

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-55890
(P2014-55890A)

(43) 公開日 平成26年3月27日(2014.3.27)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
GO 1 N 21/72 (2006.01) GO 1 N 21/72 2 G O 4 3
FO 1 M 11/10 (2006.01) FO 1 M 11/10 A 3 G O 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-201656 (P2012-201656)	(71) 出願人	501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(22) 出願日	平成24年9月13日 (2012.9.13)	(74) 代理人	100097113 弁理士 堀 城之
		(74) 代理人	100162363 弁理士 前島 幸彦
		(72) 発明者	大橋 厚人 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人海上技術安全研究所内
		Fターム(参考)	2G043 AA01 BA07 CA01 DA01 EA07 LA01 MA01 3G015 BL08 EA15 FC10 FC12 FE01

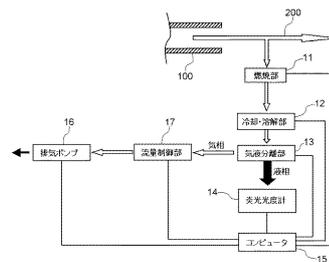
(54) 【発明の名称】 排気ガスモニター装置及び潤滑油消費モニター装置及び船舶並びに潤滑油消費モニター方法

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の運転中にリアルタイムで潤滑油の消費をモニターする。

【解決手段】 排気ガス取得手段（排気ガス取得工程）によって採取された排気ガス200の一部を、燃焼部11で燃焼させる。その後、燃焼後のガスを冷却・溶解部（水溶液化手段）12において、冷却して水に溶解する。これによって、Ca等が溶解した酸性の水溶液が形成される。その後、気液分離部（気液分離手段）13によって液相と気相が分離され、分析手段（炎光光度計14、コンピュータ15）によって、分離された水溶液中のCa濃度が算出される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

潤滑油を内部に保持した状態で動作する内燃機関の排気ガスにおける、燃料に対して前記潤滑油に多く含まれる金属成分の濃度を測定する排気ガスモニター装置であって、
前記排気ガスの一部を取得する排気ガス取得手段と、
前記排気ガスの一部を水に溶解させた水溶液を作成する水溶液化手段と、
前記水溶液における前記金属成分を定量分析する分析手段とを具備することを特徴とする排気ガスモニター装置。

【請求項 2】

前記金属成分はカルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、バリウム (Ba)、ナトリウム (Na) のうちの少なくともいずれかであることを特徴とする請求項 1 に記載の排気ガスモニター装置。

10

【請求項 3】

前記内燃機関はディーゼルエンジンであり、前記燃料は重油であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の排気ガスモニター装置。

【請求項 4】

前記分析手段において、炎光度計が用いられることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の排気ガスモニター装置。

【請求項 5】

前記水溶液中において前記金属成分の定量分析の障害となる成分を除去する妨害成分除去手段を具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の排気ガスモニター装置。

20

【請求項 6】

前記妨害成分除去手段として、前記排気ガス取得手段によって取得された前記排気ガスの一部を燃焼させる燃焼部を具備し、
当該燃焼部で前記排気ガスの一部を燃焼させた後のガスを前記水溶液化手段において水に溶解させることを特徴とする請求項 5 に記載の排気ガスモニター装置。

【請求項 7】

前記水溶液化手段は、前記燃焼部で前記排気ガスの一部を燃焼させた後のガスを冷却して凝縮させた水分を含む前記水溶液を作成することを特徴とする請求項 6 に記載の排気ガスモニター装置。

30

【請求項 8】

前記水溶液化手段で生成された前記水溶液と気体の混合物に対して気液分離処理を行い、分離された前記水溶液を前記分析手段に送る気液分離手段を具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の排気ガスモニター装置。

【請求項 9】

前記排気ガス取得手段において、
前記排気ガスを吸引する流量を制御する流量制御部が用いられたことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載の排気ガスモニター装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の排気ガスモニター装置によって前記水溶液中における前記金属成分の濃度を分析し、前記濃度が予め定められた閾値を超えた際に警報を発することを特徴とする潤滑油消費モニター装置。

40

【請求項 11】

請求項 10 に記載の潤滑油消費モニター装置を搭載したことを特徴とする船舶。

【請求項 12】

潤滑油を内部に保持した状態で動作する内燃機関の排気ガスにおいて、燃料に対して前記潤滑油に多く含まれる金属成分の濃度を測定することによって、前記潤滑油の消費をモニターする潤滑油消費モニター方法であって、

前記排気ガスの一部を取得する排気ガス取得工程と、

50

前記排気ガスの一部を水に溶解させた水溶液を作成する水溶液化工程と、
前記水溶液における前記金属成分の濃度を測定する分析工程と、
前記濃度が予め定められた値を超えたか否かを判定する判定工程と、
を具備することを特徴とする潤滑油消費モニター方法。

【請求項 1 3】

前記金属成分はカルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、バリウム (Ba)、ナトリウム (Na) のうちの少なくともいずれかであることを特徴とする請求項 1 2 に記載の潤滑油消費モニター方法。

【請求項 1 4】

前記分析工程において、炎光光度計を用いることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 に記載の潤滑油消費モニター方法。

10

【請求項 1 5】

前記分析工程の前に、前記水溶液中において前記金属成分の定量分析の障害となる成分を除去する妨害成分除去工程を具備することを特徴とする請求項 1 2 から請求項 1 4 までのいずれか 1 項に記載の潤滑油消費モニター方法。

【請求項 1 6】

前記妨害成分除去工程において、前記排気ガス取得工程によって取得された前記排気ガスの一部を燃焼させ、燃焼後のガスを前記水溶液化工程において水に溶解させることを特徴とする請求項 1 5 に記載の潤滑油消費モニター方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気ガスに含まれる特定元素の濃度をモニターする排気ガスモニター装置に関する。また、この排気ガスモニター装置を用いて内燃機関において用いられる潤滑油の消費を内燃機関の運転時においてモニターする潤滑油消費モニター装置、潤滑油消費モニター方法に関する。また、この潤滑油消費モニター装置を搭載する船舶に関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンやガソリンエンジン等の内燃機関においては、相当量の潤滑油がその内部に溜められ、これが内部を循環することによって摺動部に油膜が形成されることによって、潤滑が行われる。内燃機関の内部の燃焼室においては、燃料が燃焼することによって爆発が発生し、この爆発によってクランク軸に回転トルクが発生する構成とされる。この際、理想的には潤滑油は燃焼室には入らず、潤滑油が外部に排出されたり燃料と共に燃焼することはない。しかしながら、内燃機関に何らかの異常、例えばバルブの動作不良が発生したり、ピストンやピストンリング、シリンダ内壁等が摩耗してこれらの間に隙間が発生した場合には、潤滑油が燃焼室に入り込む場合がある。こうした場合には、燃焼室に入り込んだ潤滑油は通常の排気ガスと共に排気口から排出されるため、運転に伴って内燃機関内部の潤滑油の量が減少する。この潤滑油の量が著しく減少した場合には、スカッフing (潤滑油膜切れによる摺動部の凝着によって発生した破損) が発生することがある。一般には、摺動部に油膜が形成されているか否かを認識することは容易ではないため、内燃機関内部の潤滑油の量をモニターすることは重要である。

30

40

【0003】

動作時における内燃機関の内部における潤滑油の圧力 (油圧) を計測することは一般的に行われているが、油圧が低下するよりも前に、潤滑油の消費があった場合にはこれをモニターすることが重要である。内燃機関が停止中においては、例えばオイルパンに溜まった潤滑油の油面を調べることによって潤滑油の量をモニターすることは一般的に行われている。しかしながら、例えば船舶においては、通常は内燃機関は長時間の間にわたり定常運転をしており、停止することはない。このように運転中の場合には、潤滑油は内燃機関内部の各部を循環しているため、内燃機関内部における潤滑油の総量のモニターは容易で

50

はない。

【 0 0 0 4 】

このため、運転中における潤滑油の総量をモニターする代わりに、運転中に潤滑油の消費が発生した場合に、これを検知することが有効である。特許文献 1 には、排気ガス中の特定元素を蛍光 X 線分析装置で分析することによって、潤滑油の消費をモニターすることが記載されている。ここで、分析対象となる特定元素としては、潤滑油に一般的に多く含まれる硫黄 (S) が最も好ましいとされる。ここでは、排気ガス中の S の濃度を測定することによって、潤滑油成分が通常の排気ガスに混入して排出されているか否かが判定され、例えば排気ガス中の S 濃度が高くなった場合には、潤滑油が消費されていると判定される。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 に記載の技術においては、上記と同様に S を検出するために、排気ガス中の SOx 濃度を小型の SOx センサを用いて検出し、潤滑油の消費をモニターしている。これによって、内燃機関の運転中において常時リアルタイムで潤滑油の消費を検出することができる。

【 0 0 0 6 】

これらの技術を用いて、内燃機関の運転中における潤滑油の消費をモニターすることができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 - 2 3 9 4 4 1 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 1 1 3 7 2 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、例えば船舶等に使用されるディーゼルエンジンの燃料として使用される重油には、一般に多量の硫黄成分が含まれている。具体的には、硫黄含有量の最も低い L S A 重油 (Low Sulfur A Fuel Oil) においてさえも、S 成分の規格値は 0 . 5 % 以下とされる。このため、潤滑油を混入しない通常の排気ガスにおいても、S、SOx 成分は多く含まれている。このため、潤滑油が排気ガス中に含まれているか否かを判定するためには、これらの成分の絶対量の変動を高精度で検出する必要があった。

30

【 0 0 0 9 】

この点において、特許文献 1 に記載の技術においては高感度の蛍光 X 線分析装置が用いられているため、S 成分の検出感度は十分に高く、S 成分の絶対量の変動を検出することができる。しかしながら、蛍光 X 線分析装置は大規模な装置となるために、例えば内燃機関を動力源とする船舶にこれを搭載して運転中にリアルタイムで排気ガスをモニターすることは困難であった。

【 0 0 1 0 】

40

一方、特許文献 2 に記載の技術においては、小型の SOx センサを用いるため、これを船舶等に搭載して排気ガスをモニターすることが可能である。しかしながら、小型の SOx センサによって SOx 濃度の高精度な測定を行うことは困難であるため、上記のように燃料にも硫黄成分が含まれる場合において、潤滑油の消費を認識することは困難であった。

【 0 0 1 1 】

従って、内燃機関の運転中にリアルタイムで潤滑油の消費をモニターすることは困難であった。

【 0 0 1 2 】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、上記問題点を解決する発明を提

50

供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本発明の請求項1に係る排気ガスモニター装置は、潤滑油を内部に保持した状態で動作する内燃機関の排気ガスにおける、燃料に対して前記潤滑油に多く含まれる金属成分の濃度を測定する排気ガスモニター装置であって、前記排気ガスの一部を取得する排気ガス取得手段と、前記排気ガスの一部を水に溶解させた水溶液を作成する水溶液化手段と、前記水溶液における前記金属成分を定量分析する分析手段とを具備することを特徴とする。

この発明においては、排気ガス取得手段によって取得された排気ガスの一部が、水溶液化手段によって、分析手段で定量分析が可能な水溶液の形態とされる。この水溶液中における、燃料に対して潤滑油に多く含まれる金属成分の濃度が分析手段によって検出される。

10

本発明の請求項2に係る排気ガスモニター装置において、前記金属成分はカルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、バリウム(Ba)、ナトリウム(Na)のうちの少なくともいずれかであることを特徴とする。

この発明においては、分析対象とされる金属成分は、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、バリウム(Ba)、ナトリウム(Na)のうちの少なくともいずれかとされる。

本発明の請求項3に係る排気ガスモニター装置において、前記内燃機関はディーゼルエンジンであり、前記燃料は重油であることを特徴とする。

20

この発明においては、重油を燃料とするディーゼルエンジンの排気ガスがモニターされる。

【0014】

本発明の請求項4に係る排気ガスモニター装置は、前記分析手段において、炎光光度計が用いられることを特徴とする。

この発明においては、水溶液中の金属成分の分析において、炎光光度計が用いられる。

本発明の請求項5に係る排気ガスモニター装置は、前記水溶液中において前記金属成分の定量分析の障害となる成分を除去する妨害成分除去手段を具備することを特徴とする。

この発明においては、水溶液中において分析対象の金属成分の定量分析の障害となる成分を除去する妨害成分除去手段が用いられる。

30

本発明の請求項6に係る排気ガスモニター装置は、前記妨害成分除去手段として、前記排気ガス取得手段によって取得された前記排気ガスの一部を燃焼させる燃焼部を具備し、当該燃焼部で前記排気ガスの一部を燃焼させた後のガスを前記水溶液化手段において水に溶解させることを特徴とする。

この発明においては、排気ガスの一部を燃焼させる燃焼部が妨害成分除去手段として用いられ、燃焼後のガスを水に溶解させて水溶液が作成される。

本発明の請求項7に係る排気ガスモニター装置において、前記水溶液化手段は、前記燃焼部で前記排気ガスの一部を燃焼させた後のガスを冷却して凝縮させた水分を含む前記水溶液を作成することを特徴とする。

40

この発明においては、燃焼部で排気ガスの一部を燃焼させた後のガスを冷却して水溶液が作成される。

本発明の請求項8に係る排気ガスモニター装置は、前記水溶液化手段で生成された前記水溶液と気体の混合物に対して気液分離処理を行い、分離された前記水溶液を前記分析手段に送る気液分離手段を具備することを特徴とする。

この発明においては、気液分離手段によって水溶液と気体の混合物に対して気液分離処理を行い、分離された水溶液に対して金属成分の分析が行われる。

本発明の請求項9に係る排気ガスモニター装置は、前記排気ガス取得手段において、前記排気ガスを吸引する流量を制御する流量制御部が用いられたことを特徴とする。

この発明においては、分析に用いられるガスの量を制御する流量制御部が用いられる。

50

【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 1 0 に係る潤滑油消費モニター装置は、前記排気ガスモニター装置によって前記水溶液中の前記金属成分の濃度を分析し、前記濃度が予め定められた閾値を超えた際に警報を発することを特徴とする。

この発明においては、水溶液中における分析対象の金属成分の濃度が閾値を超えた際に警報が発せられる。

本発明の請求項 1 1 に係る船舶は、前記潤滑油消費モニター装置を搭載したことを特徴とする。

この発明においては、前記潤滑油消費モニター装置を船舶が搭載する。

【 0 0 1 6 】

本発明の請求項 1 2 に係る潤滑油消費モニター方法は、潤滑油を内部に保持した状態で動作する内燃機関の排気ガスにおいて、燃料に対して前記潤滑油に多く含まれる金属成分の濃度を測定することによって、前記潤滑油の消費をモニターする潤滑油消費モニター方法であって、前記排気ガスの一部を取得する排気ガス取得工程と、前記排気ガスの一部を水に溶解させた水溶液を作成する水溶液化工程と、前記水溶液における前記金属成分の濃度を測定する分析工程と、前記濃度が予め定められた値を超えたか否かを判定する判定工程と、を具備することを特徴とする。

この発明においては、排気ガス取得工程によって取得された排気ガスの一部が、水溶液化工程によって、分析工程で定量分析が可能な水溶液の形態とされる。燃料に対して潤滑油に多く含まれる金属成分のこの水溶液中の濃度が分析工程によって検出される。

本発明の請求項 1 3 に係る潤滑油消費モニター方法において、前記金属成分はカルシウム (C a)、マグネシウム (M g)、バリウム (B a)、ナトリウム (N a) のうちの少なくともいずれかであることを特徴とする。

この発明においては、分析対象とされる金属成分は、カルシウム (C a)、マグネシウム (M g)、バリウム (B a)、ナトリウム (N a) のうちの少なくともいずれかとされる。

本発明の請求項 1 4 に係る潤滑油消費モニター方法は、前記分析工程において、炎光光度計を用いることを特徴とする。

この発明においては、水溶液中の金属成分の分析において、炎光光度計が用いられる。

本発明の請求項 1 5 に係る潤滑油消費モニター方法は、前記分析工程の前に、前記水溶液中において前記金属成分の定量分析の障害となる成分を除去する妨害成分除去工程を具備することを特徴とする。

この発明においては、水溶液中において分析対象の金属成分の定量分析の障害となる成分を除去する妨害成分除去工程が用いられる。

本発明の請求項 1 6 に係る潤滑油消費モニター方法は、前記妨害成分除去工程において、前記排気ガス取得工程によって取得された前記排気ガスの一部を燃焼させ、燃焼後のガスを前記水溶液化工程において水に溶解させることを特徴とする。

この発明においては、妨害成分除去工程において排気ガスの一部を燃焼させ、燃焼後のガスが水に溶解した水溶液が作成される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明の排気ガスモニター装置、潤滑油消費モニター装置、潤滑油消費モニター方法は以上のように構成されているので、燃料に対して潤滑油に多く含まれる金属成分の濃度を検出することによって、内燃機関の運転中において潤滑油の消費をリアルタイムでモニターすることができる。

この際、分析対象となる金属成分を C a、M g、B a、N a とすることによって、分析手段 (分析工程) における高い検出精度を要求することなく、潤滑油の消費があるか否かを判定することができる。このため、装置全体を小型化し、船舶等に容易に搭載することができる。

特に、これらの金属成分の水溶液中における分析は、分析に要する時間が短く、かつ小

10

20

30

40

50

型軽量な炎光光度計を用いて行うことができる。

また、妨害成分除去手段、気液分離手段を用いることによって、高い検出精度を得ることもできる。また、妨害成分除去手段としてはガスを燃焼させる燃焼部が、水溶液化手段としては燃焼部で燃焼後のガスの一部を溶解した水溶液を作成することが、高い検出精度を得る上で特に有効である。更に、この水溶液化手段（水溶液化工程）において、燃焼後のガスを冷却して水溶液を作成することが特に有効である。更に、水溶液を効率的に分析するために、水溶液化手段（水溶液化工程）で水溶液が形成された構成に対して気液分離を行うことが有効である。

また、排気ガス取得手段において流量制御部を用いることによって、分析に最適な量のガスを常時取得することができ、安定した検出精度を得ることができる。

また、上記の潤滑油消費モニター装置は、内燃機関の運転状況が定常的である場合の多い船舶に搭載した場合に、特に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施の形態に係る潤滑油消費モニター方法のフローチャートである。

【図2】本発明の実施の形態に係る潤滑油消費モニター装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を実施するための形態となる潤滑油消費モニター方法、潤滑油消費モニター装置について説明する。この潤滑油消費モニター方法、潤滑油消費モニター装置は、内燃機関の排気ガスをモニターし、特に排気ガス中の特定の金属成分を分析する。これによって、内燃機関の運転中における潤滑油の消費をリアルタイムでモニターすることができる。

【0020】

内燃機関のうち、特にディーゼルエンジンにおいては、燃料として重油が使用される。重油と潤滑油の成分分析を行った結果は、「ディーゼル機関排気中のカルシウム定量分析事例とその発生起源について」大橋厚人、井亀優、徐芝徳（日本マリンエンジニアリング学会誌、第46巻第4号（2011年）、130頁）の表2に示されている。次の表（表1）は、この文献における表2の内容を示す。ここで示されている重油は硫黄（S）含有量の少ないLSA重油である。

【0021】

10

20

30

【表 1】

油種	燃料(重油)	潤滑油
密度@15°C (g/cm ³)	0.8697	0.8967
動粘度@50°C(mm ² /s)	2.5	63.3
引火点(°C)	88	222
流動点(°C)	-25	-15
残留炭素分(% m/m)	0.01	1.41
水分(% V/V)	0.01 以下	0.17
灰分(% m/m)	0.001 以下	1.02
水素分(% m/m)	12.81	—
炭素分(% m/m)	87.34	—
窒素分(% m/m)	0.16	—
酸素分(% m/m)	0.3	—
硫黄分(% m/m)	0.1	0.52
総発熱量(J/g)	44790	44900
金属分析(mg/kg) (Na,Mg,Al,Si,P,Ca, V,Cr,Fe,Ni,Cu,Zn,Mo, ,Sn,Ba,Pb)	0	Na=3, Mg=14, Al=4, P=443, Ca=4240, Fe=2, Cu=2, Zn=526, Pb=1

【0022】

ここで、重油における硫黄(S)成分は0.10mass%程度であり、潤滑油におけるS成分は0.52mass%程度である。このため、前記の通り、LSA重油を用いた場合でさえも、Sの分析のみによって潤滑油の消費を判断するためには、高精度の定量分析が必要となる。

30

【0023】

一方、潤滑油には、通常は金属系清浄剤が含まれている。この金属系清浄剤は、油溶性の中性清浄剤分子、アルカリ粒子、希釈油を含む。アルカリ粒子としては、アルカリ金属やアルカリ土類の化合物(例えば炭酸カルシウム等)がある。一方、このような化合物は、通常は燃料には含まれない。

【0024】

表1においては、重油におけるアルカリ土類金属成分であるカルシウム(Ca)は検出限界以下であったのに対して、潤滑油におけるCa成分は1kg当たり4240mgと多量に含まれる。このため、排気ガス中に含まれるCa成分を分析することによって、潤滑油の消費をモニターすることができる。

40

【0025】

更に、アルカリ金属、アルカリ土類金属の分析は、これを含む水溶液の炎色反応を調べる炎光光度計によって容易に行うことができる。また、燃料にはCaが含まれないため、通常の排気ガスにおけるCaの量は無視できる程度となる。このため、例えば排気ガスに有意に潤滑油が混入しているか否かを認識するためだけなら、Ca成分の高精度な定量分析は不要である。更に、炎光光度計は小型であるため、これを船舶等に搭載して運航中にリアルタイムで分析を行うこともできる。Caの炎色反応においては、波長554nm(橙赤色)の光が発せられるため、炎光光度計においては、この波長の光の発光強度から水

50

溶液中のCa濃度を算出することができる。

【0026】

表1より、Caと同様に、燃料においては有意に認められず潤滑油に多く含まれ、かつ炎光光度計によって分析を行うことが可能であるマグネシウム(Mg)も、排気ガス中の分析対象とすることができる。Mgの炎色反応は可視光域ではないが、紫外域となる波長285nmの光を発するため、この波長の発光強度を調べることによって、水溶液中のMg濃度を算出することができる。表1の結果より、ナトリウム(Na)も同様に用いることができる。また、例えばインターネット(URL: http://www.jyunt-su.co.jp/tenkazai/t_kaisetsu.html)に記載されるように、エンジンの清浄分散剤として例えばBaフェネートが添加され、かつ表1に示されるように燃料にはバリウム(Ba)は添加されないために、Baも同様に用いることができる。

10

【0027】

図1は、この潤滑油消費モニター方法を示すフローチャートである。ここでは、まず、内燃機関の排気ガスからその一部(分析対象となるガス)を取得する(S1:排気ガス取得工程)。次に、取得したガスにおいて、後で行う炎光光度計による分析の際の障害となる成分を除去する(S2:妨害成分除去工程)。次に、この妨害成分が除去されたガス成分が溶解した水溶液を作成する(S3:水溶液化工程)。次に、この水溶液に対する炎色反応を炎光光度計を用いて分析し、特定の金属成分(Ca等)の組成を分析し、その水溶液中の濃度を算出する(S4:分析工程)。例えば、コンピュータは、この算出された濃度が予め定められた閾値を越えた場合には、潤滑油が排気ガスに混入していると判定し、警報を発する(S5:判定工程)。あるいは、分析工程によるCa等の濃度を利用者(内燃機関の管理者)に表示し、上記の判定は利用者に委ねる排気ガスモニター方法として実行してもよい。

20

【0028】

この潤滑油消費モニター方法は、以下に説明する単純な構成の潤滑油消費モニター装置によって、実行することができる。図2は、この潤滑油消費モニター装置の構成を模式的に示す図である。この潤滑油消費モニター装置は、ディーゼルエンジン(内燃機関)から排気管100を介して放出された排気ガス200の組成を分析する。ここで分析対象となる金属成分はCaとし、Caの分析結果によって、排気ガス200中に潤滑油が含まれるか否かが判定される。

30

【0029】

ここでは、まず、後述する排気ガス取得手段(排気ガス取得工程)によって採取された排気ガス200の一部を、燃焼部11で燃焼させる(妨害成分除去工程)。これによって、排気ガス200中に含まれCaの分析の際の障害となるスート等が燃焼して除去される。また、排気ガス200中には炭化水素成分も含まれ、炭化水素はCaの水への溶解を妨げるが、この炭化水素も燃焼によって除去される。すなわち、燃焼部11は、以降で行われるCaの分析の際の障害となる物質を除去する妨害成分除去手段となっている。

【0030】

その後、燃焼後のガスを冷却・溶解部(水溶液化手段)12において、冷却して凝縮した水分にCaを溶解する。これによって、Ca等が溶解した酸性の水溶液が形成される(水溶液化工程)。ここで、水溶液におけるCaの濃度は、元の排気ガス200におけるCaの濃度だけでなく、冷却・溶解部12における冷却温度にも依存する。このため、ここで冷却される温度も計測できる構成とされる。すなわち、冷却・溶解部12は、分析対象であるCa成分が含まれる水溶液を作成する水溶液化手段となっている。また、同様に取得したガスが溶解した水溶液を作成するために、燃焼部11で燃焼後のガスを水中でバブリングすることによって水溶液を作成することもできる。

40

【0031】

その後、気液分離部(気液分離手段)13によって液相と気相が分離され、分析手段(炎光光度計14、コンピュータ15)によって、分離された水溶液中のCa濃度が算出さ

50

れる。ここでは、まず、炎光光度計 14 は水溶液の成分を燃焼させ、かつ Ca に対応した波長の発光強度を検出する。コンピュータ 15 によって、この発光強度から水溶液中の Ca 濃度が認識される（分析工程）。また、コンピュータ 15 は、この水溶液中の Ca 濃度と、前記の冷却・溶解部 12 における冷却温度と排気中の水蒸気濃度を用いて、排気ガス 200 中からサンプリングされたガスにおける Ca 濃度を算出する。

【0032】

排気ガス 200 をサンプリングするため用いられる排気ガス取得手段（排気ポンプ 16、流量制御部 17）は、上記の構成における下流側に設けられる。排気ガス取得手段においては、下流側から排気ガス 200 を排気ポンプ 16 で吸引することによって、サンプリングされるガスの総量を制御することができる。この際、流量制御部 17 を介して吸引を行うことによって、排気の際の流量を制御すれば、分析に最適なサンプリング量を設定することができる。JIS B 8008 に規定される手順によって、排気流量やその中の水蒸気濃度が算定され、上記の測定結果より、コンピュータ 15 は、元の排気ガス 200 における Ca 濃度を算出することができる。また、排気ガス 200 中の Ca 濃度の算出は、例えば Ca 濃度が設定された値とされた標準試料（ガス）を用いたデータを予め取得しておくことによって、容易に行うことができる。

10

【0033】

コンピュータ 15 としては、例えばパーソナルコンピュータ等を用いることができる。このコンピュータ 15 は、Ca 濃度の算出だけでなく、上記の各構成要素の制御も行う。例えば、要求される精度で Ca 濃度を算出するためには排気ガス取得手段によって取得されたガスの量が不足するとコンピュータ 15 に認識された場合には、コンピュータ 15 は、排気ガス取得手段（流量制御部 17）を制御し、取得するガスの量を増大させることができる。

20

【0034】

更に、コンピュータ 15 は、算出された水溶液中あるいは排気ガス 200 中の Ca 濃度が予め設定された閾値よりも大きかった場合には、潤滑油の消費があると判定し（判定工程）、利用者（内燃機関の管理者）に対して警報を発することもできる。

【0035】

上記の潤滑油消費モニター装置において、炎光光度計 14 の検出結果のみを利用者に対して表示し、潤滑油が消費している（排気ガス 200 中に潤滑油が混入している）か否かは、利用者の判断に委ねることもできる。この場合には、上記の潤滑油消費モニター装置は、排気ガスにおける上記の金属成分の分析のみを行う排気ガスモニター装置となり、ここでは上記の判定工程は行われない。

30

【0036】

また、排気ガス取得手段等、各構成要素の制御をコンピュータ 15 に行わせずに、各構成要素の制御は利用者が行う設定とし、コンピュータ 15 を分析工程においてのみ用いることもできる。この場合、コンピュータ 15 を炎光光度計 14 中に内蔵させることもできる。

【0037】

以上のように、上記の構成の潤滑油消費モニター装置あるいは排気ガスモニター装置によって、排気ガス 200 中の Ca 濃度を認識し、これによって排気ガス 200 中に潤滑油が混入しているか否かを認識することができる。

40

【0038】

一般に、内燃機関の運転状況、例えば回転数は運転中において一定ではない。このため、排気ガス 200 の単位時間当たりの排出量等は時間的に一定ではなく、潤滑油が排気ガス 200 に混入する場合でも、その Ca 濃度は時間的に変動するのが一般的である。このため、高い分析精度が得られる場合には、運転状況に応じて上記の閾値を設定することが必要となる。

【0039】

しかしながら、同じ内燃機関を動力源とする自動車等と異なり、船舶においては、運航

50

中は内燃機関の運転状況（例えば回転数）は一定である場合が多い。こうした場合には、潤滑油の消費がない場合には、排気ガス200においてはCa成分は不純物レベルの極微量以下の量しか検出されず、Ca濃度が有意に増大した場合には、潤滑油が排気ガス200に混入したと判定することができる。この場合、判定工程における閾値は、Caが有意に検出されたと判定できる程度のCa濃度と設定すればよい。

【0040】

また、前記の通り、炎光光度計14によって分析される水溶液中のCa濃度は、水溶液化手段（冷却・溶解部12）における冷却温度にも依存する。このため、水溶液中のCa濃度においてこの閾値を設定する場合には、この冷却温度に依存した閾値が設定される。排気ガス200中におけるCa濃度によって判定を行う場合には、この閾値は単一の値を用いることができる。いずれの場合においても、燃料（重油）に含まれるCa成分が無視できる場合には、この閾値の設定は容易であり、炎光光度計14による高精度の検出は要求されない。

10

【0041】

この潤滑油消費モニター装置（排気ガスモニター装置）においては、排気管100から常時排出される排気ガス200中におけるCaの分析を、内燃機関の運転を継続させた状態で行うことができる。この際、例えば炎光光度計14による分析は0.2mlの試料（水溶液）に対して10secに1回程度行うことができる。結局、分析対象のガスを含む水溶液を作成するのに要する時間を考慮した場合、上記の分析は1minに1回程度行うことが可能である。この時間は例えば船舶の運航時間に対して充分短いため、船舶の運航に際して排気ガス200中におけるCaの分析を実質的にリアルタイムで行うことができると考えることができる。更に、前記の通り、分析手段として用いられる炎光光度計14は小型軽量であり、燃焼部11、冷却・溶解部12、気液分離部13、排気ポンプ16、流量制御部17も、これらを船舶に搭載することが容易である程度に小型軽量である。また、判定工程を行うコンピュータ15としては、パーソナルコンピュータを用いることができる。このため、上記の潤滑油消費モニター方法、排気ガスモニター方法を、船舶を通常運航させながら実行し、ほぼリアルタイムで潤滑油の消費をモニターすることができる。

20

【0042】

なお、上記の構成において、燃焼部（妨害成分除去手段）11は、炎光光度計（分析手段）14によるCaの分析の際の障害となる物質を除去して高精度の分析を行うために用いられている。例えば、分析の際の障害となる物質がスートである場合には、燃焼部11を用いず、例えば炎光光度計14で分析する対象となる水溶液を濾過することによっても、その影響を除去することができる。すなわち、分析対象となる金属成分によって、妨害成分除去手段として適切なものを適宜選択して用いることができる。この場合、妨害成分を除去できる限りにおいて、構成が単純であって小型化が可能であるものを用いることが好ましい。いずれの方法を用いる場合においても、妨害成分除去工程は、分析工程の前に行われればよい。

30

【0043】

また、上記の例では排気ガス取得手段（排気ポンプ16、流量制御部17）が設けられていたが、例えば排気ガス200の排気圧力が高い場合には、これを積極的に吸引するための排気ガス取得手段を設ける必要はない。

40

【0044】

また、炎光光度計以外にも、同様にCaの分析を行うことが可能でありかつ小型である分析装置を、同様に分析手段として用いることができる。

【0045】

実際に、船舶用のディーゼルエンジンの排気ガスにおけるCaの分析をエンジンの複数の運転条件において行い、Caの濃度を潤滑油消費の指針として使用することができるかを検討した。ここで、燃料を重油とし、Caが添加された潤滑油を用いた場合における船舶用のディーゼルエンジンにおいて、潤滑油の消費が認められない場合の排気ガスサ

50

ンプル（350～450、200NL程度、NL：0、1気圧換算のリットル）におけるCaの量を実測した。ここで、この量は、エンジンの回転数、潤滑油におけるCa含有量（1wt%程度）で規格化した。なお、計算に必要な排気流量等は、JIS B 8008に規定される手順によって算出した。

【0046】

その結果、船舶用ディーゼルエンジンにおいては、回転数を333rpmとした場合には10.5μg/rpm（Ca：1wt%換算）、381rpmとした場合には15.4μg/rpm（Ca：1wt%換算）、420rpmの場合には8.0μg/rpm（Ca：1wt%換算）であった。

【0047】

このように、平常時（潤滑油の消費がない場合）における排気ガスにおけるCa濃度は10μg/rpm程度と考えることができる。この場合、例えばこの濃度が50μg/rpmを越えた場合には、潤滑油が排気ガスに混じって消費されていると認識することが可能である。すなわち、Ca濃度を潤滑油消費の指針として使用することができる。Mg、Na、Baについても同様である。

【0048】

このため、上記の排気ガスモニター装置を用いて排気ガス（あるいは水溶液）中のCaの濃度をモニターすることにより、潤滑油の消費をモニターすることができることは明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0049】

上記の潤滑油消費モニター装置、潤滑油消費モニター方法、排気ガスモニター装置は、上記の通り、特に船舶用のディーゼルエンジンにおける潤滑油の消費を調べるために有効である。ただし、同様に炎光光度計を用いて定量分析が可能である金属成分を燃料よりも潤滑油に多く含む内燃機関における潤滑油の消費を調べるために有効であることは明らかである。

【符号の説明】

【0050】

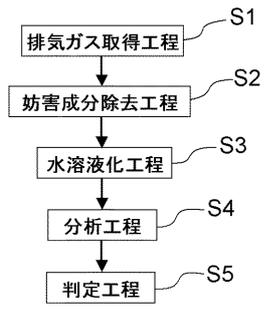
- 11 燃焼部（妨害成分除去手段）
- 12 冷却・溶解部（水溶液化手段）
- 13 気液分離部（気液分離手段）
- 14 炎光光度計（分析手段）
- 15 コンピュータ（分析手段）
- 16 排気ポンプ（排気ガス取得手段）
- 17 流量制御部（排気ガス取得手段）
- 100 排気管
- 200 排気ガス

10

20

30

【図1】



【図2】

