

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7590326号
(P7590326)

(45)発行日 令和6年11月26日(2024.11.26)

(24)登録日 令和6年11月18日(2024.11.18)

(51)国際特許分類	F I		
F 0 2 D 13/02 (2006.01)	F 0 2 D 13/02	H	
F 0 1 N 3/18 (2006.01)	F 0 1 N 3/18	D	
F 0 1 N 3/24 (2006.01)	F 0 1 N 3/24	R	
F 0 1 N 5/02 (2006.01)	F 0 1 N 5/02	H	
F 0 2 B 75/00 (2006.01)	F 0 2 B 75/00	A	
請求項の数 5 (全13頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2021-533657(P2021-533657)	(73)特許権者	518118437
(86)(22)出願日	令和1年12月13日(2019.12.13)		ヘドマン エリクソン パテント アーベー
(65)公表番号	特表2022-513220(P2022-513220 A)		HEDMAN ERICSSON PAT ENT AB
(43)公表日	令和4年2月7日(2022.2.7)		スウェーデン国 6 4 2 9 5 フレン、
(86)国際出願番号	PCT/SE2019/051283		スタリング サテリ
(87)国際公開番号	WO2020/122807		Staringe Sateri, 6 4 2
(87)国際公開日	令和2年6月18日(2020.6.18)		9 5 Flen, Sweden
審査請求日	令和4年11月14日(2022.11.14)	(74)代理人	100130111
(31)優先権主張番号	1851587-4		弁理士 新保 斉
(32)優先日	平成30年12月14日(2018.12.14)	(72)発明者	ヘドマン、マツ
(33)優先権主張国・地域又は機関	スウェーデン(SE)		スウェーデン王国 6 4 9 9 1 スパレ
前置審査		審査官	戸田 耕太郎
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エンジン部分負荷中に排気温度の増加および排出物質の削減をもたらす方法およびその方法を実施する装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディーゼルエンジンにおいて、最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン部分負荷にて、排気温度の増加および排出物質の低減をもたらす方法であって、前記ディーゼルエンジンは、往復式ピストンを有する少なくとも1つのシリンダを備え、可変圧縮容積(VCR)、および少なくとも1つの排気バルブと少なくとも1つの吸気バルブを有し、前記吸気バルブには可変バルブタイミング(VVT)、が設けられ、エンジン制御システムが、排出時における排気ガスの温度が、現在の排気後処理の意図される洗浄機能にとって十分に高くなるように、エンジン出力に対する現在の必要性に基づいて、前記吸気バルブをいつ開くか、いつ閉じるか、および前記可変圧縮容積をどのサイズに調整するかを決定し(1)、前記エンジン制御システムは、VVTおよびVCRの機能を使用して、前記最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン負荷にて、動力行程中のシリンダ圧力を制御して(2)、前記往復式ピストンが下死点に到達する前に、前記シリンダ圧力が現在の大気圧に到達するかまたは下回るようにし、燃焼ガスと混合する空気が導入されるように、前記シリンダ圧力が前記現在の大気圧に到達したかまたは下回った時に前記排気バルブが開くと同時に前記少なくとも1つの吸気バルブが開かれる(4)ことを特徴とする、方法。

【請求項 2】

導入された空気が熱交換器内で排気ガスによって加熱される(3)ことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

ディーゼルエンジンにおいて、エンジン部分負荷にて、排気温度の増加および排出物質の低減をもたらす装置であって、前記ディーゼルエンジンは、可変圧縮容積（VCR）（14）を可能にする往復式ピストン（12）を有する少なくとも1つのシリンダ（11）、および少なくとも1つの排気バルブ（18）と少なくとも1つの吸気バルブ（19）を備え、前記吸気バルブには可変バルブタイミング（VVT）が設けられ、前記装置は、エンジン制御システム（21）を備え、前記エンジン制御システム（21）は、排出時における前記排気ガスの温度が、現在の排気後処理の意図される洗浄機能にとって十分に高くなるように、そして請求項1に記載の方法を実行するために、エンジン出力に対する現在の必要性に基づいて、前記吸気バルブ（19）をいつ開くか、いつ閉じるか、また前記可変圧縮容積（14）をどのサイズに調整するかを決定し、前記エンジン制御システム（21）は、VVTおよびVCRの機能を使用して、最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン負荷にて、シリンダ圧力を制御して、前記往復式ピストンが下死点に到達する前に、前記シリンダ圧力が現在の大気圧に到達するかまたは下回るようにし、そして、前記シリンダ圧力が前記現在の大気圧に到達したかまたは下回った時に、燃焼ガスと混合する空気が導入されるように、前記排気バルブが開くと同時に前記少なくとも1つの吸気バルブ（19）を開けるように制御されることを特徴とする、装置。

10

【請求項 4】

前記シリンダ圧力が前記現在の大気圧に到達したかまたは下回った時に、前記吸気バルブ（19）を介して導入された前記空気の温度を上げるように構成された熱交換器（22）を更に備える、請求項3に記載の装置。

20

【請求項 5】

往復式ピストン（12）を有する少なくとも1つのシリンダ（11）と、可変圧縮容積（VCR）（14）と、少なくとも1つの排気バルブ（18）と、可変バルブタイミング（VVT）、が設けられている吸気バルブ（19）と、請求項3～4のいずれか一項に記載の装置と、を備えるディーゼルエンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディーゼルエンジンにおけるエンジン部分負荷中に排気温度の増加および/または排出物質の低減をもたらす方法と、その方法を実施する装置とに関する。

30

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンを有する車両の排出制御は、例えば都市交通における、または頻繁な始動と停止時などの低速ではうまく機能しないことが広く知られている。これは、始動時におよびコールドエンジンでの初期運転時に特に妥当である。

【0003】

2012年10月発行の排出制御に関するスウェーデン運輸局の出版物の第11章では、以下のように、現在のディーゼルエンジンに関する背景、最新技術、および問題について十分かつ完全な形で説明している。

40

【0004】

以下に引用する。

「第11章 排出制御

排気ガス排出および排出制御

ディーゼルエンジンでの燃焼中に、様々なタイプの排気ガスの排出物質が形成される。それらのいくつかに関する放出レベルは、法律および規制で管理されている。法律が導入されてから、要件は次第に厳格にされてきた。管理される排出物質は、炭化水素排出物（HC）、一酸化炭素（CO）、窒素酸化物（NO_x）、および粒子状物質（PM）である。ディーゼル燃焼時には二酸化炭素も排出されるが、このガスは燃料中の炭素原子数に依存する量で発生する燃焼生成物である。二酸化炭素は温室効果に寄与するガスであり、化

50

石燃料の燃焼中に発生すると、いわゆる二酸化炭素税と呼ばれる税金を支払う必要がある。

【 0 0 0 5 】

以前から、排出物質に関する全てのエンジン開発に対する基本的な目標は、エンジンからの基本排出物質、すなわちエンジンの燃焼システムにおいて形成される排出物質を削減することであった。これは、高度な燃焼の開発、非常に高圧のシーケンシャル噴射を伴う噴射システム、およびターボチャージングシステムの開発による高度なガス交換を使用し、長年にわたって非常に成功してきている。これは、エンジンとその構成要素の次第により高度になった電子制御と組み合わせて実施されてきた。

【 0 0 0 6 】

しかし、過去 10 年間で、排出物質の要件は大幅に厳格になり、その結果、様々なタイプの排気後処理システムが開発されてきた。これらのシステムでは、エンジン後の排出物質が更に削減される。

10

【 0 0 0 7 】

最も難しい課題の 1 つは、粒子状物質と NO_x の排出を削減することである。 NO_x は、空気中の酸素と窒素との間での酸化の結果であり、燃焼温度の増加に伴い急速に増加する。高温での燃焼は、 HC 、 CO 、粒子状物質の形成を低減させ、燃料消費量の減少に寄与するが、 NO_x 排出量を増加させる。

【 0 0 0 8 】

NO_x を削減する方法

大型ディーゼルエンジンからの NO_x 排出量を削減するという要件は、長年にわたって大幅に厳しくなっている。最初の排出基準 (Euro I 1992) から現在 (Euro VI 2013) に至るまで、制限値は 95% 削減されている。

20

【 0 0 0 9 】

この削減を、改善された燃焼技術で達成することは不可能であったが、代わりに、別個の技術的解決策を開発することが必要になっている。

【 0 0 1 0 】

排気ガス再循環 (EGR)

この方法は、排気ガスの一部を冷却してエンジンの空気吸込口に、次いで更にシリンダ内へと再循環させることに基づく。これらの排気ガスは、一方では酸素濃度が削減されるので、他方では排気ガスがシリンダ内のガスを冷却するので、 NO_x の形成が削減される。これにより、炎自体の燃焼温度が低下し、 NO_x の形成が削減される。

30

【 0 0 1 1 】

この方法は効率的であるが、再循環される排気量がエンジン回転数と負荷に応じて制御されなければならない。不都合な点は、粒子状物質の形成が多くの場合に増加し、この方法が粒子状物質フィルタへの負荷を高めることに寄与することである。この技術は、エンジンの燃料消費量を幾分増加させる。

【 0 0 1 2 】

SCR - 選択的触媒還元

SCR とは、SCR 触媒がエンジンの後に据え付けられることを意味する。尿素溶液を含有するタンクが車両に取り付けられる。溶液は、触媒の前で、タンクから排気管内へと噴霧される。混合が正しいと、排気ガスの窒素酸化物は窒素ガスと水に変換される。尿素の噴射は電子的に制御され、エンジンの負荷と速度に応じて変えられる。 NO_x の触媒還元は、触媒と、触媒の前で添加された還元剤とによる、窒素 (N_2) と酸素 (O_2) (水 : H_2O) への変換を意味する。最も一般的な還元化学物質は、通常は尿素の形態にあるアンモニア (NH_3) である。尿素 (AdBlue (登録商標)) は車両に貯蔵され、還元に関連してアンモニアに変換される。

40

【 0 0 1 3 】

SCR システムが動作する要件は、排気温度が十分に高いことである。排気温度が約 200 を下回ると、SCR システムはもはや活性ではなくなり、 NO_x の還元は停止する。約 300 で、還元は約 90 ~ 95% である。もう 1 つの要件は、排気ガス中に十分な

50

酸素が存在することである。空気支援による尿素噴射を有するシステムもあり、これは一方で、尿素溶液を霧状にして、噴霧をより霧状にし、より効率的に使用されるようにするものである。この方法はまた、排気中の酸素含有量が適切なレベルにあることを確実にする。

【 0 0 1 4 】

S C R 触媒は、N O x の削減に加えて、ディーゼルエンジンの粒子状物質および H C も削減する。H C 排出量は最大 8 0 % が、粒子状物質は 2 0 ~ 3 0 % が削減され得る。

【 0 0 1 5 】

S C R システムを動作させるには、いくつかの技術的な課題が伴う。いくつかの例として、尿素とその投与量の取り扱いの複雑さ、触媒が効率的に作用するための高温の必要性、過渡的状态における過剰アンモニアの制御、および触媒のサイズ、が挙げられる。周囲空気中のアンモニアが 2 次粒子状物質を生じる可能性があり、そのため、「アンモニアスリップ触媒」も使用する必要がある。S C R はより小さな粒子状物質を放出する可能性があるため、多くの場合、粒子状物質フィルタと組み合わせて使用される。

10

【 0 0 1 6 】

C O および H C 排出量の削減

ディーゼルエンジンは過剰な空気で行われる燃焼を伴うので、ディーゼルエンジンからの C O 排出量が引き起こす課題は比較的小さかった。しかしながら、エンジンからの H C 排出量は、始動段階および加熱段階で高くなる可能性がある。通常動作中は、これらの排出量は通常非常に低い。

20

【 0 0 1 7 】

しかしながら、酸化触媒を使用して、C O および H C の排出量を削減することは容易である。この触媒は排気ガス中に過剰酸素を必要とするが、過剰酸素はまさにディーゼルエンジンが有するものである。この酸素の助けを借りて、C O、H C、および H C 誘導体が酸化されて C O 2 と水蒸気になる。触媒を活性化させるには特定の排気温度が必要であるが、これは通常、エンジンの始動時および加熱時には該当しないことが弱点である。

【 0 0 1 8 】

酸化触媒は総 N O x 排出量に影響を与えないが、N O を N O 2 に酸化する。これは、酸化触媒を粒子状物質フィルタと一緒に使用する場合に有用である（以下の「これらのシステムの組み合わせ」を参照）。これは、多くの場合、炭化水素の排出量を削減するために、E G R 技術と組み合わせて使用される。

30

【 0 0 1 9 】

粒子状物質の排出量を削減する方法

粒子状物質がエンジンの燃焼室内で形成され、その後、小さな粒子が凝集してより大きな粒子が形成され、揮発性物質が凝縮することにより、排気管内で、ある程度に成長する。非常に小さい粒子は通常、炭素、未燃焼燃料、潤滑油、金属粒子、硫黄化合物で構成される。それらは発癌性であり、それらの小さいサイズゆえに、呼吸中に肺に留まり、そこから血流に浸透する。それらは長距離にわたって搬送される可能性がある。したがって、粒子状物質の排出の要件は非常に低い値に削減されている。ディーゼルエンジンからの粒子状物質の排出を削減するために、エンジンには粒子状物質フィルタが設けられ、これは、排気システムに据え付けられ、排気ガスが排気管を出る前に粒子を物理的に捕捉する。

40

【 0 0 2 0 】

最終的に、フィルタが粒子状物質で満たされるにつれて、フロースルー抵抗は次第に高くなり、その影響で燃料消費量が増加する。収集された粒子は、いわゆる再生中にフィルタから除去される必要がある。これには基本的に 2 つの方法がある。

【 0 0 2 1 】

粒子内の炭素が発火して燃焼するように、制御された方法で温度を増加させることによる粒子の燃焼および酸化。

【 0 0 2 2 】

第 2 の方法は、連続的な再生に基づく。そのようなシステムは、C o n t i n u o u s

50

ly Regenerating Trap (登録商標) (CRT (登録商標)) と呼ばれる。これらのフィルタシステムは、粒子状物質フィルタの前の酸化触媒で構成される。触媒の機能は、NOをNO₂に酸化することである。結果として形成されたNO₂は、炭素を触媒的に酸化してCO₂およびN₂になる。触媒はまた、HCとCOの排出物質を酸化し、それにより、これは全ての排出物質を削減するシステムである。

【0023】

このシステムの欠点は、時間の経過と共にNO₂と粒子状物質の流れとが均衡している必要があること、および触媒が活性であるために排気温度が約250 を超えている必要があることである。これらの条件が時間の経過と共に満たされない場合、粒子状物質フィルタは粒子で飽和する場合があります、結果として燃料消費量が増加し、最悪の場合は破壊される場合がある。時間の経過と共にフィルタはアッシュ成分で満たされ、その時、フィルタを交換または掃除する必要がある。通常のトラック(40トンの長距離輸送トラック)では、これは約300,000km走行後に必要になる場合がある(用途などに依存する)。

10

【0024】

多くの用途では、例えば、頻繁に停車し、低速でありアイドリングが多い配送トラックおよびごみ収集車では、要件である温度に到達するのが難しい場合がある。そのため、排気温度を上昇させるアクティブシステムが必要である。一般的なシステムでは、触媒の前に燃料を噴射し、次いで、それを触媒的に燃焼させて排気温度を上昇させる。しかしながら、触媒を活性化させるには排気温度が低過ぎるといった根本的問題が残ったままであり得る。このような場合、システムのバーナーまたは電気加熱が追加され得る。

20

【0025】

排出規制を満たすために、大手製造業者はEGR技術、SCR技術、またはこれらの組み合わせのいずれかを使用する選択をしている。したがって、新しい投資の前に、技術の長所および短所に関する情報を得て、それらが各自のビジネスにおいて、どのような重要性を有し得るかを分析することが推奨される。

【0026】

SCR技術およびEGR技術はどちらも、それぞれ長所および短所を有する。

【0027】

SCR技術を使用すると、ディーゼル消費量は尿素の噴射量とほぼ同じレベル(Euro V 約5%)に削減される。尿素の価格がディーゼルの価格よりも大幅に低いと想定すると、車両の全体的な燃料費は削減される。

30

【0028】

尿素のコストを抑える方法の1つは、独自の貯蔵所を有して、より多くの尿素をより低価格で購入することである。

【0029】

EGRエンジンは、排気ガスの再循環に起因して、SCRエンジンよりも頻繁にエンジン潤滑油を交換する必要がある。

【0030】

EGR技術は既知であり、実証されている。EGR技術は、排出物質を発生源、すなわちエンジンで削減する。この技術も引き続き改善されている。

40

【0031】

SCRは活性化後処理システムであり、追加の監視および整備が必要である。車両の所有者として、車両の動作を取り扱う別の製品と、維持するための別のシステムが必要である。添加剤に起因して車両の重量が増加し、その結果、車両にとって積載量が減少する。

【0032】

SCR触媒は、効率的に作用するために約300の最低動作温度を必要とする。これは、例えば、始動と停止が多い都市交通における車両では実現が難しい可能性がある。SCR触媒が作用していない場合、NO_x排出量はEuro IまたはEuro IIエンジンから排出される排出量と同等になる。

50

【 0 0 3 3 】

粒子状物質フィルタは燃料およびオイルからアッシュを収集するので、フィルタの寿命を延ばすために、アッシュ含有量が少ない燃料を使用することが有利である。

【 0 0 3 4 】

エンジンが加熱中の場合は、SCRは機能せず、(EGR) は使用できない。これは、実際には、始動時から、エンジンが特定の温度に到達するまでは、NO_x排出量の削減がないことを意味する。SCR触媒の開発は、より低い温度での触媒の作用を実現することを目指し、EGRは(ほぼ) 最初から直ぐに使用できる可能性がある。しかしながら、これまで、これらの目標は達成されていない。環境的に最良の解決策を得るために、作動条件を考慮して排出削減システムを選択する必要があるが、そのような考慮に関する根拠が、多くの場合、欠落している。」

10

【 0 0 3 5 】

したがってSCRは前述したように、SCR触媒がエンジンの後に配置されることを意味する。尿素溶液を含有するタンクが車両に取り付けられる。溶液は、触媒の前で、タンクから排気管内へと噴霧される。混合が正しいと、排気ガスの窒素酸化物は窒素ガスと水に変換される。尿素の噴射は電子的に制御され、エンジンの負荷と速度に応じて変えられる。NO_xの触媒還元は、触媒と、触媒の前で添加された還元剤とによる、窒素(N₂) と酸素(O₂) (水 : H₂O) への変換を意味する。最も一般的な還元化学物質は、通常は尿素の形態にあるアンモニア(NH₃) である。尿素(A d B l u e (登録商標)) は車両に貯蔵され、還元に関連してアンモニアに変換される。

20

【 0 0 3 6 】

SCRシステムは、排気温度が十分に高い場合にのみ動作する。排気温度が約200を下回ると、SCRシステムはもはや活性ではなくなり、NO_xの還元は停止する。約300で、還元は約90~95%である。

【 0 0 3 7 】

エンジンからのHC排出量は、始動段階と加熱段階で高くなり得ると説明される。通常動作中は、これらの排出量は通常非常に低い。

【 0 0 3 8 】

酸化触媒を使用して、COおよびHCの排出量を削減することは容易である。触媒を活性化させるには特定の排気温度が必要であるが、これは通常、エンジンの始動時および加熱時には該当しないことが弱点である。

30

【 0 0 3 9 】

粒子がエンジンの燃焼室内で形成され、その後、小さな粒子が凝集してより大きな粒子が形成され、揮発性物質が凝縮することにより、排気管内で、ある程度に成長することも先に開示されている。非常に小さい粒子は通常、炭素、未燃焼燃料、潤滑油、金属粒子、硫黄化合物で構成される。それらは発癌性であり、それらの小さいサイズゆえに、呼吸中に肺に留まり、そこから血流に浸透する。それらは長距離にわたって搬送される可能性がある。したがって、粒子状物質の排出の要件は非常に低い値に削減されている。

【 0 0 4 0 】

ディーゼルエンジンからの粒子状物質の排出は、排気システム内の粒子状物質フィルタを使用して処理される。これは、排気ガスが排気管を出る前に粒子が捕捉されることを意味する。

40

【 0 0 4 1 】

最終的に、フロースルー抵抗は次第に高くなり、その影響で燃料消費量が増加する。粒子は、いわゆる再生中にフィルタから除去される必要がある。一方法は、粒子内の炭素が発火して燃焼するように、制御された方法で温度を増加させることによる粒子の燃焼および酸化である。

【 0 0 4 2 】

したがって、排出制御とは、NO_x、CO、HC、および粒子状物質の排出を削減することである。排気温度は、還元が成功するかどうかを決定する。

50

【 0 0 4 3 】

現在のディーゼルエンジンに固有の問題は、燃料流に比べて大量の空気流が存在することである。これは、排気温度が低くなり過ぎて排出制御が満足に作動しないことを意味する。

【 0 0 4 4 】

今日の車両用ディーゼルエンジンは通常、4ストローク原理に従って動作する。この原理では、高圧でのターボ過給中に、大気圧の燃焼空気が、吸気行程中に、例えばスロットリングを介した制御なしで導入される。これは、圧縮行程前の吸気行程の終了時の圧力が少なくとも大気圧であることを意味する。圧縮行程の終了時に、要求された負荷に必要な量の燃料が噴射されて燃焼される。これはいわゆる定性的燃焼であり、燃焼ガスは、ピストン動作中の動力行程で膨張する。動力行程中またはその終了時に、燃焼ガスの圧力は、通常は約1パールである大気圧を下回ることはない。エンジン負荷が低いほど、排気ガスの温度は低くなる。

10

【 0 0 4 5 】

以下の例は、気温0 (273 K)において大気圧1パール、有効圧縮比16.67に基づいている。更に、本発明の概念にとって重要ではないが、燃焼は、オットーサイクルにおけるような、ピストンの上死点での一定容積内で生じる。現在のディーゼルエンジンはこの条件に接近しつつあり、これは、ディーゼルエンジンにおいてVVTおよびVCRを使用する場合に関連し、いわゆる定量的燃焼になる可能性がある。したがって、温度および圧力などの数値は、理論上のものであって熱損失および摩擦などの影響は考慮されておらず、丸められているが、前述したように、本発明の概念にとって重要ではない。

20

【 0 0 4 6 】

以下の例の前提条件は、全負荷時の現在のディーゼルエンジンに燃料が供給されると、圧縮空気質量の温度が2000度上昇することである。

【 0 0 4 7 】

その結果、現在のディーゼルエンジンにおける25%負荷は、一定体積での燃焼に関する式に一致して、 $0.25 \times 2000 = 500$ 度の圧縮空気質量の温度上昇をもたらす。温度841.2 Kで圧縮圧力は51.4パールになり、温度1341.2 Kで圧縮圧力は81.9パールになり、動力行程の終了時での排気ガスの圧力は、排気温度435 K、すなわち162で1.6パールになる。この温度は、例えば、上述したスウェーデン運輸局を参照すると、SCR触媒がもはや活性ではない温度である(200未満の温度)。例示されたものよりも低いエンジン負荷では、排気温度はもちろん更に低くなる。この例により、排出制御の問題の原因が確認される。

30

【 0 0 4 8 】

ディーゼルエンジンを有する車両における排気温度を、例えば都市交通での低速時、始動と停止が多い交通時、またはコールドエンジンの始動時などの部分負荷時に大幅に上昇させることにより、効率的な排出制御が実現される。

【 0 0 4 9 】

参照により本明細書に組み込まれるスウェーデン特許出願第SE1500404-7号には、VCRおよびVVT(本明細書では自由に制御可能なバルブと称する)と、それぞれの可変圧縮比および可変バルブタイミングとについて記載されている。排気温度が依然として高い間に、部分負荷における排気ガスの体積流量を大幅に削減することができる。これにより、触媒が適切に作用するのに必要な排気温度が実現される。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 5 0 】

【 文献 】スウェーデン特許出願第SE1500404-7号

【 発明の概要 】

【 0 0 5 1 】

本発明の主な目的は、より低い負荷での不十分な排出制御による問題を解決する、更に

50

改善された技術を提供することである。この目的は、特許請求の範囲に示される特徴的な機能を有する方法および装置を提供することによって達成される。

【 0 0 5 2 】

本発明は、これまで不可能であった燃焼技術の開発に関する。

【 0 0 5 3 】

本発明は、スウェーデン特許出願第 S E 1 5 0 0 4 0 4 - 7 号に記載されている解決策の更なる開発である。

【 0 0 5 4 】

本発明の第 1 の態様によれば、エンジン部分負荷にて、高い排気温度および/または低減された排出物質をもたらす方法が提供され、前述のエンジンは、往復式ピストンを有する少なくとも 1 つのシリンダを備え、可変圧縮容積 (V C R)、および少なくとも 1 つの排気バルブと少なくとも 1 つの吸気バルブを有し、吸気バルブには可変バルブタイミング (V V T) が設けられている。ディーゼルエンジンのエンジン制御システムは、排出時における排気ガスの温度が、現在の排気後処理の洗浄機能にとって十分に高くなるように、エンジン出力に対する現在の必要性に基づいて、吸気バルブをいつ開くか、いつ閉じるか、および圧縮容積をどのサイズに調整するかを決定するように構成されてもよい。本発明は、エンジン制御システムが V V T および V C R の機能を制御し、その結果、ピストンが下死点に到達する前または到達した時に、前述の最大エンジン負荷の 2 5 % 以下に達するエンジン負荷での動力行程中のシリンダ圧力が、現在の大気圧に到達するまたはそれを下回り、シリンダ圧力が現在の大気圧に到達したかまたは下回った時に、吸気バルブが開かれて、空気が導入されて燃焼ガスと混合される、ことを特徴とする。これは、シリンダ内の圧力上昇に起因して、粒子状物質、C O、H C の酸化、およびエンジン動力の増加に寄与する。圧力の上昇に起因して、ある程度は燃焼ガスの温度上昇も得られる。

【 0 0 5 5 】

高い排気温度を提供することは、従来のディーゼルエンジンと比較してより高い排気温度を提供すること、すなわち、排気温度を増加させることを意味すると理解される。現在の大気圧に到達するまたはそれを下回る上述したシリンダ圧力は、例えば、V V T および V C R を制御して、エンジン制御システムが、所望のエンジン負荷に対して必要であると決定した燃焼空気の量が供給された場合に (いわゆる初期ミラーサイクルによる)、吸気バルブが閉じられるようにし、同時に、効率を最大化するために、圧縮比がエンジン制御システムによって調整されるようにすることにより、実現できる。排気バルブは必ずしも可変である必要はない。実施形態では、現在の排気後処理技術にとって意図される洗浄機能に対して、排出時に排気ガスに十分に高い温度を提供するための、エンジン制御システムの上述した構成は、前述の吸気バルブの早期閉鎖、および効率の最大化のための圧縮比の調整によっても実現され得る。代替として、同じ目的で吸気バルブの遅い閉鎖 (いわゆる後期ミラーサイクルによる上死点の後) を使用してもよい。

【 0 0 5 6 】

上述した、空気の追加による利点とは別に、排気ガスの初期排出中に、実質的に、より効率的な排出制御の機会が生じる。なぜなら、シリンダ内の圧力が低いと、高温の排気ガスがシリンダ内に逆流し、これが、排気ガスが再び排出される前に、粒子状物質、C O および H C の酸化にも寄与するからである。

【 0 0 5 7 】

2 5 % 負荷とは、基本的に、吸入行程の 2 5 % が完了した時に燃焼用空気の導入が中断され、圧縮行程の 2 5 % が残っている時に有効圧縮比 1 6 . 6 7 が開始されることを意味する。圧縮圧力は、上記のように、温度 8 4 1 . 2 K で 5 1 . 4 バールになるが、燃焼圧力は温度 2 8 4 1 . 2 K で 1 7 3 . 5 バールに増加し、動力行程終了時における排気ガスの圧力は、排気温度 5 3 0 K、すなわち 2 5 7 で、0 . 5 バールになり、その温度では S C R 触媒は依然として活性である。しかし、最も興味深いのは、動力行程中に、圧力が大気圧 (ここでは 1 バール) を通過する時に温度が何度になるかである。これは、排気ガスの排出が開始されるのは、主にこの温度においてであるからである。1 バールでは、温

10

20

30

40

50

度は654K、すなわち381であり、この温度ではSCR触媒はNO_xを約95%削減する。

【0058】

前述した、動力行程中での1パールの通過において、動力行程の40%が残り、エンジン負荷が低いほど、動力行程のより多くの部分が残る。例えば、10%の負荷では、温度は依然として654Kになり、1パールを通過する時、動力行程の75%が残っている。

【0059】

その結果、エンジン部分負荷において、燃焼時に大気圧よりも低い圧力が発生する可能性があり、それにより、排気ガスがシリンダを出る前に、排出制御のための作業が既に行われていることが可能である。

10

【0060】

現在のディーゼルエンジンの流量と比較して、排出された排気ガスの質量流量が少ないことにより、触媒内での滞留時間が長くなり、それにより、触媒機能が更に改善され、それが、形成されたNO_xが、ある程度、それぞれ窒素および酸素に還元されることに寄与する。更に、コールドエンジンの始動時に直接、高温の排気ガスを生成し、続いてシリンダと排気システムを急速に加熱する可能性が生じる。その場合、始動後に、ほぼ瞬時に触媒作用が開始されるので、これは大きな利点である。

【0061】

実施形態では、導入された空気は熱交換器(Interheater(商標))によって加熱される。これは、例えば、排気ガスと熱交換する。これは、形成された混合物において、前述の酸化を改善し、温度上昇に寄与する。この温度上昇は、熱交換器がない場合と比較して、排気温度の増加にもつながる。

20

【0062】

実施形態では、空気の導入は排出の開始に関連して行われ、高速の空気がシリンダ内に流れ込み、燃焼ガスと効果的に混合する。これは、例えば、排気バルブ(必ずしも可変である必要はない)と同時に開く可変バルブタイミング(VVT)を有する吸気バルブを用いて実現できる。

【0063】

本発明の第2の態様によれば、ディーゼルエンジンにおいて、エンジン部分負荷にて、高い排気温度および/または低減された排出物質をもたらす装置が提供される。ディーゼルエンジンは、可変圧縮容積、VCR、を可能にする往復式ピストンを有する少なくとも1つのシリンダ、および少なくとも1つの排気バルブと少なくとも1つの吸気バルブを備え、吸気バルブには可変バルブタイミング、VVT、が設けられている。ディーゼルエンジンのエンジン制御システムは、排出時における排気ガスの温度が、現在の排気後処理の意図される洗浄機能にとって十分に高くなるように、エンジン出力に対する現在の必要性に基づいて、吸気バルブをいつ開くか、いつ閉じるか、および圧縮容積をどのサイズに調整するかを決定するように構成されてもよい。エンジン制御システムは、本発明の第1の態様による方法を実行するように構成されてもよい。この装置は、VVTおよびVCRの機能を使用して、動力行程中の排気ガスの圧力が、エンジン制御システムによって制御されて、最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン負荷にて、ピストンが下死点に到達する前に、圧力が現在の大气圧に到達するかまたは下回るようにし、その時、吸気バルブが開かれ空気が導入される、ことを特徴とする。

30

40

【0064】

本発明の第3の態様によれば、往復式ピストンを有する少なくとも1つのシリンダ、可変圧縮容積、VCR、および少なくとも1つの排気バルブと少なくとも1つの吸気バルブを備えるディーゼルエンジンであって、吸気バルブには可変バルブタイミング、VVT、が設けられる、ディーゼルエンジンと、エンジン制御システムと、が提供される。エンジン制御システムは、VVTおよびVCRの機能を使用して、最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン負荷にて、シリンダ圧力を制御して、ピストンが下死点に到達する前に、シリンダ圧力が現在の大气圧に到達するかまたは下回るようにし、シリンダ圧力が現

50

在の大気圧に到達したかまたは下回った時に、吸気バルブを開けるように制御し、それにより空気が導入される、ように構成されている。ディーゼルエンジンのエンジン制御システムは、排出時における排気ガスの温度が、現在の排気後処理の意図される洗浄機能にとって十分に高くなるように、エンジン出力に対する現在の必要性に基づいて、吸気バルブをいつ開くか、いつ閉じるか、および圧縮容積をどのサイズに調整するかを決定するように更に構成されてもよい。

【0065】

この方法の上述した実施形態は、本発明の第2および第3の態様の対応する実施形態としても適用可能である。

【0066】

ここで、本発明の上述した態様および他の態様を、本発明の実施形態を示す添付図面を参照してより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本発明の第1の態様による方法の実施形態を示すフローチャートを示す。

【図2】本発明の第2の態様による装置の実施形態を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0068】

図1は、本発明の第1の態様による方法の実施形態を概略的に示すフローチャートを示し、この方法は、排出時における前記排気ガスの温度が、現在の排気後処理の意図される洗浄機能にとって十分に高くなるように、エンジン出力に対する現在の必要性に基づいて、吸気バルブをいつ開くか、いつ閉じるか、および圧縮容積をどのサイズに調整するかを決定する(1)ことを含む。この方法は、エンジン制御システムを使用して、VVTおよびVCRの機能を制御(2)して、前述の最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン負荷にて、ピストンが下死点に到達する前または到達した時に、動力行程中のシリンダ圧力が現在の大気圧に到達するかまたは下回るようにし、前述のシリンダ圧力が前述の現在の大気圧に到達したまたはそれを下回った時に、吸気バルブが開かれて(4)空気が導入され、その空気が燃焼ガスと混合されるようにする、ことを更に含む。空気が導入される前に、排気ガスとの熱交換によって空気は加熱される(3)。

【0069】

図2は、本発明の第2の態様による装置の実施形態を示すが、本発明の第3の態様によるディーゼルエンジンの実施形態の一部を示すと考えることもできる。

【0070】

エンジンには、従来の方法でシリンダ11が設けられ、ピストンロッド13に接続されたピストン12が前後に移動する。エンジンは、2次シリンダ15内のシリンダヘッド内に形成された可変圧縮容積14を更に備え、2次シリンダ15は、シリンダ11に向かって下向きに開放され、往復式2次ピストン16が設けられ、これが可変圧縮容積(VCR)を可能にする。2次ピストン16の位置を変化させることにより、ピストン12上の総容積が変化する。2次ピストンは、アクチュエータ17によって調整可能である。シリンダヘッドには、少なくとも1つの排気バルブ18および少なくとも1つの吸気バルブ19が構成されている。少なくとも吸気バルブには、アクチュエータ20を使用する可変バルブタイミングVVTが設けられている。この図では、排気バルブ18は、吸気バルブと対応するようにアクチュエータと共に示されているが、これは必須ではない。カムシャフトを使用する排気バルブの従来駆動も可能である。アクチュエータ17、20として使用するのに好適な様々なタイプのアクチュエータが知られているので、本明細書では詳細には説明しない。燃料を可変圧縮容積14内に噴射するように、インジェクタ23が構成されている。

【0071】

エンジンおよび装置はエンジン制御システム21を更に備え、エンジン制御システム21は、排出時における、すなわち排気バルブ18が開いている時の排気ガスの温度が、排

10

20

30

40

50

気後処理（例えば、SCR）の意図される洗浄機能を提供および維持するには十分に高いように、エンジン出力に関する現在の必要性に基づいて、吸気バルブ19をいつ開くか、いつ閉じるか、および圧縮容積14をどのサイズに調整するかを決定する。エンジン制御システム21は、VVTおよびVCRの機能を使用して（すなわち、アクチュエータ17、20を使用して吸気バルブの開時間と閉時間、および2次ピストン16の位置を制御することにより）、最大エンジン負荷の25%以下に達するエンジン負荷にて、シリンダ圧力を制御して、ピストン12が下死点に到達する前に、シリンダ圧力が現在の大気圧に到達するかまたは下回るようにする、ように構成されている。エンジン制御システム21は、シリンダ圧力が現在の大気圧に到達したまたはそれを下回った時に、アクチュエータ20を使用して、吸気バルブ19を開けるように制御し、それにより空気が導入されるように更に構成されている。

10

【0072】

図面は、ピストン12が下死点の直ぐ上にある時、すなわち動力行程の終了時を示す。エンジン制御システム21の制御により、この時点では、シリンダ圧力は現在の大気圧よりも低い。吸気および排気バルブ18、19の両方が開いているので、吸気バルブを介して空気が導入され、排気バルブを介して高温の排気ガスが導入される（図の矢印を参照）。吸気バルブを介して導入された空気は、熱交換器22（概略的に示される）を使用して、排気ガスとの熱交換によって加熱される。

【0073】

ピストン12が最終的に上向きに移動し始めた時（下死点の後）、吸気バルブ19は閉じられ、一方で排気バルブ18は開かれたままであって燃焼ガスが排出される（排気行程中）。

20

【0074】

本発明は上述した実施形態に限定されず、添付の特許請求の範囲内で修正を加えてもよい。例えば、可変圧縮容積および可変バルブタイミングは、多くの様々な方法で、多くの様々なタイプのアクチュエータ（空気圧、油圧、電気）を用いて実現されてもよい。エンジン制御システムもまた、必ずしも上述したように厳密に動作するように構成される必要はない。例えば、排気バルブと吸気バルブを同時に開く必要はなく、排気バルブが開く前に、吸気バルブを開くまたは閉じることができる。

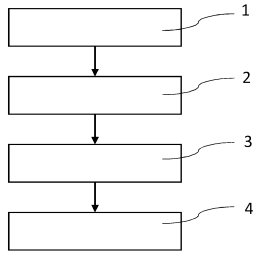
30

40

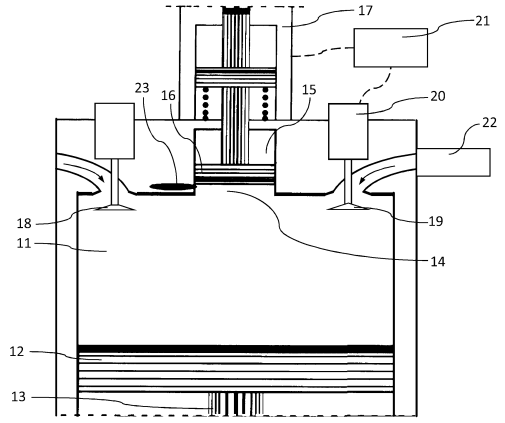
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F 0 2 D 15/04 (2006.01)

F I

F 0 2 D 13/02

D

F 0 2 D 13/02

J

F 0 2 D 15/04

E

(56)参考文献

特開 2 0 0 5 - 1 3 9 9 9 4 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 0 2 4 8 6 5 (J P , A)

特表 2 0 0 6 - 5 0 5 7 4 0 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 1 5 6 4 7 3 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 2 3 1 3 5 7 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 0 3 7 9 3 1 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 3 4 3 3 1 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F 0 2 D 1 3 / 0 2

F 0 1 N 3 / 1 8

F 0 1 N 3 / 2 4

F 0 1 N 5 / 0 2

F 0 2 B 7 5 / 0 0

F 0 2 D 1 5 / 0 4