

(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2008-70302

(P2008-70302A)

(43) 公開日 平成20年3月27日(2008.3.27)

(51) Int.Cl.
G01M 7/02 (2006.01)

F I
G O 1 M 7/00 A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-250805 (P2006-250805)
(22) 出願日 平成18年9月15日 (2006.9.15)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100064746
弁理士 深見 久郎
(74) 代理人 100085132
弁理士 森田 俊雄
(74) 代理人 100112852
弁理士 武藤 正
(72) 発明者 麻生 紘司
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 笠島 健司
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

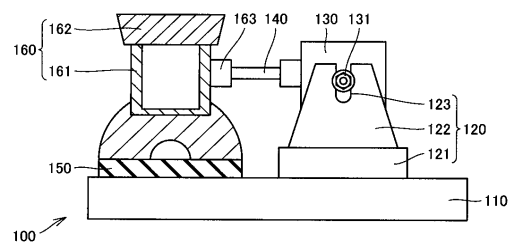
(54) 【発明の名称】 エンジンブロックの振動伝達特性解析装置および振動伝達特性解析方法

(57) 【要約】

【課題】実際のエンジンの運転状態に則した振動伝達特性の解析を行なう。

【解決手段】エンジンブロックの振動伝達特性解析装置は、シリンダブロック161に設けられたノックセンサ取付ボス163に連結され、実際にノッキングが発生したときに振動が継続する時間として定められた時間tだけエンジンブロック160に加振する加振装置130と、シリンダブロック161のシリンダボアの内面に配置されるシリンダブロック振動検出センサと、シリンダヘッド162に設けられたプラグ孔に配置されるシリンダヘッド振動検出センサとを含む。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリンダヘッドと、シリンダボアを有するシリンダブロックとを備えるエンジンブロックを加振して、前記エンジンブロックの振動伝達を解析するために用いられる、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置であって、

前記エンジンブロックに連結され、ノッキングによる振動が発生する時間として予め定められた時間だけ前記エンジンブロックに振動を与える加振装置と、

前記シリンダボアの内面に配置され、振動を測定するシリンダブロック振動測定器と、

前記シリンダヘッドの内面に配置され、振動を測定するシリンダヘッド振動測定器とを含む、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置。

10

【請求項 2】

前記加振装置は、ノッキングによる振動の減衰率として予め定められた減衰率で、前記予め定められた時間だけ前記エンジンブロックに振動を与える、請求項 1 に記載のエンジンブロックの振動伝達特性解析装置。

【請求項 3】

前記シリンダブロック振動測定器は、前記シリンダボア内に配置されるピストンにより前記シリンダブロックに振動が発生する際の前記ピストンの位置に対応した位置に配置される、請求項 1 または 2 に記載のエンジンブロックの振動伝達特性解析装置。

【請求項 4】

シリンダヘッドと、シリンダボアを有するシリンダブロックとを備えるエンジンブロックの振動伝達特性解析方法であって、

20

ノッキングによる振動が発生する時間として予め定められた時間だけ前記エンジンブロックに振動を与えるステップと、

前記シリンダボアの内面の振動を測定するステップと、

前記シリンダヘッドの振動を測定するステップと、

前記シリンダボアの内面の振動および前記シリンダヘッドの振動に基づき、前記シリンダブロックの振動伝達を解析するステップとを含む、エンジンブロックの振動伝達特性解析方法。

【請求項 5】

前記エンジンブロックに振動を与えるステップは、ノッキングによる振動の減衰率として予め定められた減衰率で、前記予め定められた時間だけ前記エンジンブロックに振動を与えるステップを含む、請求項 4 に記載のエンジンブロックの振動伝達特性解析方法。

30

【請求項 6】

前記シリンダボアの内面の振動を測定するステップは、前記シリンダボア内に配置されるピストンにより前記シリンダブロックに振動が発生する際の前記ピストンの位置に対応した位置で、前記シリンダボアの内面に配置されるシリンダブロック振動測定器により振動を測定するステップを含む、請求項 4 または 5 に記載のエンジンブロックの振動伝達特性解析方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

この発明は、振動伝達特性解析装置および振動伝達特性解析方法に関し、特に、エンジンにおけるエンジンブロックの振動伝達特性解析装置およびその振動伝達特性解析装置を用いた振動伝達特性解析方法に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関であるエンジンを搭載した車両の走行時において、快適な乗り心地を得るためのエンジン制御の 1 つに、エンジンでのノッキングの発生を検知し、ノッキングを解消するようにエンジンを制御する方法がある。この制御を実現するためには、エンジンにノッキングセンサを配設し、ノッキングの発生時に生じる振動をノッキングセンサにより検知

50

して、この検知情報に基づきエンジンの燃焼条件の設定を行なっている。

【 0 0 0 3 】

ノッキングの発生時には、エンジンブロックに生じるノッキング振動を正確にノッキングセンサにより検出する必要がある。具体的には、予めノッキングの発生時にエンジンブロックに生じるノッキング振動の伝達特性（以下、ノッキング振動伝達特性と称する。）を把握しておくことが重要である。そこで、試験的にエンジンブロックに振動を与えてエンジンブロックにノッキング振動を擬似的に発生させて、ノッキング振動伝達特性を事前に把握しておくことが考えられる。

【 0 0 0 4 】

特開 2 0 0 5 - 3 0 0 5 2 4 号公報（特許文献 1）は、ノッキング振動を予め測定し解析するためのエンジンブロックの振動伝達特性解析装置を開示する。特許文献 1 に記載の振動伝達特性解析装置は、シリンダヘッドとシリンダボアを有するシリンダブロックとを備えるエンジンブロックを加振して、エンジンブロックの振動伝達を解析するために用いられる、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置である。この振動伝達特性解析装置は、シリンダボアの内面の、燃焼室に相当する領域に配置されるシリンダブロック振動測定器と、燃焼室に面しシリンダヘッドの内面に配置されるシリンダヘッド振動測定器と、エンジンブロックの所定位置に連結し、エンジンブロックに所定の振動を与えるための加振装置とを含む。

【 0 0 0 5 】

この公報に記載のエンジンブロックの振動伝達特性解析装置によれば、加振装置によりエンジンブロックに所定の振動を与え、この振動の伝達をシリンダブロック振動測定器とシリンダヘッド振動測定器とにより測定可能としている。エンジンにおけるノッキングの発生時のピストン位置は、圧縮上死点後（ATDC: After Top Dead of Center）約 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲にあるため、燃焼室内のシリンダブロックに伝達する振動は、ピストンによって抑制され、シリンダヘッドからの振動伝達（ヘッド横振動）が支配的となる。一方、ピストン位置が低下すると、ピストンによるシリンダブロックの抑制が開放されて、シリンダブロックが共振を始める。このシリンダブロックの共振は、ノッキングの発生点火時期におけるエンジンノイズに影響を与え、ノッキングセンサにおける S/N（ノッキング信号/ノイズ信号）比に影響を与えることになる。そこで、シリンダブロック振動測定器とシリンダヘッド振動測定器との 2 種類の振動測定器を配設することにより、加振装置によりエンジンブロックに所定の振動を与えた場合の応答信号をシリンダブロック振動測定器およびシリンダヘッド振動測定器によりピックアップすることで、シリンダブロックの振動特性とシリンダヘッドの振動特性を把握することができる。その結果、エンジンブロックの振動伝達特性として、ノッキング信号（S：シリンダヘッドの振動特性）とノイズ信号（N：エンジンブロックの振動特性）とによる S/N 比を得ることを可能としている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 3 0 0 5 2 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特開 2 0 0 5 - 3 0 0 5 2 4 号公報においては、エンジンブロックに与えるべき好ましい振動に関する記載は何等ない。そのため、実際の運転状態に即した解析を行なうには、さらなる改善の余地があった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであって、その目的は振動伝達特性の解析精度を向上することができる、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置および振動伝達特性解析方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

第 1 の発明に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析装置は、シリンダヘッドと、シリンダボアを有するシリンダブロックとを備えるエンジンブロックを加振して、エンジン

ブロックの振動伝達を解析するために用いられる、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置である。この振動伝達解析装置は、エンジンブロックに連結され、ノッキングによる振動が発生する時間として予め定められた時間だけエンジンブロックに振動を与える加振装置と、シリンダボアの内面に配置され、振動を測定するシリンダブロック振動測定器と、シリンダヘッドの内面に配置され、振動を測定するシリンダヘッド振動測定器とを含む。

【0009】

第1の発明によると、ノッキングによる振動が発生する時間として予め定められた時間だけ、加振装置によりエンジンブロックに振動が与えられる。この振動の伝達がシリンダブロック振動測定器とシリンダヘッド振動測定器とにより測定される。これにより、エンジンにノッキングが発生した状態を模擬した振動を得ることができる。そのため、実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置を提供することができる。

10

【0010】

第2の発明に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析装置においては、第1の発明の構成に加え、加振装置は、ノッキングによる振動の減衰率として予め定められた減衰率で、予め定められた時間だけエンジンブロックに振動を与える。

【0011】

第2の発明によると、ノッキングによる振動の減衰率として予め定められた減衰率で、予め定められた時間だけエンジンブロックに振動が与えられる。この振動の伝達がシリンダブロック振動測定器とシリンダヘッド振動測定器とにより測定される。これにより、エンジンにノッキングが発生した状態により近い状態の振動を得ることができる。そのため、実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

20

【0012】

第3の発明に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析装置においては、第1または2の発明の構成に加え、シリンダブロック振動測定器は、シリンダボア内に配置されるピストンによりシリンダブロックに振動が発生する際のピストンの位置に対応した位置に配置される。

30

【0013】

第3の発明によると、シリンダブロック振動測定器は、シリンダボア内に配置されるピストンによりシリンダブロックに振動が発生する際のピストンの位置に対応した位置に配置される。このシリンダブロック振動測定器により振動が測定される。これにより、たとえばピストンスラップによる振動など、エンジンを実際に運転した場合にピストンにより発生する振動の影響を加味した振動伝達特性を解析することができる。そのため、より実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

【0014】

第4の発明に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析方法は、シリンダヘッドと、シリンダボアを有するシリンダブロックとを備えるエンジンブロックの振動伝達特性解析方法である。この振動伝達特性解析方法は、ノッキングによる振動が発生する時間として予め定められた時間だけエンジンブロックに振動を与えるステップと、シリンダボアの内面の振動を測定するステップと、シリンダヘッドの振動を測定するステップと、シリンダボアの内面の振動およびシリンダヘッドの振動に基づき、シリンダブロックの振動伝達を解析するステップとを含む。

40

【0015】

第4の発明によると、ノッキングによる振動が発生する時間として予め定められた時間だけエンジンブロックに振動が与えられる。シリンダボアの内面の振動およびシリンダヘッドの振動が測定される。これにより、エンジンにノッキングが発生した状態を模擬した

50

振動を得ることができる。これらの振動に基づき、シリンダブロックの振動伝達が解析される。そのため、実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置を提供することができる。

【0016】

第5の発明に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析方法においては、第4の発明の構成に加え、エンジンブロックに振動を与えるステップは、ノッキングによる振動の減衰率として予め定められた減衰率で、予め定められた時間だけエンジンブロックに振動を与えるステップを含む。

【0017】

第5の発明によると、ノッキングによる振動の減衰率として予め定められた減衰率で、予め定められた時間だけエンジンブロックに振動が与えられる。この振動の伝達が測定される。これにより、エンジンにノッキングが発生した状態により近い状態の振動を得ることができる。そのため、実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

【0018】

第6の発明に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析方法においては、第4または5の発明の構成に加え、シリンダボアの内面の振動を測定するステップは、シリンダボア内に配置されるピストンによりシリンダブロックに振動が発生する際のピストンの位置に対応した位置で、シリンダボアの内面に配置されるシリンダブロック振動測定器により振動を測定するステップを含む。

【0019】

第6の発明によると、シリンダボア内に配置されるピストンによりシリンダブロックに振動が発生する際のピストンの位置に対応した位置に配置されるシリンダブロック振動測定器により振動が測定される。これにより、たとえばピストンスラップによる振動など、エンジンを実際に運転した場合にピストンにより発生する振動の影響を加味した振動伝達特性を解析することができる。そのため、より実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【0021】

図1は、本実施の形態におけるエンジンブロックの振動伝達特性解析装置100の構成およびコンピュータ200を示す全体斜視図であり、図2は、エンジンブロックの振動伝達特性解析装置100の構成を示す側面図であり、図3は、高精度高さ調節機構120の構造を示す模式図であり、図4は、エンジンブロックの内部構成を示す模式断面図である。また、図5は、シリンダヘッド162の拡大断面図であり、図6は、図5中VI線矢視図である。

【0022】

本実施の形態における振動伝達特性解析装置100の構造は、図1および図2に示すように、定盤110の上に、振動伝達特性を解析すべきエンジンブロック160と、このエンジンブロック160に所定の振動を与えるための加振装置130とが配設されている。加振装置130によりエンジンに与える振動については後述する。

【0023】

本実施の形態におけるエンジンブロック160は、複数の気筒を有する多気筒エンジンのエンジンブロックである。エンジンブロック160は、外方からの振動を遮断するために定盤110との間に防振ゴム150が介在されている。また、加振装置130は、エンジンブロック160に対して正確に振動を加える観点から定盤110との間に高精度高さ

10

20

30

40

50

調節機構 120 が介在されている。加振装置 130 としては、電磁式の加振装置等が用いられる。なお、本実施の形態における振動伝達特性解析装置 100 の外形寸法は、幅 450 mm、奥行き 450 mm、高さ 400 mm 程度である。

【0024】

加振装置 130 は、図 2 に示すように、高精度高さ調節機構 120 のベース 121 に取付けられた保持治具 122 に設けられた U 字溝 123 に、加振装置 130 の支持ボルト 131 が保持され、粗い高さ調節を行なうことを可能としている。また、高精度高さ調節機構 120 としては、図 3 に示すように、ベース 121 のケース 121 a 内に配設された楔部材 121 b と楔部材 121 c とを有し、ハンドル 121 d を回転させることで、楔部材 121 c が X 方向及び Y 方向に移動して、数十 μ m 単位での高さ位置調節を可能としている。

10

【0025】

エンジンブロック 160 は、図 2 に示すように、シリンダボアを有するシリンダブロック 161 とシリンダヘッド 162 とを備え、加振装置 130 の加振軸 140 は、シリンダブロック 161 に設けられたノックセンサ取付ボス 163 に連結されている。このノックセンサ取付ボス 163 は、実機エンジンにおいて、ノッキングの発生を検出するノッキングセンサを取付けるための円筒状の突起部である。

【0026】

図 4 を参照して、シリンダボア 161 A の内面には、シリンダブロック振動測定器としてのシリンダブロック振動検出センサ 310 が配置されている。シリンダブロック振動検出センサ 310 は、各シリンダに対して設けられる。

20

【0027】

実機のエンジンにおいては、シリンダボア 161 A 内には、上下に摺動するピストン 164 が配設される。シリンダブロック振動検出センサ 310 は、実機のエンジンを運転した状態において、ピストンスラップによりシリンダブロック 161 に振動が発生する際のピストン 164 の位置に対応した位置に設けられる。

【0028】

たとえば、クランク角で 40° ATDC ~ 70° ATDC の範囲内でピストンスラップが発生する場合、 40° ATDC ~ 70° ATDC におけるピストンの位置に対応した位置に、シリンダブロック振動検出センサ 310 が設けられる。すなわちシリンダブロック振動検出センサ 310 は、ピストンスラップによる振動の発生点に対応した位置に設けられる。

30

【0029】

このような位置に設けられたシリンダブロック振動検出センサ 310 により得られた振動を用いて、後述するようにエンジンブロック 160 のノッキング発生時における振動伝達特性を解析することで、ノッキングによる振動以外のノイズによる影響を加味して解析を行なうことができる。そのため、実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

【0030】

図 5 を参照して、シリンダヘッド 162 に設けられたプラグ孔 162 p には、シリンダヘッド振動測定器としてのシリンダヘッド振動検出センサ 320 が配置され、このシリンダヘッド振動検出センサ 320 は、特殊ボルト 301、金属キューブ 302、および、センサ 303 から構成されている。より具体的な構成については、後述する。このプラグ孔 162 p は、図 6 に示すように、シリンダヘッド 162 に設けられる吸気バルブ孔 162 i と排気バルブ孔 162 e とに囲まれたシリンダヘッド 162 の中央領域に設けられている。また、このプラグ孔 162 p は、機械加工により、精度良く形成されていることから、シリンダヘッド 162 に対して、シリンダヘッド振動検出センサ 320 を精度良く取付けることを可能としている。シリンダヘッド振動検出センサ 320 は、各シリンダに対して設けられる。

40

【0031】

50

上記構成からなる振動伝達特性解析装置 100 を用いた、ノッキング発生時におけるエンジンブロック 160 の振動解析方法、具体的には、エンジンブロック 160 の振動伝達特性として、ノッキング信号 (S : シリンダヘッドの振動特性) とノイズ信号 (N : エンジンブロックの振動特性) とによる SN 比を得る方法について説明する。まず、加振装置 130 を用いて、エンジンブロック 160 のノックセンサ取付ボス 163 に連結された加振軸 140 から、エンジンブロック 160 に所定の振動を加える。

【0032】

次に、シリンダブロック振動検出センサ 310 およびシリンダヘッド振動検出センサ 320 を用いて、シリンダブロック 161 に生じる振動信号 1 およびシリンダヘッド 162 に生じる振動信号 2 をピックアップする。振動信号 1 および振動信号 2 は、コンピュータ 200 に入力され、エンジンブロック 160 のノッキング発生時における振動伝達特性 (S/N 比) が解析される。振動伝達特性は、各シリンダについて解析される。

10

【0033】

ここで、シリンダブロック振動検出センサ 310 およびシリンダヘッド振動検出センサ 320 を用いた振動伝達特性の具体的な解析方法について、図 7 および図 8 を参照して説明する。なお、図 7 は、シリンダブロック 161 に生じる振動およびシリンダヘッド 162 に生じる振動を図示した模式図であり、図 8 は、ノッキング発生点火時期における信号強度とノッキング発生頻度との関係を示す図である。

【0034】

実機エンジンにおけるノッキング発生時のピストン 164 の位置は、図 7 に示すように、圧縮上死点後 (ATDC) 約 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲にあるため、燃焼室 A 内のシリンダブロック 161 へ伝達する振動は、ピストン 164 によって抑制され、シリンダヘッド 162 からの振動伝達 (S : ヘッド部振動応答) が支配的となる。一方、ピストン 164 の位置が低下すると、ピストン 164 によるシリンダブロック 161 の抑制が開放されて、シリンダブロック 161 が共振 (N : ライナー部振動応答) を始める。

20

【0035】

このシリンダブロック 161 の共振は、ノッキングの発生点火時期におけるエンジンノイズに影響を与え、ノイズ信号を大きくする結果、ノッキングセンサにおける SN (ノッキング信号 / ノイズ信号 : ヘッド部振動応答 S / ライナー部振動応答 N) 比に悪影響を与えることになる。つまり、図 8 に示すように、ノイズ信号 N が、ノイズ信号 N' に移行する (強度が強くなる) ことで、ノッキング判定レベル (S) にノイズ信号が近づく結果、SN 比を悪化させることになる。このように、ノッキングの発生点火時期におけるエンジンブロック 160 の横振動 (初期振動) は、シリンダヘッド 162 からの振動伝達が支配的であり、シリンダブロック 161 からの信号がノイズ信号となる。

30

【0036】

そこで、本実施の形態における振動伝達特性解析装置 100 においては、シリンダブロック振動検出センサ 310 とシリンダヘッド振動検出センサ 320 との 2 種類の振動検出センサを燃焼室 A 内に配設することにより、加振装置 130 によりエンジンブロック 160 に所定の振動を与えた場合の応答信号をシリンダブロック振動検出センサ 310 およびシリンダヘッド振動検出センサ 320 によりピックアップすることで、シリンダブロック 161 の振動特性とシリンダヘッド 162 の振動特性、つまり、ノッキング信号 (S : シリンダヘッドの振動特性) とノイズ信号 (N : エンジンブロックの振動特性) とによる SN 比を予め把握することができる。

40

【0037】

ここで、本振動伝達特性解析装置 100 によって得られた SN 比と実機エンジンの SN 比との相関関係について、図 9 および図 10 を参照して説明する。なお、図 9 は、本振動伝達特性解析装置 100 によって得られた各種エンジンと擬似 SN 比との関係を示す図であり、図 10 は、実際にエンジンを駆動させた状態での、各種エンジンにおける実機 SN 比合否を示す図である。

【0038】

50

本振動伝達特性解析装置 100 によって得られたエンジンのノッキング発生時における S N 比を擬似 S N 比と定義し、実際のエンジン駆動から得られた S N 振動比を実機 S N 比と定義する。エンジン (A)、エンジン (B)、および、エンジン (C) より、擬似 S N 比と実機 S N 比とを比較した。

【 0 0 3 9 】

本振動伝達特性解析装置 100 を用いて、エンジン (A)、エンジン (B)、および、エンジン (C) の各エンジンブロックを用いて、各エンジンの擬似 S N 比を測定した結果、図 9 に示すように、エンジン (A) が最も制御性が良好な擬似 S N 比が得られ、次いで、エンジン (C)、エンジン (B) の順で、擬似 S N 比が得られた。

【 0 0 4 0 】

次に、エンジン (A)、エンジン (B)、および、エンジン (C) の各エンジンを実際に駆動させて、ノックセンサにより信号をピックアップして、実機 S N 比を測定した結果を、図 10 に示す。エンジン (A) およびエンジン (C) においては、合格の S N 比が得られ、エンジン (B) においては、不合格の S N 比が得られた。このように、擬似 S N 比が最も悪いエンジン (B) において、実機 S N 比も不合格の判定となり、本振動伝達特性解析装置 100 によって得られた S N 比と実機エンジンの S N 比との間に相関関係があることが証明された。

【 0 0 4 1 】

シリンダヘッド振動検出センサ 320 の具体的構成について、図 11 を参照して説明する。ここで、上述したようにシリンダヘッド振動検出センサ 320 においては、シリンダヘッド 162 に生じる横振動成分を正確に測定する必要があることから、その取付け位置、角度にも十分注意する必要がある。たとえば、シリンダヘッド 162 に対する取付け角度が不正確であれば、振動ベクトル方向の違いにより、測定誤差が生じることになる。そこで、本実施の形態においては、シリンダヘッド 162 に設けられたプラグ孔 162 p を用いて、シリンダヘッド振動検出センサ 320 を取付けている。

【 0 0 4 2 】

シリンダヘッド振動検出センサ 320 は、上述したように特殊ボルト 301、金属キューブ 302、および、センサ 303 から構成されている。ここで、特殊ボルト 301 へのセンサ 303 の取付けに際しても、取付け角度の正確性が要求されるため、機械加工により寸法精度が高精度に仕上げられた金属キューブ 302 (立方体形状) を、特殊ボルト 301 とセンサ 303 との間に介在させている。特殊ボルト 301 および金属キューブ 302 の材質は、測定誤差を生じさせない観点から、シリンダヘッド 162 と同素材で形成されていることが好ましい。

【 0 0 4 3 】

特殊ボルト 301 への金属キューブ 302 の固定には、様々な固定構造が考えられる。図 11 (A) に示す接着剤を用いる固定構造、図 11 (B) に示す、特殊ボルト 301 側に雄ネジ 305 A、金属キューブ 302 側に雄ネジ 305 A を受入れる雌ネジ 305 B を設ける固定構造、図 11 (C) に示す、金属キューブ 302 側に雄ネジ 305 A、特殊ボルト 301 側に雄ネジ 305 A を受入れる雌ネジ 305 B を設ける固定構造、図 11 (D) に示す、独立した雄ネジ (スタッドボルト) 305 A を準備し、特殊ボルト 301 および金属キューブ 302 のそれぞれに、雄ネジ 305 A を受入れる雌ネジ 305 B を設ける固定構造等が挙げられる。

【 0 0 4 4 】

なお、センサ 303 の取付け角度の正確性が要求されるため、平坦面を形成した金属キューブ 302 を設ける場合について説明したが、この取付け構造は、あくまでも一例であり、たとえば、シリンダヘッド 162 に対して、取付け角度の正確性を満足させることが可能な場合には、センサ 303 を直接シリンダヘッド 162 に取付ける固定構造の採用も可能である。

【 0 0 4 5 】

以下、加振装置 130 によりエンジンブロック 160 に与える振動について説明する。

10

20

30

40

50

図 1 2 に示すように、予め定められた周波数および予め定められた振幅のサイン波の振動を、連続的にエンジンプロック 1 6 0 に与えた場合を想定する。

【 0 0 4 6 】

この振動が加えられる加振点から近いシリンダボア 1 6 1 A に設けられたシリンダブロック振動検出センサ 3 1 0 により測定される振動は、図 1 3 に示すように、振動が減衰せずに連続的に現れるサイン波になる。

【 0 0 4 7 】

同様に、加振点から遠いシリンダボア 1 6 1 A に設けられたシリンダブロック振動検出センサ 3 1 0 により測定される振動は、図 1 4 に示すように、振動が減衰せずに連続的に現れるサイン波になる。加振点から遠いシリンダボア 1 6 1 A における振動は、加振点から近いシリンダボア 1 6 1 A における振動に比べて振幅が小さい。

10

【 0 0 4 8 】

ところが、実際にノッキングが発生した場合は振動が減衰する。また、振動の減衰率は、振動が伝達する距離が長いほどより大きくなる。このような振動の特性に対し、エンジンプロック 1 6 0 に連続的に振動を与えた場合にシリンダブロック振動検出センサ 3 1 0 により測定される振動の特性が合致していない。

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施の形態においては、図 1 5 に示すように、実際にノッキングが発生したときにノッキングによる振動が継続する時間として定められた時間 t だけエンジンプロック 1 6 0 に加振する。さらに、与えられた振動がノッキングによる振動の減衰率として定められた減衰率で減衰するように、エンジンプロック 1 6 0 に加振する。

20

【 0 0 5 0 】

ここで、エンジンプロック 1 6 0 に加振する時間 t 、すなわち、実際にノッキングが発生したときに振動が継続する時間 t は、実験などによりノッキングが発生するようにエンジンを運転して得られた測定データから定められる。

【 0 0 5 1 】

ノッキングが発生したときに振動が継続する時間 t は、エンジン回転数を r 、ノッキングが発生するクランク角を θ ° C A (Crank Angle) とおくと、たとえば下記の式 (1) により定められる。

【 0 0 5 2 】

$$t = (2 5 0 \times \theta) / (3 \times r) \cdots (1)$$

30

同様に、エンジンプロック 1 6 0 に与える振動の減衰率は、実験などによりノッキングが発生するようにエンジンを運転して得られた測定データから定められる。エンジンプロック 1 6 0 に与える振動の減衰率は、クランク角を θ 、係数を k (たとえば $k = 0.1$) とおくと、たとえば下記の式 (2) により定められる。

【 0 0 5 3 】

$$\text{減衰率} = e \times p (- k \times \theta) \cdots (2)$$

式 (2) から求められる減衰率で減衰する振動を、式 (1) から求められる時間だけエンジンプロック 1 6 0 に与えた場合に、加振点から近いシリンダボア 1 6 1 A に設けられたシリンダブロック振動検出センサ 3 1 0 により測定される振動は、図 1 6 に示すように、時間が経過するにつれて減衰する。

40

【 0 0 5 4 】

同様に、加振点から遠いシリンダボア 1 6 1 A に設けられたシリンダブロック振動検出センサ 3 1 0 により測定される振動は、図 1 7 に示すように、時間が経過するにつれて減衰する。加振点から遠いシリンダボア 1 6 1 A における振動は、加振点から近いシリンダボア 1 6 1 A における振動に比べて振幅が小さく、減衰率大きい。

【 0 0 5 5 】

これにより、エンジンにノッキングが発生した状態を模擬した振動を得ることができる。このような振動に基づいて擬似 S N 比を得て、エンジンプロック 1 6 0 のノッキング発生時における振動伝達特性を解析することにより、実際の運転状態に即した振動伝達特性

50

の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

【0056】

また、エンジンブロック160に加振する時間 t は、エンジン回転数 r に応じて定められるため、エンジン回転数 r ごとに、振動伝達特性の解析を行なうことができる。

【0057】

以上のように、本実施の形態に係るエンジンブロックの振動伝達特性解析装置によれば、実際にノッキングが発生したときに振動が継続する時間として定められた時間 t だけエンジンブロックに加振される。シリンダブロック振動検出センサおよびシリンダヘッド振動検出センサを用いて、シリンダブロックに生じる振動信号およびシリンダヘッドに生じる振動信号がピックアップされる。振動信号および振動信号は、コンピュータに入力され、エンジンブロックのノッキング発生時における振動伝達特性が解析される。これにより、エンジンにノッキングが発生した状態を模擬した振動を得ることができる。そのため、実際の運転状態に即した振動伝達特性の解析を行なうことができる。その結果、振動伝達特性の解析精度を向上することができる。

10

【0058】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

20

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】エンジンブロックの振動伝達特性解析装置の構成およびコンピュータを示す全体斜視図である。

【図2】エンジンブロックの振動伝達特性解析装置の構成を示す側面図である。

【図3】高精度高さ調節機構の構造を示す模式図である。

【図4】エンジンブロックの内部構成を示す模式断面図である。

【図5】シリンダヘッドの拡大断面図である。

【図6】図5中VI線矢視図である。

【図7】シリンダブロックに生じる振動およびシリンダヘッドに生じる振動を図示した模式図である。

30

【図8】ノッキング発生点火時期における信号強度とノッキング発生頻度との関係を示す図である。

【図9】各種エンジンと振動伝達特性解析装置によって得られた擬似SN比との関係を示す図である。

【図10】実際にエンジンを駆動させた状態での、各種エンジンにおける実機SN比合否を示す図である。

【図11】シリンダヘッド振動検出センサの具体的構成を示す図である。

【図12】連続的に継続するサイン波を示す図である。

【図13】シリンダブロック振動検出センサにより測定される振動を示す図(その1)である。

40

【図14】シリンダブロック振動検出センサにより測定される振動を示す図(その2)である。

【図15】エンジンブロックに与えられる振動を示す図である。

【図16】シリンダブロック振動検出センサにより測定される振動を示す図(その3)である。

【図17】シリンダブロック振動検出センサにより測定される振動を示す図(その4)である。

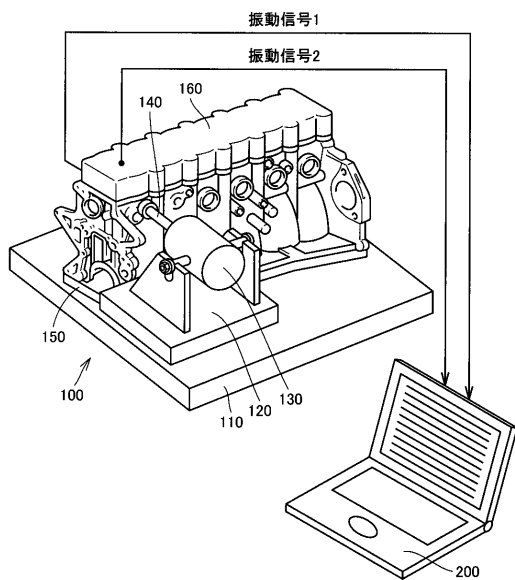
【符号の説明】

【0060】

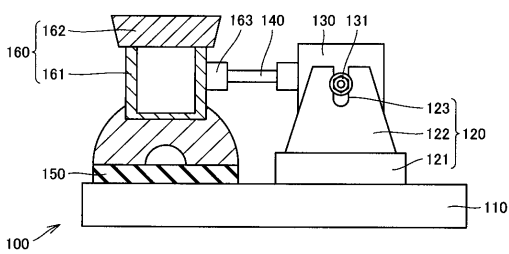
50

100 振動伝達特性解析装置、130 加振装置、160 エンジンブロック、161 シリンダブロック、161A シリンダボア、162 シリンダヘッド、163 ノックセンサ取付ボス、164 ピストン、310 シリンダブロック振動検出センサ、320 シリンダヘッド振動検出センサ。

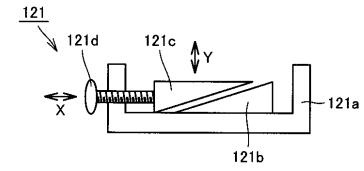
【図1】



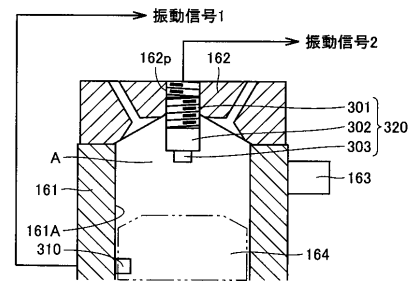
【図2】



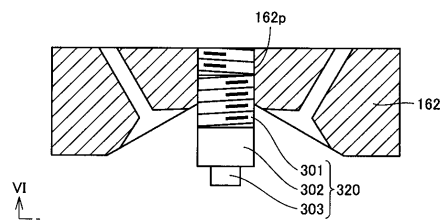
【図3】



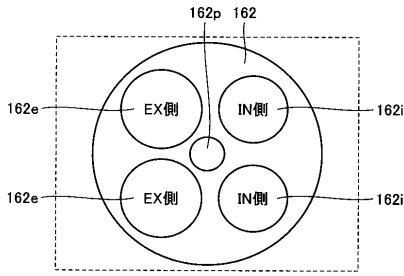
【図4】



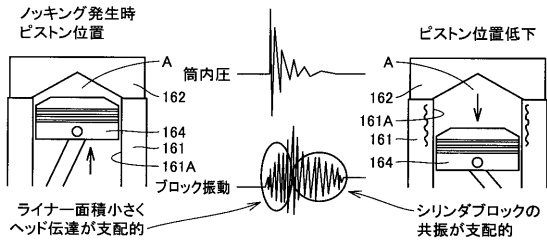
【図5】



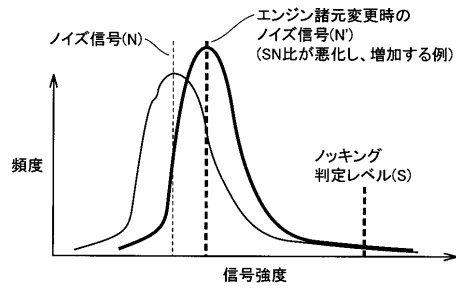
【 図 6 】



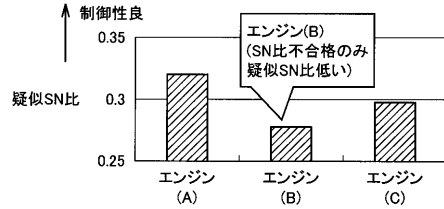
【 図 7 】



【 図 8 】



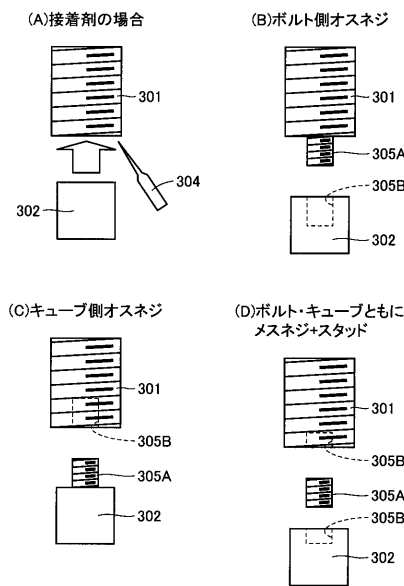
【 図 9 】



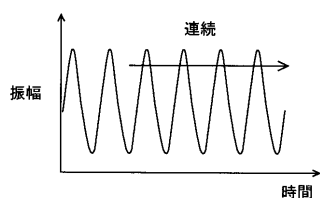
【 図 10 】

	実機SN比合否
エンジン(A)	○
エンジン(B)	×
エンジン(C)	○

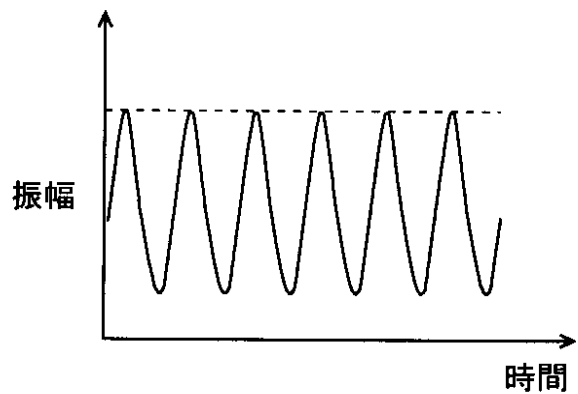
【 図 1 1 】



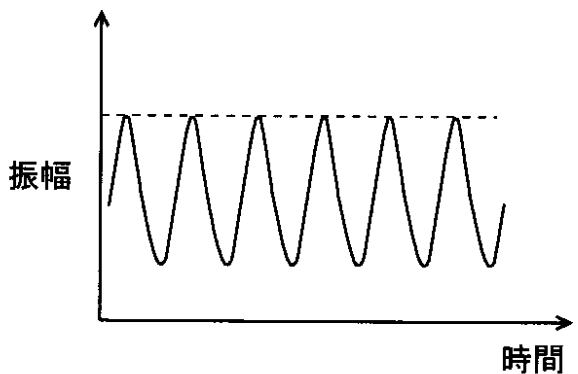
【 図 1 2 】



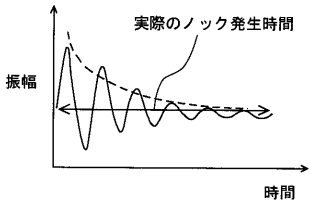
【 図 1 3 】



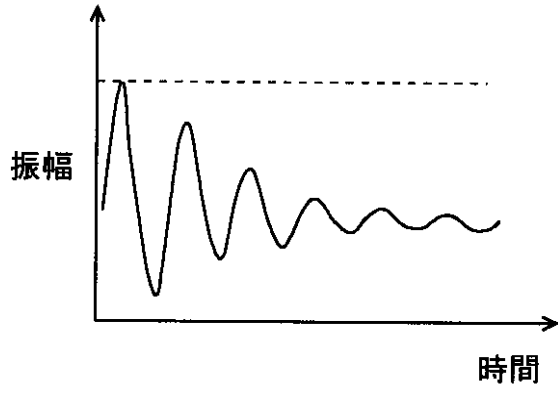
【 図 1 4 】



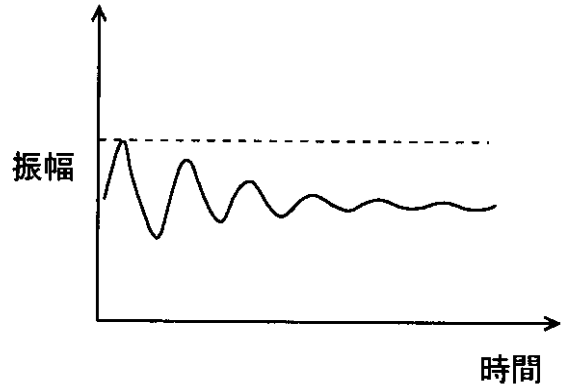
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 金子 理人
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 山迫 靖広
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内