

(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2008-280959

(P2008-280959A)

(43) 公開日 平成20年11月20日(2008.11.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2D 45/00 (2006.01)</b>	FO2D 45/00 358H	3G301
<b>FO2D 41/02 (2006.01)</b>	FO2D 45/00 372Z	3G384
<b>FO2D 41/34 (2006.01)</b>	FO2D 45/00 368Z	
	FO2D 45/00 358Z	
	FO2D 45/00 364A	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-127368 (P2007-127368)  
 (22) 出願日 平成19年5月11日 (2007.5.11)

(71) 出願人 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100098420  
 弁理士 加古 宗男  
 (72) 発明者 木村 正彦  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 Fターム(参考) 3G301 HA04 LA03 LA05 LA07 LB04  
 MA19 MA29 NC01 NE23 PA11Z  
 PA18Z PB05Z PD15Z PE01Z PE06Z  
 PE09Z PE10Z  
 3G384 AA06 BA18 BA20 BA21 DA61  
 DA62 DA63 EC11 ED11 EE19  
 EE35 FA04Z FA16Z FA26Z FA34Z  
 FA48Z FA49Z FA54Z FA56Z

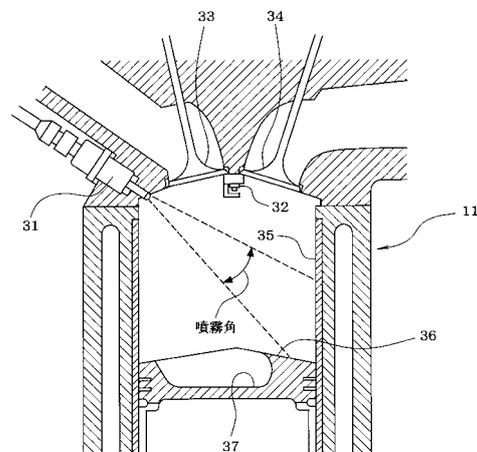
(54) 【発明の名称】 筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法及び噴射時期適合装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】従来より少ない計測点の数で筒内噴射エンジンの噴射時期を精度良く適合する。

【解決手段】エンジン11及び燃料噴射弁31の設計諸元である、噴霧角、燃料噴射弁31の取付角度、シリンダ内径、キャビティ37の位置等に基づいてピストン36上面のキャビティ37に衝突する燃料割合と噴射時期との関係、及び/又は、シリンダ内壁面(ライナー35)に衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションする。そして、当該燃料割合が燃焼良好となる範囲に対応する噴射時期の範囲をシミュレーション結果に基づいて算出し、この噴射時期の範囲を実験計画法で計測点を配置する噴射時期の計測範囲とする。更に、この計測範囲の上下限值付近で噴射時期を少しずつ変化させてエンジントルクを計測する処理を繰り返し、その計測結果に基づいて噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

筒内噴射エンジンの噴射時期を、決められた計測範囲内に配置された複数の計測点の噴射時期に順番に変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、各計測点の計測データに基づいて噴射時期の適合値を算出する筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法において、

エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて該燃料噴射弁からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

10

**【請求項 2】**

エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいてシリンダ内壁面に衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

**【請求項 3】**

エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいてピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

20

**【請求項 4】**

エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて、シリンダ内壁面に衝突する燃料割合と、ピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合と、噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

**【請求項 5】**

前記シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を少しずつ変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、その計測結果に基づいて前記噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

30

**【請求項 6】**

前記噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を変化させる際に、燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データが安定するまでの時間を待ち時間とし、この待ち時間が経過する毎に噴射時期を変化させて当該エンジン特性データを計測することを特徴とする請求項 5 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

**【請求項 7】**

前記燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データはエンジントルクであることを特徴とする請求項 6 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

**【請求項 8】**

前記噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正したときに、修正後の計測範囲に応じて計測点を修正することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

40

**【請求項 9】**

燃焼状態が良好となる適正な噴霧挙動の情報を記憶手段に記憶しておき、設計諸元が異なるエンジンの噴射時期の計測範囲を絞り込む際に、前記記憶手段に記憶されている前記適正な噴霧挙動の情報と前記シミュレーション結果とに基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

**【請求項 10】**

前記噴射時期の計測範囲内に複数の計測点を配置する処理を実験計画法により行うこと

50

を特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法。

【請求項 1 1】

筒内噴射エンジンの噴射時期を、決められた計測範囲内に設定された複数の計測点の噴射時期に順番に変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、各計測点の計測データに基づいて噴射時期の適合値を算出する筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置において、

エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて該燃料噴射弁からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動と噴射時期との関係をシミュレーションするシミュレーション手段と、

前記シミュレーション手段によるシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込む計測範囲絞り込み手段と

を備えていることを特徴とする筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 2】

前記計測範囲絞り込み手段は、エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいてシリンダ内壁面に衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 3】

前記計測範囲絞り込み手段は、エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいてピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 4】

前記計測範囲絞り込み手段は、エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて、シリンダ内壁面に衝突する燃料割合と、ピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合と、噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 5】

前記シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を少しずつ変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、その計測結果に基づいて前記噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正する計測範囲修正手段を備えていることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 6】

前記計測範囲修正手段は、前記噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を変化させる際に、燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データが安定するまでの時間を待ち時間とし、この待ち時間が経過する毎に噴射時期を変化させて当該エンジン特性データを計測することを特徴とする請求項 1 5 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 7】

前記燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データはエンジントルクであることを特徴とする請求項 1 6 に記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 8】

前記噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正したときに、修正後の計測範囲に応じて計測点を修正する計測点修正手段を備えていることを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 1 9】

燃焼状態が良好となる適正な噴霧挙動の情報を記憶する記憶手段を備え、

前記計測範囲絞り込み手段は、設計諸元が異なるエンジンの噴射時期の計測範囲を絞り込

10

20

30

40

50

む際に、前記記憶手段に記憶されている前記適正な噴霧挙動の情報と前記シミュレーション結果とに基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 8 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【請求項 2 0】

前記噴射時期の計測範囲内に複数の計測点を配置する処理を実験計画法により行う実験計画作成手段を備えていることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 9 のいずれかに記載の筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、筒内噴射エンジンの噴射時期を適合する筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法及び噴射時期適合装置に関する発明である。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年の高性能エンジンは、出力向上、排気エミッション低減、燃費節減等を実現するために、燃料を筒内に直接噴射する筒内噴射エンジンを採用するケースが増加し、更に、この筒内噴射エンジンに可変バルブタイミング機構や E G R システム等の様々な機能を搭載しているため、適合すべき制御パラメータが噴射時期や点火時期のみではなく、バルブタイミングや E G R 率等も適合する必要があるため、適合すべき制御パラメータの数が増加して、制御パラメータの適合作業が非常に面倒なものとなってきた。

【0 0 0 3】

そこで、特許文献 1 (特開 2 0 0 2 - 2 0 6 4 5 6 号公報) に示すように、予め設定した所定数の計測点でエンジンの特性値を計測して、その計測結果に基づいて各制御パラメータとエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求め、このモデル式を用いて制御パラメータの適合値を算出することが提案されている。

【0 0 0 4】

また、特許文献 2 (特開 2 0 0 4 - 2 6 3 6 8 0 号公報) に示すように、適合精度を確保しながら計測点の数を少なくする手法として、実験計画法が用いられることが多い。

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 0 6 4 5 6 号公報 (第 1 頁 ~ 第 2 頁等)

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 2 6 3 6 8 0 号公報 (第 5 頁等)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

しかし、前述したように、近年の筒内噴射エンジンは、適合すべき制御パラメータの数が増加しているため、実験計画法を用いても、適合に必要なモデル精度を確保するための計測点の数が増えて、適合作業が面倒なものとなってきた。

【0 0 0 6】

しかも、従来の方法では、エンジンの燃焼状態が正常となる適合パラメータの組み合わせの判断が困難であるため、実験計画法で配置する計測点のなかには、不適正な適合パラメータの組み合わせが含まれる可能性があり、その結果、適合作業時に不適正な適合パラメータの組み合わせにより異常燃焼が発生してエンジンを損傷させてしまったり、エンジン特性が変化してモデル精度が悪化するという問題があった。

【0 0 0 7】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、燃焼状態が悪化する計測点を排除して、従来より少ない計測点の数で、適合工数を削減しながら噴射時期を精度良く適合することができる筒内噴射エンジンの噴射時期適合方法及び噴射時期適合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 8】

上記目的を達成するために、本発明は、筒内噴射エンジンの噴射時期を、決められた計

10

20

30

40

50

測範囲内に配置された複数の計測点の噴射時期に順番に変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、各計測点の計測データに基づいて噴射時期の適合値を算出するものにおいて、エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて該燃料噴射弁からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むようにしたものである。

【0009】

本発明は、燃料噴射弁からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動が燃焼状態の良否を左右する大きな要因となることに着目して、エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて該燃料噴射弁からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲から燃焼状態が悪化する範囲を除外して噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に絞り込むようにしたものである。これにより、燃焼状態が悪化する計測点を排除して、従来より少ない計測点の数で、適合工数を削減しながら噴射時期を精度良く適合することが可能となる。

10

【0010】

この場合、シリンダ内壁面に衝突する燃料割合が多くなり過ぎると、燃焼状態が悪化する。また、ピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合が少なくなり過ぎると、燃焼状態が悪化する。

【0011】

このような特性を考慮して、エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元に基づいて、シリンダ内壁面に衝突する燃料割合と噴射時期との関係、及び/又は、ピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むようにしても良い。エンジン及び燃料噴射弁の設計諸元から、噴霧角、燃料噴射弁の取付角度（噴射方向）、燃料噴射弁とピストンとの間のクランク角毎の高さ方向距離（クランク角毎のピストンの高さ位置）、シリンダ内径、キャビティの位置等が判明すれば、これらの幾何学的関係に基づいてシリンダ内壁面に衝突する燃料割合や、ピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合を算出することができる。

20

【0012】

ところで、シミュレーション結果には少なからず誤差が生じるため、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近で燃焼状態が悪化する可能性がある。この点を考慮して、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を少しずつ変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、その計測結果に基づいて噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正すると良い。このようにすれば、燃焼状態が良好となる範囲のみに確実に計測点を配置することができる。

30

【0013】

この場合、噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を変化させる際に、燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データが安定するまでの時間を待ち時間とし、この待ち時間が経過する毎に噴射時期を変化させて当該エンジン特性データを計測するようにすると良い。このようにすれば、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近における燃焼状態の良否判定を短時間の計測で能率良く行うことができる。

40

【0014】

ここで、燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データは、エンジントルクとすると良い。これは、燃焼状態が悪化すると、即座にエンジントルクが落ち込むため、エンジントルクの落ち込みの有無で燃焼悪化の有無を即座に確認することができるためである。

【0015】

更に、噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に修正したときに、修正後の計測範囲に応じて計測点を修正するようにしても良い。このようにすれば、修正後の計測範囲

50

囲で計測点を最適な位置に配置することができるので、適合精度を向上させることができる。

#### 【0016】

ところで、設計諸元が異なるエンジンでは、ピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合と噴射時期との関係が変化したり、シリンダ内壁面に衝突する燃料割合と噴射時期との関係が変化するが、燃焼状態が良好となる上記燃料割合の範囲は、エンジンの設計諸元が異なっても、ほとんど変化しない。

#### 【0017】

この点を考慮して、燃焼状態が良好となる適正な噴霧挙動の情報を記憶手段に記憶しておき、設計諸元が異なるエンジンの噴射時期の計測範囲を絞り込む際に、前記記憶手段に記憶されている前記適正な噴霧挙動の情報と前記シミュレーション結果とに基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むようにしても良い。このようにすれば、設計諸元が異なるエンジンの噴射時期も、適合工数を削減しながら噴射時期を精度良く適合することができる。

10

#### 【0018】

更に、噴射時期の計測範囲内に複数の計測点を配置する処理を実験計画法により行うようにすれば、適合精度を確保しながら計測点の数を少なくするように計測点を効率的に配置することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

以下、本発明を実施するための最良の形態を具体化した一実施例を説明する。

まず、噴射時期適合装置の構成を図1に基づいて説明する。

20

#### 【0020】

適合する筒内噴射エンジン（以下単に「エンジン」という）11をベンチ12上に取り付け、このエンジン11のクランク軸を動力計13に連結する。適合作業中は、エンジン11に装着された後述する各種のアクチュエータを電子制御ユニット（ECU）14によって制御する。この電子制御ユニット14は、通信ボックス16を介して適合制御用コンピュータ17に接続され、適合作業中は、この適合制御用コンピュータ17から通信ボックス16を介して電子制御ユニット14に制御信号を送信することで、電子制御ユニット14内の各制御パラメータのマッピング定数等を変更する。適合作業中のエンジン11のスロットル開度は、スロットルコントロール装置15によって調整される。

30

#### 【0021】

適合作業中は、動力計制御盤18によって動力計13とスロットルコントロール装置15を制御してエンジン負荷を制御すると共に、動力計13で計測したエンジントルク（エンジン特性データ）を適合制御用コンピュータ17に送信する。エンジン11には、クーラント（冷却水）の温度を調整するクーラント温度調整装置19と、エンジンオイルの温度を調整するオイル温度調整装置20と、燃料の温度を調整する燃費計測機能付きの燃料温度調整装置21を接続し、適合作業中は、これら各温度調整装置21によってクーラント温度、エンジンオイル温度、燃料温度が一定条件に自動調整される。適合作業中にエンジン11から排出される排出ガスは、排出ガス分析計22で分析され、排出ガス中のNOx、CO、HC等のエミッションの測定結果が適合制御用コンピュータ17に送信される。

40

#### 【0022】

一般に、適合対象となるエンジン制御パラメータは、例えば、図2に示す燃料噴射弁31の噴射時期、エンジン負荷（吸入空気量）、エンジン回転速度、点火プラグ32の点火時期、モータ等で駆動されるスロットルバルブの開度（スロットル開度）、スワールコントロールバルブの開度（SCV開度）、吸気バルブ33及び排気バルブ34の可変バルブタイミング機構の進角値（VCT進角値）、EGR開度（EGR率）等であるが、本実施例では、噴射時期の適合方法について説明する。

#### 【0023】

50

本実施例では、適合制御用コンピュータ17は、特許請求の範囲でいう実験計画作成手段として機能し、実験計画法(DOE)を用いて所定数の計測点を配置し、各計測点の計測データに基づいてエンジン11の特性をモデル化し、このモデルを使用してエンジン性能を最適にする噴射時期の適合値を算出する。この際、計測点の数を少なくして噴射時期の適合作業を効率的に行うために、噴射時期の計測範囲(計測点を配置する範囲)から燃焼状態が悪化する範囲を除外して噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に絞り込む。

#### 【0024】

この場合、燃料噴射弁31からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動が燃焼状態の良否を左右する大きな要因となることに着目して、適合制御用コンピュータ17は、エンジン11及び燃料噴射弁31の設計諸元(例えば噴霧角、燃料噴射弁31の取付角度、燃料噴射弁31とピストン36との間のクランク角毎の高さ方向距離、シリンダ内径、キャピティ37の位置等)に基づいて該燃料噴射弁31からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動と噴射時期との関係をシミュレーションして、そのシミュレーション結果に基づいて噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲に絞り込む。この機能が特許請求の範囲でいうシミュレーション手段及び計測範囲絞り込み手段に相当する。

10

#### 【0025】

本実施例では、燃料噴射弁31からシリンダ内に噴射する燃料の噴霧挙動と噴射時期との関係をシミュレーションする際に、ピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合と噴射時期との関係、及び/又は、シリンダ内壁面(ライナー35)に衝突する燃料割合と噴射時期との関係をシミュレーションする。例えば、エンジン11及び燃料噴射弁31の設計諸元から、噴霧角、燃料噴射弁31の取付角度(噴射方向)、燃料噴射弁31とピストン36との間のクランク角毎の高さ方向距離(クランク角毎のピストン36の高さ位置)、シリンダ内径、キャピティ37の位置等が判明すれば、これらの幾何学的関係に基づいてライナー35に衝突する燃料割合やピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合を算出することができる。図3及び図4に、ライナー35に衝突する燃料割合とピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合のシミュレーション結果の一例が示されている。

20

#### 【0026】

図2、図3から明らかなように、ピストン36が上昇してピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合が増加するに従って、ライナー35に衝突する燃料割合が減少するという関係がある。また、ライナー35に衝突する燃料割合が多くなり過ぎると、燃焼状態が悪化する。一方、ピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合が少なくなり過ぎると、燃焼状態が悪化する。

30

#### 【0027】

一般に、ピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合が例えば20~30%の範囲内で燃焼状態が良好となり、この範囲から外れると、燃焼状態が悪化する。そこで、適合制御用コンピュータ17は、エンジン11の噴射時期を適合する際に、ピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合が例えば20~30%となる噴射時期の範囲を図3等のシミュレーション結果に基づいて算出し、この噴射時期の範囲を実験計画法で計測点を配置する噴射時期の計測範囲とする。

40

#### 【0028】

或は、ライナー35に衝突する燃料割合をシミュレーションして、燃焼状態が良好となる燃料割合の範囲を求めて、この燃料割合の範囲に対応する噴射時期の範囲を図3等のシミュレーション結果に基づいて算出し、この噴射時期の範囲を実験計画法で計測点を配置する噴射時期の計測範囲としても良い。

#### 【0029】

勿論、ピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合とライナー35に衝突する燃料割合の両方をシミュレーションして、燃焼状態が良好となる両方の燃料割合の範囲を求めて、両方の燃料割合の範囲に対応する噴射時期の範囲を図3のシミュレーション結

50

果に基づいて算出し、この噴射時期の範囲を実験計画法で計測点を配置する噴射時期の計測範囲としても良い。

【0030】

また、図4(a)、(b)に示すように、燃料噴射弁31の取付角度等の設計諸元が異なるエンジンでは、ピストン36上面のキャピティ37に衝突する燃料割合と噴射時期との関係が変化したり、ライナー35に衝突する燃料割合と噴射時期との関係が変化したが、燃烧状態が良好となる燃料割合の範囲は、エンジン11の設計諸元が異なっても、ほとんど変化しない。

【0031】

この点を考慮して、本実施例では、燃烧状態が良好となる燃料割合の範囲のデータを、設計諸元が異なるエンジンの噴射時期の計測範囲を決めるための物理情報(燃烧状態が良好となる適正な噴霧挙動の情報)として、適合制御用コンピュータ17の記憶装置(記憶手段)に記憶しておき、適合制御用コンピュータ17によって設計諸元が異なるエンジンの噴射時期の計測範囲を絞り込む際に、記憶装置に記憶されている物理情報とシミュレーション結果とに基づいて噴射時期の計測範囲を絞り込むようにしても良い。このようにすれば、図4(a)、(b)に示すように、燃料噴射弁31の取付角度等の設計諸元が異なるエンジンの噴射時期も、適合工数を削減しながら噴射時期を精度良く適合することができる。

10

【0032】

ところで、図3、図4に示されるシミュレーション結果には少なからず誤差が生じるため、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近で燃烧状態が悪化する可能性がある。

20

【0033】

この点を考慮して、適合制御用コンピュータ17は、後述する図5の計測範囲修正プログラムを実行して、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を少しずつ変化させてエンジン特性データを計測する処理を繰り返し、その計測結果に基づいて噴射時期の計測範囲を燃烧状態が良好となる範囲に修正するようにしている。このようにすれば、燃烧状態が良好となる範囲のみに確実に計測点を配置することができる。

【0034】

この場合、噴射時期の計測範囲の上下限值付近で噴射時期を変化させる際に、燃烧状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データが安定するまでの時間を待ち時間とし、この待ち時間が経過する毎に噴射時期を変化させて当該エンジン特性データを計測するようにしている。このようにすれば、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲の上下限值付近における燃烧状態の良否判定を短時間の計測で能率良く行うことができる。

30

【0035】

本実施例では、燃烧状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジン特性データとして、エンジントルクを用いるようにしている。これは、燃烧状態が悪化すると、即座にエンジントルクが落ち込むため、エンジントルクの落ち込みの有無で燃烧悪化の有無を即座に確認することができるためである。

40

【0036】

更に、噴射時期の計測範囲を燃烧状態が良好となる範囲に修正したときに、修正後の計測範囲に応じて実験計画法の計測点を修正するようにしている。このようにすれば、修正後の計測範囲で計測点を最適な位置に配置することができるので、適合精度を向上させることができる。

【0037】

以上説明した噴射時期の計測範囲の修正は、適合制御用コンピュータ17によって図5の計測範囲修正プログラムに従って実行される。本プログラムが起動されると、まずステップ101で、シミュレーション結果に基づいて絞り込んだ噴射時期の計測範囲内で、そ

50

の上限値（又は下限値）の少し内側に噴射時期の初期値を設定してエンジン 11 を運転し、次のステップ 102 で、燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジントルクが安定するのに必要な時間が経過するまで待機する。

【0038】

そして、エンジントルクが安定するのに必要な時間が経過した時点で、ステップ 103 に進み、エンジントルクを計測する。この後、ステップ 104 に進み、計測したエンジントルクが安定燃焼判定値よりも小さいか否かを判定し、エンジントルクが安定燃焼判定値以上であれば、燃焼状態が良好であると判断して、ステップ 105 に進み、噴射時期を計測範囲の上限値（又は下限値）に近付ける方向に進角又は遅角させて、上記ステップ 102 ~ 104 の処理を繰り返す。これにより、燃焼状態が良好であるか否かを評価する指標となるエンジントルクが安定するまでの時間を待ち時間とし、この待ち時間が経過する毎に噴射時期を計測範囲の上限値（又は下限値）に近付ける方向に進角又は遅角させて当該エンジントルクを計測して、エンジントルクが安定燃焼判定値よりも小さいか否か（燃焼状態が悪化したか否か）を判定する処理を繰り返す。

10

【0039】

そして、計測したエンジントルクが安定燃焼判定値よりも小さくなったこと（エンジントルクの落ち込み）が検出された時点で、燃焼状態が悪化したと判断してステップ 106 に進み、噴射時期の計測範囲の上限値（又は下限値）を、エンジントルクの落ち込みが検出されなかった前回の噴射時期に修正する。これにより、噴射時期の計測範囲（計測点を配置する範囲）から燃焼状態が悪化する範囲を除外して噴射時期の計測範囲を燃焼状態が良好となる範囲のみに絞り込む。この後、ステップ 107 に進み、修正後の計測範囲内で実験計画法の計測点を修正する。

20

【0040】

以上説明した図 5 の計測範囲修正プログラムは、計測範囲修正手段、計測点修正手段、実験計画作成手段としての役割を果たす。

【0041】

尚、本発明で使用する筒内噴射エンジンの噴射時期適合装置の構成は図 1 の構成のものに限定されず、適宜変更しても良いことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】本発明の一実施例で使用する噴射時期適合装置の構成例を概略的に示す図である。

30

【図 2】筒内噴射エンジンの燃焼室及びその周辺部分を示す縦断面図である。

【図 3】ライナーに衝突する燃料割合とピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図 4】(a) と (b) は燃料噴射弁の取付角度が異なるエンジンにおけるピストン上面のキャビティに衝突する燃料割合のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図 5】計測範囲修正プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

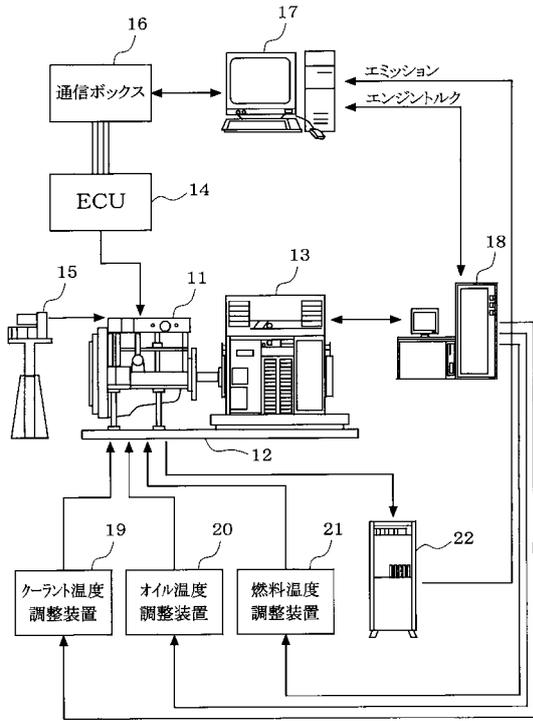
【符号の説明】

【0043】

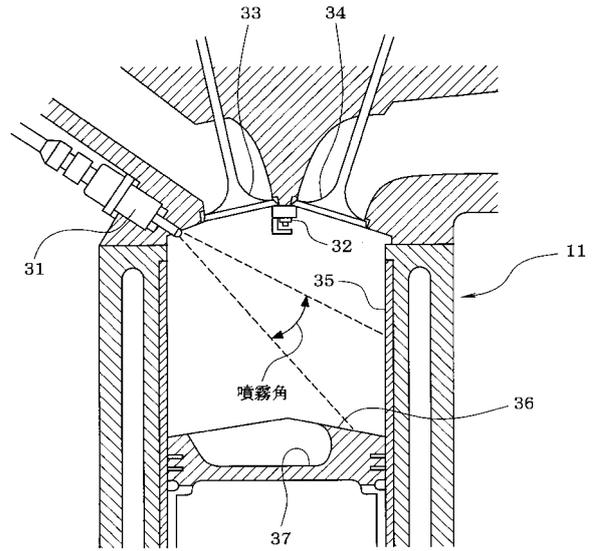
11 ... 筒内噴射エンジン、14 ... 電子制御ユニット (ECU)、17 ... 適合制御用コンピュータ (シミュレーション手段、計測範囲絞り込み手段、計測範囲修正手段、計測点修正手段、実験計画作成手段)、31 ... 燃料噴射弁、35 ... ライナー (シリンダ内壁面)、36 ... ピストン、37 ... キャビティ

40

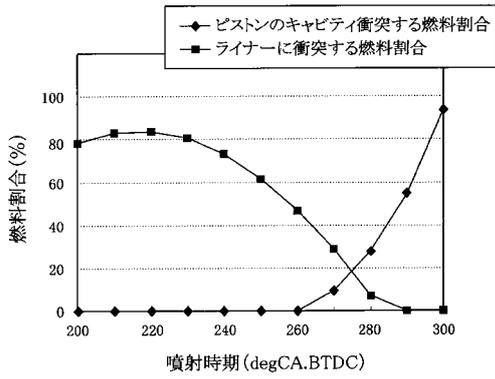
【 図 1 】



【 図 2 】

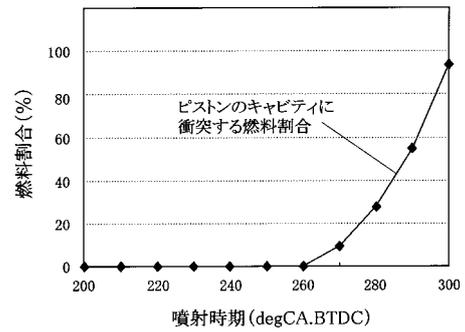


【 図 3 】

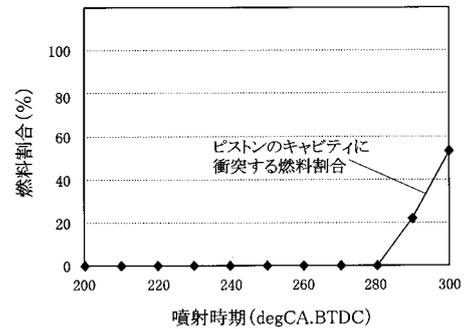


【 図 4 】

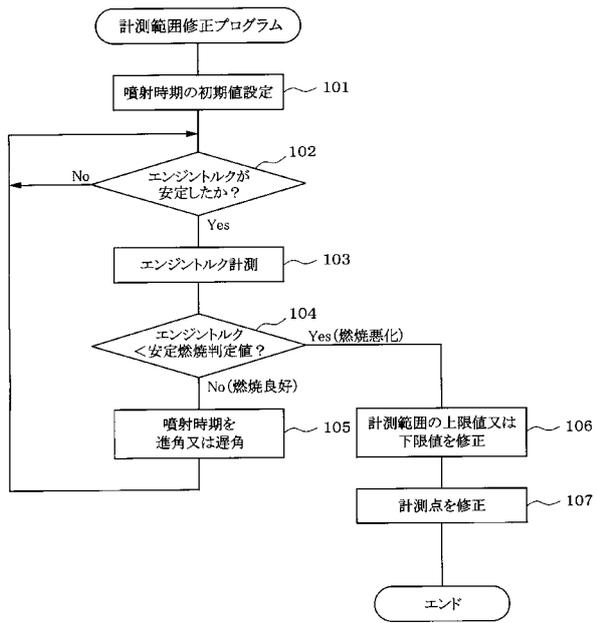
(a) 燃料噴射弁A 取付角度49°



(b) 燃料噴射弁B 取付角度43°



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

F 0 2 D 41/02 3 3 5

F 0 2 D 41/34 F