

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3555152号

(P3555152)

(45) 発行日 平成16年8月18日(2004.8.18)

(24) 登録日 平成16年5月21日(2004.5.21)

(51) Int. Cl.⁷

F I

F 1 6 F 15/02

F 1 6 F 15/02

B

F 1 6 F 13/26

G O 5 D 19/02

D

G O 5 D 19/02

F 1 6 F 13/00

6 3 O Z

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平5-307618	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成5年12月8日(1993.12.8)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開平7-158691		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成7年6月20日(1995.6.20)	(74) 代理人	100077931
審査請求日	平成12年11月8日(2000.11.8)		弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100094134
			弁理士 小山 廣毅
		(74) 代理人	100100262
			弁理士 松永 勉
		(72) 発明者	中尾 憲彦
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72) 発明者	池田 直樹
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の振動低減装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車体と振動源との間に配設され、電気信号により加振力を発生するアクチュエータと、振動源から車体へ伝達される振動が低減されるように電気信号を生成して上記アクチュエータに出力する制御手段とを備えた車両の振動低減装置において、
 上記制御手段から出力される電気信号の出力値が所定値よりも増大したことを検出する電気信号検出手段と、
 上記電気信号検出手段の出力を受け、上記電気信号の出力値が所定値よりも増大したときに、制御手段から出力される電気信号に規制を加える規制手段とを備え、
 上記電気信号検出手段は、上記所定値を上記振動源の振動周波数の増加に応じて大きくするように構成されていることを特徴とする車両の振動低減装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

この発明は、車体上の振動源から車体へ伝達される振動が低減されるようにアクチュエータにて加振力を発生させて車体振動を低減するようにした車両の振動低減装置に関し、特に、アクチュエータの故障状態を防止するフェイルセーフ対策に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、エンジン等の車両用パワーユニットを車体に支持するための支持装置として、

20

例えば特開昭61-2939号公報に開示されるものでは、車体フレームに対しエンジン等のパワーユニットを支持するように取り付けられ、該車体フレームを、内蔵した加振用の電磁石等で加振することによってパワーユニットから車体フレームに伝達される振動を低減するようになされている。つまり、このものはアクチュエータの機能を有し、このアクチュエータによって車体振動の位相に対して逆位相でかつ同振幅の振動を車体フレームに付与することにより、車両振動を有効に低減するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記従来のもものでは、電磁石等の作動により加振力を発生するので、その電磁石等に過大な電流が流れたとき等には、その電磁石等が焼き付いてアクチュエータの故障状態となる。このため、振動低減制御を安定して行うには、このアクチュエータの故障状態を未然に防止する対策が必要である。

10

【0004】

本発明は斯かる点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、上記加振用アクチュエータについての所定の状態をモニタするようにすることにより、アクチュエータが故障状態に陥るのを確実にかつ未然に防止しようとするところにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成すべく、この発明では、電磁石等のアクチュエータに出力される電気信号の出力値を常時監視し、この出力値が所定以上に高くなったときを異常状態と見做して、電気信号の出力値自体に規制をかけるようにした。

20

【0006】

すなわち、図1に示すように、請求項1の発明では、車体1と振動源2との間に配設され、電気信号により加振力を発生するアクチュエータ4と、振動源2から車体1へ伝達される振動が低減されるように電気信号を生成して該電気信号を上記アクチュエータ4に出力する制御手段24とを備えた車両の振動低減装置に対して、上記制御手段24から出力される電気信号の出力値が所定値よりも増大したことを検出する電気信号検出手段28と、この電気信号検出手段28の出力を受け、上記電気信号の出力値が所定値よりも増大したときに、制御手段24から出力される電気信号に規制を加える規制手段29とを設ける。そして、上記電気信号検出手段28は、上記所定値を上記振動源2の振動周波数の増加に

30

応じて大きくするように構成されたものとする。

【0007】

【作用】

上記の構成により、請求項1の発明では、制御手段24において振動源2から車体1へ伝達される振動が低減されるように電気信号が生成されてアクチュエータ4に出力され、この制御手段24からアクチュエータ4に出力される電気信号の出力値が所定値よりも増大したとき、そのことが電気信号検出手段28により検出され、この検出手段28の出力を受けた規制手段29により、制御手段24からアクチュエータ4に出力される電気信号に規制が加えられる。このため、アクチュエータ4に過大な電流が流れてその焼付き等によりアクチュエータ4が故障するのを確実にかつ未然に防止することができる。

40

【0008】

また、電気信号検出手段28において制御手段24からアクチュエータ4に出力される電気信号の出力値と比較される所定値は、振動源2の振動周波数に基づいて変更されて該振動周波数の増加に応じて大きくなるものであるため、アクチュエータ4の故障状態の判定基準を振動源2の状態に応じて適正に設定し、振動周波数により変化するアクチュエータ4の抵抗値を考慮して所定値を変化させることができ、よって、振動源2の低周波から高周波までの広い振動域で振動低減制御を有効に行いつつ、アクチュエータ4の故障を防止することができる。

【0009】

【実施例】

50

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図7において、1は車両（図示例では自動車）の車体、2は車体1前部のエンジンルーム3内に配置された振動源としてのエンジンであって、このエンジン2はその下部にて少なくとも1つのエンジンマウント4（1つのみ図示する）を介して車体1のフレーム1aに弾性支持されている。

【0010】

上記各エンジンマウント4は、加振力を発生する本発明でいうアクチュエータを構成するもので、図6に拡大詳示するように、下方に開放された略有底筒状のケーシング4aと、該ケーシング4aの下端内周縁部に固着された略中空錐形状の支持ゴム4bと、該支持ゴム4bの中心孔周面に固着された支持部材4cとを基本構成として備えている。そして、上記ケーシング4aの上端面にはエンジン2の下端部にねじ止めされて締結されるエンジン側挿入ロッド4dが、また支持部材4cの下端面には上記と同様に車体フレーム1aにねじ止めされて締結される車体側挿入ロッド4eがそれぞれ突設されている。

10

【0011】

また、上記ケーシング4aの下端開口部は支持部材4cを貫通せしめたダイヤフラム4fによって液密状に閉塞され、このケーシング4aとダイヤフラム4fとによって液室4gが形成され、この液室4g内にオイル等の非圧縮性流体が封入されている。また、この液室4gは、上記支持ゴム4bによってその上側の主液室4hと下側の副液室4iとに上下に区画され、上記主液室4hと副液室4iとの間は支持ゴム4bの側方に形成した小径のオリフィス4jにより連通されていて、主液室4hと副液室4iとの流体がオリフィス4jを介して相互に流通可能となっている。さらに、ケーシング4a内の上部には、主液室4hの上壁面を形成する加振板4kがラバー4mを介して上下移動可能に取り付けられ、該加振板4kの上側には、磁界中の電線に電流を流したときの該電線の受ける磁力により加振板4kを上下に移動させる動電型アクチュエータ5が配設されている。この動電型アクチュエータ5は、ケーシング4aの内部上底面に垂設された永久磁石5aと、ケーシング4aの内部上周面に磁石5aと同心状に取り付けられ、磁路を形成する継鉄5bと、この継鉄5b及び磁石5a間の間隙に配置され、かつ加振板4kに接合された電磁コイル5cとを備えてなり、電磁コイル5cに加振信号を出力することにより、加振板4kを上下に振動させて主液室4hの容積を可変とし、主液室4hと副液室4iとの間で流体をオリフィス4jを通じて流通させることを繰り返して支持ゴム4bを上下に振動させ、エンジン2及び車体1のフレーム1aとの間に上下方向の加振力を発生させるようになされている。

20

30

【0012】

再び、図7において、7は車両の例えば左前輪近傍位置に配置されて車体1の上下加速度を基に車両の振動を検出する加速度センサからなる振動センサであって、該振動センサ7の振動信号はコントローラ8に入力されており、このコントローラ8により、振動センサ7で検出される振動信号（上下加速度信号）に基づいてエンジンマウント4を加振制御して車体1の振動を低減する構成となっている。

【0013】

上記コントローラ8のブロック構成を図5に示す。同図において、10はエンジン2の点火信号に基づいてエンジン回転の周期を測定するエンジン回転周期測定回路、11は該周期測定回路10にて測定されたエンジン回転の周期に基づいてエンジン2の振動に関連するリファレンス信号を生成するリファレンス信号生成器である。12は上記振動センサ7からの振動信号を増幅する増幅器、13は該増幅器12で増幅された振動信号の低周波成分を濾波するローパスフィルタ、14は該ローパスフィルタ13で濾波された振動信号をアナログ値からデジタル値に変換するA/D変換器で、このA/D変換器14から出力される振動信号は、該振動信号に基づいて上記エンジンマウント4を加振制御する加振信号としてのアクチュエータ駆動信号（電気信号）を生成する駆動信号生成器16に入力されている。

40

【0014】

さらに、17は上記駆動信号生成器16にて生成される駆動信号をデジタル値からアナロ

50

グ値に変換するD/A変換器、18は該D/A変換器17からの駆動信号の低周波成分を濾波するローパスフィルタ、19は該ローパスフィルタ18で濾波された駆動信号を増幅する増幅器であって、該増幅器19で増幅された駆動信号は上記各エンジンマウント4の動電型アクチュエータ5に出力される。

【0015】

また、コントローラ8にはアクセル開度を検出するアクセル開度センサ9からの信号が入力されている。

【0016】

上記駆動信号生成器16は、その駆動信号の生成のアルゴリズムとして、最小自乗法(Least Mean Square Method=LMS)の適応アルゴリズムが用いられる。この最小自乗法の適応アルゴリズムを用いた駆動信号生成器16の内部構成を図4に示す。同図において、20は上記リファレンス信号生成器11により生成されたりファレンス信号の位相及びゲインを調整して所定のアクチュエータ駆動信号を生成するデジタルフィルタからなる適応フィルタ、21はデジタルフィルタで、これは、駆動信号生成器16の駆動信号の出力によりエンジンマウント4が加振されて車両に振動が励起し、この車両振動が振動センサ7で検出されてその振動信号が駆動信号生成器16に入力されるまでの伝達特性Hをモデル化したものである。22は振動センサ7からの振動信号に収束係数(0<<1)を乗算する収束係数乗算回路、23はこの収束係数乗算回路22で収束係数が掛け合わされた振動信号に上記デジタルフィルタ21を通過したリファレンス信号を掛け合わせて、上記適応フィルタ20のフィルタ係数を逐次更新する信号を出力する乗算器である。そして、上記適応フィルタ20、デジタルフィルタ21、収束係数乗算回路22及び乗算器23により制御手段としての制御部24が構成されており、この制御部24により、振動センサ7からの振動信号及び収束係数に基づいて適応フィルタ20のフィルタ係数を更新して駆動信号を適宜調整し、該駆動信号でエンジンマウント4を駆動制御して、その車両に付加する振動の位相及び振幅をエンジン2の振動と逆位相で同振幅とし、車両の振動を低減するようになされている。

【0017】

さらに、駆動信号生成器16には、上記エンジン回転周期測定回路10からのエンジン回転周期信号及び適応フィルタ20から出力される駆動信号をそれぞれ入力して、適応フィルタ20のフィルタ係数を制限するフィルタ係数制限回路26が設けられている。

【0018】

このフィルタ係数制限回路26において行われる信号処理動作の具体例を図2のフローチャート図により説明するに、まず、最初のステップS1で、適応フィルタ20からエンジンマウント4の動電型アクチュエータ5に出力されるアクチュエータ駆動信号の電圧値aを入力し、ステップS2では駆動信号電圧値aの制限値(本発明でいう所定値)をa0として決定する。この制限値a0の決定は、エンジン回転周期測定回路10で測定されるエンジン回転周期を基にした振動周波数fに応じて行う。すなわち、アクチュエータ駆動信号に対する制限は電圧値で行われるが、図3に示すように、エンジンマウント4の動電型アクチュエータ5に対する電気抵抗Rはその駆動周波数fに応じて変化するので(尚、図3の電気抵抗R(f)のピークは共振点で、これを避けた範囲Aが使用される)、動電型アクチュエータ5の駆動エネルギーを一定にするためには駆動周波数fに応じて電圧の制限値a0を変更する必要がある。具体的に、駆動電圧をV、駆動電流をIとすると、駆動エネルギーEは、

$$E(w) = V \times I = V^2 / R(f)$$

となる。従って、エネルギー制限値をE0とすると、

$$E0 = a0^2 / R(f)$$

$$a0 = \{ R(f) \times E0 \}^{1/2}$$

となり、動電型アクチュエータ5の電気抵抗R(f)に応じた制限値a0が決定される。そして、図3に示す如く、電気抵抗R(f)は駆動周波数fの増加に応じて増大するので、制限値a0は駆動周波数f、従ってエンジン2の振動周波数の増加に応じて大きくなる

10

20

30

40

50

ように決定される。

【0019】

上記ステップS2の後にはステップS3に進み、駆動信号の電圧値aが制限値a0よりも大きいか否かを判定する。この判定がa > a0のYESのときにはそのままリターンするが、a < a0のYESのときにはステップS4に進み、適応フィルタ20の全ての係数にa0/aを掛けた後、リターンする。

【0020】

この実施例では、上記ステップS1～S3により、上記制御部24からエンジンマウント4の動電型アクチュエータ5に出力される電気信号としての駆動信号の電圧値aが制限値a0よりも増大したことを検出するようにした電気信号検出手段28が構成されている。

10

【0021】

また、ステップS4により、上記電気信号検出手段28の出力を受け、動電型アクチュエータ5への駆動信号の電圧値aが制限値a0よりも増大したときに、適応フィルタ20で最適化演算により演算される全ての係数にa0/aを掛けて電圧値aを制限値a0未満の値に規制し、制御部24から動電型アクチュエータ5に出力される駆動信号に規制を加えるようにした規制手段29が構成されている。

【0022】

次に、上記実施例の作用について説明する。エンジン2が運転状態にあるとき、その点火信号がコントローラ8に入力され、そのエンジン回転周期測定回路10でエンジン2の回転周期が計測され、リファレンス信号生成器11において、上記回転周期信号を基にエンジン回転周期に対応したリファレンス信号が生成され、このリファレンス信号は駆動信号生成器16に入力される。駆動信号生成器16では、リファレンス信号の位相及びゲインが適応フィルタ20で調整されて駆動信号が生成され、この駆動信号はD/A変換器17でアナログ信号に変換された後に加振用アクチュエータとしてのエンジンマウント4の動電型アクチュエータ5に出力され、該エンジンマウント4の作動により振動が発生する。

20

【0023】

また、これと同時に、車体1の上下方向の振動が振動センサ7により検出され、この振動センサ7からの振動信号はA/D変換器14でデジタル信号に変換されて駆動信号生成器16に入力される。この駆動信号生成器16では、入力された振動信号に収束係数乗算回路22で収束係数が掛け合わされ、次いでデジタルフィルタ21を通過したリファレンス信号と乗算器23において掛け合わされる。そして、この乗算器23の出力信号により、上記振動センサ7にて検出される振動信号の自乗和が最小になるようにLMSアルゴリズムにより上記適応フィルタ20のフィルタ係数が逐次更新され、この適応フィルタ20のフィルタ係数の更新により振動信号が低減されるようにリファレンス信号の位相及びゲインが逐次調整されて最適化される。このことで、エンジンマウント4により発生した振動は振動センサ7の位置でエンジン2からの振動と互いに打ち消し合って、該振動センサ7で検出される車体1の振動を低減でき、エンジン2の上下振動が発生していても車体1が振動するのを有効に防止することができる。

30

【0024】

そして、上記コントローラ8では、その駆動信号生成器16のフィルタ係数制限回路26において、適応フィルタ20から動電型アクチュエータ5に出力されるアクチュエータ駆動信号の電圧値aとその制限値a0との大小が常時比較され、駆動信号の電圧値aが制限値a0以下のときに上記の制御が行われる。

40

【0025】

これに対し、アクチュエータ駆動信号の電圧値aが制限値a0よりも大きいときには、適応フィルタ20の全ての係数にa0/aが掛けられ、適応フィルタ20で最適化演算により演算される駆動信号の電圧値aが全て制限値a0未満の値に規制される。この駆動信号の規制の結果、動電型アクチュエータ5に過大な電流が流れてその焼付き等によりエンジンマウント4が故障するのを確実にかつ未然に防止することができる。

【0026】

50

その場合、上記フィルタ係数制限回路 26 においてアクチュエータ駆動信号の電圧値 a と比較される制限値 a_0 は、エンジン 2 の回転周期に対応した振動周波数に基づいて変更されるため、エンジンマウント 4 の故障状態の判定基準をエンジン 2 の運転状態に応じて適正に設定でき、図 3 に示す如く、動電型アクチュエータ 5 の駆動周波数 f 、つまりエンジン 2 の振動周波数により変化する動電型アクチュエータ 5 の抵抗値 $R(f)$ を考慮して電圧値 a の制限値 a_0 を変化させることができ、エンジン 2 の低周波から高周波までの広い振動域、換言するとエンジン 2 の低回転域から高回転域までの広い回転域で振動低減制御を有効に行いつつ、エンジンマウント 4 の故障を防止することができる。

【0027】

尚、上記実施例では、アクチュエータを動電型アクチュエータとしているが、その他、電磁石に電流を流して該電磁石の発生する磁力を利用する電磁型アクチュエータを採用することもできる。

10

【0028】

また、上記実施例では、エンジン 2 を車体 1 に支持するエンジンマウント 4 をアクチュエータとした場合であるが、本発明は、車両における他の振動源、例えば変速機等の振動を、動電型アクチュエータを持ったアクチュエータの加振力により低減する場合にも適用することができる。

【0029】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 の発明によると、車体と振動源との間に、電気信号により加振力を発生するアクチュエータを設け、制御手段において、振動源から車体へ伝達される振動が低減されるよう、電気信号を生成して上記アクチュエータに出力するようにした車両の振動低減装置において、アクチュエータに出力される電気信号の出力値が所定値よりも増大したことを検出手段で検出し、このときには、出力される電気信号に規制を加えるとともに、その所定値を振動源の振動周波数の増加に応じて大に変更するようにしたことにより、振動周波数により変化するアクチュエータの抵抗値を考慮して所定値を変化させ、振動源の低周波から高周波までの広い振動域で振動低減制御を有効に行いつつ、焼付き等によりアクチュエータが故障するのを確実にかつ未然に防止でき、振動低減制御を安定して行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

30

【図 1】本発明の構成図である。

【図 2】本発明の実施例においてフィルタ係数制限器で行われる信号処理動作を示すフローチャート図である。

【図 3】動電型アクチュエータの駆動周波数に応じて変化する電気抵抗値の特性を示す特性図である。

【図 4】駆動信号生成器の構成を示すブロック図である。

【図 5】コントローラのブロック図である。

【図 6】マウントの拡大縦断面図である。

【図 7】本発明の実施例の全体構成図である。

【符号の説明】

40

- 1 車体
- 2 エンジン（振動源）
- 4 エンジンマウント
- 5 動電型アクチュエータ
- 7 振動センサ
- 8 コントローラ
- 16 駆動信号生成器
- 20 適応フィルタ
- 24 制御部（制御手段）
- 26 フィルタ係数制限回路

50

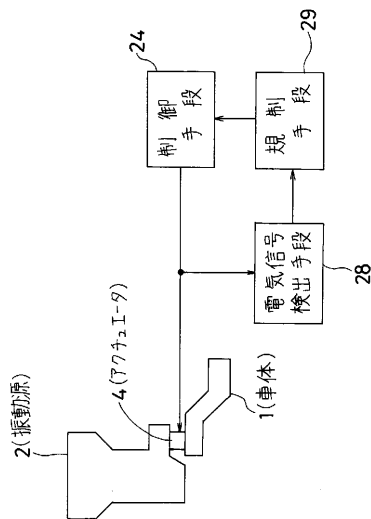
28 電気信号検出手段

29 規制手段

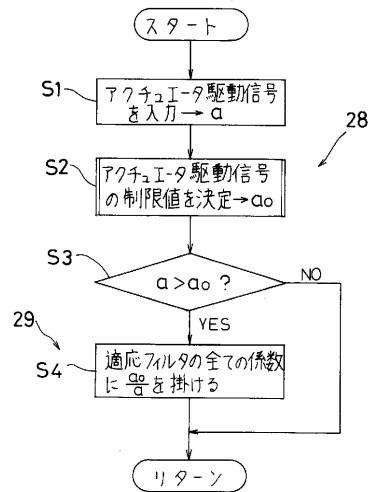
a アクチュエータ駆動信号の電圧値 (電気信号の出力値)

a0 制限値 (所定値)

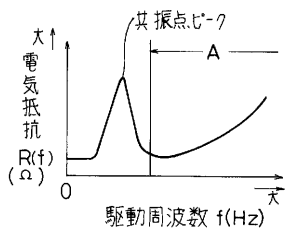
【図1】



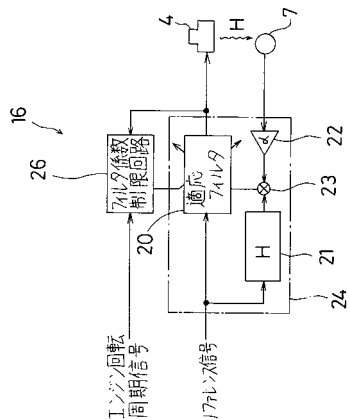
【図2】



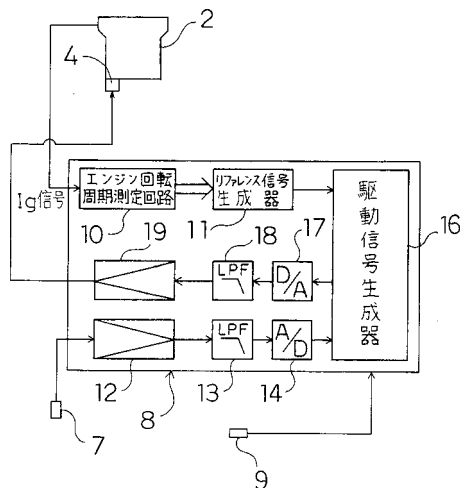
【 図 3 】



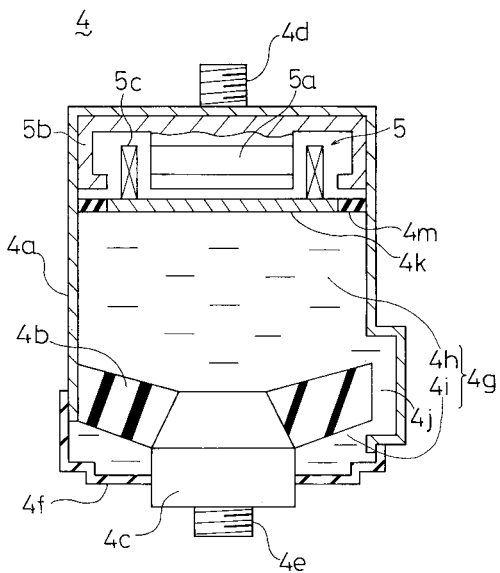
【 図 4 】



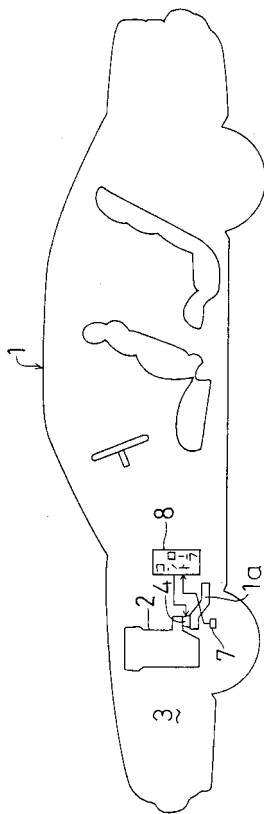
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮広 栄一
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 仙井 浩史
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 原田 真悟
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 藤井 昇

- (56)参考文献 実開昭61-035030(JP,U)
特開昭55-099611(JP,A)
特開昭59-036820(JP,A)
特開平05-010380(JP,A)
特開平05-126200(JP,A)
特開昭59-103043(JP,A)
実開平04-116036(JP,U)
特開平06-288421(JP,A)
特開昭61-116139(JP,A)
特開昭61-006442(JP,A)
特開昭59-103045(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
F16F 15/00 - 15/08
G05D 19/02