

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6994248号
(P6994248)

(45)発行日 令和4年1月14日(2022.1.14)

(24)登録日 令和3年12月15日(2021.12.15)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 1 M	15/02	(2006.01)	G 0 1 M	15/02	
F 0 2 F	1/08	(2006.01)	F 0 2 F	1/08	B
F 0 2 B	77/11	(2006.01)	F 0 2 B	77/11	A
F 0 2 F	1/10	(2006.01)	F 0 2 F	1/10	A

請求項の数 14 (全13頁)

(21)出願番号	特願2018-69463(P2018-69463)	(73)特許権者	501204525 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 東京都三鷹市新川6丁目3番1号
(22)出願日	平成30年3月30日(2018.3.30)	(74)代理人	100097113 弁理士 堀 城之
(65)公開番号	特開2019-178987(P2019-178987 A)	(74)代理人	100162363 弁理士 前島 幸彦
(43)公開日	令和1年10月17日(2019.10.17)	(74)代理人	100194146 弁理士 長谷川 明
審査請求日	令和3年2月22日(2021.2.22)	(74)代理人	100194283 弁理士 村上 大勇
		(74)代理人	100141324 弁理士 小河 卓
		(72)発明者	今井 康雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱損失評価装置及び熱損失評価方法、材料評価方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

急速圧縮膨張装置を用いてレシプロ式エンジンの動作サイクルを模擬的に実現することによって、前記レシプロ式エンジンにおける熱損失を評価する熱損失評価装置であって、前記急速圧縮膨張装置と、

一方向に沿った一方の側に位置する前記急速圧縮膨張装置により、前記一方の側と他方の側との間で往復運動をするように駆動されるピストン本体と、

前記ピストン本体の前記往復運動によって体積が変動する模擬燃焼室が前記他方の側において内部に形成されるように、前記ピストン本体を内部に収容する模擬シリンダと、

前記模擬シリンダを外部から加熱する加熱手段と、

前記模擬燃焼室の圧力を検知する圧力検知手段と、

前記往復運動に際しての前記圧力の変化に基づき前記熱損失を評価する評価手段と、

を具備し、

前記模擬シリンダと別体で形成され、前記ピストン本体を内部で摺動させるシリンダライナが、前記模擬シリンダに脱着可能とされて装着される構成とされたことを特徴とする熱損失評価装置。

【請求項2】

前記シリンダライナは前記一方向に沿って前記他方の側から前記模擬シリンダに嵌入される構成とされ、

前記シリンダライナが前記模擬シリンダに嵌入した状態で、前記シリンダライナを前記他

方の側から押圧して固定する固定手段を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の熱損失評価装置。

【請求項 3】

前記シリンダライナは、前記模擬シリンダの内部における前記一方向と交差する面であるシリンダライナ受け面との間にガスケットを介した状態で係止され、

前記シリンダライナにおける前記ガスケットと当接する側の端面において、前記ピストン本体の前記一方向に沿った中心軸から遠い側の角部に前記ガスケットとの接触面での面圧を上げるための方策が講じられたことを特徴とする請求項 2 に記載の熱損失評価装置。

【請求項 4】

前記模擬シリンダは、前記シリンダライナが装着されていない状態で、前記加熱手段によって加熱される構成とされたことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の熱損失評価装置。

【請求項 5】

前記ピストン本体と別体で形成されたピストンヘッドが、前記ピストン本体における前記他方の側において、脱着可能とされて装着される構成とされた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 項に記載の熱損失評価装置。

【請求項 6】

前記模擬シリンダの温度を検出する温度検知手段を具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の熱損失評価装置。

【請求項 7】

前記評価手段は、

前記温度検知手段の測定結果をフィードバックして前記加熱手段を制御することを特徴とする請求項 6 に記載の熱損失評価装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の熱損失評価装置を用いた熱損失評価方法であって、

異なる材料で構成された複数の前記シリンダライナを準備し、

複数の前記シリンダライナの各々を前記模擬シリンダに装着して、前記シリンダライナ毎に前記熱損失を評価することを特徴とする熱損失評価方法。

【請求項 9】

請求項 5 に記載の熱損失評価装置を用いた熱損失評価方法であって、

異なる材料で構成された複数の前記ピストンヘッドを準備し、

複数の前記ピストンヘッドの各々を前記ピストン本体に装着して、前記ピストンヘッド毎に前記熱損失を評価することを特徴とする熱損失評価方法。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の熱損失評価装置を用いた熱損失評価方法であって、

前記温度検知手段を用いて前記模擬シリンダ周囲の熱流束を算出し、前記熱損失を評価することを特徴とする熱損失評価方法。

【請求項 11】

前記往復運動に際し、

膨張行程における前記模擬燃焼室の前記圧力と前記模擬燃焼室の体積の変化に基づき前記熱損失を評価することを特徴とする請求項 8 から請求項 10 までのいずれか 1 項に記載の熱損失評価方法。

【請求項 12】

前記熱損失を評価する前に、前記模擬シリンダの温度を予め定められた温度に設定することを特徴とする請求項 8 から請求項 11 までのいずれか 1 項に記載の熱損失評価方法。

【請求項 13】

前記シリンダライナを前記模擬シリンダに装着する前に、前記模擬シリンダを加熱することを特徴とする請求項 8 から請求項 12 までのいずれか 1 項に記載の熱損失評価方法。

【請求項 14】

請求項 8 又は 9 に記載の熱損失評価方法を用いて前記材料の熱損失を評価することを特徴

10

20

30

40

50

とする材料評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レシプロ式の内燃機関における熱損失の評価をするための熱損失評価装置、熱損失評価方法、この熱損失評価方法を用いた材料評価方法に関する。

【背景技術】

【0002】

熱損失を低減することは、高効率の内燃機関（エンジン）を得る上で重要であり、熱損失を低減するために、各種の機構（可変バルブタイミング機構、高圧燃料噴射機構等）が各種の内燃機関に採用されている。一方、こうした機構を用いた場合でも、燃焼室付近の壁面からの熱損失の影響は大きいことが知られている。

10

【0003】

このような壁面からの熱損失は、ピストンやシリンダの材料およびその組み合わせに大きく依存する。このため、これらの材料に対する評価を行うことが必要となるが、この評価は、例えば材料のある一つの物性値（例えば熱伝導率等）のみから行うことは困難である。このため、この評価方法としては、実際に評価対象となる材料で構成されたピストンやシリンダを組み込んだエンジンを実際に製造し、これを動作させてその特性を調べることによって行われる場合が多い。

【0004】

例えば、非特許文献1には、実際に評価対象となる材料でピストンやシリンダを構成したエンジンを製造し、このエンジンに対して、エンジンの実際の動作を可能とする範囲で改造を施し、各種のセンサ（熱電対等）を装着することが記載されている。この状態でエンジンを実際に動作させ、センサの出力をモニターすることによって、熱損失を評価することができる。

20

【0005】

非特許文献2には、こうした評価を行うために、上記のように評価対象となる材料を用いてピストンやシリンダを用いてエンジンにおける燃焼室周囲のみの構造を実際に製造し、壁面からの熱損失を評価する技術が記載されている。ここでは、本来のエンジン全体としての構造は形成されないために、燃焼室内における爆発を用いた回転動作の生成は行われない。代わりに、ピストンは、急速圧縮膨張装置によってシリンダ内で高速の往復運動をする。急速圧縮膨張装置においては、油圧の制御によって、ピストンを高速で駆動することができる。非特許文献1に記載のように実際のエンジンを駆動させる場合には、常に動作は連続的に行われるために、例えばピストンの1往復に際しての評価を行うことは困難であるのに対し、このようにピストンを外部から駆動することにより、こうした評価が可能となる。また、ここではエンジン全体を形成せずに燃焼室周りのみの構造を形成すればよいと、各種のセンサ等を組み込むことが容易であり、所望の特性評価を容易に行うことができる。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【文献】榎本良輝、古浜庄一、水上浩、「四サイクルガソリン機関の燃焼室壁への直接熱損失（第1報、ピストンおよびシリンダライナへの熱損失）」、日本機械学会論文集（B編）、第59巻、第456号、1972頁（昭和59年）

窪山達也、小酒英範、相澤哲哉、松井幸雄、「急速圧縮膨張装置を用いた直接噴射式ディーゼル機関の壁面熱損失に関する研究（第2報、噴霧流動およびスワールが熱損失に及ぼす影響）」、日本機械学会論文集（B編）、第72巻、第723号、2805頁（2006年）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

50

【 0 0 0 7 】

非特許文献 1 に記載の技術においては、実際に動作するエンジンを評価のために製造することが必要となる。このため、例えば多数種類の材料に対する評価を行うためには、多数のエンジンを実際に製造することが必要であるため、実際にはこうした評価を行うことは困難であった。また、エンジンを実際に動作させることが必須となるために、使用するセンサの種類やセンサを装着する箇所は強く制限された。このため、この技術によって評価されるのは、主に燃焼室内での燃焼に際しての現象の定性的評価であり、使用されたピストンやシリンダの材料についての詳細な評価、比較を行うことは困難であった。

【 0 0 0 8 】

非特許文献 2 に記載の技術においては、実際にエンジンを動作させないために、非特許文献 1 に記載の技術と比較すると、より詳細な評価を行うことが可能である。しかしながら、エンジン全体を構成することは不要となるものの、この場合においても、燃焼室回りについては実際のエンジンと変わらない構造を材料を変えて複数種類製造することが必要となった。このため、やはり燃焼室周囲で各種の材料を使用した際の評価は容易ではなかった。

10

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる問題点を鑑みてなされたものであり、レシプロ式の内燃機関において、燃焼室周囲で各種の材料を使用した際の熱損失の評価を容易に行わせることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

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。

20

本発明の請求項 1 に係る熱損失評価装置は、急速圧縮膨張装置を用いてレシプロ式エンジンの動作サイクルを模擬的に実現することによって、前記レシプロ式エンジンにおける熱損失を評価する熱損失評価装置であって、前記急速圧縮膨張装置と、一方向に沿った一方の側に位置する前記急速圧縮膨張装置により、前記一方の側と他方の側との間で往復運動をするように駆動されるピストン本体と、前記ピストン本体の前記往復運動によって体積が変動する模擬燃焼室が前記他方の側において内部に形成されるように、前記ピストン本体を内部に収容する模擬シリンダと、前記模擬シリンダを外部から加熱する加熱手段と、前記模擬燃焼室の圧力を検知する圧力検知手段と、前記往復運動に際しての前記圧力の変化に基づき前記熱損失を評価する評価手段と、を具備し、前記模擬シリンダと別体で形成され、前記ピストン本体を内部で摺動させるシリンダライナが、前記模擬シリンダに脱着可能とされて装着される構成とされたことを特徴とする。

30

この発明においては、ピストン本体が急速圧縮膨張装置を用いて駆動されることにより、模擬シリンダの内部の模擬燃焼室の体積、圧力が変動するという動作が、実際のレシプロエンジンと同様に行われるため、この圧力を用いて熱損失が評価される。ここで、模擬シリンダに脱着可能に装着されるシリンダライナが、実際のレシプロエンジンにおけるシリンダと同様に機能する。

本発明の請求項 2 に係る熱損失評価装置において、前記シリンダライナは前記一方向に沿って前記他方の側から前記模擬シリンダに嵌入される構成とされ、前記シリンダライナが前記模擬シリンダに嵌入した状態で、前記シリンダライナを前記他方の側から押圧して固定する固定手段を具備することを特徴とする。

40

この発明においては、シリンダライナは、模擬シリンダに嵌入されて装着される。この際にシリンダライナを固定するために固定手段が設けられる。

本発明の請求項 3 に係る熱損失評価装置において、前記シリンダライナは、前記模擬シリンダの内部における前記一方向と交差する面であるシリンダライナ受け面との間にガスケットを介した状態で係止され、前記シリンダライナにおける前記ガスケットと当接する側の端面において、前記ピストン本体の前記一方向に沿った中心軸から遠い側の角部に前記ガスケットとの接触面での面圧を上げるための方策が講じられたことを特徴とする。

この発明においては、シリンダライナは、ガスケットを介してシリンダライナ受け面で支持されて固定される。この際、ガスケットと当接するシリンダライナの端面における外側

50

の角部が面取り加工や段付き加工等の加工が施されている。

【 0 0 1 1 】

本発明の請求項 4 に係る熱損失評価装置において、前記模擬シリンダは、前記シリンダライナが装着されていない状態で、前記加熱手段によって加熱される構成とされたことを特徴とする。

この発明においては、模擬シリンダは、シリンダライナが装着されている状態だけでなく、シリンダライナが装着されていない状態においても、加熱可能とされる。

本発明の請求項 5 に係る熱損失評価装置は、前記ピストン本体と別体で形成されたピストンヘッドが、前記ピストン本体における前記他方の側において、脱着可能とされて装着される構成とされたことを特徴とする。

この発明においては、ピストンヘッドが、模擬燃焼室側においてピストン本体に脱着可能とされて装着される。

本発明の請求項 6 に係る熱損失評価装置は、前記模擬シリンダの温度を検出する温度検知手段を具備することを特徴とする。

この発明においては、温度検知手段により模擬シリンダの温度が検出される。

本発明の請求項 7 に係る熱損失評価装置において、前記評価手段は、前記温度検知手段の測定結果をフィードバックして前記加熱手段を制御することを特徴とする。

この発明においては、温度検知手段と加熱手段を用いて模擬シリンダの温度が制御される。

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 8 に係る熱損失評価方法は、前記熱損失評価装置を用いた熱損失評価方法であって、異なる材料で構成された複数の前記シリンダライナを準備し、複数の前記シリンダライナの各々を前記模擬シリンダに装着して、前記シリンダライナ毎に前記熱損失を評価することを特徴とする。

この発明においては、熱損失評価装置が、各シリンダライナ毎に熱損失を評価するために用いられる。

本発明の請求項 9 に係る熱損失評価方法は、前記熱損失評価装置を用いた熱損失評価方法であって、異なる材料で構成された複数の前記ピストンヘッドを準備し、複数の前記ピストンヘッドの各々を前記ピストン本体に装着して、前記ピストンヘッド毎に前記熱損失を評価することを特徴とする。

この発明においては、熱損失評価装置が、各ピストンヘッド毎に熱損失を評価するために用いられる。

本発明の請求項 10 に係る熱損失評価方法は、前記熱損失評価装置を用いた熱損失評価方法であって、前記温度検知手段を用いて前記模擬シリンダ周囲の熱流束を算出し、前記熱損失を評価することを特徴とする。

この発明においては、温度検知手段は、模擬シリンダ周囲の熱流束を算出するために用いられる。

本発明の請求項 11 に係る熱損失評価方法は、前記往復運動に際し、膨張行程における前記模擬燃焼室の前記圧力と前記模擬燃焼室の体積の変化に基づき前記熱損失を評価することを特徴とする。

この発明においては、膨張行程における模擬燃焼室の圧力と体積に基づき熱損失が評価される。

本発明の請求項 12 に係る熱損失評価方法は、前記熱損失を評価する前に、前記模擬シリンダの温度を予め定められた温度に設定することを特徴とする。

この発明においては、熱損失を評価する前に模擬シリンダの温度が一定に制御される。

本発明の請求項 13 に係る熱損失評価方法は、前記シリンダライナを前記模擬シリンダに装着する前に、前記模擬シリンダを加熱することを特徴とする。

この発明においては、シリンダライナを模擬シリンダに装着する前に、模擬シリンダが高温とされる。

本発明の請求項 14 に係る材料評価方法は、前記熱損失評価方法を用いて前記材料を評価することを特徴とする。

10

20

30

40

50

この発明においては、シリンダライナやピストンヘッドを構成する材料についての評価が、前記の熱損失評価方法によって行われる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の熱損失評価装置、熱損失評価方法は以上のように構成されているので、エンジン（レシプロ式エンジン）におけるシリンダを構成する材料でシリンダライナを、ピストンを構成する材料でピストンヘッドを、それぞれ構成して用いることにより、実際に動作するエンジンを製造せずに、これらの材料を用いた場合の熱損失を評価することができる。この際、固定手段を用いてシリンダライナを模擬シリンダに固定する構成や、シリンダライナの装着前の模擬シリンダが加熱可能な構成とすることによって、シリンダライナの装着を容易とすることができる。

10

また、ガスケットを用いた上で、シリンダライナの端面の中心軸から遠い側の角部を面取り加工または段付き加工等の面圧を高める方策を施すことにより、模擬シリンダ内部の体積を一定としつつ、機密性を高めることができる。

また、模擬ヘッドの温度が高温で制御されることにより、より実際のエンジンの動作と近い状況が再現されるため、実際のエンジンにおける熱損失をより高精度に算出することができる。

この際、温度検知手段を用いて算出した熱流束を用いてこの熱損失をより高精度に算出することができる

また、シリンダライナやピストンヘッドの装着、交換作業は容易であるために、上記のように熱損失の評価を材料毎に行う作業を特に容易に行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態に係る熱損失評価装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る熱損失評価装置における、模擬シリンダとシリンダライナ等の構成を詳細に示す図である。

【図3】シリンダライナの端面とガスケットの関係を拡大して示す図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る熱損失評価装置における、ピストンヘッドとピストン本体の構成を詳細に示す図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る熱損失評価方法における、熱損失を算出する原理を説明する図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を実施するための形態となる熱損失評価装置、熱損失評価方法について説明する。図1は、この熱損失評価装置1の構造を簡略化して示す断面図である。この熱損失評価装置1は、ディーゼルエンジンにおけるピストンとシリンダの材料と熱損失の関係を評価するために用いられる。

【0016】

この熱損失評価装置1においては、略円筒形状の内面を具備する模擬シリンダ10の内部でピストン本体20が図中左右方向（一方向）で往復運動をする。模擬シリンダ10、ピストン本体20に関わる構造の詳細は後述し、ここではこれらに関わる構造は簡略化されて記載されている。また、図1においては、ピストン本体20の往復運動の方向に沿った中心軸に沿った断面が記載されている。ピストン本体20の往復運動は、ピストン本体20に固定されたロッド30を介して、特許文献2に記載の技術と同様に、右側（一方の側）に位置する急速圧縮膨張装置100によって行われる。急速圧縮膨張装置100としては、例えば油圧で駆動される新応技術株式会社製のものをを用いることができる。

40

【0017】

模擬シリンダ10の先端（図における左端）は模擬シリンダヘッド11で封止される。このため、図中におけるピストン本体20の左側（他方の側）には模擬燃焼室Rが形成され、この模擬燃焼室Rには燃料噴射ノズル12を介して燃料（混合気）が供給される。また、

50

燃焼後のガスを排出するための排気バルブ（図示せず）も模擬シリンダ 10 に設けられている。このため、ピストン本体 20 の模擬シリンダ 10 の内部における動作は、実際のディーゼルエンジンと同様となり、ピストン本体 20 の動作が模擬燃焼室 R 中の爆発によるものではなく、急速圧縮膨張装置 100 によるものである点が、実際のディーゼルエンジンとは異なる。急速圧縮膨張装置 100 においては、ロッド 30 の動きは、例えば実際のエンジンにおけるピストンの移動速度（例えば 10 m / s 程度）と同等の速度で油圧によって制御される。この際、実際のエンジンとは異なり、ロッド 30 の動作を例えば 1 往復に限定して行わせることができ、この際の各時点におけるロッド 30 の位置も、認識することができる。

【0018】

また、実際のエンジンの動作温度を再現するために、電熱式のヒーター（加熱手段）13 が、模擬シリンダ 10 において、ピストン本体 20 の周囲となる部分、模擬燃焼室 R の周囲となる部分に装着されている。また、ピストン本体 20 の温度を計測するための熱電対である温度センサ（温度検知手段）14 A がピストン本体 20 における模擬燃焼室 R 側に、温度センサ（温度検知手段）14 B、14 C、14 D が模擬シリンダにおけるピストン本体 20 の周囲の箇所に装着されており、これらにおいては、その先端の温度が計測される。また、温度センサ 14 B の先端は後述するシリンダライナ 41 と接するあるいは近接するように設けられ、温度センサ 14 C、14 D の先端はヒーター 13 に近く設定される。温度センサ 14 A は、後述するピストンヘッド 42 と接するあるいは近接するように設けられる。温度センサ 14 A からの出力を取り出すための配線は、ピストン本体 20 の内部から模擬シリンダ 10 の内部を介して、外部に取り出される。こうした構成は、ピストンが連続的に動作する実際のエンジンでは不可能であるが、1 サイクル単位での動作を可能とする急速圧縮膨張装置 100 を用いてピストン本体 20 を駆動する場合には、可能となる。また、模擬シリンダ 10 における模擬燃焼室 R の部分には、模擬燃焼室 R 内の圧力を測定するための圧力センサ（圧力検知手段）15 が装着されている。特に圧力センサ 15 の検知の時定数は短く、ピストン本体 20 の 1 往復の間の模擬燃焼室 R における圧力の遷移を測定することができる。

【0019】

ここで、この熱損失評価装置 1 においては、模擬シリンダ 10 の内面にシリンダライナ 41 が、ピストン本体 20 にはピストンヘッド 42 が、それぞれ脱着可能な形態で装着される。ピストンヘッド 42 が装着された状態のピストン本体 20 は、シリンダライナ 41 が装着された状態のシリンダ 10 の内面を摺動するように、急速圧縮膨張装置 100 によって往復運動をする。ここで、シリンダライナ 41、ピストンヘッド 42 は、それぞれエンジン（ディーゼルエンジン）におけるシリンダ、ピストンを構成する材料で構成され、この材料が評価の対象となる。すなわち、上記の熱損失評価装置 1 によって、これらの材料でシリンダ、ピストンを構成した場合が模擬的に実現される

【0020】

急速圧縮膨張装置 100 を制御し、熱損失を算出するために、パーソナルコンピュータ（PC：評価手段）200 が用いられる。熱損失の算出のために、圧力センサ 15 の出力が PC 200 に入力する。また、ヒーター 13 の入力電流も PC 200 で制御され、温度センサ 14 A ~ 14 D の出力が PC 200 に入力する。このため、PC 200 は、温度センサ 14 A ~ 14 D の出力をフィードバックすることによって、模擬シリンダ 10 やピストン本体 20 等の温度を制御することができ、特に、これらの温度を実際のエンジンが動作する場合に近づけることができる。また、特にシリンダライナ 41 やピストンヘッド 42 に接近してこれらの温度を計測することができる温度センサ 14 A、14 B を用いることによって、後述するように、これらに対する熱流束を算出することもできる。また、熱損失の測定に際しては、後述するように、模擬燃焼室 R の体積のデータが必要であり、これは往復運動の際のピストン本体 20（ロッド 30）の位置に依存するため、このデータは、急速圧縮膨張装置 100 より得られる。あるいは、このためにロッド 30 等の位置を検知する変位センサを設けてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

図 2 は、模擬シリンダ 1 0、シリンダライナ 4 1 の組み合わせに関わる構造の分解組立図 (a)、組み立て後の構造 (b) であり、ここでは、図 1 において記載が省略された部品も記載されている。シリンダライナ 4 1 は略円筒形状の外表面及び内表面を具備する。模擬シリンダ 1 0 の内表面は、シリンダライナ 4 1 の外表面が同軸で図中左側 (模擬燃焼室 R 側) から嵌装されるように中心軸 X 側から掘下げられた形状とされている。図示の範囲外で、模擬シリンダ 1 0、シリンダライナ 4 1 に互いに係合する凹部、凸部が形成されているため、シリンダライナ 4 1 が模擬シリンダ 1 0 に装着された際にこれらの間の位置関係は固定される。この際、模擬燃焼室 R の機密性を保つために、シリンダライナ 4 1 の図中右側 (模擬燃焼室 R の反対側) においては、薄い円環形状の銅製のガスケット 4 3 が挿入され、シリンダライナ 4 1 の右側の端面 4 1 A と、模擬シリンダ 1 0 において上記の内表面の掘下げ加工に伴って形成された段差部分の面であるシリンダライナ受け面 1 0 A でガスケット 4 3 が挟持されることによって、模擬シリンダ 1 0 とシリンダライナ 4 1 との間の機密性が保たれる。

10

【 0 0 2 2 】

また、模擬シリンダ 1 0 における左側の面には、左側から略円環形状のフランジ (固定手段) 4 4 が嵌装可能な凹部であるフランジ装着部 1 0 B が設けられている。フランジ装着部 1 0 B には、内面にネジ加工が施されたネジ穴 1 0 C が左側から掘下げられて形成され、模擬シリンダ 1 0 に対してガスケット 4 3、シリンダライナ 4 1 を装着した状態で、フランジ 4 4 をフランジ装着部 1 0 B に左側から嵌装し、フランジ 4 4 に設けられた固定用穴 4 4 A を左側から固定用のネジを貫通させ、このネジをネジ穴 1 0 B に螺合することによって、図 2 (b) に示されるように、フランジ 4 4、シリンダライナ 4 2、ガスケット 4 3 を、模擬シリンダ 1 0 に固定することができる。この状態は、シリンダライナ 4 2 を構成する材料で内面が構成されたシリンダを模している。

20

【 0 0 2 3 】

図 2 において、評価対象となる様々な材料で製造する必要があるのは、シリンダライナ 4 1 のみであり、このような様々な材料で構成された複数のシリンダライナ 4 1 を製造し、その中から一つを適宜選択して上記のように模擬シリンダ 1 0 に装着することによって、各材料をシリンダに用いた場合を模した状況を実現することができる。

【 0 0 2 4 】

なお、図 3 は、図 2 (a) におけるシリンダライナ 4 1 における A の部分がガスケット 4 3 と当接した際の形態を拡大して示す図である。ここで、シリンダライナ 4 1 は、フランジ 4 4 を模擬シリンダ 1 0 に装着する際に左側から押圧されることによってガスケット 4 3 と密着し、機密性が保たれる。この際にシリンダライナ 4 1 等に大きな圧力が加わった場合においてもこの機密性が保たれるために、シリンダライナ 4 1 がガスケット 4 3 に印加する圧力が高くなる必要があるため、シリンダライナ 4 1 の端面 4 1 A は、図 3 に示されるようにテーパ加工 (角部の面取り加工) されていることが好ましい。この際、面取り加工は、図 3 に示されるように、シリンダライナ 4 1 の外側 (図中下側) の角部のみに施すことが好ましい。これによって面取り加工により模擬シリンダ 1 0 内部側の容積が変わることが抑制され、例えば内部側に施したシリンダライナ 4 1 の面取り加工によりこの容積が変化して測定条件が変化することが抑制される。図 3 においては、この端面 4 1 A にテーパ加工が施されたが、代わりに、段付き加工等、面圧を高めるための他の方策が外側に施されていてもよい。

30

40

【 0 0 2 5 】

また、図 2 に示されたように組み立てを行う際に、シリンダライナ 4 1 と模擬シリンダ 1 0 の間の遊びは小さいことが好ましいが、この場合には、これらを嵌合する作業が容易ではなくなる。この場合には、図 1 に示されたヒーター 1 3 を予め模擬シリンダ 1 0 に装着した状態でヒーター 1 3 に通電して模擬シリンダ 1 0 の温度を高め、模擬シリンダ 1 0 の内表面の径を熱膨張によって広げた状態で、室温のシリンダライナ 4 1 を嵌装することによって、この作業を容易に行うことができる。この際、模擬シリンダ 1 0 に温度センサ 1 4

50

Bも模擬シリンダ10に装着し、この際の模擬シリンダ10の温度を制御しながらこの作業を行ってもよい。すなわち、ヒーター13等は、この熱損失測定装置1における測定を行う際に用いるだけでなく、シリンダライナ41を組み込む際にも用いることができる。

【0026】

一方、図4は、ピストンヘッド42単体(a)と、ピストンヘッド42がピストン本体20に装着された場合の形態を示す斜視図である。ここで、図中上側が模擬燃焼室Rがある側とされる。前記のフランジ44と模擬シリンダ10における場合と同様に、ピストンヘッド42には固定用穴42Aが形成され、ピストン本体20側にはネジ穴(図示せず)が形成されている。このため、固定用穴42を貫通するネジを用いて、ピストンヘッド42をピストン本体20に固定することができる。この状態で、ピストンヘッド42が固定されたピストン本体20は実質的にディーゼルエンジンにおけるピストンと同様に機能する。

10

【0027】

この状態において、図1において最も熱損失の状況に寄与する模擬燃焼室R側はピストンヘッド42で構成されている。このため、図4(b)の構造は、ピストンヘッド42を構成する材料で構成されたピストンを模している。このため、前記のシリンダライナ41と同様に、このような複数のピストンヘッド42を製造し、その中から一つを適宜選択して上記のようにピストン本体20に装着することによって、各材料をピストンに用いた場合を模した状況を実現することができる。

【0028】

図2(b)、図4(b)の構造を実際に図1の構成に組み込み、急速圧縮膨張装置100を駆動してピストン本体20を往復運動させた際の、熱損失を測定する方法について説明する。この方法は、非特許文献1、2に記載されたものと同様である。この際に実際に測定対象となる物理量は、模擬燃焼室Rの体積Vと。模擬燃焼室Rの圧力Pである。体積Vは、急速圧縮膨張装置100によるロッド30の変位量(位置)により一義的に定まる。圧力Pは、圧力センサ15によって測定できる。

20

【0029】

図5は、エンジンにおける吸気、圧縮、燃焼、膨張のサイクルにおける燃焼室における圧力Pと体積Vの一般的な関係(P-V)線図(出典元:中島泰夫、村中重夫編著、新・自動車用ガソリンエンジン 研究開発技術者の基礎と実際,山海堂)を示す。ここで、吸気行程は(1)から(2)に至る間で行われ、その後の圧縮行程は(2)から(3)に至る間で行われ、燃焼行程は(3)から(4)に至る間で行われ、膨張行程は(4)から(5)に至る間で行われる。ここで測定すべき熱損失とは、膨張行程における熱損失(冷却損失)である。図5においては、膨張行程については、理想的な場合(熱損失が全くない場合)における特性Aと、実際に測定された特性A'が記載されている。この冷却損失は、理想的な特性である(4)から(5)に至る特性Aと、実際に得られた特性である(4)'から(5)'に至る特性A'との差分の積分値に対応する。すなわち、この積分値の大小が、熱損失の大小に対応する。上記の特性Aは、模擬燃焼室Rの設計によって予め算出が可能であるため、PC200は、上記の積分値を上記の熱損失評価装置1を用いて算出することができる。なお、PC200は、また、特にピストンヘッド42やシリンダライナ41の温度を温度センサ14A、14Bで測定し、これらの温度とその外側の温度(ヒーター13がある側の温度との差から、これらから放出される熱量を測定することができ、これを熱損失の算出に用いることもできる。特に、ピストン(ピストンヘッド42)やシリンダ(シリンダライナ41)に表面処理を施した場合の評価を行う場合には、こうした情報は有効である。図1に記載されたように、複数の温度センサを様々な箇所に設けることによって、こうした計測が可能である。

30

40

【0030】

ただし、実際にシリンダライナ41、ピストンヘッド42を構成する材料毎に上記の熱損失を測定するにあたり、特に重要なのは、各材料毎の熱損失の比較である。このため、実際には上記の特性Aとの間の差分の積分値を算出する必要はなく、各材料毎に得られた上記の特性A'の差分あるいはこの差分の積分値を認識すれば、十分である。

50

【 0 0 3 1 】

この際に、この熱損失は、模擬シリンダ 1 0 やピストン本体 2 0 等の温度にも依存し、この評価は、実際にディーゼルエンジンが動作した場合と同等の温度環境下で行う必要がある。このため、図 1 におけるヒーター 1 3、温度センサ 1 4 A、1 4 B を、このように温度の条件を統一するために用いることができる。すなわち、実際に動作するエンジンを製造することなしに、上記の熱損失評価装置 1 を用いて、シリンダやピストンに用いる材料の熱損失に関する評価を、精密に行うことができる。

【 0 0 3 2 】

この際、前記のように、シリンダライナ 4 1、ピストンヘッド 4 2 の交換作業は容易である。このため、共に異なる材料で構成された複数のシリンダライナ 4 1、ピストンヘッド 4 2 を準備し、これらに対応した熱損失の評価を効率的に行うことができる。

10

【 0 0 3 3 】

なお、上記の熱損失評価装置においては、評価対象となる材料が拡散燃焼式のディーゼルエンジン用のものであり、模擬燃焼室 R もディーゼルエンジンに対応するものとした。しかしながら、同様にピストンの往復運動が行われるレシプロ式のエンジン（内燃機関）である予混合式のエンジンについても、模擬燃焼室をこれに対応した構成とすることによって、同様の評価が可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 4 】

上記の熱損失評価装置、熱損失評価方法は、レシプロ式のエンジンの設計、開発において有効である。このようなエンジンは、船舶、自動車、航空機を初めとする広い技術範囲の機器に使用可能である。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 3 5 】

- 1 熱損失評価装置
- 1 0 模擬シリンダ
- 1 0 A シリンダライナ受け面
- 1 0 B フランジ装着部
- 1 0 C ネジ穴
- 1 1 模擬シリンダヘッド
- 1 2 燃料噴射ノズル
- 1 3 ヒーター（加熱手段）
- 1 4 A ~ 1 4 D 温度センサ（温度検知手段）
- 1 5 圧力センサ（圧力検知手段）
- 2 0 ピストン本体
- 3 0 ロッド
- 4 1 シリンダライナ
- 4 1 A 端面
- 4 2 ピストンヘッド
- 4 2 A、4 4 A 固定用穴
- 4 3 ガスケット
- 4 4 フランジ（固定手段）
- 1 0 0 船舶
- 2 0 0 パーソナルコンピュータ（PC：評価手段）
- R 模擬燃焼室
- X 中心軸

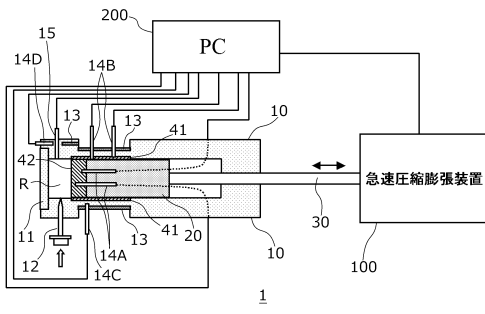
30

40

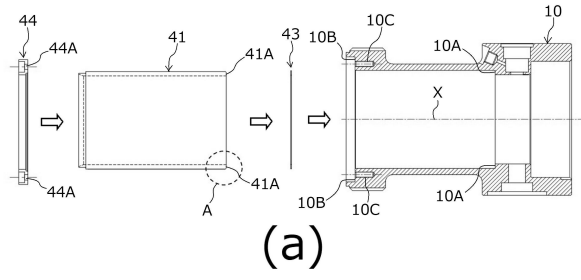
50

【図面】

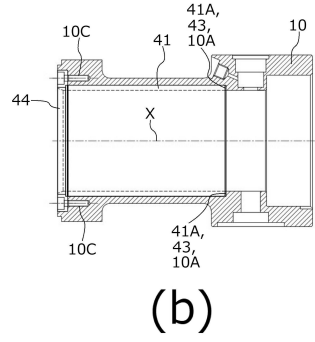
【図 1】



【図 2】

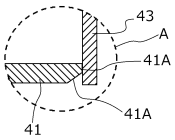


10

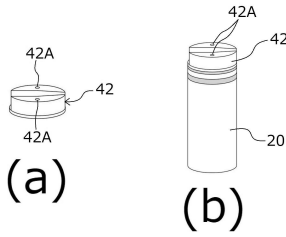


20

【図 3】



【図 4】

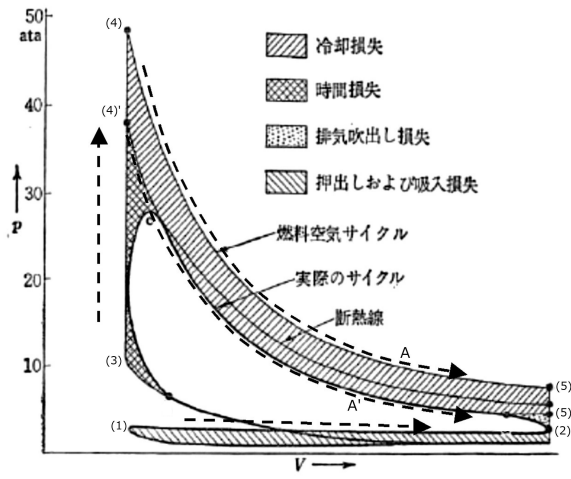


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 高木 正英
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 川内 智詞
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- 審査官 瓦井 秀憲
- (56)参考文献 特開2001-021454(JP,A)
特開2016-217743(JP,A)
特開平11-093765(JP,A)
特開昭59-134352(JP,A)
米国特許第04852542(US,A)
窪山 達也, 小酒 英範, 相澤 哲哉, 松井 幸雄, 急速圧縮膨張装置を用いた直接噴射式ディーゼル機関の壁面熱損失に関する研究(第1報, 霧団気の酸素体積分率と密度が熱損失に及ぼす影響), 日本機械学会論文集(B編), 72巻721号, 日本, 日本機械学会, 2006年09月, 233-240
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01M 15/00 - 15/14
F02F 1/00 - 1/42
F02B 77/11 - 77/13