

(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2004-138032

(P2004-138032A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int.Cl.⁷

F02P 17/12

F02D 45/00

F02P 5/152

F02P 5/153

F I

F02P 17/00

F02D 45/00

F02P 5/15

テーマコード (参考)

3G019

3G022

3G084

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-305889 (P2002-305889)

(22) 出願日 平成14年10月21日 (2002.10.21)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照

(74) 代理人 100110423

弁理士 曾我 道治

(74) 代理人 100084010

弁理士 古川 秀利

(74) 代理人 100094695

弁理士 鈴木 憲七

(74) 代理人 100111648

弁理士 梶並 順

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のノック制御装置

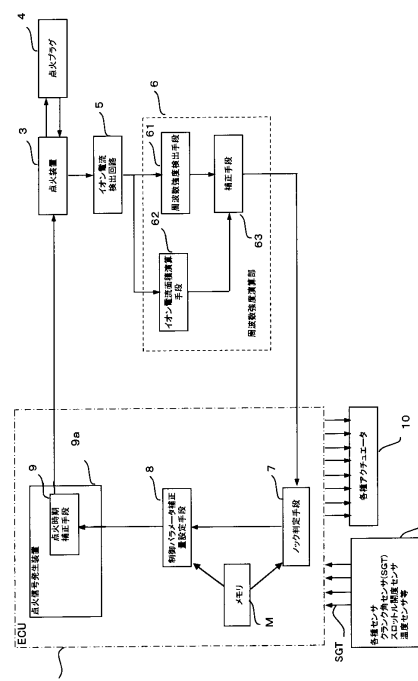
(57) 【要約】

【課題】 環境、エンジン回転数、負荷等によるイオン電流レベル変動を考慮しノック周波数強度、バックグラウンドノイズレベルを全運転条件でほぼ同レベルに正規化し、全運転条件で同等のノック制御性を持ちまた運転条件による種々の補正を不要にしたノック制御装置を得る。

【解決手段】 イオン電流検出手段5の出力に基づき特定周波数強度を検出する周波数強度検出手段61、同出力に基づき該当の気筒燃焼行程内の所定区間のイオン電流面積を求めるイオン電流面積演算手段62、求められたイオン電流面積に基づき検出された特定周波数強度を補正する補正手段63を含む周波数強度演算手段6と、補正された特定周波数強度に基づき内燃機関のノック状態を判定するノック判定手段7と、この判定結果に基づき点火時期の制御パラメータ補正量を設定する制御パラメータ補正量設定手段8と、を備える。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の燃焼室内において点火直後に発生するイオン電流を検出するイオン電流検出手段と、

前記イオン電流から特定周波数強度を抽出する周波数強度演算手段と、

前記特定周波数強度に基づき前記内燃機関のノック状態を判定するノック判定手段と、

このノック判定手段の判定結果に基づき点火時期の制御パラメータ補正量を設定する制御パラメータ補正量設定手段と、

を備え、

前記周波数強度演算手段が、前記イオン電流検出手段の出力に基づき前記特定周波数強度を検出する周波数強度検出手段と、前記イオン電流検出手段の出力に基づき当該気筒燃焼行程内の所定区間のイオン電流面積を求めるイオン電流面積演算手段と、このイオン電流面積演算手段の結果に基づいて検出された前記特定周波数強度を補正する補正手段と、を含むことを特徴とする内燃機関のノック制御装置。 10

【請求項 2】

前記補正手段は、検出された前記特定周波数強度を前記イオン電流面積演算手段の出力結果で除算することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関のノック制御装置。

【請求項 3】

前記イオン電流面積演算手段は、当該気筒燃焼行程中のイオン電流ピークから所定区間およびイオン電流ピークを含む所定区間のいずれか一方の区間の面積を演算することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関のノック制御装置。 20

【請求項 4】

前記イオン電流面積演算手段は、当該気筒燃焼行程中のクランク角度 $ATDC 20^\circ CA \sim ATDC 60^\circ CA$ のイオン電流面積を演算することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関のノック制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は内燃機関における燃焼により生じるイオン電流から、内燃機関のノッキング発生を検知して内燃機関制御量をノック抑制方向に補正する内燃機関のノック制御装置に関し、エンジン回転数、負荷、環境の違いなどによりイオン電流強度が変動した場合のノック誤検出および検出漏れを防止した内燃機関のノック制御装置に関するものである。 30

【0002】

【従来の技術】

従来より内燃機関のノック制御装置においては、ノック発生による内燃機関のダメージを抑制するために、ノック発生に応じて内燃機関の制御量をノック抑制側（例えば、点火時期を遅角側）に補正制御している。また、イオン電流を用いた内燃機関のノック制御装置は、気筒毎のノック検出感度差が少なく、気筒別のノック制御を行ううえで有効であり、従来より種々提案されている。

【0003】

一般に、内燃機関においては、燃焼室内に導入された空気と燃料の混合気をピストンの上昇により圧縮し、燃焼室内の点火プラグに高電圧を印加して発生する電気火花で混合気を燃焼させることにより、ピストンを押し下げる力を出力として取り出す。このとき、燃焼室内において燃焼が行われると、燃焼室内の分子は電離（イオン化）するので、燃焼室内の点火プラグ（イオン電流検出用電極）に高電圧を印加すると、点火プラグを介したイオンの移動によりイオン電流が流れる。このイオン電流は燃焼室内の圧力変動により敏感に変化し、ノックに対応した振動成分を含むことが知られている。従って、イオン電流に基づきノックの有無を判定することができる。

【0004】

この種の装置においては、イオン電流に重畳されるノイズによるノック誤検出を防ぐ為に 50

、イオン電流検出信号に対してバックグラウンドレベルが設定される。従来の装置においては、ノック周波数信号に波形整形処理などを施したノック周波数強度の指標に対して、指標の平均値と運転領域に応じた不感帯領域（オフセット値）との和により算出されたバックグラウンドレベル（ノイズレベルの判定基準）を設定している（例えば特許文献1参照）。

【0005】

【特許文献1】

特開平10-9108号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

イオン電流は、エンジン回転数、負荷や温度等の環境の違いによりその電流レベルが変動することが知られている。ノック発生時にイオン電流に重畳される振動成分は、イオン電流レベルが大きいとその振幅も大きくなり、イオン電流レベルが小さいと振幅も小さくなる。つまり、同強度のノックが発生したとしても、イオン電流レベルの違いにより周波数強度解析の結果が異なってしまうことがわかる。上記特許文献1に記載の装置において、回転数、負荷、環境の変化等によるイオン電流検出信号レベルの変動によりノック周波数強度もあわせて変動する時、バックグラウンドレベルの最適なオフセット値は運転条件により異なる場合が多い。全運転条件でオフセット一定の場合は、ノック誤検出または検出漏れを引き起こすことが予想される。これは、オフセット値を例えば”回転数－負荷”に基づいてマップ化すればおおよそ解決できるが、隣接マップ軸の間の運転条件において隣接マップ値の差が大きいと最適なオフセット値を得ることができず、良好なノック制御性を確保できない場合が懸念される。

【0007】

この発明は上記のような問題を解決するためになされたもので、環境、エンジン回転数、負荷等に基づくイオン電流レベルの変動を考慮し、ノック周波数強度、さらにはバックグラウンドノイズレベルを全運転条件でほぼ同レベルに正規化することで、全運転条件で同等のノック制御性を持ち、また運転条件による種々の補正を必要としないノック制御装置を得ることを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の目的に鑑み、この発明は、内燃機関の燃焼室内において点火直後に発生するイオン電流を検出するイオン電流検出手段と、イオン電流から特定周波数強度を抽出する周波数強度演算手段と、特定周波数強度に基づき内燃機関のノック状態を判定するノック判定手段と、このノック判定手段の判定結果に基づき点火時期の制御パラメータ補正量を設定する制御パラメータ補正量設定手段と、を備え、周波数強度演算手段が、イオン電流検出手段の出力に基づき特定周波数強度を検出する周波数強度検出手段と、イオン電流検出手段の出力に基づき該当の気筒燃焼行程内の所定区間のイオン電流面積を求めるイオン電流面積演算手段と、このイオン電流面積演算手段の結果に基づいて検出された特定周波数強度を補正する補正手段と、を含むことを特徴とする内燃機関のノック制御装置にある。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1はこの発明の一実施の形態による内燃機関のノック制御装置の構成を示すブロック図である。また、図2には図1のノック制御装置の点火装置3、点火プラグ4およびイオン電流検出回路5の回路構成の一例を示す図である。図1において、ECU2はマイクロコンピュータにより構成されている。また、図1においては、代表的に1つの点火プラグ4のみが示されているものとする（図2にはディストリビュータDに接続された4つの点火プラグが示されている）。各種センサ1は、周知のスロットル開度センサ、クランク角センサおよび温度センサ等を含み、内燃機関の運転状態を示す各種センサ信号を生成する。たとえば、各種センサ内のクランク角センサは、エンジン回転数に応じたクランク角信号SGTを出力する。クランク角信号SGTを含む各種センサ信号は、マイクロコンピュー

10

20

30

40

50

タからなる ECU 2 に入力される。クランク角信号 SGT は、各気筒のクランク角基準位置を示したパルスエッジを有しており、ECU 2 内にて種々の制御演算に用いられる。

【0010】

点火装置 3 は、図 2 に示すように一次巻線 301 および二次巻線 303 を有する点火コイル 305 と、点火コイルの一次電流を通電遮断するパワートランジスタ 307 とを含む。点火プラグ 4 は、点火装置 3 から印加される点火用高電圧により点火火花を発生して、エンジン各気筒の混合気を所定タイミングで着火する。イオン電流検出回路 5 は図 2 に示すように燃焼時に点火プラグ 4 のギャップ間に流れるイオン電流を検出するために、点火装置 3 内の点火コイルを介して点火プラグ 4 にバイアス電圧 BVi を印加するバイアス手段であるコンデンサ 501 と、イオン電流 i によるイオン電流検出信号 Ei を出力する抵抗器 503 とを含む。 10

【0011】

周波数強度演算部 6 は図 1 に示すように、周波数強度検出手段 61、イオン電流面積演算手段 62、補正手段 63 で構成され、これらにより得られた特定周波数強度の指標は ECU 2 へ入力される。ここでは周波数強度演算部 6 の処理を ECU 2 とは別体のマイクロコンピュータ (DSP (ディジタル・シグナル・プロセッサ) でもよい) を用いたモジュールで行うものとするが、ECU 2 内で直接イオン電流を取り込んで処理してもよいし、ECU 内蔵または別体のアナログ回路を用いて構成してもよい。

【0012】

ECU 2 は、ロック判定手段 7、制御パラメータ補正量設定手段 8、点火信号発生装置 9 a 内の点火時期補正手段 9、および必要に応じて各手段で使用するしきい値やマップを格納するメモリ M を備えている。ロック判定手段 7 は、周波数強度演算部 6 から入力された特定周波数強度がしきい値を超えた時にロック発生を示す比較結果を出力する。制御パラメータ補正量設定手段 8 は、ロック判定手段 7 から入力されたロック発生を示す比較結果 (しきい値を超えた大きさ) に対応した制御パラメータ補正量 (ここでは点火時期遅角量) を設定し、点火時期補正手段 9 は設定された補正量に応じて点火時期を遅角補正する。 20

【0013】

クランク角センサを含む各種センサ 1 は、エンジンの運転状態を示す温度情報などの各種情報を ECU 2 に入力する。ECU 2 に接続された各種アクチュエータ 10 は、運転状態に応じた ECU 2 からの制御信号により駆動する。なお、ここでは図示しないが、ECU 2 と、点火装置 3、各種センサ 1 および各種アクチュエータ 10 との間には、入出力インターフェースおよび D/A 変換器または A/D 変換器が挿入されている。 30

【0014】

次に、図 1 および 2 に示した構成図と図 3 のイオン電流検出から点火時期遅角補正量設定までの処理のフローチャートをもとに、この実施の形態の動作について、さらに具体的に説明する。ECU 2 から点火信号が生成されると、点火装置 3 から発生した高電圧が点火プラグ 4 に印加され、点火プラグ 4 のギャップ間で放電が起こり、エンジン気筒内の混合気が着火される。このとき、点火エネルギーの一部は、イオン電流検出回路 5 内にバイアス電圧 VBi としてコンデンサ 501 に充電される。このバイアス電圧は、点火装置 3 を介して点火プラグ 4 に印加され、混合気の燃焼時に発生したイオンを移動させてイオン電流を流す。イオン電流 i は、イオン電流検出回路 5 によりイオン電流検出信号 Ei として検出され、周波数強度演算部 6 内のイオン電流面積演算手段 62 により燃焼行程中の指定期間内のイオン電流面積が求められ、一方では周波数強度検出手段 61 による FFT 解析により、ロック発生時にイオン電流に重畳する特定周波数強度を求める。一般的にノッキング周波数は 6 KHz 付近として知られており、ここでは 6.25 KHz の周波数強度 (以下ノッキング周波数強度とする) を算出する (ステップ S1)。 40

【0015】

図 4 の (a) (b) はイオン電流レベル大小の波形 (ノッキング発生時)、(c) (d) はそれぞれの波形における FFT 解析結果を示したものである。ここではそれぞれ同強度のノッキングが発生した場合とする。図のとおりイオン電流レベルと共にノッキング周波数強 50

度も変動することがわかる。このままノック周波数強度に何の補正も加えずノック判定手段7へ入力すると、同強度のノッキングであるにも関わらず、ノック周波数強度とノック判定しきい値との比較結果が異なり、遅角補正量も異なってしまう。イオン電流面積演算手段62は、点火ノイズから所定のマスク期間後のイオン電流ピークを検出し、このピーク後所定区間のイオン電流面積を算出する。ここでは当該燃焼行程内に発生するイオン電流の二次ピーク位置から800マイクロ秒間の面積を求める（ステップS2、S3）が、ピークを中心に所定区間の面積を求めてもよい。

【0016】

図5は、(a)に示すイオン電流波形と(b)に示す筒内圧力との関係を示すものである。イオン電流一次ピークを含む凸波形1は、混合気に着火した際の燃焼反応に伴うもので、イオン電流二次ピークを含む凸波形2は、筒内圧力（燃焼圧）に伴うものである。筒内圧はエンジン回転数に依存する。ノックは筒内圧力ピーク近傍に発生することは既知の事実である。よってノックに伴う信号の補正（正規化）因子としては、凸波形2を用いるのが最も効果的である。

10

【0017】

本実施の形態における二次ピーク検出方法は、点火ノイズから所定のマスク期間を設けることで一次ピークを無視して二次ピークの検出を行うものである。エンジン回転数、負荷情報等をECU2から受信してマスク期間、さらにはイオン電流面積演算区間を運転条件毎に設定してもよい。ところで、本実施の形態においては、周波数強度を検出する手段としてFFTを用いているが、FFT演算による算出値は面積と同次元であることは既知である。故にFFT出力を正規化（無次元化）するためにはイオン電流の面積を用いることが望ましい。ここで、周波数強度を検出する手段が、振動の振幅を算出する装置である場合は、イオン電流の平均値で正規化を行っても同様の効果を得ることができる。また、前述のようにノック振動はイオン電流の二次ピーク付近に発生する。従って、ノック振動重畳の可能性のある凸波形2のピーク付近の面積を用いてフーリエ強度を正規化することが効果的である。イオン電流の二次ピーク付近以外の部分に発生する振動はノック発生に起因している可能性が極めて低く、故に凸波形2のピークに関係の薄い部分の面積を含めることで、ノック信号強度を不用意に損失してしまうためである。

20

【0018】

ここでは、イオン電流二次ピークから800マイクロ秒間のイオン電流面積を求めたが、ECU2からクランク角度情報を受信して、一般的に知られるノッキング発生期間（ATDC20°CA～ATDC60°CA）のイオン電流面積を求めてもよい。

30

【0019】

ノック周波数強度は、補正手段63によりイオン電流面積演算手段62の出力に基づいて正規化される。ここでは、ノック周波数強度をイオン電流面積で単純に除算したもの（ステップS4）とするが、イオン電流面積に基づいて補正係数を取得し（例えばメモリMにマップを格納しておく）、ノック周波数強度を補正してもよい。図6に、同強度のノッキング発生時のイオン電流レベルとノック周波数強度（正規化前、正規化後）の関係を示す。ノック周波数強度は正規化前と正規化後では単位が異なるが、相対比較のために同一軸上にプロットしてある。ノック周波数強度を正規化することにより、運転条件等によるイオン電流レベルの変動に伴うノック周波数強度の変動が殆んどなくなり、ノック判定しきい値を運転条件ごとに設定する必要がなくなる。

40

【0020】

正規化されたノック周波数強度は、ここではCAN（ケーブル・エリア・ネットワーク）を介して数値としてECU2へ入力されるが、I/Oポートからパルス列や電圧値として入力してもよい。ノック判定手段7は、正規化されたノック周波数強度とノック判定用しきい値とを比較してノック判定結果を出力し（ステップS5）、制御パラメータ補正量設定手段8は、その判定結果に対応した点火時期遅角量を設定する（ステップS6）。そして点火信号発生装置9aの点火時期補正手段9は設定された点火時期遅角量に応じて点火時期を遅角補正する。図1は簡略化のために1気筒分の構成図を示しているが、気筒毎（

50

図 2 の点火プラグ 4 の枠内の各点火プラグ参照) に同様の制御手段を設けてもよいことは言うまでもない。

【0021】

このように、内燃機関のノック制御装置において、イオン電流検出手段の出力に基づき該当する気筒燃焼行程内の所定区間のイオン電流面積を求め、このイオン電流面積に基づいて特定周波数強度を補正し、補正された特定周波数強度から内燃機関のノック状態を判定して判定結果に基づき点火時期の制御パラメータ補正量を設定するようにしたので、イオン電流レベルの大小に影響されないノック制御が可能となる。

【0022】

また、特定周波数強度を補正する際に、イオン電流面積に基づいて特定周波数強度を除算して正規化することでイオン電流レベルの大小に関わらず、同等のノック制御性を確保することができる。 10

【0023】

また、イオン電流面積を演算する際に、当該気筒燃焼行程中のイオン電流ピークから所定区間およびイオン電流ピークを含む所定区間のいずれかの区間の面積を演算することでより正規化に適した要素を求めることができる。

【0024】

また、イオン電流面積を演算する際に、当該気筒燃焼行程中のクランク角度 $ATDC20^\circ CA \sim ATDC60^\circ CA$ のイオン電流面積を演算することでより正規化に適した要素を求めることができる。 20

【0025】

【発明の効果】

以上のようにこの発明によれば、内燃機関の燃焼室内において点火直後に発生するイオン電流を検出するイオン電流検出手段と、イオン電流から特定周波数強度を抽出する周波数強度演算手段と、特定周波数強度に基づき内燃機関のノック状態を判定するノック判定手段と、このノック判定手段の判定結果に基づき点火時期の制御パラメータ補正量を設定する制御パラメータ補正量設定手段と、を備え、周波数強度演算手段が、イオン電流検出手段の出力に基づき特定周波数強度を検出する周波数強度検出手段と、イオン電流検出手段の出力に基づき該当の気筒燃焼行程内の所定区間のイオン電流面積を求めるイオン電流面積演算手段と、このイオン電流面積演算手段の結果に基づいて検出された特定周波数強度を補正する補正手段と、を含むようにしたので、イオン電流レベルの大小に影響されないノック制御が可能となる。 30

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施の形態による内燃機関のノック制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 のノック制御装置の点火装置、点火プラグおよびイオン電流検出回路の回路構成の一例を示す図である。

【図 3】 この発明におけるイオン電流検出から点火時期遅角補正量設定までの処理のフローチャートである。

【図 4】 イオン電流レベルが大小の時のイオン電流波形およびそれぞれの FFT 解析結果を示す図である。 40

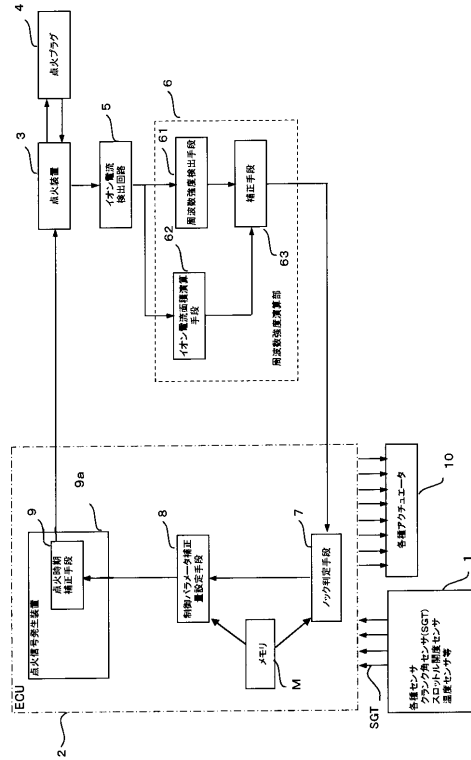
【図 5】 イオン電流波形と筒内圧力との関係を示す図である。

【図 6】 同強度のノッキング発生時の正規化前と正規化後のイオン電流レベルとノック周波数強度の関係を示す図である。

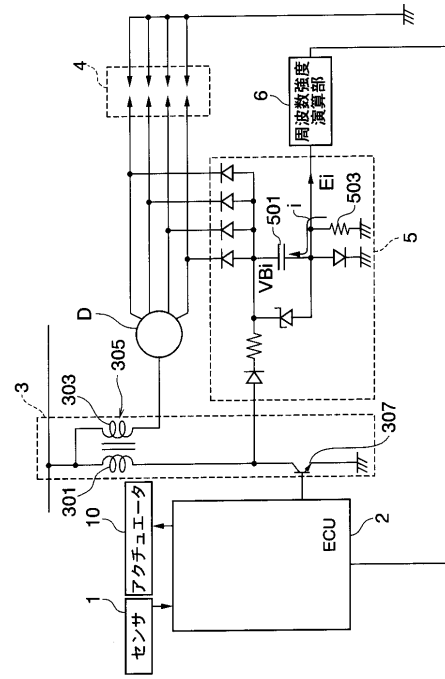
【符号の説明】

1 各種センサ、2 ECU、3 点火装置、4 点火プラグ、5 イオン電流検出回路、6 周波数強度演算部、7 ノック判定手段、8 制御パラメータ補正量設定手段、9 点火時期補正手段、9a 点火信号発生装置、61 周波数強度検出手段、62 イオン電流面積演算手段、63 補正手段。

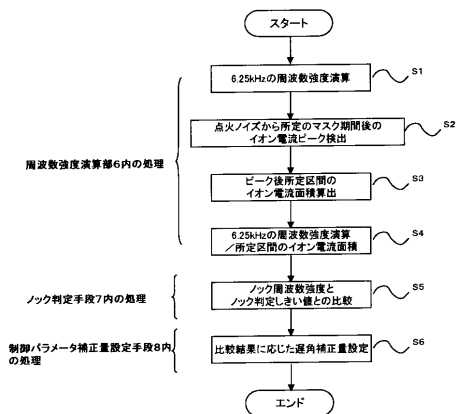
【図 1】



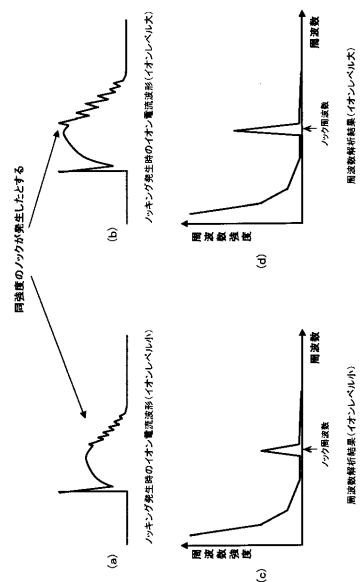
【図 2】



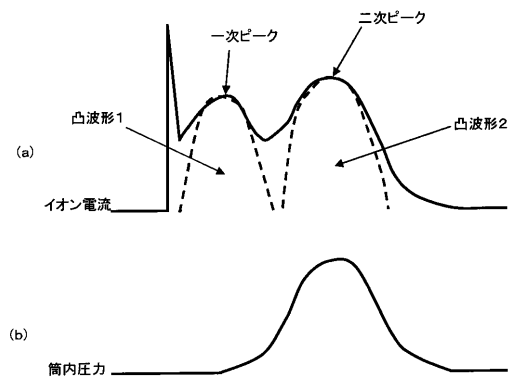
【図 3】



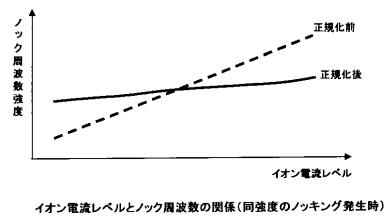
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 内田 稔雄

兵庫県神戸市兵庫区浜山通6丁目1番2号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内

(72)発明者 棚谷 公彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3G019 AB01 AB05 BA01 CD01 CD06 DA02 DB04 DB07 DB14 DC02
DC06 GA01 GA09 GA11 GA16
3G022 AA03 BA06 DA02 EA02 FA02 FA04 FA10 GA01 GA08 GA09
GA16
3G084 AA03 BA17 DA38 EA05 EA11 EB02 EB12 EC03 FA10 FA20
FA24 FA38