(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2009-2341
(P2009-2341A)
(43)公開日　平成21年1月8日(2009.1.8)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F02D 41/22	(2006.01)	F02D	41/22	330M	3G066
F02M 51/06	(2006.01)	F02M	51/06	N	3G301

審査請求 有　請求項の数 26　ＯＬ　（全 24 頁）

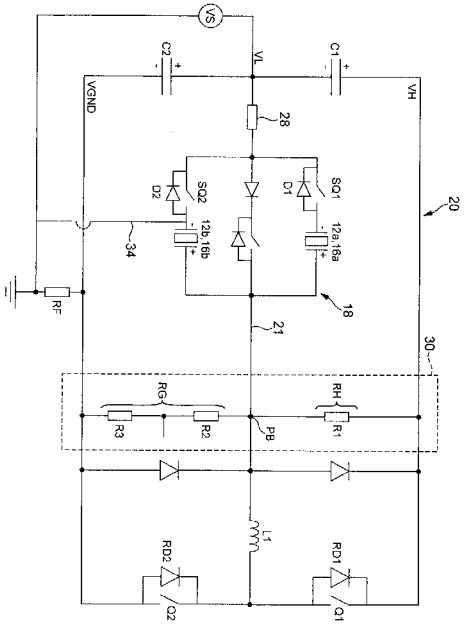
(21)出願番号　特願2008-157568 (P2008-157568)
(22)出願日　平成20年6月17日 (2008.6.17)
(31)優先権主張番号　07252534.8
(32)優先日　平成19年6月22日 (2007.6.22)
(33)優先権主張国　欧州特許庁 (EP)

(71)出願人　599023978
デルファイ・テクノロジーズ・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国ミシガン州４８０９８，トロイ，デルファイ・ドライブ　５７２５
(74)代理人　100140109
弁理士　小野　新次郎
(74)代理人　100089705
弁理士　社本　一夫
(74)代理人　100075270
弁理士　小林　泰
(74)代理人　100080137
弁理士　千葉　昭男
(74)代理人　100096013
弁理士　富田　博行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】噴射装置における障害の検出

(57)【要約】
【課題】エンジン始動時の噴射装置における短絡障害を検出する障害検出方法を提供する。
【解決手段】噴射装置は１つまたは複数の圧電式燃料噴射器１２ａ、１２ｂを備え、これらの噴射器は駆動回路２０内で接続される。本発明の一態様では、駆動回路内のバイアス点ＰＢにおける電位ＶＢが求められ、予測電圧ＶＰＢと比較される。バイアス点における電位が、予測電圧の所定許容電圧ＶＴＯＬの範囲外である場合、短絡障害信号が生成される。本発明の別の態様では、第１の充電パルスが噴射器に印加されて噴射器が充電される。第１の充電パルスの後で、放電スイッチＱ２を閉じることによって遅延期間Δｔ中に放電電流経路３８が提供される。不良噴射器は、遅延期間Δｔ中に放電電流経路を介して放電することになる。遅延期間の後で、第２の充電パルスが噴射器に印加される。第２の充電パルス中に電流ＩＳが感知され、第２の充電パルス中の電流が所定の閾電流よりも大きい場合、短絡警告信号が生成される。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
エンジン始動時の噴射装置における障害を検出する障害検出方法であって、前記噴射装置は少なくとも１つの圧電式燃料噴射器（１２ａ、１２ｂ）を備え、
エンジン始動時に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）を充電する前に、前記噴射装置と既知の電位（ＶＳ）の間のバイアス点（ＰＢ）におけるバイアス電圧（ＶＢ）を求めるステップ（ａ）と、
前記バイアス電圧（ＶＢ）と予測電圧（ＶＰＢ）とを比較するステップ（ｂ）と、
前記バイアス電圧（ＶＢ）が前記予測電圧（ＶＰＢ）の所定許容電圧範囲外である場合、障害信号を生成するステップ（ｃ）と、
を含む、方法。
【請求項２】
前記障害信号は噴射器のハイ側から接地への短絡（３４）を示す、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記求められたバイアス電圧（ＶＢ）が前記予測電圧（ＶＰＢ）よりも低い度合いが前記所定許容電圧よりも大きい場合に、前記障害信号を生成するステップをさらに含む、請求項１または２に記載の方法。
【請求項４】
$$V_{PB} = V_S R_G / (R_H + R_G)$$
を用いて前記予測電圧（ＶＰＢ）を計算するステップをさらに含み、
式中、（ＲＧ）は前記バイアス点（ＰＢ）と接地電位（ＶＧＮＤ）との間の既知の第１抵抗値であり、（ＲＨ）は前記バイアス点（ＰＢ）と前記既知の電位（ＶＳ）との間の既知の第２抵抗値である、請求項１から３のいずれかに記載の方法。
【請求項５】
前記噴射装置が噴射器充電回路から切断されている状態で、ステップ（ａ）で前記バイアス電圧を求めるステップをさらに含む、請求項１から４のいずれかに記載の方法。
【請求項６】
充電スイッチ（Ｑ１）が開いた状態で、ステップ（ａ）で前記バイアス電圧を求めるステップをさらに含み、前記充電スイッチ（Ｑ１）は、閉じられたときに前記噴射装置を前記充電回路に接続するように構成されている、請求項５に記載の方法。
【請求項７】
前記噴射装置が噴射器放電回路から切断されている状態で、ステップ（ａ）で前記バイアス電圧を求めるステップをさらに含む、請求項１から６のいずれかに記載の方法。
【請求項８】
放電スイッチ（Ｑ２）が開いた状態で、ステップ（ａ）で前記バイアス電圧を求めるステップをさらに含み、前記放電スイッチ（Ｑ２）は、閉じられたときに前記噴射装置を前記放電回路に接続するように構成されている、請求項７に記載の方法。
【請求項９】
前記またはそれぞれの噴射器（１２ａ、１２ｂ）は、前記またはそれぞれの噴射器（１２ａ、１２ｂ）を個々に選択して前記放電回路に含めるための関連する選択スイッチ（ＳＱ１、ＳＱ２）を有し、前記方法は、前記バイアス電圧（ＶＢ）を求めるときに前記またはそれぞれの噴射器（１２ａ、１２ｂ）の選択が解除されて前記放電回路に含まれないように前記またはそれぞれの選択スイッチ（ＳＱ１、ＳＱ２）が開いた状態で実施される、請求項７または８に記載の方法。
【請求項１０】
エンジン始動時の噴射装置における障害を検出する障害検出方法であって、前記噴射装置は少なくとも１つの圧電式燃料噴射器（１２ａ、１２ｂ）を備え、この方法は、
（ａ）充電段階中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）を充電するステップと、
（ｂ）前記充電段階の後で遅延期間（Δｔ）を経過させるステップと、

（ｃ）噴射器のロー側から接地への短絡（３６）が生じた場合に、前記遅延期間（Δｔ）中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）が放電し得る放電電流経路（３８）を提供するステップと、
（ｄ）前記遅延期間（Δｔ）の後で、再充電段階中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）の再充電を試みるステップと、
（ｅ）前記再充電段階中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）を流れる電流（ＩＳ）を感知するステップと、
（ｆ）前記感知された電流（ＩＳ）が第１の所定閾電流よりも大きい場合、第１の障害信号を生成するステップとを含む、方法。
【請求項１１】
前記第１の障害信号は、前記噴射器の端子間の短絡を示すか、あるいは、噴射器のロー側から接地への短絡（３６）を示すものである、請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
放電電流経路（３８）を提供する前記ステップは、前記噴射装置を放電回路に接続するステップを含む、請求項１０または１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記噴射装置を放電回路に接続する前記ステップは、前記放電回路に関連する放電スイッチ（Ｑ２）を閉じるステップを含む、請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記またはそれぞれの噴射器（１２ａ、１２ｂ）は、前記またはそれぞれの噴射器（１２ａ、１２ｂ）を個々に選択して、前記選択された噴射器（１２ａ、１２ｂ）を放電させるように前記放電回路に含めるための関連する選択スイッチ（ＳＱ１、ＳＱ２）を有し、前記方法は、前記またはそれぞれの噴射器（１２ａ、１２ｂ）の選択が解除されて前記放電回路に含まれないように前記またはそれぞれの選択スイッチ（ＳＱ１、ＳＱ２）が開いた状態で、請求項１０から１３のいずれかの前記ステップを実施するステップをさらに含む、請求項１２または１３に記載の方法。
【請求項１５】
第１の障害信号が生成された場合、
（ｇ）別の充電段階中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）を充電するステップと、
（ｈ）前記放電電流経路（３８）を形成せずに、別の遅延期間（Δｔ２）を経過させるステップと、
（ｉ）別の再充電段階中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）の再充電を試みるステップと、
（ｊ）前記別の再充電段階中に前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）を流れる前記電流（ＩＳ）を感知するステップと、
（ｋ）前記感知された電流（ＩＳ）が第２の所定閾電流よりも大きい場合、前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）の端子間が短絡していることを示す第２障害信号を生成するステップとをさらに含む、請求項１０から１４のいずれかに記載の方法。
【請求項１６】
前記別の再充電段階中に前記感知された電流（ＩＳ）が前記第２の所定閾電流以下である場合、噴射器のロー側から接地への短絡（３６）を示す第３の障害信号を生成するステップ（ｌ）をさらに含む、請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
前記遅延期間（Δｔ）中に前記放電電流経路（３８）における放電電流（ＩＤ）を感知するステップと、
前記遅延期間（Δｔ）中に前記放電電流経路（３８）において第３の所定閾電流よりも大きな放電電流が感知された場合、噴射器のロー側から接地への短絡（３６）が生じていることを示す第４の障害信号を生成するステップとをさらに含む、請求項１０から１４のいずれかに記載の方法。
【請求項１８】

前記遅延期間（Δｔ）中に複数の電流経路における電流を監視するステップと、前記第４の障害信号に応答して前記ロー側から接地への短絡（３６）の場所をメモリ装置（２６）に記録するステップとをさらに含む、請求項１７に記載の方法。

【請求項１９】

前記遅延期間（Δｔ）中に前記放電電流経路（３８）において前記第３の所定閾電流よりも大きな放電電流が感知されない場合、前記第１の障害信号は前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）の圧電積層体端子間の短絡を示す、請求項１７に記載の方法。

【請求項２０】

前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）を充電する前記ステップは、前記噴射装置を充電回路に接続するステップを含む、請求項１０から１９のいずれかに記載の方法。

【請求項２１】

前記噴射装置を前記充電回路に接続する前記ステップは、前記充電回路に関連する充電スイッチ（Ｑ１）を閉じるステップを含む、請求項２０に記載の方法。

【請求項２２】

障害信号が生成された場合、前記噴射器（１２ａ、１２ｂ）の後続の充電ステップを一時停止するステップをさらに含む、請求項１から２１のいずれかに記載の方法。

【請求項２３】

前記またはそれぞれの障害信号をメモリ装置（２６）に記録するステップをさらに含む、請求項１から２２のいずれかに記載の方法。

【請求項２４】

コンピュータプログラム製品であって、実行環境で実効されたときに、請求項１から２３のいずれか１つに記載の方法を実施するように動作可能な少なくとも１つのコンピュータプログラムソフトウエア部分を含む、コンピュータプログラム製品。

【請求項２５】

請求項２４に記載の前記または各コンピュータソフトウエア部分を記憶したデータ記憶媒体。

【請求項２６】

請求項２５に記載の前記データ記憶媒体を備えたマイクロコンピュータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、燃料噴射装置における障害を検出する方法に関し、特に、エンジン始動時の燃料噴射装置における短絡を検出する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

自動車のエンジンは一般に、エンジンの個々の気筒または吸気マニホールドに燃料（例えば、ガソリンまたはディーゼル燃料）を噴射する燃料噴射器を備える。エンジン用燃料噴射器は、燃料供給系によって供給される高圧燃料が入っている燃料レールに接続される。ディーゼルエンジンでは、従来型燃料噴射器は一般にニードル弁を採用している。このニードル弁は、燃料レールから計量され、対応するエンジンの気筒または吸気マニホールド内に噴射される流体燃料の量を制御するために開閉動作する。

【０００３】

燃料を正確に計量する燃料噴射器の１つのタイプは、圧電式燃料噴射器である。圧電式燃料噴射器は、機械的に直列に配置された圧電素子積層体からなる圧電アクチュエータを採用しており、それによって噴射ニードル弁を開閉してエンジンに噴射される燃料を計量する。圧電式燃料噴射器は、自動車用エンジンでの使用がよく知られている。

【０００４】

圧電式燃料噴射器による燃料の計量は一般に、圧電アクチュエータに印加される電圧を制御して、圧電素子の伸縮量を変化させることによって実現される。この電圧は、圧電積層体の正端子および負端子を介してアクチュエータに印加される。圧電素子の伸縮量に従

ってニードル弁の移動距離が変化し、そのため、燃料噴射器を通過する燃料の量が変化する。圧電式燃料噴射器なら少量の燃料を正確に計量することができる。

【０００５】

一般に、燃料噴射器は、１つまたは複数の噴射器の群単位でグループ分けされる。欧州特許第１４００６７６号に記載されているように、各噴射器群はそれ自体の駆動回路を有し、この駆動回路が噴射器の動作を制御する。この駆動回路は、電力源によって生成される電圧を昇圧させる、すなわち１２ボルトからそれよりも高い電圧まで昇圧させるトランスなどの電源と、電荷ひいてはエネルギーを蓄える蓄積コンデンサとを備える。この高電圧は、噴射のたびに圧電式燃料噴射器を充電し、放電させるための電力を供給するのに用いられる蓄積コンデンサの両端に印加される。国際公開第２００５／０２８８３６Ａ１号に記載されているように、トランスなどの専用電源が不要な駆動回路も開発されている。

【０００６】

こうした駆動回路を使用して、蓄積コンデンサひいては圧電式燃料噴射器の両端に印加される電圧を動的に制御することができる。これは、噴射器群に交互に接続される２つの蓄積コンデンサを使用することによって実現される。これら蓄積コンデンサの一方は、充電電流が噴射器群を流れてある噴射器を充電する充電段階中に噴射器群に接続され、それによって、「充電－噴射」型式燃料噴射器における噴射を開始するか、あるいは、「放電－噴射」型燃料噴射器における噴射を停止する。他方の蓄積コンデンサは、放電段階中に噴射器群に接続されて噴射器を放電させ、それによって、充電－噴射型燃料噴射器における噴射を停止するか、あるいは、放電－噴射型燃料噴射器における噴射を開始する。「噴射器を充電する」および「噴射器を放電させる」という表現は便宜上用いられるものであり、それぞれ燃料噴射器の圧電アクチュエータの充電および放電のプロセスを指す。

【０００７】

充電段階の終わりであり、その後の放電段階の前の回生段階中に回生スイッチを使用して蓄積コンデンサを補充する。

【０００８】

いかなる回路でもそうであるが、駆動回路にも障害が発生することがある。ディーゼルエンジン燃料噴射システムなど、安全性にとって重要なシステムでは、駆動回路における障害は、噴射システムの故障をもたらすことがあり、その結果、エンジンの致命的な故障が生じる恐れがある。このような障害には、燃料噴射器の圧電アクチュエータにおける短絡障害や開路障害が含まれる。生じ得る短絡障害には、主に以下の３つのタイプがある。

ｉ）圧電アクチュエータの端子間の短絡。「積層体端子」短絡とも称する。

ｉｉ）圧電アクチュエータの正端子から接地電位への短絡。正端子は、「ハイ」側端子とも称し、このタイプの短絡は一般に、「ハイ側から接地への」短絡と称する。

ｉｉｉ）圧電アクチュエータの負端子から接地電位への短絡。負端子は、「ロー」側端子とも称し、このタイプの短絡は一般に、「ロー側から接地への」短絡と称する。

【０００９】

圧電アクチュエータにおける短絡障害および開路障害を検出する診断システムが、本出願人による同時係属の欧州特許出願第０６２５１８８１．６号、第０６２５３６１９．８号、および第０６２５６１４０．２号に開示されている。これら特許文献の内容を参照により本明細書に組み込む。

【特許文献１】欧州特許第１４００６７６号
【特許文献２】国際公開第２００５／０２８８３６Ａ１号
【特許文献３】欧州特許出願第０６２５１８８１．６号
【特許文献４】欧州特許出願第０６２５３６１９．８号
【特許文献５】欧州特許出願第０６２５６１４０．２号
【特許文献６】欧州特許出願第０６２５４０３９．８号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかし、噴射器が充電される前であり、噴射が行われる前のエンジン始動時の、すなわちキーオン時の上記の様々なタイプの短絡障害を検出することができる堅固な診断システムが依然として求められている。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明の第１態様によれば、エンジン始動時の噴射装置における障害を検出する障害検出方法が提供される。この噴射装置は少なくとも１つの圧電式燃料噴射器を備え、この方法は、

（ａ）エンジン始動時に噴射器を充電する前に、噴射装置と既知の電位の間のバイアス点におけるバイアス電圧を求めるステップと、

（ｂ）バイアス電圧と予測電圧とを比較するステップと、

（ｃ）バイアス電圧が予測電圧の所定許容電圧範囲外である場合、障害信号を生成するステップとを含む。

【００１２】

この障害検出方法は、ハイ側から接地への短絡を検出するのに特に適している。バイアス電圧が予測バイアス電圧にほぼ等しい場合、この噴射器または各噴射器は「良好」であり、すなわち故障していないことを示す。そうではなくて、噴射器の１つまたは複数にハイ側から接地への短絡が生じている場合、バイアス電圧は予測バイアス電圧よりも小さくなる。短絡の抵抗値はバイアス電圧が予測電圧からずれる量に影響を及ぼし、そのずれは、短絡の抵抗が最小のときに最大になる。許容電圧は、抵抗値が所定の値よりも小さい短絡しか障害信号を発生させないように設定することができる。

【００１３】

本方法は、ハイ側から接地への短絡障害の中でも抵抗値の範囲が広い短絡障害を検出するのに適している。その範囲には、ミリオーム（ｍΩ）程度という極めて低い抵抗値から、数百キロオーム（ｋΩ）程度の高い抵抗値まで含まれる。

【００１４】

噴射装置は、噴射器群を形成する複数の燃料噴射器を含み得る。噴射器または各噴射器は、噴射器または各噴射器の充電および放電を行う充電回路および放電回路を含み得る駆動回路に接続される。噴射器群は、これら充電回路および放電回路に選択的に接続可能とし得る。

【００１５】

この短絡検出方法は、特定の電圧にバイアスされる点を有する任意の回路で使用することができる。したがって、この方法は、放電－噴射型または充電－噴射型の噴射器用の駆動回路で使用するのに適している。好ましくは、噴射器または各噴射器は放電－噴射型のものである。

【００１６】

充電回路は高電圧レールを備え、バイアス電圧は、高電圧レールに高電圧が生成される前、かつ、噴射器群が充電回路に接続される前のエンジン始動時に求められる。高電圧レールに高電圧が生成される前は、高電圧レールの電位が既知であり、そのため、予測電圧を計算することができる。

【００１７】

予測電圧は、噴射器群の噴射器がいずれも正常に機能している場合、すなわち短絡していない場合に、高電圧レールに高電圧が生成される前のエンジン始動時にバイアス点において予想される電位である。予測電圧は、噴射器の圧電積層体にかかる電圧の影響を受けない。このことは、エンジン始動時には一般にこの電圧が既知でないので有利である。

【００１８】

抵抗性バイアス回路網を使用してバイアス点における電位を測定することができる。この抵抗性バイアス回路網は、バイアス点と接地電位の間に接続された、抵抗値が既知の１つまたは複数の抵抗器を含み得る。例えば、高抵抗の単一抵抗器を、バイアス点と接地電位の間に接続することができる。あるいは、合成抵抗値が大きい１対の抵抗器を直列に、

バイアス点と接地電位の間に接続することができる。この１対の抵抗器の両端間の電位差は、この１対の抵抗器のうち一方の抵抗器の両端間の電位差の測定値から推定することができる。この１対の抵抗器のそれぞれの抵抗値は、先に述べた単一抵抗器の抵抗値よりも小さいので、電圧測定回路系で使用するコンポーネントの仕様値をより小さいものにすることができ、そのため、関連するコストを低減し得る。

【００１９】

抵抗性バイアス回路網は、バイアス点と既知の電位の間に接続された、抵抗値が既知の１つまたは複数の抵抗器を備えてもよい。この既知の電位は、車両のバッテリーなどのバッテリーから提供することができ、それを適切な電位、例えば約５５Ｖに昇圧することができる。抵抗性バイアス回路網の抵抗器の値により、短絡の検出可能な最大抵抗値を決めることができる。抵抗性バイアス回路網で使用する抵抗器の抵抗値を大きくすれば、抵抗値がより大きな短絡を検出することができる。抵抗性バイアス回路網が約１００ｋΩ程度の抵抗器を備える場合、約１００ｋΩ程度の短絡が検出可能である。

【００２０】

駆動回路には充電スイッチを備えることができる。この充電スイッチは、それが閉じているときに、噴射器群を充電回路に接続するように動作可能なものである。好ましくは、バイアス電圧は、噴射器群が充電回路から切り離された状態で、すなわち、充電スイッチが開いた状態で測定する。

【００２１】

駆動回路には放電スイッチを備えることができる。この放電スイッチは、それが閉じているときに、噴射器群を放電回路に接続するように動作可能なものである。好ましくは、バイアス電圧は、噴射器群が放電回路から切り離された状態で、すなわち、放電スイッチが開いた状態で測定する。

【００２２】

噴射器または各噴射器は、放電回路に含められるように個々に選択可能とし得る。噴射器選択スイッチを噴射器または各噴射器と直列に設けることができる。この噴射器選択スイッチは、それが閉じているときに、関連する噴射器を選択して放電回路に含めるように動作可能なものである。好ましくは、バイアス電圧は、噴射器または各噴射器の選択が解除されて放電回路に含まれない状態で、すなわち、噴射器選択スイッチまたは各噴射器選択スイッチが開いた状態で測定する。

【００２３】

深刻な短絡障害、例えば、抵抗値が比較的小さな短絡は、噴射器群が充電回路に接続されているときに噴射器の充電を妨げることがある。軽微な短絡障害、例えば、抵抗値が比較的大きな短絡は、噴射器の充電を妨げないにしても、燃料の噴射量に悪影響を及ぼすことがあり、ひいては、車両の性能または排気物に影響を及ぼすことがある。本方法は、極めて深刻な短絡障害が検出された場合に、関連する噴射器群を停止するステップを含み得る。軽微な短絡しか検出されない場合には、噴射器群を停止しなくてもよいことがある。本方法はさらに、２種類の許容電圧を定義するステップと、バイアス点における電圧が第１の許容範囲外であるが、第２の許容範囲内である場合に、軽微な障害の信号を生成するステップと、バイアス点における電圧が第２の許容範囲外である場合に、深刻な障害の信号を生成するステップとを含み得る。本方法は、軽微な障害および／または深刻な障害が検出された場合に、例えば、車両の機器パネル上の警告灯を光らせることによって車両操作者などの使用者の注意を喚起するステップも含み得る。

【００２４】

本発明の第２態様によれば、エンジン始動時の噴射装置における障害を検出する障害検出方法が提供される。この噴射装置は少なくとも１つの圧電式燃料噴射器を備え、この方法は、

（ａ）充電段階中に噴射器を充電するステップと、

（ｂ）充電段階の後で遅延期間を経過させるステップと、

（ｃ）噴射器のロー側から接地への短絡が生じた場合に、遅延期間中に噴射器が放電し

得る放電電流経路を提供するステップと、
（ｄ）遅延期間の後で、再充電段階中に噴射器の再充電を試みるステップと、
（ｅ）再充電段階中に噴射器を流れる電流を感知するステップと、
（ｆ）感知された電流が第１の所定閾電流よりも大きい場合、第１障害信号を生成するステップとを含む。

【００２５】
故障していない噴射器は、遅延期間中にほとんど放電しないはずである。したがって、故障していない噴射器では、再充電段階中に電流はほとんど流れないはずである。しかし、再充電段階中に大きな電流が流れる場合、すなわち、第１の所定閾電流よりも大きな電流が流れる場合、噴射器群の噴射器の１つまたは複数が遅延期間中に放電し、したがって、再充電段階中に電流が流れてその不良噴射器または各不良噴射器が再充電されることを示す。

【００２６】
第１の障害信号は、噴射器群の噴射器の１つまたは複数に積層体端子短絡または噴射器のロー側から接地への短絡が生じている場合に生成される。放電電流経路を提供すると、遅延期間中に、ロー側から接地への短絡が生じている噴射器が短絡を介して放電することになる。このことは、遅延期間中に、放電した噴射器を再充電する電流が流れることによって検出される。

【００２７】
放電電流経路は、遅延期間中に噴射器群を放電回路に接続することによって、好ましくは、放電回路に関連する放電スイッチを閉じることによって提供することができる。ロー側から接地への短絡が存在する場合、放電スイッチを閉じると、実質的に、ロー側から接地への短絡を含む放電電流ループができることになる。

【００２８】
遅延期間中に不良噴射器が放電する量は、いくつかの要因から決まる。これらの要因には、短絡の固有抵抗値、遅延期間の長さ、および充電段階後の噴射器がもつ電荷が含まれる。第１の所定閾電流レベルは、所定の抵抗値未満の短絡しか第１の障害信号を生成しないように設定し得る。本発明の第１態様に関連して上記で説明したように、障害が検出された後で、噴射器群に対する動作を一時的に中断することができる。

【００２９】
噴射器は、充電段階中に、一杯に充電することもできるし、部分的に充電してもよい。好ましくは、充電回路では、例えば約２０Ｖの較正可能な低電圧しか生成されず、噴射器は、充電段階中にこの電圧まで充電される。充電段階中に圧電積層体に印加される電圧が小さければ、試験を実施するのに極めて低い燃料圧しか必要とされず、そのため、この方法は、エンジン始動時に用いるのに適している。というのは、燃料はまだ高レベルに加圧されていないからである。

【００３０】
好ましくは、バイアス電圧は、噴射器または各噴射器の選択が解除されて放電回路に含まれない状態で、すなわち、噴射器選択スイッチまたは各噴射器選択スイッチが開いた状態で測定する。

【００３１】
第１の障害信号が生成される場合、障害が積層体端子短絡なのか、噴射器のロー側から接地への短絡なのかを識別するために、この方法はさらに、診断ステップを含むことができるが、この場合、放電電流経路を提供するステップを含めない。そのため、障害がロー側から接地への短絡である場合、噴射器の放電が妨げられる。したがって、障害が依然として検出される場合、その障害は積層体端子短絡に起因し得る。この方法はさらに、
（ｇ）別の充電段階中に噴射器を充電するステップと、
（ｈ）放電電流経路を形成せずに、別の遅延期間を経過させるステップと、
（ｉ）別の再充電段階中に噴射器の再充電を試みるステップと、
（ｊ）別の再充電段階中に噴射器を流れる電流を感知するステップと、

（ｋ）感知された電流が第２の所定閾電流よりも大きい場合、噴射器の端子間が短絡していることを示す第２障害信号を生成するステップとを含む。

【００３２】

第２の障害信号が生成されない場合、第１の障害信号はロー側から接地への短絡に起因していると推論することができる。したがって、この方法はさらに、

（ｌ）別の再充電段階中に感知された電流が第２の所定閾電流以下である場合、噴射器のロー側から接地への短絡が生じていることを示す第３の障害信号を生成するステップを含む。

【００３３】

別のステップとして、第２または第３の障害信号が生成された後で、この方法は、第１の障害信号が積層体端子短絡または噴射器のロー側から接地への短絡を表すことをメモリ装置に記録するステップを含み得る。

【００３４】

あるいは、またはそれに加えて、ステップ（ｂ）の遅延期間中に放電電流経路の電流の流れを監視することによって、積層体端子短絡と、ロー側から接地への短絡とを区別することができる。電流が検出された場合、あるいは少なくとも、所定の閾レベルよりも大きな電流が検出された場合、ロー側から接地への短絡が生じていることを示す。したがって、この方法はさらに、ステップ（ｂ）の遅延期間中に放電電流経路の放電電流を感知するステップと、遅延期間中に放電電流経路で第３の所定閾電流よりも大きな放電電流が感知された場合、噴射器のロー側から接地への短絡が生じていることを示す第４の障害信号を生成するステップとを含み得る。

【００３５】

放電電流経路で放電電流は検出されないが、ステップ（ｂ）の遅延期間中に噴射器が依然として放電している場合、第１の障害信号は積層体端子短絡が生じていることを示すと推論することができる。したがって、この場合、この方法はさらに、第１の障害信号は積層体端子短絡を表すことをメモリ装置に記録するステップを含み得る。

【００３６】

紛らわしくないように、第２および第３の所定閾電流を第１の所定閾電流と同じにすることもできるし、異なるものとしてもよい。

【００３７】

放電経路の電流は、電流感知手段によって、駆動回路内のいくつかの点のいずれか１つにおいて検出することができる。例えば、別々の電流センサをそれぞれの噴射器に直列に接続することができる。こうすると、短絡を特定の噴射器までたどることができる。したがって、この方法は、複数の電流経路において電流を監視するステップと、第４障害信号に応答してロー側から接地への短絡の場所をメモリ装置に記録するステップとを含み得る。

【００３８】

本発明の第１および第２の態様ならびにこれらに関連する任意選択のステップを適切に組み合わせて、エンジン始動時におけるある範囲の短絡障害を検出し診断する診断ルーチンを形成し得ることを理解されたい。このような診断ルーチンにより、積層体端子短絡に加えて、エンジン始動時におけるハイ側から接地への短絡およびロー側から接地への短絡のいずれをも検出する堅固な方法が提供されよう。

【００３９】

本発明の診断方法では、抵抗値が広い範囲に及ぶ様々な短絡障害を検出することができる。広範囲な抵抗値を検出する能力は、それによって、本発明の診断方法が、そのような能力がない場合にはエンジン始動時に検出されないままになり、エンジンの始動の妨げになり得る短絡障害を検出することができるため、特に有益である。本発明の診断方法は迅速に実施することができ、そのため、エンジン始動時の最初の点火にかかる時間に実質的に影響を及ぼさない。

【００４０】

本発明の考え方には、コンピュータプログラム製品も含まれる。コンピュータプログラム製品は、実行環境で実行されたときに、上記で説明した方法のいずれか、または全部を実施するように動作可能な少なくとも１つのコンピュータプログラムソフトウエア部分を含む。本発明の考え方には、このコンピュータプログラムソフトウエア部分または各コンピュータプログラムソフトウエア部分が記憶されたデータ記憶媒体、ならびに前記データ記憶媒体を備えたマイクロコンピュータも含まれる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４１】

添付の図面を参照して例として本発明を説明する。

【００４２】

図１を参照すると、図に示す自動車用エンジンなどのエンジン１０は、第１燃料噴射器１２ａおよび第２燃料噴射器１２ｂを備える燃料噴射装置を有する。燃料噴射器１２ａ、１２ｂはそれぞれ、噴射器用ニードル弁１４ａ、１４ｂおよび圧電アクチュエータ１６ａ、１６ｂを有する。圧電アクチュエータ１６ａ、１６ｂは、関連する噴射器１２ａ、１２ｂの噴射器用ニードル弁１４ａ、１４ｂを開閉して、エンジン１０の関連する気筒への燃料噴射を制御するように動作可能である。ディーゼル内燃機関において燃料噴射器１２ａ、１２ｂを使用してエンジン１０にディーゼル燃料を噴射することもできるし、火花点火内燃機関において燃料噴射器１２ａ、１２ｂを使用してエンジン１０に可燃ガソリンを噴射することもできる。

【００４３】

燃料噴射器１２ａ、１２ｂは噴射器群１８を形成し、駆動回路２０によって制御される。実際には、エンジン１０は、２つ以上の噴射器群１８を備えることがあり、各噴射器群１８は、１つまたは複数の燃料噴射器１２ａ、１２ｂを備えることがある。理解しやすいように、以下の説明は、１つの噴射器群１８だけに関するものとする。以下で説明する本発明の実施形態では、燃料噴射器１２ａ、１２ｂは、負の充電時に変位するタイプのもの、すなわち「放電－噴射」型噴射器である。したがって、燃料噴射器１２ａ、１２ｂは、放電段階中に開いてエンジン気筒に燃料を噴射し、充電段階中に閉じて燃料の噴射を停止する。

【００４４】

エンジン１０は、エンジン制御モジュール（ＥＣＭ）２２によって制御され、駆動回路２０はＥＣＭ２２を構成する一部であり、ＥＣＭ２２と一体になっている。ＥＣＭ２２はマイクロプロセッサ２４およびメモリ２６を含み、これらは、様々なルーチンを実施して、燃料噴射装置の制御を含めてエンジン１０の動作を制御するように構成されている。マイクロプロセッサ２４と駆動回路２０の間で信号がやりとりされ、駆動回路２０から受信した信号で構成されるデータはメモリ２６に記録される。ＥＣＭ２２は、エンジンの回転数および負荷を監視するように構成される。ＥＣＭ２２は、噴射器１２ａ、１２ｂへの燃料供給量および噴射器１２ａ、１２ｂの動作タイミングも制御する。ＥＣＭ２２は、バッテリー電圧が約１２Ｖの（図示しない）車両用バッテリーに接続される。エンジン１０を動作させるにあたってのＥＣＭ２２の動作および機能のさらなる細部、特に噴射装置の噴射サイクルは、国際公開第２００５／０２８８３６Ａ１号に詳細に記載されている。

【００４５】

図２に、１対の燃料噴射器１２ａ、１２ｂ用の駆動回路２０をさらに詳細に示す。駆動回路２０は、高電圧レールＶＨ、低電圧レールＶＬ、および接地電圧レールＶＧＮＤを含む。駆動回路２０は、低電圧レールＶＬが双方向中央電流経路２１として働く半Ｈブリッジとして全体的に構成される。噴射器１２ａ、１２ｂの圧電アクチュエータ１６ａ、１６ｂ（図１）は、中央回路分岐部２１において接続される。圧電アクチュエータ１６ａ、１６ｂは、コイルＬ１と電流感知・制御手段２８の間に配置され、これらと直列に結合される。

【００４６】

圧電アクチュエータ１６ａおよび１６ｂ（以下、単に「アクチュエータ」と称する）は

並列に接続される。各アクチュエータ１６ａ、１６ｂの電気特性はコンデンサと同じであり、アクチュエータのハイ側（＋）端子とロー側（－）端子の間の電位差である電圧を保持するように充電可能である。各アクチュエータ１６ａ、１６ｂは、それぞれの噴射器選択スイッチＳＱ１、ＳＱ２と直列に接続され、各噴射器選択スイッチＳＱ１、ＳＱ２は、その両端間に接続されたそれぞれのダイオードＤ１、Ｄ２を有する。

【００４７】

電圧源ＶＳが、駆動回路２０の低電圧レールＶＬと接地レールＶＧＮＤの間に接続される。電圧源ＶＳは、（図示しない）車両用バッテリーと、バッテリーからの電圧を低電圧レールＶＬの必要電圧まで昇圧させるための（図示しない）ステップアップトランスとを組み合わせて提供してもよい。

【００４８】

第１のエネルギー蓄積コンデンサＣ１が、高電圧レールＶＨと低電圧レールＶＬの間に接続され、第２のエネルギー蓄積コンデンサＣ２が、低電圧レールＶＬと接地電圧レールＶＧＮＤの間に接続される。コンデンサＣ１、Ｃ２は、充電および放電の段階中にアクチュエータ１６ａ、１６ｂの充電および放電を行うのに使用するエネルギーを蓄積する。充電スイッチＱ１が、高電圧レールＶＨと低電圧レールＶＬの間に接続され、放電スイッチＱ２が、低電圧レールＶＬと接地レールＶＧＮＤの間に接続される。スイッチＱ１、Ｑ２は、それぞれのダイオードＲＤ１、ＲＤ２を有する。ダイオードＲＤ１、ＲＤ２は、それぞれのスイッチＱ１、Ｑ２の両端間に接続され、それによって、コンデンサＣ１、Ｃ２を補充する回生段階中に電流がコンデンサＣ１、Ｃ２に戻るようにしている。簡潔にするために、本明細書ではこの回生プロセスは説明しないが、同時係属の国際出願公開第２００５／０２８８３６Ａ１号および欧州特許出願第０６２５６１４０．２号に詳細に記載されている。

【００４９】

噴射装置におけるある種の接地への低抵抗短絡を検出する障害トリップ抵抗器ＲＦが、接地レールＶＧＮＤと接地の間に接続される。この障害トリップ抵抗器ＲＦは、抵抗値がミリオーム程度と極めて低いものであり、したがって、接地レールＶＧＮＤにかかる電圧はほぼゼロボルトである。この障害トリップ抵抗器ＲＦは本発明に不可欠なものではないことを理解されたい。そのため、その動作は本明細書では説明しないが、同時係属の欧州特許出願第０６２５１８８１．６号に記載されている。

【００５０】

抵抗性バイアス回路網３０が、高電圧レールＶＨと接地レールＶＧＮＤの間に接続され、バイアス点ＰＢのところで中央回路分岐部２１と交差する。抵抗性バイアス回路網３０は、直列に接続された第１の抵抗器Ｒ１、第２の抵抗器Ｒ２、および第３の抵抗器Ｒ３を有する。第１の抵抗器Ｒ１は、高電圧レールＶＨとバイアス点ＰＢの間に接続され、第２の抵抗器Ｒ２および第３の抵抗器Ｒ３は、バイアス点ＰＢと接地レールＶＧＮＤの間で直列に接続される。第２の抵抗器Ｒ２は、バイアス点ＰＢと第３の抵抗器Ｒ３の間に接続され、第３の抵抗器Ｒ３は、第２の抵抗器Ｒ２と接地レールＶＧＮＤの間に接続される。

【００５１】

第１の抵抗器Ｒ１、第２の抵抗器Ｒ２、および第３の抵抗器Ｒ３はそれぞれ、既知の大きな抵抗値を有する。第１の抵抗器Ｒ１は、以下ＲＨと称する抵抗値を有し、第２の抵抗器Ｒ２および第３の抵抗器Ｒ３は、以下ＲＧと称する合成抵抗値（Ｒ２＋Ｒ３）を有する。典型的には、ＲＨおよびＲＧはそれぞれ、数百キロオーム程度である。Ｒ２およびＲ３の代わりに１つの抵抗器を使用し得ることを理解されたい。

【００５２】

Ｒ３の両端間の電圧を測定し、この測定値から、第２の抵抗器Ｒ２および第３の抵抗器Ｒ３の合成抵抗ＲＧの両端間のバイアス電圧ＶＢを推定する。あるいは、バイアス電圧ＶＢは、ＲＧ両端間の電位差を測定することによって直接求めることもできる。この電圧測定は、マイクロプロセッサ２４のアナログ－デジタル（Ａ／Ｄ）モジュールによって行われる。この例では、Ａ／Ｄモジュールの最大入力電圧は５Ｖであり、そのため、Ｒ２およ

びＲ３の大きさは、Ｒ３の両端間の電圧が５Ｖよりも大きくならないようにする。

【００５３】

駆動回路２０の本質的な部分は、充電回路および放電回路である。充電回路は、高電圧レールＶＨ、低電圧レールＶＬ、第１のコンデンサＣ１、および充電スイッチＱ１を備え、放電回路は、低電圧レールＶＬ、接地レールＶＧＮＤ、第２のコンデンサＣ２、および放電スイッチＱ２を備える。この駆動回路の動作は、同時係属の欧州特許出願第０６２５４０３９．８号および第０６２５６１４０．２号に記載されている。これらの特許文献の内容を参照により本明細書に組み込む。そうではあるが、参照しやすいように、駆動回路２０の動作の充電段階および放電段階を以下に簡単に概説する。

【００５４】

充電段階中にアクチュエータ１６ａ、１６ｂを充電するために、充電スイッチＱ１が閉じられ、放電スイッチＱ２は開いたままにする。第１のコンデンサＣ１は、完全に充電されていれば、その両端間で約２００Ｖの電位差を有するので、充電スイッチＱ１を閉じると、充電回路に電流が流れる。すなわち、この電流は、第１のコンデンサＣ１の正／ハイ側端子から、充電スイッチＱ１およびコイルＬ１を（矢印「Ｉ－ＣＨＡＲＧＥ」の方向に）通り、アクチュエータ１６ａ、１６ｂを（ハイ側＋からロー側－に）通り、関連するダイオードＤ１、Ｄ２を通り、電流感知・制御手段２８を通り、第１のコンデンサＣ１の負／ロー側端子に戻る。

【００５５】

噴射を開始するために、駆動回路２０は、放電段階において、先に充電されたアクチュエータ１６ａ、１６ｂの一方が放電するように動作する。この放電段階中、噴射器１２ａまたは１２ｂ（図１）は、関連する噴射器選択スイッチＳＱ１またはＳＱ２を閉じることによって選択されて噴射する。放電スイッチＱ２は閉じられ、充電スイッチＱ１は開いたままである。例えば、第１の噴射器１２ａから噴射させるには、第１の噴射器選択スイッチＳＱ１が閉じられ、電流が、第２のコンデンサＣ２の正端子から、電流感知制御手段２８を通り、選択された第１の噴射器１２ａのアクチュエータ１６ａを（ロー側－からハイ側＋に）通り、コイルＬ１を（矢印「Ｉ－ＤＩＳＣＨＡＲＧＥ」の方向に）通り、放電スイッチＱ２を通り、第２のコンデンサＣ２の負側に戻るように流れる。ダイオードＤ２のために、電流は、選択されていない第２噴射器１２ｂのアクチュエータ１６ｂを通って流れることはできない。というのは、関連する噴射器選択スイッチＳＱ２が開いたままだからである。

【００５６】

噴射を停止するには、選択された噴射器１２ａまたは１２ｂを、関連する噴射器選択スイッチＳＱ１またはＳＱ２を開くことによってその選択を解除し、放電スイッチＱ２を開き、充電スイッチＱ１を閉じて先に放電した噴射器１２ａまたは１２ｂを再充電する。それによって、圧電積層体が伸張し、そのため、関連する噴射器１２ａ、１２ｂ（図１）の噴射器用ニードル弁１４ａ、１４ｂが閉じる。

【００５７】

次に、ハイ側から接地への短絡を検出する方法を説明する。

【００５８】

図２の駆動回路２０である図３を参照すると、図２の駆動回路２０において、第２の噴射器１２ｂに、ハイ側から接地への短絡３４が生じている。エンジン始動時にハイ側から接地への短絡３４を検出するために、噴射器１２ａ、１２ｂを充電する高電圧が高電圧レールＶＨに生成される前に、抵抗性バイアス回路網３０を使用してバイアス点ＰＢにおけるバイアス電位ＶＢを求める。バイアス電位ＶＢは、噴射器１２ａ、１２ｂがいずれも選択されていない状態で、すなわち、噴射器選択スイッチＳＱ１およびＳＱ２がともに開いているときに測定される。

【００５９】

バイアス電位ＶＢの測定値は、予測電圧ＶＰＢと比較される。予測電圧ＶＰＢは、噴射器群１８の噴射器１２ａ、１２ｂがともに正常に機能している場合、すなわち、ハイ側か

ら接地への短絡３４が存在しないときにバイアス点ＰＢにおいて予想される電位である。

【００６０】

バイアス電位ＶＢの測定値が予測電圧ＶＰＢとほぼ同じか、あるいは予測電圧ＶＰＢの所定許容範囲内にある場合、噴射器群１８においてハイ側から接地への短絡３４が存在しないことを示している。しかし、バイアス電圧ＶＢの測定値が予測電圧ＶＰＢよりも低いか、あるいは予測電圧ＶＰＢの所定許容電圧よりも低い場合、噴射器１２ａ、１２ｂの一方または両方にハイ側から接地への短絡３４が生じていることを示している。

【００６１】

バイアス点ＰＢにおける予測電圧ＶＰＢは、次のように導かれる。

【００６２】

$$V_{PB} = I R_G \qquad 1$$

$$V_H = I (R_H + R_G) \qquad 2$$

ここで、Ｉは抵抗性バイアス回路網３０を流れる電流である。

【００６３】

したがって、バイアス電位は下記の式３によって計算される。

【００６４】

$$V_{PB} = V_H R_G / (R_H + R_G) \qquad 3$$

しかし、エンジン始動時には、第１のコンデンサＣ１の両端間の電位差は、高電圧レールＶＨに高電圧が生成される前はほぼゼロボルトである。したがって、高電圧レールＶＨの電位は、電圧源ＶＳの電圧にほぼ等しい。したがって、噴射器１２ａ、１２ｂがいずれも選択されていない状態での予測バイアス電圧ＶＰＢの値は、下記の式４によって与えられる。

【００６５】

$$V_{PB} = V_S R_G / (R_H + R_G) \qquad 4$$

ＶＳ、ＲＨ、およびＲＧはいずれも既知なので、ＶＰＢは、上記の式４を用いて計算することができる。

【００６６】

噴射器１２ａまたは１２ｂのいずれかにハイ側から接地への短絡３４が生じている場合、図３に示すように、抵抗性バイアス回路網３０の抵抗ＲＧと並列に接続された抵抗器が存在するかのような挙動になる。

【００６７】

バイアス点ＰＢと接地レールＶＧＮＤの間の実効抵抗ＲＧ＊は、下記の式５によって計算される。

【００６８】

【数１】

$$RG^* = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{SC}} + \frac{1}{R_G}\right)} \qquad 5$$

【００６９】

ここで、ＲＳＣは、ハイ側から接地への短絡３４の抵抗値である。

【００７０】

噴射器１２ａ、１２ｂがいずれも選択されていない状態、すなわち、噴射器選択スイッチＳＱ１およびＳＱ２がともに開いた状態でのバイアス電圧ＶＢの測定値は、下記の式６によって与えられる。

【００７１】

$$V_B = V_S R_{G*} / (R_H + R_{G*}) \qquad 6$$

図４ａは、バイアス電圧ＶＢの測定値と、ハイ側から接地への短絡３４の抵抗値ＲＳＣ

との関係を示すグラフである。図４ａから、ハイ側から接地への短絡３４の抵抗値ＲＳＣが減少すると、バイアス電圧ＶＢの測定値は予測電圧ＶＰＢよりも小さくなってゆくことがわかる。したがって、バイアス電圧ＶＢの測定値が予測バイアス電圧ＶＰＢよりも小さい場合、ハイ側から接地への短絡３４が生じていることを示している可能性がある。バイアス電圧ＶＢの測定値は、ハイ側から接地への短絡３４が生じている場合、噴射器１２ａ、１２ｂの圧電積層体にかかる電圧にかかわらず、予測バイアス電圧ＶＰＢよりも常に低くなる。そのため、この技術は、エンジン始動時において特に有用である。というのは、圧電積層体にかかる電圧は一般に始動時には未知だからである。

【００７２】

実際には、バイアス電圧ＶＢの測定値が予測電圧ＶＰＢと比較され、バイアス電圧ＶＢの測定値が予測電圧ＶＰＢの許容範囲ＶＴＯＬから外れている場合に障害が報告される。この許容範囲は、検出対象の障害の範囲が特定のシステム要件に従って変化し得るように較正することができる。図４ａに、許容電圧範囲ＶＴＯＬを示すが、許容電圧範囲ＶＴＯＬにより最大短絡抵抗値ＲＭＡＸが規定されることがわかる。許容電圧範囲ＶＴＯＬは、最大短絡抵抗値ＲＭＡＸよりも抵抗値が低い短絡障害により障害信号が生成されるように設定される。

【００７３】

図４ｂは、図４ａに類似のグラフであるが、（比較的低い抵抗値の）深刻な短絡と、（比較的高い抵抗値の）軽微な短絡とを区別し得る方法を示している。図４ｂには、１対の電圧閾値ＶＴＯＬＡおよびＶＴＯＬＢが示されている。ＶＴＯＬＡは上側短絡抵抗閾値ＲＳＣＡに相当し、ＶＴＯＬＢは下側短絡抵抗閾値ＲＳＣＢに相当する。軽微な短絡障害、すなわち、抵抗値がＲＳＣＡとＲＳＣＢの間にある障害が検出されるのは、バイアス点ＰＢにおける電圧の測定値が第１電圧閾値ＶＴＯＬＡと第２電圧閾値ＶＴＯＬＢの間にある場合である。深刻な短絡障害、すなわち、抵抗値がＲＳＣＢ未満のものは、バイアス点ＰＢにおける電圧が第２電圧閾値ＶＴＯＬＢ未満である場合に検出される。

【００７４】

同時係属の欧州特許出願第０６２５６１４０．２号に、エンジン始動時における噴射器１２ａ、１２ｂの圧電アクチュエータ１６ａ、１６ｂの積層体端子（＋／－）間の短絡を検出する方法が開示されている。先に述べたように、この特許文献の内容を参照により本明細書に組み込む。この方法で用いる「充電パルス」技術は、高電圧レールＶＨに充電電圧を生成するステップと、充電スイッチＱ１を所定期間閉じることによって噴射器群１８に対して第１の充電パルスを実施するステップと、所定の遅延期間Δｔの後で噴射器群１８に対して第２の充電パルス、すなわち「再充電」パルスを、この場合も充電スイッチＱ１を閉じることによって実施するステップと、電流感知制御手段２８を使用して噴射器１２ａ、１２ｂを流れる電流を監視するステップとを含む。この方法は、噴射器群１８が放電回路から切断された状態で、すなわち、放電スイッチＱ２が開いた状態で実施される。

【００７５】

第２の充電パルス中に電流が検出された場合、あるいは少なくとも所定の閾電流よりも大きな電流が検出された場合、噴射器群１８の少なくとも１つの圧電積層体１６ａまたは１６ｂの電圧が第１充電パルスの後で減少し、したがって、噴射器１２ａ、１２ｂの少なくとも１つがその圧電積層体端子（＋／－）間で短絡していることを示している。というのは、「正常な」噴射器１２ａ、１２ｂ、すなわち故障してない噴射器１２ａ、１２ｂなら、その電荷は遅延期間Δｔの間保持されるはずであるが、積層体端子が短絡した噴射器１２ａ、１２ｂは、遅延期間Δｔに短絡を介して少なくとも部分的に放電することになり、したがって、第２の充電パルス中に電流が流れて不良噴射器１２ａ、１２ｂを再充電するからである。

【００７６】

次に、ロー側から接地への短絡を検出する方法を説明する。

【００７７】

欧州特許出願第０６２５６１４０．２号に記載の充電パルス方法によれば、エンジン始

動時における積層体端子短絡障害を検出することができるが、噴射器群１８における噴射器のロー側から接地への短絡を検出することはできない。図５の駆動回路２０に、第２の噴射器１２ｂのロー側から接地への短絡３６を示す。ロー側から接地への短絡３６を検出するために、以下で説明するように、改変された充電パルス方法を用いる。上記で説明した充電パルス方法と同様に、改変された充電パルス方法も、積層体端子短絡障害を検出することができる。

【００７８】

図５に示すように、改変された充電パルス方法は、第１の充電パルスの後で遅延期間Δｔ中に放電スイッチＱ２を閉じるステップを含む。遅延期間Δｔ中、個々の噴射器１２ａ、１２ｂは選択されず、放電回路に含まれない。すなわち、噴射器選択スイッチＳＱ１およびＳＱ２はともに開いたままである。噴射器１２ａ、１２ｂが故障してなければ、放電スイッチＱ２だけが閉じており、他のスイッチ（Ｑ１、ＳＱ１、ＳＱ２）が開いている場合、電流は流れないはずである。しかし、図５の第２の噴射器１２ｂは故障しており、噴射器のロー側から接地への短絡３６が生じている。この場合、放電スイッチＱ２を閉じると、図５に矢印３８で示すように、放電電流ループができる。この放電電流ループ３８はロー側から接地への短絡３６を含み、放電スイッチＱ２を閉じると、遅延期間Δｔ中に、不良第２の噴射器１２ｂが、このロー側から接地への短絡３６を介して、完全にまたは少なくとも一部が放電する。

【００７９】

遅延期間Δｔの後で放電スイッチＱ２を開き、充電スイッチＱ１を閉じることによって第２の充電パルスが実施されると、電流（ＩＳ）が流れて、放電した不良噴射器１２ｂを再充電する。この電流は、第２の充電パルス中に、電流感知制御手段２８を使用して検出される。このように電流が流れることは、噴射器群１８の噴射器１２ａ、１２ｂの少なくとも１つが短絡しており、したがって故障していることを示している。遅延期間Δｔ中に、電流（ＩＳ）が検出された場合、あるいは少なくとも、所定の閾電流レベルよりも大きい電流が検出された場合、マイクロプロセッサ２４は短絡障害信号を生成し、この短絡障害信号はメモリ２６に記録される。

【００８０】

電流感知制御手段２８を流れる電流は、同時係属の欧州特許出願第０６２５６１４０．２号に記載のチョップフィードバックによる方法および回路を用いて監視される。先に述べたように、この特許文献の内容を参照により本明細書に組み込む。本質的には、電流感知制御手段２８は、第２の充電パルスが実施されたときの電流の流れを監視する。短絡障害が生じている場合、第２の充電パルスが実施されて、遅延期間Δｔ中に少なくとも一部が放電した不良噴射器が再充電されるときに電流が流れるはずである。短絡障害の固有抵抗および遅延期間Δｔの長さにより、不良噴射器がどの程度放電するか、したがって、第２の充電パルス中に電流がどのくらい流れるが決まる。

【００８１】

電流感知制御手段２８によって感知された電流が所定の閾電流レベルよりも大きい場合、固有抵抗値が所定の抵抗値よりも小さい短絡障害が駆動回路内で生じていることを示している。少なくとも第２の充電パルス中に制御信号が生成される。この制御信号は、マイクロプロセッサにフィードバックされ、２つの離散状態間で変化する。電流感知制御手段２８によって感知された電流が所定の閾電流レベルよりも大きい場合、この制御信号はチョッピングされる。マイクロプロセッサ２４は、制御信号におけるチョッピングを監視し、チョッピングが検出された場合には短絡障害信号を生成する。

【００８２】

噴射器１２ａ、１２ｂが故障してない場合、遅延期間Δｔ中に放電スイッチＱ２を閉じても、放電電流ループ３８ができないことを理解されたい。というのは、ロー側から接地への短絡３６が存在せず、かつ、遅延期間Δｔ中は、噴射器選択スイッチＳＱ１およびＳＱ２が開いたままになるからである。したがって、故障してない噴射器は、遅延期間Δｔ中、ほぼその電荷を保持するはずであり、その場合、第２の充電パルスにより、所定の閾

電流レベルよりも大きな電流は検出されず、そのため、障害信号も生成されない。

【００８３】

以下、図６ａの流れ図および図５の駆動回路を参照して、ロー側から接地への短絡３６を検出するための改変された充電パルス方法を含む診断ルーチンの例を説明する。ロー側から接地への短絡３６を検出する方法ステップに加えて、この診断ルーチンは、上記の噴射器１２ａ、１２ｂに関連する開路障害を検出する方法ステップも含む。開路障害について試験することは本発明に不可欠なことではないことを理解されたい。開路障害についての試験は、同時係属の欧州特許出願第０６２５６１４０．２号に記載されている。

【００８４】

［ステップＡ１］　噴射器選択スイッチＳＱ１、ＳＱ２が開いた状態で、高電圧レールＶＨに約２０Ｖの較正可能な低電圧が生成される。

【００８５】

［ステップＡ２］　充電スイッチＱ１を閉じて噴射器群１８に対して第１充電パルスを実施することによって、噴射器群１８の噴射器１２ａ、１２ｂがともに高電圧レールＶＨと同じ電圧に充電される。

【００８６】

［ステップＡ３］　充電スイッチＱ１を開き、次いで、放電スイッチＱ２を閉じる。放電スイッチＱ２を開く［ステップＡ５］前に所定期間Δｔ（遅延期間Δｔ）経過させる［ステップＡ４］。

【００８７】

［ステップＡ６］　所定期間Δｔが経過した後で充電スイッチＱ１を再度閉じて、噴射器群１８に対して第２充電パルスを実施するように試みる。

【００８８】

［ステップＡ７］　電流感知制御手段２８を使用して第２充電パルス中に流れる電流（ＩＳ）を感知する。

【００８９】

［ステップＡ８］　感知された電流（ＩＳ）と所定の電流レベルとを比較する。

【００９０】

［ステップＡ９］　最後に、感知された電流が所定の電流レベルよりも大きい場合、あるいは、所定の電流レベルの許容範囲外である場合、噴射器群１８の噴射器１２ａ、１２ｂの１つまたは複数が短絡している。この短絡は、積層体端子短絡または噴射器のロー側から接地への短絡のいずれかである。

【００９１】

そうではなく、感知された電流（ＩＳ）が所定の電流レベルよりも大きくない場合、あるいは、所定の電流レベルの許容範囲から外れていない場合、噴射器群１８の噴射器１２ａ、１２ｂのいずれも短絡しておらず、診断ルーチンは、以下に示す個々の噴射器１２ａ、１２ｂに開路障害が生じていないかの試験に進む。

【００９２】

［ステップＡ１０］　噴射器群１８の噴射器１２ａ、１２ｂの一方を、その関連する噴射器選択スイッチＳＱ１またはＳＱ２を閉じることによって選択して放電回路に含まれるようにし、放電段階中は放電スイッチＱ２を閉じる。

【００９３】

［ステップＡ１１］　図２を参照して先に述べたように、選択された噴射器１２ａまたは１２ｂは放電段階中に放電するはずであり、この放電電流は電流感知制御手段２８を使用して感知される。

【００９４】

［ステップＡ１２］　放電段階中に感知された放電電流と、所定の放電電流レベルとを比較する。

【００９５】

［ステップＡ１３］　最後に、感知された放電電流が所定の放電電流レベル未満である

場合、あるいは、所定の放電電流レベルの許容値未満である場合、選択された噴射器１２ａまたは１２ｂには開路障害が生じている。そうではなくて、感知された放電電流が所定の放電電流レベルよりも大きい場合、あるいは、所定の放電電流レベルの許容値よりも大きい場合、選択された噴射器１２ａまたは１２ｂには開路障害が生じていない。

【００９６】

［ステップＡ１４］　選択された噴射器１２ａまたは１２ｂには開路障害が生じていないことがわかった場合、噴射器選択スイッチＳＱ１またはＳＱ２を開くことによって噴射器１２ａまたは１２ｂの選択が解除され、もう一方の噴射器１２ａまたは１２ｂが選択され、上記のステップＡ１０～Ａ１２を繰り返すことによって開路障害について試験する。

【００９７】

上記で説明した方法で検出される短絡障害は、積層体端子短絡または噴射器のロー側から接地への短絡３６のいずれかであり得ることを理解されたい。というのは、いずれの障害によっても、遅延期間Δｔ中に関連する噴射器１２ａまたは１２ｂが放電し、したがって、第２の充電段階中に電流が流れるからである。

【００９８】

場合によっては、積層体端子短絡と噴射器のロー側から接地への短絡３６とを区別し得ることが望ましい。これら２つのタイプの短絡障害は、以下でさらに詳細に説明するようにソフトウエアまたはハードウエアによる方法を用いて互いに区別することができる。

【００９９】

本発明の一実施形態では、積層体端子短絡と噴射器のロー側から接地への短絡３６を区別するためにソフトウエアによる解決策が提供される。このソフトウエアによる解決策は、図６ａの診断ルーチンのステップＡ９で短絡が検出されることに応答して実行される診断サブルーチンである。このサブルーチンは、本質的には、噴射器１２ａ、１２ｂを充電し、遅延期間Δｔ２待ち、噴射器１２ａ、１２ｂを再充電しようと試みるが、このときは遅延期間Δｔ２中、放電スイッチＱ２を開いたままにする試験シーケンスを繰り返すというものである。

【０１００】

図６ａのステップＡ１～Ａ８からなる主診断ルーチン中に検出された短絡がロー側から接地への短絡３６であった場合、不良噴射器は、診断サブルーチンの遅延期間Δｔ２中に放電しない。したがって、診断サブルーチンの第２の充電パルス中に電流感知制御手段２８によって電流が検出されなかった場合、あるいは、所定の閾レベル以下の電流が検出された場合、噴射器群１８の１つまたは複数の噴射器１２ａおよび／または１２ｂに関連する噴射器のロー側から接地への短絡３６が生じている。

【０１０１】

そうではなくて、所定の閾電流レベルよりも大きな電流が診断サブルーチンの第２の充電パルス中に依然として検出される場合、噴射器群１８に積層体端子短絡が生じていると推論することができる。というのは、このタイプの短絡は、遅延期間Δｔ／Δｔ２中の放電スイッチＱ２の開閉状態にかかわらず検出されるからである。

【０１０２】

図６ｂは、診断サブルーチンの方法ステップを示す流れ図である。この診断サブルーチンは、図６ａの主診断ルーチンにおいて障害信号が生成される場合に実行される。このサブルーチンは以下のステップを含む。

【０１０３】

［ステップＢ１］　充電スイッチＱ１を閉じることによって噴射器群１８に対して充電パルスを実施し、それによって、噴射器１２ａ、１２ｂをともに高電圧レールＶＨの電位に充電する。

【０１０４】

［ステップＢ２］　充電スイッチＱ１を開き、較正可能な遅延期間Δｔ２を経過させ、その間、放電スイッチＱ２は開いたままにする。

【０１０５】

［ステップＢ３］　充電スイッチＱ１を再度閉じることによって噴射器群１８に対して第２の充電パルスを実施する。

【０１０６】

［ステップＢ４］　電流感知・制御手段２８を使用して第２充電パルス中に流れる電流（ＩＳ）を検出する。

【０１０７】

［ステップＢ５］　第２の充電パルス中に感知された電流（ＩＳ）と所定の閾電流とを比較する。

【０１０８】

［ステップＢ６］　感知された電流（ＩＳ）が所定の閾電流レベルよりも大きい場合、積層体端子短絡が生じており、積層体端子障害信号が生成される。

【０１０９】

［ステップＢ７］　感知された電流（ＩＳ）が所定の閾電流レベル以下である場合、ロー側から接地への短絡が生じており、ロー側から接地への障害信号が生成される。

【０１１０】

上記の方法で生成された障害信号は、この障害がどの噴射器群１８に関連するかを識別する標識とともにメモリ２６に記憶される。メモリ２６には、噴射器１２ａまたは１２ｂのいずれかに関連する開路障害の診断結果に関係する任意の信号も記憶される。

【０１１１】

次に図７を参照すると、噴射器のロー側から接地への短絡３６と積層体端子短絡とを区別するためのハードウエアによる解決策が示されている。図７の駆動回路２０ａは、図２、図３、および図５の駆動回路２０に類似しているが、それぞれの噴射器１２ａおよび１２ｂと直列に接続され、噴射器１２ａおよび１２ｂのハイ（＋）側にある１対の電流感知抵抗器Ｒ４およびＲ５をさらに含む。電流感知抵抗器Ｒ４、Ｒ５を使用して、図６ａの主診断ルーチンにおけるステップＡ４の遅延期間Δｔ中に放電スイッチＱ２が閉じたときの電流の流れを監視することができる。

【０１１２】

図７に示すように、第２の噴射器１２ｂには、ロー側から接地への短絡３６が生じており、そのため、遅延期間Δｔ中に放電スイッチＱ２が閉じられたとき、第２の噴射器１２ｂは、この短絡３６を介して完全に、あるいは少なくとも部分的に放電する。放電電流（ＩＤ）は、第２の噴射器１２ｂと直列に接続された第２の電流感知抵抗器Ｒ５によって検出される。このように放電電流（ＩＤ）が検出されるということは、ロー側から接地への短絡３６が生じていることを示しており、このことは、この障害が第２の噴射器１２ｂに関連するものであるという記録とともにメモリ２６に記録される。

【０１１３】

電流感知抵抗器Ｒ４、Ｒ５のいずれもロー側から接地への短絡３６を検出せず、第２の充電パルス中に噴射器１２ａ、１２ｂのロー側に接続された電流センサ２８によって障害が検出された場合、噴射器１２ａ、１２ｂの一方または両方に積層体端子短絡が生じていることを示している。

【０１１４】

ＲＲ４およびＲ５だけを使用し、電流センサ２８を使用せずにロー側から接地への短絡３６と積層体端子短絡とを区別することも可能である。例えば、障害電流３８および再充電電流がＲ４またはＲ５によって検出された場合、ロー側から接地への短絡を示している。そうではなくて、Ｒ４またはＲ５のいずれによっても障害電流３８が検出されないが、再充電電流がＲ４またはＲ５によって検出された場合、積層体端子短絡が生じていることを示している。

【０１１５】

図８の駆動回路２０ｂに、噴射器のロー側から接地への短絡３６と積層体端子短絡とを区別するためのハードウエアによる別の解決策を示す。駆動回路２０ｂは、中央回路分岐部２１で接続され、噴射器１２ａ、１２ｂのハイ（＋）側で噴射器群１８と直列に接続さ

れる電流感知抵抗器Ｒ６を配置し得る場所を３つ示している。電流感知抵抗器Ｒ６は、噴射器群１８と抵抗性バイアス回路網３０の間（Ｒ６ａ）、または、抵抗性バイアス回路網３０とコイルＬ１の間（Ｒ６ｂ）、あるいは、コイルＬ１と放電スイッチＱ２の間（Ｒ６ｃ）のいずれかに配置し得る。

【０１１６】

図８の電流感知抵抗器（Ｒ６ａ、Ｒ６ｂ、またはＲ６ｃ）を使用して、第１の充電パルスと第２の充電パルスの間の遅延期間Δｔ中の放電電流ループ３８における電流の流れを、図７を参照して上記で説明した電流感知抵抗器Ｒ４およびＲ５とほぼ同じやり方で監視する。放電ループ３８で所定の閾電流レベルよりも大きな電流が検出された場合、噴射器群１８の噴射器１２ａおよび／または１２ｂの一方または両方にロー側から接地への短絡３６が生じていることを示している。この障害に係わる特定の噴射器群１８を突き止めることができるが、図７に示す構成と異なり、特定の噴射器１２ａ、１２ｂを突き止めることはできない。

【０１１７】

上記で説明した様々な方法および診断ルーチンにおけるスイッチの開閉は、マイクロプロセッサ２４によって制御され、様々な障害信号は、マイクロプロセッサ２４によって出力されメモリ２６に記憶されることを理解されたい。上記で説明した方法のいずれも、メモリ装置２６を読んで障害を診断することをさらに含み得る。このステップは、障害がメモリに記録されてからいくらか時間が経った後で、例えば、エンジンの点検中に自動車技術者によって実施し得る。

【０１１８】

障害信号が生成された場合、検出された特定の障害によっては、噴射器群１８に対するさらなる動作をすべて禁止するようにマイクロプロセッサをプログラムすることができることも理解されたい。これは、後続の放電、充電、および回生の段階をすべて禁止することを含み得る。

【０１１９】

上記で説明したハイ側から接地への短絡を検出する診断方法によれば、車両のバッテリー電圧を介してハイ側から接地への短絡を検出することもできることを理解されたい。このような短絡を「ハイ側からバッテリーへの」短絡とも称する。さらに、上記で説明したロー側から接地への短絡を検出する診断方法によれば、バッテリー電圧を介してロー側から接地への短絡を検出することもできる。このような短絡を「ロー側からバッテリーへの」短絡とも称する。図９に、ハイ側からバッテリーへの短絡４０およびロー側からバッテリーへの短絡４２の例を示す。図９に示すものなどのバッテリーを介した短絡は低インピーダンスのものである。

【０１２０】

さらに、本明細書で説明した様々な方法および診断ルーチンを任意に組み合わせて、エンジン始動時の様々な異なるタイプの短絡、すなわち、積層体端子短絡、噴射器のロー側から接地への短絡、噴射器のハイ側から接地への短絡、噴射器のロー側からバッテリーへの短絡、および噴射器のハイ側からバッテリーへの短絡を試験し得ることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【０１２１】

【図１】エンジン内の圧電式燃料噴射器群を含む噴射装置を制御する駆動回路を示すブロック図である。

【図２】バイアス点ＰＢを含めて図１の駆動回路をより詳細に示す回路図である。

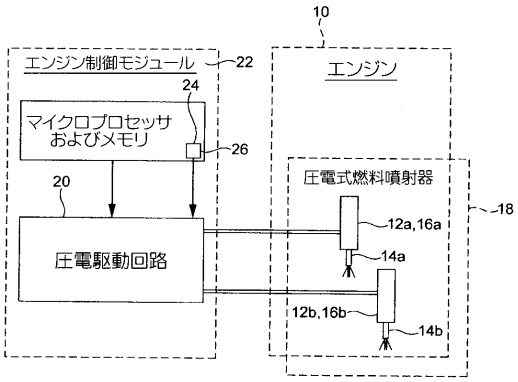
【図３】図２の駆動回路を示す図であるが、噴射器の１つにハイ側から接地への短絡が生じている。

【図４】図４ａは、図３のバイアス点ＰＢで求められた電位とハイ側から接地への短絡の抵抗値ＲＳＣとの関係を示すグラフである。図４ｂは、図４ａに類似のグラフであるが、深刻な短絡と軽微な短絡を区別し得る方法を示す。

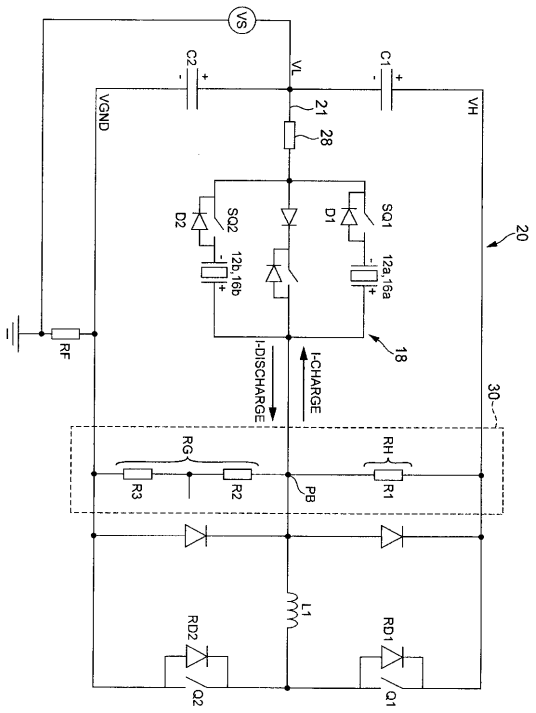
【図５】図２の駆動回路を示す図であるが、噴射器の１つにロー側から接地への短絡が生じており、放電電流経路が示されている。
【図６－ａ】エンジン始動時における噴射器のロー側から接地への短絡および積層体端子短絡を検出する診断ルーチンの流れ図である。
【図６－ｂ】噴射器のロー側から接地への短絡と積層体端子短絡とを区別する診断サブルーチンの流れ図である。
【図７】図２の駆動回路に類似の駆動回路を示す図であるが、噴射器のロー側から接地への短絡を検出するために、それぞれの噴射器と直列に接続された１対の電流センサを含む。
【図８】図２の駆動回路に類似の駆動回路を示す図であるが、噴射器のロー側から接地への短絡を検出するために、噴射器群と直列に接続される電流センサを配置し得る場所を３つ示している。
【図９】ハイ側からバッテリーへの短絡およびロー側からバッテリーへの短絡を示す駆動回路の図である。
【符号の説明】
【０１２２】
１０　エンジン
１８　噴射器群
２０　駆動回路
２０ａ　駆動回路
２０ｂ　駆動回路
２１　双方向中央電流経路、中央回路分岐部
２２　ＥＣＭ
２４　マイクロプロセッサ
２６　メモリ
２８　電流感知・制御手段
３０　抵抗性バイアス回路網
３４　ハイ側から接地への短絡
３６　ロー側から接地への短絡
３８　放電電流ループ、障害電流
４０　ハイ側からバッテリーへの短絡
４２　ロー側からバッテリーへの短絡
ＰＢ　バイアス点
Ｑ１　充電スイッチ
Ｑ２　放電スイッチ
Ｒ５　電流感知抵抗器
Ｒ６ａ　電流感知抵抗器
Ｒ６ｂ　電流感知抵抗器
Ｒ６ｃ　電流感知抵抗器
ＲＦ　障害トリップ抵抗器
ＲＭＡＸ　最大短絡抵抗値
ＳＱ１　噴射器選択スイッチ
ＳＱ２　噴射器選択スイッチ
ＶＧＮＤ　接地電圧レール
ＶＨ　高電圧レール
ＶＬ　低電圧レール
ＶＰＢ　予測電圧
ＶＳ　電圧源
ＶＴＯＬ　許容範囲
ＶＴＯＬＡ　第１電圧閾値

ＶＴＯＬＢ　第２電圧閾値
Δｔ　遅延期間

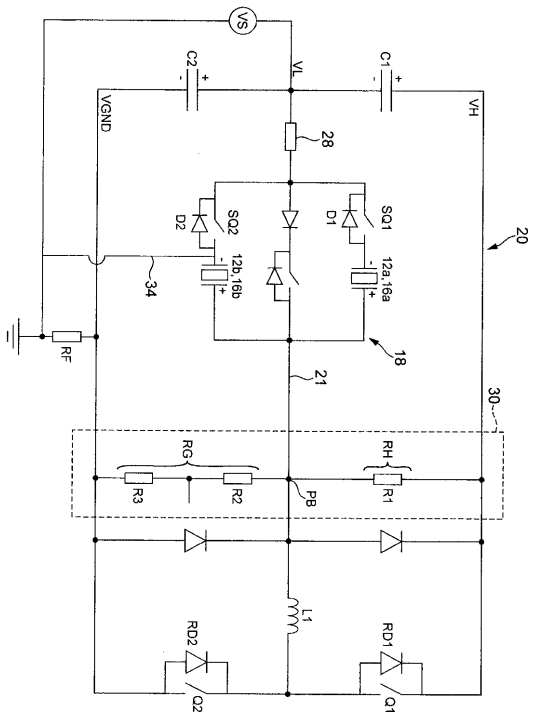
【図１】



【図２】



【図３】



【図４】

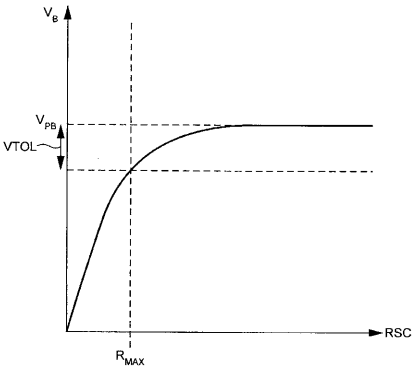


FIG. 4a

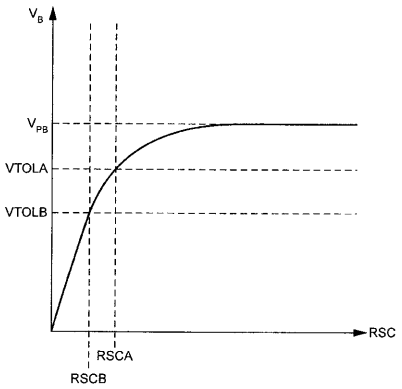
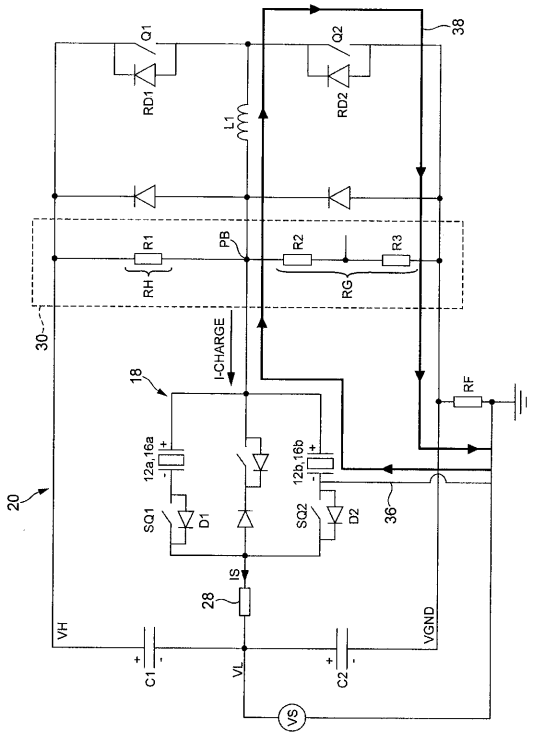
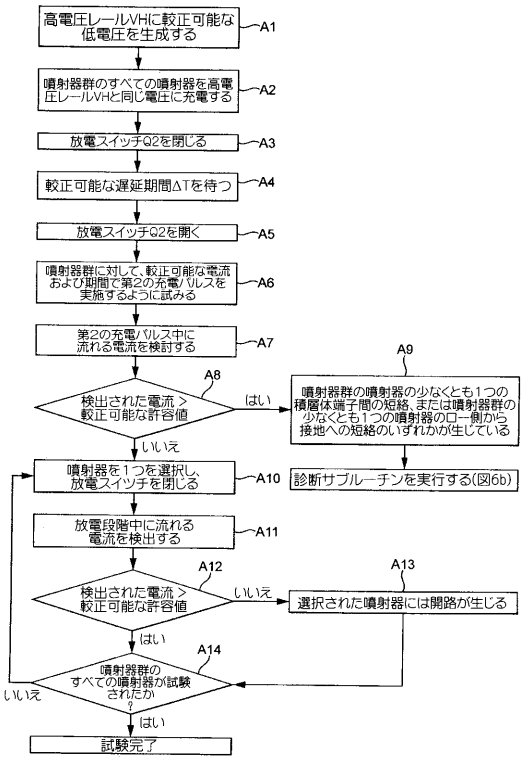


FIG. 4b

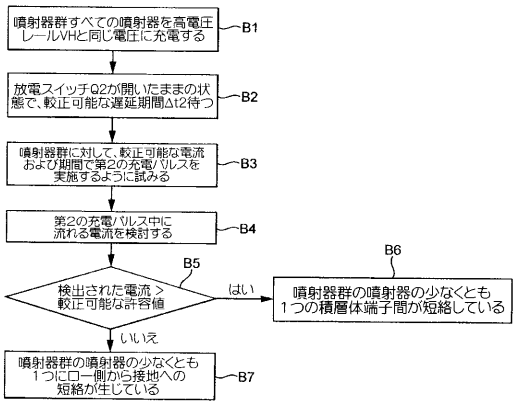
【図５】



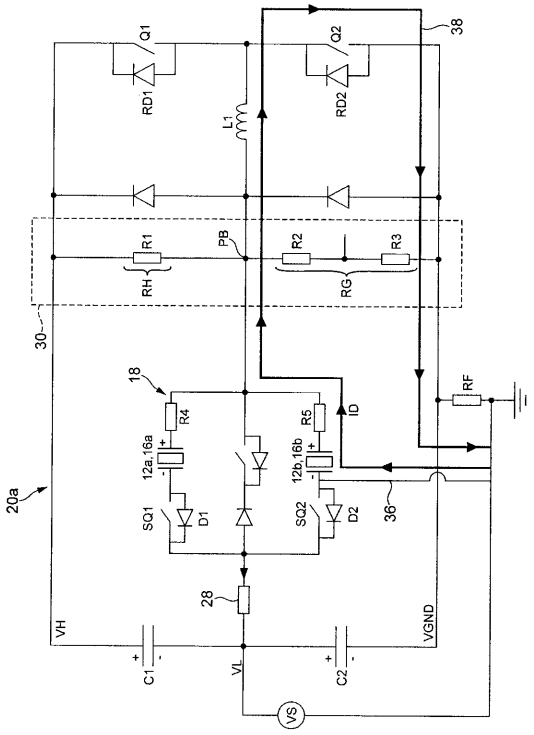
【図６－ａ】



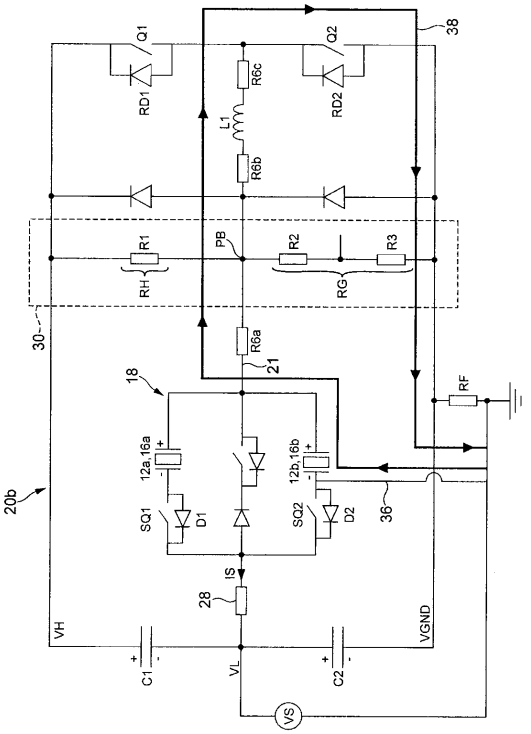
【図６－ｂ】


噴射器群すべての噴射器を高電圧レールVHと同じ電圧に充電する
B1
放電スイッチQ2が開いたままの状態で、較正可能な遅延期間Δt2待つ
B2
噴射器群に対して、較正可能な電流および期間で第2の充電パルスを実施するように試みる
B3
第2の充電パルス中に流れる電流を検討する
B4
B5
検出された電流 > 較正可能な許容値
はい
B6
噴射器群の噴射器の少なくとも1つの積層体端子間が短絡している
いいえ
噴射器群の噴射器の少なくとも1つにロー側から接地への短絡が生じている
B7

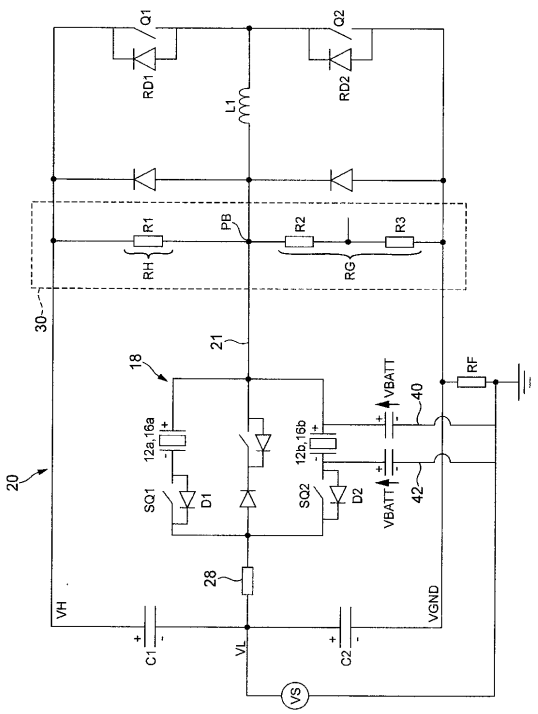
【図７】


Q1
Q2
38
RD1
RD2
L1
R1
PB
R2
R3
RH
RG
30
18
R4
R5
ID
RF
12a,16a
12b,16b
20a
SQ1
D1
SQ2
D2
36
28
VH
VGND
C1
VL
C2
VS

【図８】


Q1
Q2
38
RD1
RD2
R6c
L1
R6b
R1
PB
R2
R3
RH
RG
30
R6a
21
18
RF
12a,16a
12b,16b
20b
SQ1
D1
SQ2
D2
36
IS
28
VH
VGND
C1
VL
C2
VS

【図９】


Q1
Q2
RD1
RD2
L1
R1
PB
R2
R3
RH
RG
30
21
18
VBATT
40
RF
12a,16a
12b,16b
20
SQ1
D1
SQ2
D2
VBATT
42
28
VH
VGND
C1
VL
C2
VS

フロントページの続き

(74)代理人 100107696
弁理士 西山 文俊
(72)発明者 ルイザ・ジェイ・ペリーマン
イギリス国ケント エムイー８ ０ビーエイチ，レインハム，ソールズベリー・アヴェニュー ３６

Ｆターム(参考) 3G066 AA07 AB02 BA31 CC06Z CD18 CE27 DA01 DA04 DA06 DB01
DC09 DC18
3G301 HA02 JA08 MA11 MA18 ND01 PB03Z PB05Z