsteuerung eine Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung vorgegeben wird, welche im Motor zu einem Druck führt, die einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Mit Überschreiten des Schwellwertes wird das erfindungsgemäße Verfahren aktiv und beeinflusst die Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung im Sinne einer Verminderung der Druckwerte. Um dabei dennoch den von der Motorsteuerung angestrebten Verhältnissen möglichst nahe zu kommen, wird vorteilhafterweise versucht, den Spitzendruck im Zylinder möglichst nahe an der maximal zulässigen Grenze des Maximalwertes zu halten. Sobald jedoch die Motorsteuerung eine Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung vorgibt, welche zu niedrigeren Druckwerten führen würde, werden sofort diese neuen Vorgaben ausgeführt.

[0015] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens der oben erläuterten Art, welche einen Spitzendruckregler enthält, der eingangsseitig mit mindestens einem in einem Zylinder des Verbrennungsmotors angeordneten Drucksensor und ausgangssseitig mit einer Steuerungsvorrichtung für die Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung verbunden ist. Der Spitzendruckregler ist weiterhin so eingerichtet, dass er die Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung modifiziert, wenn der Spitzendruck im Zylinder einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, wobei die Modifikation so erfolgt, dass der Spitzendruck im Zylinder unter einem Maximaldruck bleibt. Mit einer derartigen Vorrichtung lassen sich die oben erläuterten Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens erzielen.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch das erfindungsgemäße Verfahren an einem Vierzylindermotor;

Fig. 2a-f sechs verschiedene Anordnungsmöglichkeiten für Sensoren und Regeleinrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 ein Flussdiagramm des Verfahrensablaufes;

Fig. 4 Kraftstofffluss und zugehörigen Druck im Zylinder beim Stand der Technik;

Fig. 5 Kraftstofffluss, zugehörigen Druck im Zylinder und Regelungsmodi bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0017] In Figur 1 ist schematisch das erfindungsgemäße Regelungssystem für eine Brennkraftmaschine dargestellt, bei der es sich sowohl um einen Ottomotor als auch einen Dieselmotor handeln kann. Insbesondere Dieselmotoren profitieren von dem erfindungsgemäßen Verfahren, da sie größeren Druckvariationen innerhalb des Zylinders ausgesetzt sind und die maximalen Spitzendrücke weit höher liegen als bei Benzinmotoren.

[0018] Figur 1 zeigt vier in bekannter Weise hintereinander angeordnete Zylinder 1 eines Verbrennungsmotors. In jedem Zylinder 1 ist ein Drucksensor 3 angeordnet, über welchen der in dem Zylinder herrschende Druck gemessen und an einen Spitzendruckregler C gemeldet wird. Derartige Spitzendruckregler C, C', C'', C''' sind für alle Zylinder des

Motors separat vorgesehen.

[0019] Der Ausgang des Reglers C wirkt auf Aktuatoren des Kraftstoffeinspritzsystems ein. Hierzu zählen die Injektoren 2 und gegebenenfalls auch die Kraftstoffpumpe. Die hauptsächlich geregelte Variable ist die Menge des eingespritzten Kraftstoffes F_q für jeden Zylinder. Diese Variable kann für jeden Zylinder individuell oder für mehrere beziehungsweise für alle Zylinder gemeinsam geregelt werden. Alternativ kann auch die Zeitsteuerung der Injektion (F_{tim} für einen Dieselmotor) oder die Zündzeitpunktvorlaufsteuerung (für einen Ottomotor) anstelle oder zusammen mit der Menge des eingespritzten Kraftstoffes F_q gesteuert werden.

[0020] Die von der Regeleinrichtung verwendeten Sensoren können jede Art von Sensor sein, welcher eine Anzeige des Druckes P_{cyl} innerhalb einiger oder aller Zylinder geben kann. Diese Sensoren werden daher nachfolgend als Zylinderinnendrucksensoren bezeichnet. Zu typischen Sensoren gehören direkte Zylinderinnendrucksensoren wie zum Beispiel piezoelektrische oder optische Sensoren, die direkt in der Verbrennungskammer angebracht sind, oder indirekte Zylinderinnendrucksensoren wie piezoelektrische Sensoren, die in einer Zünd- oder Glühkerze angebracht sind, oder Beschleunigungsmesser, die außerhalb der Verbrennungskammer angebracht sind. Die Ausgangssignale der Sensoren können in bekannter Weise nach entsprechender Vorverarbeitung und Kalibrierung in Drucksignale umgewandelt werden. Je größer die Genauigkeit dieser Drucksignale ist, um so besser kann die erfindungsgemäße Regelung ausgeführt werden, und um so höher ist der Nutzen der Erfindung.

[0021] Während in Figur 1 ein System gezeigt ist, bei dem ein Zylinderinnendrucksensor 3 pro Zylinder und ein Spitzendruckregler C, C', C'', C''' pro Sensor vorhanden ist, kann die Erfindung auch auf Motoren angewendet werden, bei denen nicht alle Zylinder mit Sensoren ausgestattet sind. Zum Beispiel kann nur ein Zylinder pro Motor oder ein Zylinder pro Zylinderbank bei V-Motoren mit einem Sensor ausgestattet sein. Die verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten sind in Figur 2 dargestellt und umfassen folgende Varianten:

- a) ein Sensor pro Zylinder 1, ein Regler pro Zylinder;
- b) ein Sensor pro Zylinder, ein Regler pro Zylinderbank;
- c) ein Sensor pro Zylinder, ein Regler pro Motor;
- d) ein Sensor pro Bank, ein Regler pro Bank;
- e) ein Sensor pro Bank, ein Regler pro Motor;
- f) ein Sensor pro Motor, ein Regler pro Motor.

[0022] Dabei wird eine bessere Leistung erreicht, wenn ein Sensor in jedem Zylinder angebracht ist. Tabelle 1 zeigt, welche Produktionstoleranzen in Abhängigkeit von der gewählten Sensorkonfiguration kompensiert werden können.

1 Sensor pro ...	Totpunkt-Ort	Kopfdichtungszwischenräume	Injektoren- charakteristik	Verbrennungskammer bezogene Giess- / Bearbeitungstoleranzen
Zylinder	X	X	X	X
Zylinderbank	X	X		
Motor	X			

[0023] Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm eines möglichen Regelalgorithmus. In Block 17 wird von der Motorsteuerung aufgrund der vom Fahrer vorgegebenen Gaspedalstellung 11 sowie anderer Sensorsignale 10 eine übliche Kraftstoffzuführungsstrategie berechnet. Ergebnis dieser Berechnung ist die in den Zylinder zu injizierende Kraftstoffmenge F_q^d .

[0024] Parallel hierzu wird von einem Spitzendruckdetektor 13, welcher die Daten 12 des Zylinderinnendruckes P_{cyl} erhält, der Spitzendruck P_{peak} detektiert. Dieser Spitzendruck P_{peak} ist als maximaler Druck während eines Motortaktes definiert. Die Bestimmung geschieht einmal pro Motorzyklus. Der Wert P_{peak} wird in einem Puffer 14 solange zwischengespeichert, bis ein neuer Wert ihn überschreibt. Dies kann einmal pro Zyklus, einmal pro Takt oder mit jeder anderen geeigneten Schrittfolge in Abhängigkeit von der Konfiguration der Drucksensoren und der Anzahl der Spitzendruckregler erfolgen.

[0025] In einem ersten Zweig des Algorithmus wird der Spitzendruck P_{peak} dann an einen Summierer geleitet, in welchem er von dem in Block 15 gespeicherten Wert des maximal zulässigen Drucks P_{max} im Zylinder subtrahiert wird. Die so gebildete Differenz wird einem P_{max} -Folgeregler 16 zugeleitet. Die Aufgabe dieses Reglers besteht darin, die

zu injizierende Kraftstoffmenge derart zu berechnen, dass der Spitzendruck P_{peak} auf den maximal zulässigen Druck P_{max} geregelt wird. Typischerweise handelt es sich bei diesem Regler um einen Proportional/Integral (PI) oder Proportional/Integral/Differential (PID) Regler mit einer "Anti-Windup"-Eigenschaft, um einen sprunghaften Übergang von beziehungsweise zu der ursprünglichen Kraftstoffversorgungsstrategie (Blöcke 18 und 19) zu gewährleisten. Der Regler sollte so kalibriert sein, dass er jeglichen Drucküberschuss vermeidet. Die Ausgabe des Reglers 16 besteht aus einem Wert F_q^c für die Kraftstoffeinleitung.

[0026] Im Block 18 wird der Spitzendruck P_{peak} mit einem vorgegebenen Schwelldruck P_{th} verglichen, welcher einige bar unterhalb des Maximaldruckes P_{max} gewählt wird. Wenn der Spitzendruck unter dem Schwelldruck bleibt, wird die ursprüngliche Motorsteuerungsstrategie nicht verändert. Das heißt, dass gemäß Block 20 die Kraftstoffmenge F gleich der von der Motorsteuerung vorgegebenen Kraftstoffmenge F_q^d gesetzt wird. Der Motor arbeitet dabei sicher weit unterhalb des Maximaldruckes P_{max} , so dass der Druckbegrenzer deaktiviert bleiben kann.

[0027] Wenn der Spitzendruck P_{peak} den vorgegebenen Schwelldruck P_{th} in Block 18 dagegen überschreitet, nähert sich der Motor dem Maximaldruck P_{max} an. Gemäß Block 19 können daraufhin verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. Der Grund, warum P_{peak} mit P_{th} und nicht direkt mit P_{max} verglichen wird, besteht darin, dass dem Spitzendruckregler erlaubt werden soll, seine Regelungsaktionen voraus zu planen und dementsprechend die Drucküberschüsse zu unterdrücken, welche andernfalls bei den großen Zeitverzögerungen in dem System unvermeidbar sein würden.

[0028] Im bereits erwähnten Block 19 wird die Größe des von der Motorsteuerung vorgegebenen Kraftstoffflusses F_q^d mit dem vom Folgeregler 16 vorgegebenen Kraftstofffluss F_q^c verglichen. Wenn P_{peak} in die Nähe von P_{max} kommt (das heißt $P_{\text{peak}} > P_{\text{th}}$) und $F_q^d > F_q^c$ ist, ist ein Schutz vor einem Überdruck notwendig, und der Motor wird gemäß Block 21 mit einer Kraftstoffmenge F betrieben, die gleich der vom P_{max} -Folgeregler berechneten Menge F_q^c ist. Falls der Fahrer jedoch bremst, fällt F_q^d unterhalb von F_q^c ab, und der Fahrer erlangt die volle Kontrolle zurück (Block 20: $F = F_q^d$). Hierbei handelt es sich um ein Sicherheitskriterium, da die Menge des injizierten Kraftstoffes niemals die Kraftstoffmenge der ursprünglichen Kraftstoffzuführungsstrategie überschreiten kann. Mit anderen Worten hat der Fahrer immer die Kontrolle über die maximale Kraftstoffzufuhr.

[0029] In Block 19 könnte die Verzweigungsbedingung auch mit jeder anderen verfügbaren und mit dem Drehmoment in Beziehung stehenden Größe anstelle der Kraftstoffmenge ausgewertet werden.

[0030] Die in Figur 3 dargestellte Regelungsstrategie für den Spitzendruck im Zylinderinnenraum wurde an einem herkömmlichen Vierzylinder 2.0-Liter Dieselmotor getestet. Der Maximaldruck P_{max} wurde im Regler auf 120 bar und der Schwelldruck P_{th} auf 10 bar unterhalb des Maximaldruckes (das heißt auf 110 bar) gesetzt. Zu Vergleichszwecken wurde der Motor zunächst bei ausgeschaltetem Spitzendruckregler betrieben.

[0031] Figur 4 zeigt die Ergebnisse dieses Vergleiches, wobei der Spitzendruck P_{peak} mehrere Male um mehr als 10 bar den Grenzwert P_{max} von 120 bar übersteigt. Im oberen Diagramm von Figur 4 sind der Spitzendruck im Zylinderinnenraum auf der vertikalen Achse und die Zeitdauer des Versuches auf der horizontalen Achse eingetragen. Im unteren Diagramm ist im Vergleich hierzu auf derselben Zeitachse die Kraftstoffmenge, die an die Zylinder abgegeben wird, eingetragen.

[0032] In Figur 5 sind die Ergebnisse dargestellt, wenn der Spitzendruckregler eingeschaltet ist und dasselbe Fahrverhalten (dieselben Gaspedalpositionen) auf den Motor angewendet wird. Der im obersten Diagramm dargestellte Spitzendruck P_{peak} des Zylinderinnendruckes überschreitet zu keinem Zeitpunkt den Grenzwert P_{max} von 120 bar.

[0033] Die durch den Spitzendruckregler vorgenommene Begrenzung der Kraftstoffeinleitung gegenüber der von der Motorsteuerung verfolgten Strategie (vgl. Figur 4 unten) ist aus dem mittleren Diagramm von Figur 5 erkennbar. Ferner ist erkennbar, dass der Spitzendruckregler deaktiviert wird, sobald die Kraftstoffanforderung des Fahrers der vom Spitzendruckregler vorgegebenen Kraftstoffmenge gleich wird. Aufgrund der "Anti-Windup" Eigenschaft wird der vom Spitzendruckregler vorgegebene Kraftstoffmengenwert niemals kleiner als die ursprünglich vorgeschlagene Kraftstoffmenge. Das unterste Diagramm von Figur 5 zeigt auf derselben Zeitachse wie die beiden oberen Diagramme den Modus (0 = ursprüngliche Motorsteuerung oder 1 = Spitzendruckregelung), in welchem die Kraftstoffversorgung gerade betrieben wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz eines Verbrennungsmotors vor Überdruck, wobei der Druck (P_{cyl}) in mindestens einem Zylinder (1) des Verbrennungsmotors gemessen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass, wenn der Spitzendruck (P_{peak}) im Zylinderinnenraum einen vorgegebenen Schwellwert (P_{th}) überschreitet, die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung so modifiziert wird, dass der Spitzendruck nachfolgend unter einem Maximalwert (P_{max}) bleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die zugeführte Kraftstoffmenge, der Zündzeitpunkt und/oder der Kraftstoffinjektionszeitpunkt modifiziert werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modifikation der zugeführten Kraftstoffmenge nur aus einer Verringerung der von der Motorsteuerung berechneten zuzuführenden Kraftstoffmenge (F_{q^d}) besteht.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Druck in jeder Zylinderbank und/oder in jedem Zylinder (1) des Verbrennungsmotors gemessen wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung in jeder Zylinderbank und/oder jedem Zylinder des Verbrennungsmotors separat modifiziert wird.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung so modifiziert werden, dass der Spitzendruck im Zylinder (1) möglichst nahe am Maximalwert (P_{max}) liegt, solange nicht von der Motorsteuerung niedrigere Druckwerte angesteuert werden.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 6, enthaltend einen Spitzendruckregler (C, C', C'', C'''), der eingangsseitig mit mindestens einem in einem Zylinder (1) des Verbrennungsmotors angeordneten Drucksensor (3) und ausgangsseitig mit einer Steuerungsvorrichtung (2) für die Kraftstoffeinleitung und/oder Kraftstoffverbrennung verbunden ist, und welcher so eingerichtet ist, dass er die Kraftstoffeinleitung und/oder die Kraftstoffverbrennung modifiziert, wenn der Spitzendruck (P_{peak}) in einem Zylinderinnenraum einen vorgegebenen Schwellwert (P_{th}) überschreitet, so dass der Spitzendruck unter einem Maximalwert (P_{max}) bleibt.

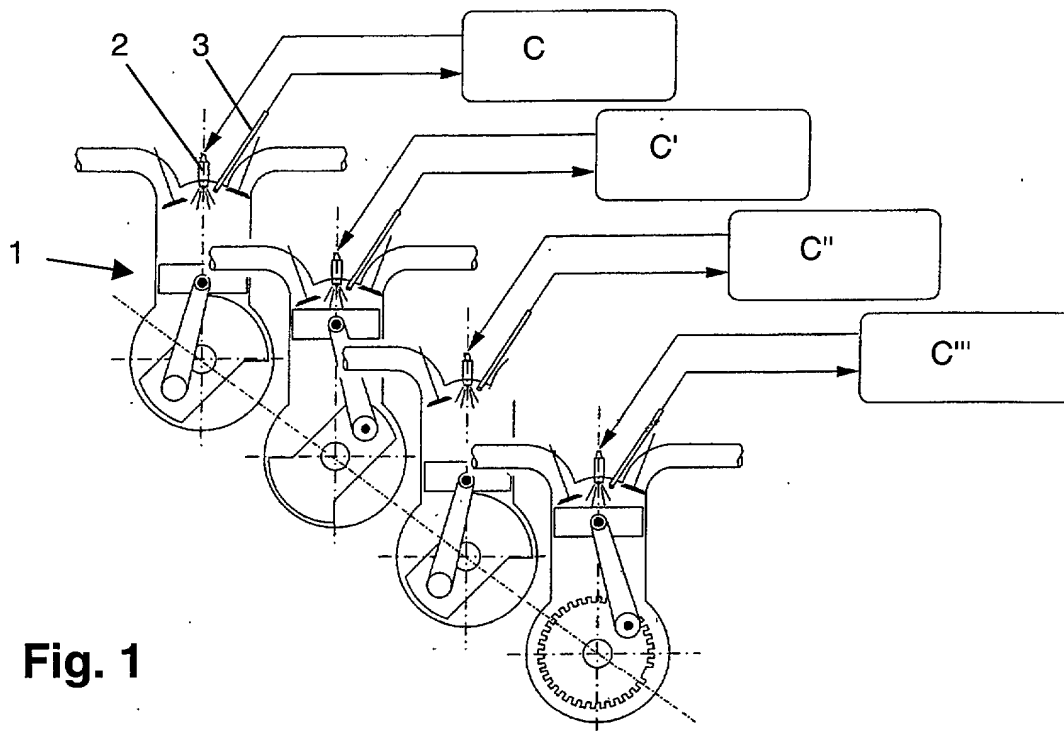


Fig. 1

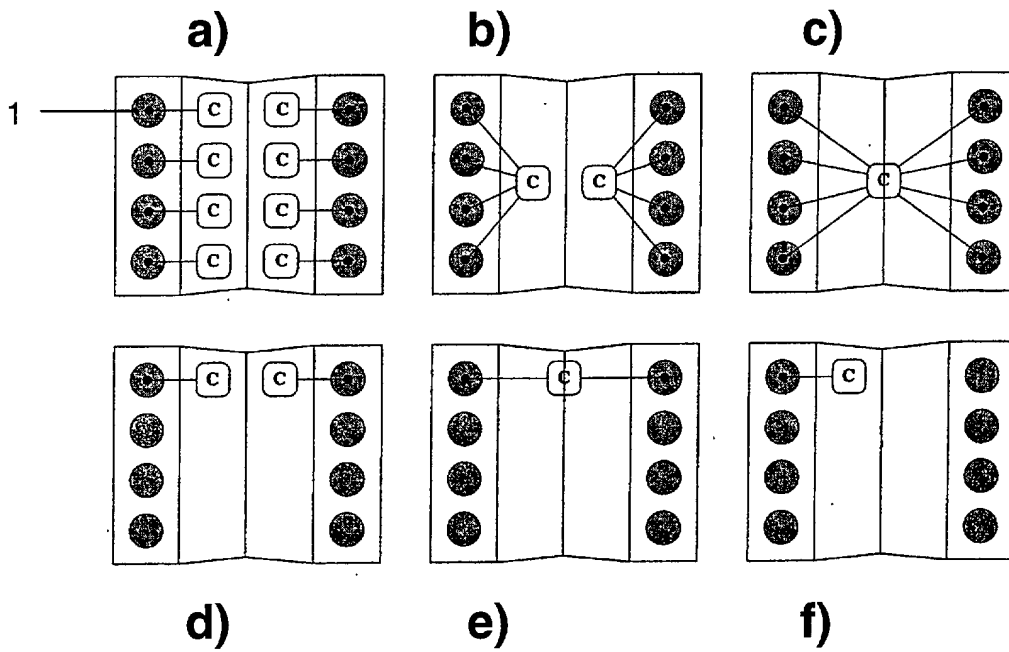


Fig. 2

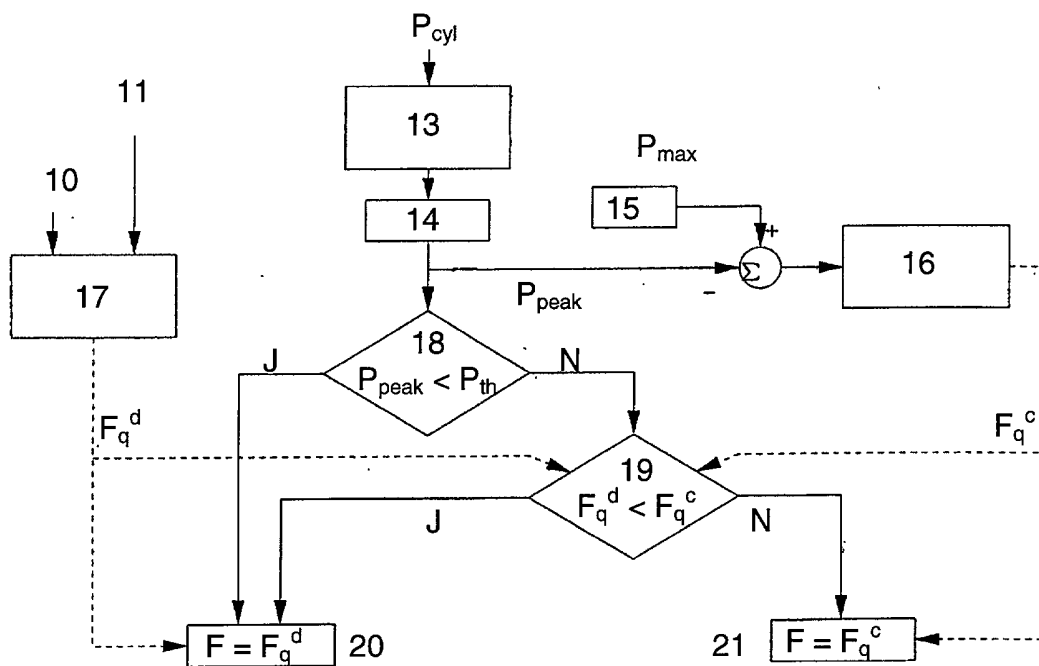


Fig. 3

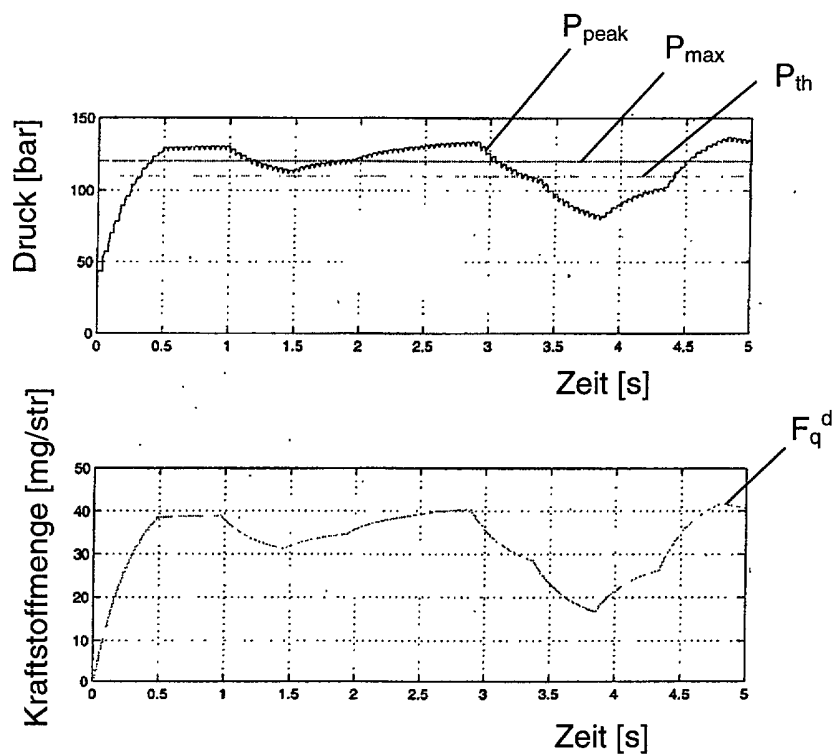
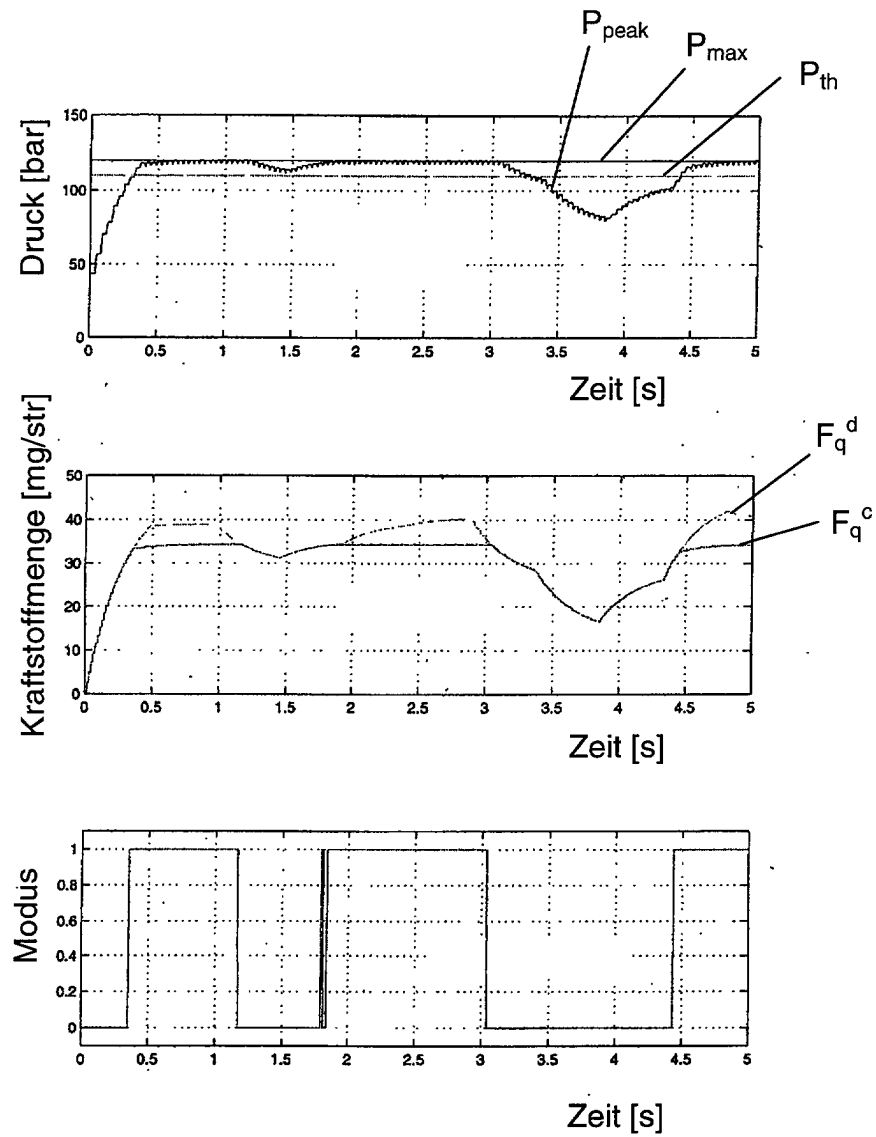


Fig. 4

**Fig. 5**



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 3808

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 197 05 463 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20. August 1998 (1998-08-20)	1-5,7	F02D35/02 F02D41/34
Y	* Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 45 - Zeile 47 * * Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 7 * * Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 17 * * * Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 64 * * Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 21 * * Ansprüche 1-5 *	6	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 10, 31. Oktober 1996 (1996-10-31) & JP 08 158926 A (YOSHIDA OSAMU), 18. Juni 1996 (1996-06-18)	6	
A	* Zusammenfassung *	1-5,7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 017 (M-109), 30. Januar 1982 (1982-01-30) & JP 56 135750 A (HITACHI ZOKEN CORP), 23. Oktober 1981 (1981-10-23) * Zusammenfassung *	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02D
A	DE 197 36 131 C (DAIMLER BENZ AG) 8. Oktober 1998 (1998-10-08) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 14 * * Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 44 * * * Ansprüche 1-3,6 *	1-7	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10. April 2001	Prüfer Röttger, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 3808

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 070 (M-367), 30. März 1985 (1985-03-30) & JP 59 201943 A (HINO JIDOSHA KOGYO KK), 15. November 1984 (1984-11-15) * Zusammenfassung *	1-7	
A	US 4 984 546 A (SHIMOMURA SETSUHIRO ET AL) 15. Januar 1991 (1991-01-15) * Zusammenfassung *	2	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10. April 2001	Prüfer Röttger, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 3808

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-04-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19705463 A	20-08-1998	FR 2759416 A JP 10227251 A	14-08-1998 25-08-1998
JP 08158926 A	18-06-1996	KEINE	
JP 56135750 A	23-10-1981	KEINE	
DE 19736131 C	08-10-1998	KEINE	
JP 59201943 A	15-11-1984	JP 1578407 C JP 2003021 B	13-09-1990 22-01-1990
US 4984546 A	15-01-1991	JP 1310148 A JP 2599761 B JP 2019635 A DE 3918772 A KR 9300007 B KR 9403532 B US 5058552 A	14-12-1989 16-04-1997 23-01-1990 14-12-1989 06-01-1993 23-04-1994 22-10-1991

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82