

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4325710号
(P4325710)

(45) 発行日 平成21年9月2日 (2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月19日 (2009.6.19)

(51) Int.Cl.

H02M 3/155 (2006.01)

F I

H02M 3/155

F

H02M 3/155

H

請求項の数 14 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2007-184685 (P2007-184685)
 (22) 出願日 平成19年7月13日 (2007.7.13)
 (65) 公開番号 特開2009-22139 (P2009-22139A)
 (43) 公開日 平成21年1月29日 (2009.1.29)
 審査請求日 平成20年10月30日 (2008.10.30)

(73) 特許権者 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 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 寛 達也
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 審査官 槻木澤 昌司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 昇圧電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
 該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、
 前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、
 該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、
 前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、
 を備えた昇圧電源装置であって、
 前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオンしているときに前記コイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、前記スイッチング素子をオンからオフするようになっており、
 更に、前記制御手段は、前記オフ切替閾値を、前記電源電圧に応じて、その電源電圧が低くなると該オフ切替閾値が大きくなるように変更すること、
 を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項2】

10

20

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、
前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、
該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、
前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、
を備えた昇圧電源装置であって、
前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオフしているときに前記コイルから前記コンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、前記スイッチング素子をオフからオンするようになっており、
更に、前記制御手段は、前記オン切替閾値を、前記電源電圧に応じて、その電源電圧が低くなると該オン切替閾値が大きくなるように変更すること、
を特徴とする昇圧電源装置。

10

【請求項3】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、
前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、
該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、
前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、
を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、
前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオンしているときに前記コイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、前記スイッチング素子をオンからオフするようになっており、
更に、前記制御手段は、前記駆動タイミングの間隔である駆動間隔を検出すると共に、前記オフ切替閾値を、前記駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オフ切替閾値が大きくなるように変更すること、
を特徴とする昇圧電源装置。

20

30

【請求項4】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、
前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、
該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、
前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

40

50

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオフしているときに前記コイルから前記コンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、前記スイッチング素子をオフからオンするようになっており、

更に、前記制御手段は、前記駆動タイミングの間隔である駆動間隔を検出すると共に、前記オン切替閾値を、前記駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オン切替閾値が大きくなるように変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 5】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記駆動タイミングの間隔である駆動間隔を検出すると共に、前記昇圧用スイッチング制御における前記スイッチング素子のオン時間を、前記駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オン時間が長くなるように変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 6】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記駆動タイミングの間隔である駆動間隔を検出すると共に、前記昇圧用スイッチング制御における前記スイッチング素子のオフ時間を、前記駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オフ時間が短くなるように変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 7】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子

10

20

30

40

50

が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになってい

10

る昇圧電源装置であって、
前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオンしているときに前記コイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、前記スイッチング素子をオンからオフするようになっており、

更に、前記制御手段は、前記アクチュエータの駆動が開始される直前の前記コンデンサの充電電圧である駆動前充電電圧を検出すると共に、前記オフ切替閾値を、前記駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オフ切替閾値が大きくなるように変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 8】

20

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

30

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになってい

る昇圧電源装置であって、
前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオフしているときに前記コイルから前記コンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、前記スイッチング素子をオフからオンするようになっており、

更に、前記制御手段は、前記アクチュエータの駆動が開始される直前の前記コンデンサの充電電圧である駆動前充電電圧を検出すると共に、前記オン切替閾値を、前記駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オン切替閾値が大きくなるように変更すること、

40

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 9】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

50

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記アクチュエータの駆動が開始される直前の前記コンデンサの充電電圧である駆動前充電電圧を検出すると共に、前記昇圧用スイッチング制御における前記スイッチング素子のオン時間を、前記駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オン時間が長くなるように変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 10】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記アクチュエータの駆動が開始される直前の前記コンデンサの充電電圧である駆動前充電電圧を検出すると共に、前記昇圧用スイッチング制御における前記スイッチング素子のオフ時間を、前記駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オフ時間が短くなるように変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 11】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、

該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、内燃機関への燃料噴射タイミングが到来する毎に、燃料噴射弁を開弁させるためのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオンしているときに前記コイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、前記スイッチング素子をオンからオフするようになっており、

更に、前記制御手段は、前記内燃機関の運転状態が、前記コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、前記特定の運転状態であると判定した場合には、前記特定の運転状態でないと判定した場合よりも、前記オフ切替閾値を大き

10

20

30

40

50

い値に変更すること、
を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 1 2】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、内燃機関への燃料噴射タイミングが到来する毎に、燃料噴射弁を開弁させるためのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記昇圧用スイッチング制御の実施中において、前記スイッチング素子をオフしているときに前記コイルから前記コンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、前記スイッチング素子をオフからオンするようになっており、

更に、前記制御手段は、前記内燃機関の運転状態が、前記コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、前記特定の運転状態であると判定した場合には、前記特定の運転状態でないと判定した場合よりも、前記オン切替閾値を大きい値に変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 1 3】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、内燃機関への燃料噴射タイミングが到来する毎に、燃料噴射弁を開弁させるためのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記内燃機関の運転状態が、前記コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、前記特定の運転状態であると判定した場合には、前記特定の運転状態でないと判定した場合よりも、前記昇圧用スイッチング制御における前記スイッチング素子のオン時間を長い時間に変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【請求項 1 4】

一端に電源電圧が供給されるコイルと、
該コイルの他端と前記電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、

前記コイルの他端と前記スイッチング素子の該コイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、

10

20

30

40

50

該ダイオードのカソードと前記基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、

前記スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力で前記コンデンサを充電して、該コンデンサの前記基準電位側とは反対側の端子に前記電源電圧よりも高い電圧を発生させる制御手段と、

を備え、前記コンデンサの充電電荷は、内燃機関への燃料噴射タイミングが到来する毎に、燃料噴射弁を開弁させるためのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている昇圧電源装置であって、

前記制御手段は、前記内燃機関の運転状態が、前記コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、前記特定の運転状態であると判定した場合には、前記特定の運転状態でないと判定した場合よりも、前記昇圧用スイッチング制御における前記スイッチング素子のオフ時間を短い時間に変更すること、

を特徴とする昇圧電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源電圧から、その電源電圧よりも高い電圧を生成する昇圧電源装置、特に燃料噴射制御装置に用いられる昇圧電源装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、例えば内蔵されたソレノイドにより開弁する燃料噴射弁（いわゆるインジェクタ）を駆動して内燃機関への燃料噴射を制御する燃料噴射制御装置には、バッテリー電圧よりも高い昇圧電圧をコンデンサに発生させる昇圧回路が備えられている。そして、この種の燃料噴射制御装置では、燃料噴射弁の駆動開始時に、上記コンデンサから燃料噴射弁におけるソレノイドの電磁コイルへ昇圧電圧による大電流（いわゆるピーク電流）が流れるようにして、燃料噴射弁を速やかに開弁させ、その後は、定電流回路から電磁コイルへ開弁保持用の一定電流（いわゆるホールド電流）を流して、燃料噴射弁の開弁状態を保持するようにしている。つまり、燃料噴射弁の開弁応答性を向上させるために、電源電圧としてのバッテリー電圧を昇圧してコンデンサに蓄積し、そのコンデンサの放電に伴う大電流によって燃料噴射弁を高速駆動できるようにしている。

【0003】

そして、こうした燃料噴射制御装置に用いられる昇圧回路としては、一端にバッテリー電圧が供給されるコイルと、そのコイルの他端と基準電位としてのグランド電位（＝0V）との間を断続させるスイッチング素子とを備え、そのスイッチング素子を繰り返しオン／オフさせて、該スイッチング素子のオフ時に上記コイルに生じる逆起電力でコンデンサを充電する、といったDC-DCコンバータ式の昇圧回路が用いられている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

ここで、スイッチング素子としてNチャネルMOSFETを用いた昇圧回路の構成例を、図28（A）に示す。

この昇圧回路では、コイルL0の一端にバッテリー電圧VBが供給され、そのコイルL0の他端とグランド電位との間の経路上に、スイッチング素子T0の2つの出力端子（この場合、ドレインとソース）が直列に接続されている。更に、コイルL0の上記他端とスイッチング素子T0のコイルL0側の出力端子（ドレイン）とを結ぶ電流経路にダイオードD0のアノードが接続されており、そのダイオードD0のカソードとグランド電位との間の経路上に、充電用のコンデンサC0が直列に接続されている。尚、この例では、スイッチング素子T0のコイルL0側とは反対側の出力端子（ソース）と、コンデンサC0のダイオードD0側とは反対側の端子とが、電流検出用の抵抗R0を介してグランド電位に接続されている。

【0005】

そして、この昇圧回路では、図 28 (B) に示すように、スイッチング素子 T 0 がオンすると、コイル L 0 にスイッチング素子 T 0 及び抵抗 R 0 を介して電流が流れ、スイッチング素子 T 0 がオンからオフに転じると、コイル L 0 に生じる逆起電力（バッテリー電圧 V B の数倍～数十倍程度の高電圧）により、コンデンサ C 0 がダイオード D 0 を介して充電される。このため、スイッチング素子 T 0 のオン／オフが繰り返される度に、コンデンサ C 0 が充電されていく。尚、ダイオード D 0 により、コンデンサ C 0 からスイッチング素子 T 0 側への放電は防止されている。

【0006】

そこで、この昇圧回路では、スイッチング素子 T 0 を駆動する充電制御回路 1 0 が、昇圧用スイッチング制御を開始すると、まずスイッチング素子 T 0 をオンする。

10

そして、図 28 (B) に示すように、充電制御回路 1 0 は、スイッチング素子 T 0 をオンしているときに、抵抗 R 0 に生じる電圧により、スイッチング素子 T 0 を介してコイル L 0 に流れている電流（コイル通電電流）を検出する。そして、その電流が、予め設定されているオフ切替閾値 I o f f にまで増加したと判定すると、スイッチング素子 T 0 をオンからオフする。また、充電制御回路 1 0 は、スイッチング素子 T 0 をオフしているときに、抵抗 R 0 に生じる電圧により、コイル L 0 からコンデンサ C 0 に流れる電流（コンデンサ充電電流）を検出する。そして、その電流が、予め設定されているオン切替閾値 I o n（この例では、ほぼ 0 A）にまで減少したと判定すると、スイッチング素子 T 0 をオフからオンする。

【0007】

20

こうした動作が繰り返されることにより、スイッチング素子 T 0 が繰り返しオン／オフされると共に、コンデンサ C 0 が段階的に充電されていく。

そして、充電制御回路 1 0 は、コンデンサ C 0 の充電電圧（以下、コンデンサ電圧ともいう）V C をモニタしており、そのコンデンサ電圧 V C が目標値（目標充電電圧）に達すると、昇圧用スイッチング制御を止めて、スイッチング素子 T 0 をオフのままにする。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1－1 5 3 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、本発明者は、以下の事柄に気付いた。

30

まず、この種の昇圧回路では、昇圧能力（即ち、一定時間（単位時間）当たりのコンデンサへの充電エネルギー）が電源電圧に依存する。

【0009】

具体的に説明すると、1 回のスイッチング動作によってコイル L 0 に蓄えられるエネルギー E n は、下記の式 1 で表される。

$$E_n = 1/2 \times L \times I_{off}^2 \quad \cdots \text{式 1}$$

尚、L は、コイル L 0 のインダクタンスであり、「 $\wedge 2$ 」は、2 乗を意味している。

【0010】

そして、1 回のスイッチング動作に要する時間（即ち、スイッチング素子 T 0 を 1 回オン／オフする時間）T は、下記の式 2 で表すことができる。

40

$$T = L \times I_{off} / V_B \quad \cdots \text{式 2}$$

尚、一般に、スイッチング素子 T 0 のオフ時間 T o f f はオン時間 T o n に比べて非常に短いため（図 28 (B) 参照）、式 2 では、T o f f = 0、T = T o n と近似している。更に、式 2 では、スイッチング素子 T 0 がオンされている時のコイル L 0 と抵抗成分からなる L R 回路の時定数 τ を、T = T o n と近似している。

【0011】

そして、式 1 と式 2 から、昇圧能力（E n / T）は、式 3 で表され、電源電圧としてのバッテリー電圧 V B に依存することが分かる

$$E_n / T = 1/2 \times I_{off} \times V_B \quad \cdots \text{式 3}$$

このため、従来技術では、図 29 に示すように、電源電圧が低くなると、燃料噴射の

50

ためにコンデンサC0を放電させてから次の燃料噴射の開始時まで、コンデンサ電圧VCを燃料噴射弁の駆動に必要な目標値にまで上昇させることができなくなる。つまり、昇圧能力が不足する。すると、燃料噴射弁を精度良く駆動することができなくなる可能性がある。また、こうした問題は、噴射間隔（即ち、燃料噴射弁の駆動間隔であり、コンデンサC0を放電させる間隔）が短くなった場合にも、同様に生じる可能性がある。

【0012】

そこで、本発明は、昇圧能力が不足するのを回避可能な昇圧電源装置の提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の昇圧電源装置は、一端に電源電圧が供給されるコイルと、該コイルの他端と電源電圧よりも低い基準電位との間の経路上に、2つの出力端子が直列に接続されたスイッチング素子と、コイルの他端とスイッチング素子のコイル側の出力端子とを結ぶ電流経路にアノードが接続されたダイオードと、該ダイオードのカソードと基準電位との間の経路上に、直列に接続されたコンデンサと、制御手段とを備えている。そして、制御手段は、スイッチング素子のオン／オフを繰り返す昇圧用スイッチング制御を行うことにより、前記コイルに生じる逆起電力でコンデンサを充電して、該コンデンサの基準電位側とは反対側の端子に電源電圧よりも高い電圧を発生させる。

【0014】

そして特に、請求項1、2の昇圧電源装置において、制御手段は、電源電圧が低くなるとコンデンサへの一定時間当たりの充電エネルギーが大きくなるように、昇圧用スイッチング制御における制御条件を変更する。以下、具体的に説明する。

【0015】

まず、請求項1の昇圧電源装置では、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオンしているときにコイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、スイッチング素子をオンからオフするようになっている。そして更に、制御手段は、制御条件としてのオフ切替閾値を、電源電圧に応じて、その電源電圧が低くなると該オフ切替閾値が大きくなるように変更する。

【0016】

このような請求項1の昇圧電源装置によれば、電源電圧が低くなると、オフ切替閾値が大きい値に設定されることとなる。そして、オフ切替閾値が大きくなると、前述の式1～式3からも分かるように、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、電源電圧が低くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0017】

次に、請求項2の昇圧電源装置では、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオフしているときにコイルからコンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、スイッチング素子をオフからオンするようになっている。そして更に、制御手段は、制御条件としてのオン切替閾値を、電源電圧に応じて、その電源電圧が低くなると該オン切替閾値が大きくなるように変更する。

【0018】

このような請求項2の昇圧電源装置によれば、電源電圧が低くなると、オン切替閾値が大きい値に設定されることから、オン切替閾値を変更しない場合よりもスイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、電源電圧が低くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0023】

一方、請求項3～6の昇圧電源装置では、コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている。

【0024】

そして特に、請求項3～6の昇圧電源装置において、制御手段は、前記アクチュエータの駆動タイミングの間隔（以下、駆動間隔という）を検出すると共に、その駆動間隔が短くなるとコンデンサへの一定時間当たりの充電エネルギーが大きくなるように、昇圧用スイッチング制御における制御条件を変更する。以下、具体的に説明する。

【0025】

まず、請求項3の昇圧電源装置において、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオンしているときにコイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、スイッチング素子をオンからオフするようになっている。そして更に、制御手段は、駆動間隔を検出すると共に、制御条件としてのオフ切替閾値を、駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オフ切替閾値が大きくなるように変更する。

【0026】

このような請求項3の昇圧電源装置によれば、アクチュエータの駆動間隔が短くなると、オフ切替閾値が大きい値に設定されることとなる。そして、オフ切替閾値が大きくなると、前述の式1～式3からも分かるように、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、アクチュエータの駆動間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうこと（具体的には、アクチュエータを駆動するためにコンデンサを放電させてから次のアクチュエータの駆動開始時まで、コンデンサの充電電圧を目標値にまで上昇させることができなくなる）を回避することができる。

【0027】

次に、請求項4の昇圧電源装置では、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオフしているときにコイルからコンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、スイッチング素子をオフからオンするようになっている。そして更に、制御手段は、駆動間隔を検出すると共に、制御条件としてのオン切替閾値を、駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オン切替閾値が大きくなるように変更する。

【0028】

このような請求項4の昇圧電源装置によれば、アクチュエータの駆動間隔が短くなると、オン切替閾値が大きい値に設定されることから、スイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、アクチュエータの駆動間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0029】

次に、請求項5の昇圧電源装置では、制御手段は、駆動間隔を検出すると共に、昇圧用スイッチング制御における制御条件としてのスイッチング素子のオン時間を、駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オン時間が長くなるように変更する。

【0030】

このような請求項5の昇圧電源装置によれば、アクチュエータの駆動間隔が短くなると、スイッチング素子のオン時間が長い時間に設定されるため、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、アクチュエータの駆動間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0031】

次に、請求項6の昇圧電源装置では、制御手段は、駆動間隔を検出すると共に、昇圧用スイッチング制御における制御条件としてのスイッチング素子のオフ時間を、駆動間隔に応じて、その駆動間隔が短くなると該オフ時間が短くなるように変更する。

【0032】

このような請求項6の昇圧電源装置によれば、アクチュエータの駆動間隔が短くなると、スイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、アクチュエータの駆動間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

10

【0033】

一方、請求項7～10の昇圧電源装置においても、請求項3～6の昇圧電源装置と同様に、コンデンサの充電電荷は、アクチュエータの駆動タイミングが到来する毎に、そのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている。

【0034】

そして特に、請求項7～10の昇圧電源装置において、制御手段は、前記アクチュエータの駆動が開始される直前のコンデンサの充電電圧（以下、駆動前充電電圧という）を検出すると共に、その駆動前充電電圧が低くなるとコンデンサへの一定時間当たりの充電エネルギーが大きくなるように、昇圧用スイッチング制御における制御条件を変更する。以下、具体的に説明する。

20

【0035】

まず、請求項7の昇圧電源装置では、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオンしているときにコイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、スイッチング素子をオンからオフするようになっている。そして更に、制御手段は、駆動前充電電圧を検出すると共に、制御条件としてのオフ切替閾値を、駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オフ切替閾値が大きくなるように変更する。

【0036】

このような請求項7の昇圧電源装置によれば、電源電圧が低下したりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして、駆動前充電電圧が低くなると、オフ切替閾値が大きい値に設定されることとなる。そして、オフ切替閾値が大きくなると、前述の式1～式3から分かるように、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、低くなった駆動前充電電圧を上昇させることができる。よって、電源電圧が低下したりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

30

【0037】

次に、請求項8の昇圧電源装置では、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオフしているときにコイルからコンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、スイッチング素子をオフからオンするようになっている。そして更に、制御手段は、駆動前充電電圧を検出すると共に、制御条件としてのオン切替閾値を、駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オン切替閾値が大きくなるように変更する。

40

【0038】

このような請求項8の昇圧電源装置によれば、電源電圧が低下したりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして、駆動前充電電圧が低くなると、オン切替閾値が大きい値に設定されることから、スイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このた

50

め、低くなった駆動前充電電圧を上昇させることができる。よって、電源電圧が低くなったりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0039】

次に、請求項9の昇圧電源装置では、制御手段は、駆動前充電電圧を検出すると共に、昇圧用スイッチング制御における制御条件としてのスイッチング素子のオン時間を、駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オン時間が長くなるように変更する。

【0040】

このような請求項9の昇圧電源装置によれば、電源電圧が低下したりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして、駆動前充電電圧が低くなると、スイッチング素子のオン時間が長い時間に設定されるため、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、低くなった駆動前充電電圧を上昇させることができる。よって、電源電圧が低くなったりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0041】

次に、請求項10の昇圧電源装置では、制御手段は、駆動前充電電圧を検出すると共に、昇圧用スイッチング制御における制御条件としてのスイッチング素子のオフ時間を、駆動前充電電圧に応じて、その駆動前充電電圧が低くなると該オフ時間が短くなるように変更する。

【0042】

このような請求項10の昇圧電源装置によれば、電源電圧が低下したりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして、駆動前充電電圧が低くなると、スイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、低くなった駆動前充電電圧を上昇させることができる。よって、電源電圧が低くなったりアクチュエータの駆動間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0043】

一方、請求項11～14の昇圧電源装置では、コンデンサの充電電荷は、内燃機関への燃料噴射タイミングが到来する毎に、燃料噴射弁を開弁させるためのアクチュエータへ該アクチュエータの駆動電力として放電されるようになっている。

【0044】

そして特に、請求項11～14の昇圧電源装置において、制御手段は、前記内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、特定の運転状態であると判定した場合には、特定の運転状態でないと判定した場合よりも、コンデンサへの一定時間当たりの充電エネルギーが大きくなるように、昇圧用スイッチング制御における制御条件を変更する。以下、具体的に説明する。

【0045】

まず、請求項11の昇圧電源装置において、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオンしているときにコイルに流れる電流を検出し、その電流がオフ切替閾値まで増加したと判定すると、スイッチング素子をオンからオフするようになっている。そして更に、制御手段は、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、特定の運転状態であると判定した場合には、特定の運転状態でないと判定した場合よりも、制御条件としてのオフ切替閾値を大きい値に変更する。

【0046】

このような請求項11の昇圧電源装置によれば、内燃機関の運転状態が、コンデンサの

10

20

30

40

50

放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、オフ切替閾値が大きい値に設定されることとなる。そして、オフ切替閾値が大きくなると、前述の式1～式3からも分かるように、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、コンデンサの放電頻度（換言すれば、燃料噴射の実施頻度）が高くなって昇圧能力が不足してしまうこと（具体的には、燃料噴射の開始時までコンデンサの充電電圧を目標値にまで上昇させることができなくなることを回避することができる。

【0047】

次に、請求項12の昇圧電源装置では、制御手段は、昇圧用スイッチング制御の実施中において、スイッチング素子をオフしているときにコイルからコンデンサに流れる充電電流を検出し、その電流がオン切替閾値まで減少したと判定すると、スイッチング素子をオフからオンするようになっている。そして更に、制御手段は、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、特定の運転状態であると判定した場合には、特定の運転状態でないとして判定した場合よりも、制御条件としてのオン切替閾値を大きい値に変更する。

【0048】

このような請求項12の昇圧電源装置によれば、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、オン切替閾値が大きい値に設定されることから、スイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、コンデンサの放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0049】

次に、請求項13の昇圧電源装置では、制御手段は、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、特定の運転状態であると判定した場合には、特定の運転状態でないとして判定した場合よりも、昇圧用スイッチング制御における制御条件としてのスイッチング素子のオン時間を長い時間に変更する。

【0050】

このような請求項13の昇圧電源装置によれば、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、スイッチング素子のオン時間が長い時間に設定されるため、スイッチング素子がオンしたときにコイルに蓄えられるエネルギーが大きくなり、スイッチング素子の1回のオン／オフでコンデンサに充電されるエネルギー（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、コンデンサの放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0051】

次に、請求項14の昇圧電源装置では、制御手段は、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定すると共に、特定の運転状態であると判定した場合には、特定の運転状態でないとして判定した場合よりも、昇圧用スイッチング制御における制御条件としてのスイッチング素子のオフ時間を短い時間に変更する。

【0052】

このような請求項14の昇圧電源装置によれば、内燃機関の運転状態が、コンデンサの放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、スイッチング素子のオフ時間が短くなり、それにより、スイッチング素子の一定時間当たりのオン／オフ回数であって、コンデンサの一定時間当たりの充電回数（延いては、一定時間当たりの充電エネルギー）を増加させることができる。このため、コンデンサの放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0053】

以下に、本発明が適用された実施形態の燃料噴射制御装置について、図面に従い説明する。尚、本実施形態の燃料噴射制御装置は、車両に搭載された多気筒（この例では4気筒）ディーゼルエンジンの各気筒#1～#4に燃料を噴射供給する4個の燃料噴射弁（以下、インジェクタという）を駆動するものであり、その各インジェクタに内蔵されたソレノイドのコイルへの通電時間及び通電タイミングを制御することにより、ディーゼルエンジンの各気筒#1～#4への燃料噴射量及び燃料噴射時期を制御する。

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態の燃料噴射制御装置100を示す構成図である。但し、図1では、4個のインジェクタ101のうち、例えば第1気筒#1に対応する1つのインジェクタ101のみを示しており、以下では、主にその1つのインジェクタ101の駆動を例に挙げて説明する。

【0054】

まず、インジェクタ101は、開弁用のアクチュエータとしてソレノイドを備えた周知のソレノイド式インジェクタである。つまり、インジェクタ101では、内蔵されたソレノイドのコイル101aに通電されると、そのソレノイドにより弁体が開弁位置に移動して、当該インジェクタ101が開弁状態となり、燃料噴射が行われる。また、コイル101aへの通電が停止されると、弁体が閉弁位置に戻って、当該インジェクタ101が閉弁状態となり、燃料噴射が停止される。

【0055】

そして、燃料噴射制御装置100には、昇圧電源装置として、図28(A)に示した昇圧回路と同様の回路構成を有した昇圧回路50が設けられている。

尚、図1において、図28(A)に示したものと同一構成要素については、その図28(A)で使用した符号と同じ符号を付しているため、説明を省略する。また、図1において、Lpは、電源電圧としての車載バッテリーの電圧（バッテリー電圧）VBが供給される電源ラインであり、その電源ラインLpにコイルL0の一端が接続されている。つまり、昇圧回路50は、図28(A)に示した昇圧回路と比較すると、充電制御回路10に代えて、充電制御回路110を有している点のみ異なっている。また、以下では、昇圧回路50におけるスイッチング素子T0のことを、昇圧スイッチT0と言う。

【0056】

更に、燃料噴射制御装置100には、インジェクタ101のコイル101aの一端（上流側）が接続される端子CMと、コイル101aの他端（下流側）が接続される端子INJと、その端子INJに一方の出力端子が接続されたトランジスタT10と、トランジスタT10の他方の出力端子とグラウンドライン（グラウンド電位）との間に接続された電流検出用の抵抗R10と、電源ラインLpに一方の出力端子が接続されたトランジスタT11と、トランジスタT11の他方の出力端子にアノードが接続され、カソードが上記端子CMに接続された逆流防止用のダイオードD11と、昇圧回路50のコンデンサC0の正極側端子（ダイオードD0側の端子）を端子CMに接続させる放電用のトランジスタT12と、アノードがグラウンドラインに接続されると共に、カソードが端子CMに接続され、トランジスタT10がオンされている状態でトランジスタT11がオンからオフされた時に、コイル101aに電流を還流させるダイオードD12と、アノードが端子INJに接続されると共に、カソードがコンデンサC0の正極側端子に接続され、トランジスタT10及びトランジスタT11のオフに伴い発生するコイル101aのフライバックエネルギーをコンデンサC0へと回収させるダイオードD10と、トランジスタT10～T12と昇圧回路50を制御する駆動制御回路120と、CPU、ROM、RAMなどからなる周知のマイコン（マイクロコンピュータ）130とが備えられている。

【0057】

尚、本実施形態では、トランジスタT10～T12及び昇圧スイッチT0として、MOSFETを使用している。また、実際には、端子CMは、各気筒のインジェクタ101の

コイル101aについて共通の端子となっており、その端子CMに、各インジェクタ101のコイル101aがそれぞれ接続されている。そして、端子INJ及びトランジスタT10は、各インジェクタ101のコイル101a毎にそれぞれ備えられている。また、トランジスタT10は、駆動対象のインジェクタを選択するためのトランジスタであり、気筒選択スイッチと呼ばれる。

【0058】

ここで、マイコン130は、エンジン回転数Ne、アクセル開度ACC、エンジン水温THWなど、各種センサにて検出されるエンジンの運転情報に基づいて、気筒毎に噴射指令信号を生成して駆動制御回路120に出力する。その噴射指令信号は、信号レベルが高いの間だけインジェクタ101のコイル101aに通電する（つまり、インジェクタ101を開弁させる）、という意味を持っている。

10

【0059】

また、昇圧回路50における充電制御回路110は、マイコン又は論理回路からなる処理部と、昇圧スイッチT0の制御に使用する情報を処理部に取り込ませたり、処理部からの指令に応じて昇圧スイッチT0を駆動したりするためのアナログ回路とを組み合わせ構成されている。

【0060】

そして、充電制御回路110は、駆動制御回路120からの充電許可信号がアクティブレベル（例えばハイレベル）になると、コンデンサ電圧VCが予め設定された目標充電電圧となるまで、前述した充電制御回路10と同様の昇圧用スイッチング制御を行う（図28（B）参照）。

20

【0061】

即ち、図2に示すように、充電制御回路110が昇圧用スイッチング制御を開始すると、まず、昇圧スイッチT0をオンする（S110）。

そして、昇圧スイッチT0をオンしているときには（S120：YES）、抵抗R0に生じる電圧により、昇圧スイッチT0を介してコイルL0に流れている電流（コイル通電電流）を検出し、その電流Imがオフ切替閾値Ioffにまで増加するまで待つ（S130：NO）。そして、電流Imがオフ切替閾値Ioffまで増加したと判定すると（S130：YES）、昇圧スイッチT0をオフする（S140）。

【0062】

30

また、昇圧スイッチT0をオフしているときには（S120：NO）、抵抗R0に生じる電圧により、コイルL0からコンデンサC0に流れる電流（コンデンサ充電電流）を検出し、その電流Imがオン切替閾値Ionにまで減少するまで待つ（S150：NO）。そして、電流Imがオン切替閾値Ionまで減少したと判定すると（S150：YES）、昇圧スイッチT0をオンする。

【0063】

そして、充電制御回路110は、こうした動作を繰り返すことにより、昇圧スイッチT0を繰り返しオン／オフさせてコンデンサC0を段階的に充電し、コンデンサ電圧VCが目標充電電圧に達したことを検知するか、或いは、駆動制御回路120からの充電許可信号が非アクティブレベルになると、昇圧用スイッチング制御を止めて昇圧スイッチT0をオフのままにする。

40

【0064】

次に、上記のように構成された燃料噴射制御装置100の作用を、図3のタイムチャートを用いて説明する。尚、前述したように、駆動制御回路120には、マイコン130から各気筒の噴射指令信号がそれぞれ入力されるが、ここでは、第1気筒#1に関してのみ説明する。

【0065】

まず、燃料噴射の開始前において、駆動制御回路120は、上記充電制御回路110への充電許可信号をアクティブレベルにして、昇圧回路50を、コンデンサ電圧VCが目標充電電圧になるまで作動させている。

50

【0066】

そして、図3に示すように、マイコン130から駆動制御回路120への第1気筒#1の噴射指令信号S#1がローからハイになると、駆動制御回路120は、トランジスタT10をオンし、それと同時にトランジスタT12もオンする。

【0067】

すると、コンデンサ電圧VCが、コイル101aへの通電経路をなす端子CMに印加されて、コンデンサC0に充電されていたエネルギーがコイル101aに放出され、これにより、そのコイル101aへの通電が開始される。そして、このとき、コイル101aには、コンデンサC0の放電により、インジェクタ101を速やかに開弁させるための大電流（ピーク電流）が流れる。また、このようなコンデンサC0の放電に際し、高電位となる端子CM側から電源ラインLp側への回り込みは、ダイオードD11によって防止される。尚、図3において、「インジェクタ電流I」とは、コイル101aに流れる電流である。

10

【0068】

そして、駆動制御回路120は、トランジスタT12をオンした後において、コイル101aに流れる電流Iを抵抗R10に生じる電圧により検出し、その電流Iがピーク電流の目標電流値ipになると、トランジスタT12をオフする。

【0069】

このようにして、コイル101aへの通電期間の開始時には、コンデンサC0の蓄積エネルギーがコイル101aに放出され、これにより、インジェクタ101の開弁応答が早まる。

20

【0070】

そして、駆動制御回路120は、トランジスタT12をオフした後は、抵抗R10に生じる電圧により検出されるコイル101aの電流Iが、上記ipよりも小さい一定電流となるように、トランジスタT11のオン／オフ制御を行う。

【0071】

具体的に説明すると、駆動制御回路120は、噴射指令信号がハイになっている間、コイル101aに一定電流を流すための定電流制御として、コイル101aの電流Iが下側閾値icL以下になるとトランジスタT11をオンさせ、コイル101aの電流Iが上側閾値icH以上になるとトランジスタT11をオフさせる、という制御を行う。尚、下側閾値icLと、上側閾値icHと、ピーク電流の目標電流値ipとの関係は、「 $icL < icH < ip$ 」である。

30

【0072】

このため、コイル101aの電流Iがピーク電流の目標電流値ipから低下して下側閾値icL以下になると、以後は、トランジスタT11のオン／オフが繰り返されて、コイル101aの電流Iの平均値が、上側閾値icHと下側閾値icLとのほぼ中間の一定電流に制御されることとなる。

【0073】

尚、図3の3段目に示すように、噴射指令信号がハイレベルになってから少しの間だけトランジスタT11がオンされているのは、この定電流制御によるものである。つまり、トランジスタT11は、噴射指令信号がハイレベルになってからコイル101aの電流Iが上側閾値icHに到達するまではオンされ続けるが、図3の場合、コンデンサ電圧VCの方がバッテリー電圧VBよりも高いため、コイル101aへはコンデンサC0によって電流が流れている。

40

【0074】

このような定電流制御により、トランジスタT12のオフ後は、電源ラインLpから、トランジスタT11及びダイオードD11を介して、コイル101aに一定電流を流し、その一定電流により、インジェクタ101を開弁状態に保持するのである。尚、ダイオードD12は、このような定電流制御のための還流用ダイオードであり、トランジスタT11のオフ時にコイル101aに流れる電流は、そのダイオードD12を介して還流される

50

。

【0075】

その後、マイコン130からの噴射指令信号S#1がハイからローになると、駆動制御回路120は、トランジスタT10をオフすると共に、トランジスタT11のオン／オフ制御（即ち、定電流制御）を終了して、そのトランジスタT11もオフ状態に保持する。すると、コイル101aへの通電が停止してインジェクタ101が閉弁し、そのインジェクタ101による燃料噴射が終了される。

【0076】

また、噴射指令信号S#1がローになって、トランジスタT10及びトランジスタT11がオフされると、コイル101aにフライバックエネルギーが発生するが、そのフライバックエネルギーは、ダイオードD10を通じてコンデンサC0へ電流の形で回収される。

10

【0077】

また、駆動制御回路120は、噴射指令信号がハイになっている間は、充電制御回路110への充電許可信号を非アクティブレベルにして、昇圧回路50によるコンデンサC0の充電動作を禁止する。そして、噴射指令信号がローになると、充電許可信号をアクティブレベルに戻して、昇圧回路50によるコンデンサC0の充電動作を再開させる。次のインジェクタ駆動に備えるためである。

【0078】

尚、第1気筒#1以外のインジェクタ101についても、上記と同様の手順で駆動される。

20

ここで特に、本実施形態において、昇圧回路50の充電制御回路110は、図2に示した昇圧用スイッチング制御の処理と並行して、図4（A）に示すオフ切替閾値設定処理を行うようになっている。

【0079】

即ち、図4（A）に示すように、充電制御回路110は、バッテリー電圧VBを検出し（S210）、そのバッテリー電圧VBの検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオフ切替閾値Ioffを設定する（S220）。具体的には、図4（B）に示すように、バッテリー電圧VBが低いほど、オフ切替閾値Ioffを大きい値に設定する。

【0080】

30

このような第1実施形態の昇圧回路50では、図5に示すように、バッテリー電圧VBが低くなると、昇圧用スイッチング制御におけるオフ切替閾値Ioffが大きい値に設定される。そして、オフ切替閾値Ioffが大きくなると、昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、バッテリー電圧VBの低下により昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0081】

例えば、従来の昇圧回路では、図6（A）に示すように、バッテリー電圧VB（電源電圧）が14Vから低下して8Vになると、コンデンサ電圧VCの単位時間当たりの上昇分が小さくなる。このため、図29に示したように、燃料噴射のためにコンデンサC0を放電させてから次の燃料噴射開始時まで、コンデンサ電圧VCを目標充電電圧にまで上昇させることができなくなる。

40

【0082】

これに対して、第1実施形態の昇圧回路50によれば、図6（B）に示すように、バッテリー電圧VB（電源電圧）が14Vから8Vになったとしても、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電される電圧が増えるため、コンデンサ電圧VCを、バッテリー電圧VBが14Vの場合と同程度の電圧に同程度の時間で上昇させることができる。このため、図7に示すように、バッテリー電圧VBが低下しても、燃料噴射のためにコンデンサC0を放電させてから次の燃料噴射開始時まで、コンデンサ電圧VCを目標充電電圧にまで上昇させることができ、インジェクタを精度良く駆動することができるよう

50

になる。

【0083】

尚、図6及び後述する他の図において、 I_m は、抵抗 R_0 に流れる電流であり、コイル L_0 に流れる電流でもある。そして、 I_m の上昇している部分は、昇圧スイッチ T_0 がオンしている期間の電流であって、昇圧スイッチ T_0 を介してコイル L_0 に流れる電流を表しており、また、 I_m の下降している部分は、昇圧スイッチ T_0 がオフしている期間の電流であって、コイル L_0 からコンデンサ C_0 に流れる充電電流を表している。

【0084】

また、本実施形態では、昇圧回路50における充電制御回路110が、制御手段に相当している。

10

一方、オフ切替閾値 I_{off} は、例えば、バッテリー電圧 V_B がある値 V_{th} よりも高ければ第1の値 I_{off1} に設定し、バッテリー電圧 V_B がある値 V_{th} より高くなければ第2の値 I_{off2} ($> I_{off1}$) に設定するといった具合に、バッテリー電圧 V_B に応じて段階的に変更するようにしても良い。

〔第2実施形態〕

以下の説明において、構成要素の符号は、第1実施形態と同じものを用いる。また、このことは、後述する他の実施形態についても同様である。

【0085】

第2実施形態の燃料噴射制御装置100は、第1実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図2に示した昇圧用スイッチング制御の処理と並行して、図8(A)に示すオン切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

20

【0086】

即ち、図8(A)に示すように、充電制御回路110は、バッテリー電圧 V_B を検出し($S210$)、そのバッテリー電圧 V_B の検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオン切替閾値 I_{on} を設定する($S230$)。具体的には、図8(B)に示すように、バッテリー電圧 V_B が低いほど、オン切替閾値 I_{on} を大きい値に設定する。

【0087】

ここで、図9(A)に、従来の昇圧回路における抵抗 R_0 の電流 I_m とコンデンサ電圧 V_C を示し、図9(B)に、第2実施形態の昇圧回路50における抵抗 R_0 の電流 I_m とコンデンサ電圧 V_C を示す。

30

【0088】

図9(A)における二点鎖線と図9(B)における二点鎖線との比較から分かるように、第2実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧 V_B が低くなると(この例では $14V \rightarrow 8V$)、オン切替閾値 I_{on} が大きい値に設定されることから、オン切替閾値 I_{on} を変更しない場合よりも昇圧スイッチ T_0 のオフ時間が短くなり、それにより、昇圧スイッチ T_0 の一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサ C_0 の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、バッテリー電圧 V_B の低下により昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0089】

つまり、図9(B)のように、バッテリー電圧 V_B が $14V$ から $8V$ になったとしても、コンデンサ電圧 V_C を、バッテリー電圧 V_B が $14V$ の場合と同程度の電圧に同程度の時間で上昇させることができる。よって、第1実施形態と同様に、バッテリー電圧 V_B が低下しても、燃料噴射のためにコンデンサ C_0 を放電させてから次の燃料噴射開始時までコンデンサ電圧 V_C を目標充電電圧にまで上昇させることができ、インジェクタを精度良く駆動することができるようになる。

40

【0090】

尚、オン切替閾値 I_{on} は、例えば、バッテリー電圧 V_B がある値 V_{th} よりも高ければ第1の値 I_{on1} に設定し、バッテリー電圧 V_B がある値 V_{th} より高くなければ第2の値 I_{on2} ($> I_{on1}$) に設定するといった具合に、バッテリー電圧 V_B に応じて段階的に変更するようにしても良い。

50

[第3実施形態]

第3実施形態の燃料噴射制御装置100は、参考例として開示するものであり、第1実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、下記の2点が異なっている。

【0091】

まず、第1の相違点として、昇圧回路50の充電制御回路110は、図2に示した昇圧用スイッチング制御の処理に代えて、図10に示す昇圧用スイッチング制御の処理を行う。

【0092】

即ち、図10に示すように、充電制御回路110が昇圧用スイッチング制御を開始すると、まず、昇圧スイッチT0をオンする(S310)。

そして、昇圧スイッチT0をオンしているときには(S320: YES)、その昇圧スイッチT0を今回オンしてからの経過時間であるオン経過時間が、オン時間Tonに達するまで待つ(S330: NO)。そして、オン経過時間がオン時間Tonに達したと判定すると(S330: YES)、昇圧スイッチT0をオフする(S340)。

【0093】

また、昇圧スイッチT0をオフしているときには(S320: NO)、その昇圧スイッチT0を今回オフしてからの経過時間であるオフ経過時間が、オフ時間Toffに達するまで待つ(S350: NO)。そして、オフ経過時間がオフ時間Toffに達したと判定すると(S350: YES)、昇圧スイッチT0をオンする。

【0094】

そして、充電制御回路110は、こうした動作を繰り返すことにより、昇圧スイッチT0を繰り返しオン／オフさせてコンデンサC0を段階的に充電する。

つまり、本第3実施形態の昇圧用スイッチング制御では、抵抗R0に流れる電流Imをモニタすることなく、昇圧スイッチT0を、オン時間Tonだけオンし、オフ時間Toffだけオフする、という制御を行っている。尚、このため、本第3実施形態では、昇圧回路50における抵抗R0を削除している。

【0095】

次に、第2の相違点として、昇圧回路50の充電制御回路110は、図10に示した昇圧用スイッチング制御の処理と並行して、図11(A)に示すオン時間設定処理を行う。

即ち、図11(A)に示すように、充電制御回路110は、バッテリー電圧VBを検出し(S210)、そのバッテリー電圧VBの検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオン時間Tonを設定する(S240)。具体的には、図11(B)に示すように、バッテリー電圧VBが低いほど、オン時間Tonを大きい値(長い時間)に設定する。

【0096】

ここで、図12(A)に、図11(A)のオン時間設定処理を行わない場合(即ち、オン時間Tonを変更しない場合)の電流Imとコンデンサ電圧VCを示し、図12(B)に、第3実施形態の昇圧回路50における電流Imとコンデンサ電圧VCを示す。但し、本第3実施形態では抵抗R0を削除しているため、図12におけるImは、コイルL0に流れる電流である。

【0097】

図12(A)における二点鎖線と図12(B)における二点鎖線との比較から分かるように、第3実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧VBが低くなると(この例では14V→8V)、昇圧スイッチT0がオンされるオン時間Tonが長い時間に設定されるため、その昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、バッテリー電圧VBの低下により昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0098】

つまり、図12(B)のように、バッテリー電圧VBが14Vから8Vになったとしても、コンデンサ電圧VCを、バッテリー電圧VBが14Vの場合と同程度の電圧に同程度の時

10

20

30

40

50

間で上昇させることができる。よって、第1, 第2実施形態と同様に、バッテリー電圧VBが低下しても、燃料噴射のためにコンデンサC0を放電させてから次の燃料噴射開始時までコンデンサ電圧VCを目標充電電圧にまで上昇させることができ、インジェクタを精度良く駆動することができるようになる。

【0099】

尚、オン時間Tonは、例えば、バッテリー電圧VBがある値Vthよりも高ければ第1の値Ton1に設定し、バッテリー電圧VBがある値Vthより高くなければ第2の値Ton2 (> Ton1) に設定するといった具合に、バッテリー電圧VBに応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第4実施形態]

第4実施形態の燃料噴射制御装置100も、参考例として開示するものであり、第3実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図10に示した昇圧用スイッチング制御の処理と並行して、図13(A)に示すオフ時間設定処理を行う点が異なっている。

【0100】

即ち、図13(A)に示すように、充電制御回路110は、バッテリー電圧VBを検出し(S210)、そのバッテリー電圧VBの検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオフ時間Toffを設定する(S250)。具体的には、図13(B)に示すように、バッテリー電圧VBが低いほど、オフ時間Toffを小さい値(短い時間)に設定する。

【0101】

ここで、図14(A)に、図13(A)のオフ時間設定処理を行わない場合(即ち、オフ時間Toffを変更しない場合)の電流Imとコンデンサ電圧VCを示し、図14(B)に、第4実施形態の昇圧回路50における電流Imとコンデンサ電圧VCを示す。但し、本第4実施形態においても抵抗R0を削除しているため、図14におけるImは、コイルL0に流れる電流である。

【0102】

図14(A)における二点鎖線と図14(B)における二点鎖線との比較から分かるように、第4実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧VBが低くなると(この例では14V→8V)、昇圧スイッチT0がオフされるオフ時間Toffが短い時間に設定されるため、昇圧スイッチT0の一定時間当たりのオン/オフ回数が増加して、コンデンサC0の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、バッテリー電圧VBの低下により昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

【0103】

つまり、図14(B)のように、バッテリー電圧VBが14Vから8Vになったとしても、コンデンサ電圧VCを、バッテリー電圧VBが14Vの場合と同程度の電圧に同程度の時間で上昇させることができる。よって、第1～第3実施形態と同様に、バッテリー電圧VBが低下しても、燃料噴射のためにコンデンサC0を放電させてから次の燃料噴射開始時までコンデンサ電圧VCを目標充電電圧にまで上昇させることができ、インジェクタを精度良く駆動することができるようになる。

【0104】

尚、オフ時間Toffは、例えば、バッテリー電圧VBがある値Vthよりも高ければ第1の値Toff1に設定し、バッテリー電圧VBがある値Vthより高くなければ第2の値Toff2 (< Toff1) に設定するといった具合に、バッテリー電圧VBに応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第5実施形態]

第5実施形態の燃料噴射制御装置100は、第1実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図4(A)のオフ切替閾値設定処理に代えて、図15(A)に示すオフ切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

【0105】

即ち、図15(A)に示すように、充電制御回路110は、噴射間隔(即ち、インジェ

10

20

30

40

50

クタ101の駆動間隔であり、コンデンサC0の放電間隔でもある)を検出し(S410)、その噴射間隔に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオフ切替閾値Ioffを設定する(S420)。具体的には、図15(B)に示すように、噴射間隔が短いほど、オフ切替閾値Ioffを大きい値に設定する。

【0106】

尚、充電制御回路110が噴射間隔を検出する手法としては、例えば、マイコン130から次の燃料噴射までの噴射間隔の計算値を取得するようにしても良いし、また、マイコン130から出力される噴射指令信号の立ち上がり間隔を計測し、その計測値を噴射間隔の検出値としても良い。そして、このことは、後述する第6～第8実施形態についても同様である。

10

【0107】

このような第5実施形態の昇圧回路50によれば、噴射間隔が短くなると、昇圧用スイッチング制御におけるオフ切替閾値Ioffが大きい値に設定される。そして、オフ切替閾値Ioffが大きくなると、昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、噴射間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうこと(具体的には、燃料噴射のためにコンデンサC0を放電させてから次の燃料噴射開始時まで、コンデンサ電圧VCを目標充電電圧にまで上昇させることができなくなること)を回避することができ、インジェクタを精度良く駆動することができるようになる。

20

【0108】

尚、オフ切替閾値Ioffは、例えば、噴射間隔がある値Tthよりも長ければ第1の値Ioff1に設定し、噴射間隔がある値Tthより長くなければ第2の値Ioff2(>Ioff1)に設定するといった具合に、噴射間隔に応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第6実施形態]

第6実施形態の燃料噴射制御装置100は、第2実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図8(A)のオン切替閾値設定処理に代えて、図16(A)に示すオン切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

【0109】

30

即ち、図16(A)に示すように、充電制御回路110は、噴射間隔を検出し(S410)、その噴射間隔に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオン切替閾値Ionを設定する(S430)。具体的には、図16(B)に示すように、噴射間隔が短いほど、オン切替閾値Ionを大きい値に設定する。

【0110】

このような第6実施形態の昇圧回路50によれば、噴射間隔が短くなると、オン切替閾値Ionが大きい値に設定されることから、昇圧スイッチT0のオフ時間が短くなり、それにより、昇圧スイッチT0の一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサC0の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、第5実施形態と同様に、噴射間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

40

【0111】

尚、オン切替閾値Ionは、例えば、噴射間隔がある値Tthよりも長ければ第1の値Ion1に設定し、噴射間隔がある値Tthより長くなければ第2の値Ion2(>Ion1)に設定するといった具合に、噴射間隔に応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第7実施形態]

第7実施形態の燃料噴射制御装置100は、第3実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図11(A)のオン時間設定処理に代えて、図17(A)に示すオン時間設定処理を行う点が異なっている。

【0112】

50

即ち、図17(A)に示すように、充電制御回路110は、噴射間隔を検出し(S410)、その噴射間隔に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオン時間Tonを設定する(S440)。具体的には、図17(B)に示すように、噴射間隔が短いほど、オン時間Tonを大きい値(長い時間)に設定する。

【0113】

このような第7実施形態の昇圧回路50によれば、噴射間隔が短くなると、昇圧スイッチT0のオン時間Tonが長い時間に設定されるため、その昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、第5、第6実施形態と同様に、噴射間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

10

【0114】

尚、オン時間Tonは、例えば、噴射間隔がある値Tthよりも長ければ第1の値Ton1に設定し、噴射間隔がある値Tthより長くなければ第2の値Ton2(>Ton1)に設定するといった具合に、噴射間隔に応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第8実施形態]

第8実施形態の燃料噴射制御装置100は、第4実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図13(A)のオフ時間設定処理に代えて、図18(A)に示すオフ時間設定処理を行う点が異なっている。

【0115】

20

即ち、図17(A)に示すように、充電制御回路110は、噴射間隔を検出し(S410)、その噴射間隔に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオフ時間Toffを設定する(S450)。具体的には、図18(B)に示すように、噴射間隔が短いほど、オフ時間Toffを小さい値(短い時間)に設定する。

【0116】

このような第8実施形態の昇圧回路50によれば、噴射間隔が短くなると、昇圧スイッチT0がオフされるオフ時間Toffが短い時間に設定されるため、昇圧スイッチT0の一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサC0の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、第5～第7実施形態と同様に、噴射間隔が短くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

30

【0117】

尚、オフ時間Toffは、例えば、噴射間隔がある値Tthよりも長ければ第1の値Toff1に設定し、噴射間隔がある値Tthより長くなければ第2の値Toff2(<Toff1)に設定するといった具合に、噴射間隔に応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第9実施形態]

第9実施形態の燃料噴射制御装置100は、第1実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図4(A)のオフ切替閾値設定処理に代えて、図19(A)に示すオフ切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

【0118】

40

即ち、図19(A)に示すように、充電制御回路110は、インジェクタ101の駆動が開始される直前のコンデンサ電圧VCを検出する(S510)。具体的に説明すると、本第9実施形態においては、マイコン130が、噴射指令信号を出力する直前に、充電制御回路110へタイミング信号を出力する。そして、充電制御回路110は、そのタイミング信号を受ける毎に、その時のコンデンサ電圧VCを、内蔵の分圧抵抗やA/Dコンバータ等からなる電圧検出回路で検出する。尚、このことは、後述する第10～第12実施形態についても同様である。

【0119】

そして更に、充電制御回路110は、コンデンサ電圧VCの検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオフ切替閾値Ioffを設定する(S520)。具体的には、図

50

19 (B) に示すように、検出したコンデンサ電圧 V_C が低いほど、オフ切替閾値 I_{off} を大きい値に設定する。

【0120】

このような第9実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧 V_B が低下したり噴射間隔（インジェクタ101の駆動間隔）が短くなったりして、インジェクタ101を駆動する直前のコンデンサ電圧 V_C が低くなると、オフ切替閾値 I_{off} が大きい値に設定されることとなる。そして、オフ切替閾値 I_{off} が大きくなると、前述したように、昇圧スイッチ T_0 がオンしたときにコイル L_0 に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチ T_0 の1回のオン／オフでコンデンサ C_0 に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、低くなったコンデンサ電圧 V_C を上昇させることができる。よって、バッテリー電圧 V_B が低くなったり噴射間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

10

【0121】

尚、オフ切替閾値 I_{off} は、例えば、コンデンサ電圧 V_C がある値 V_{Cth} よりも大きければ第1の値 I_{off1} に設定し、コンデンサ電圧 V_C がある値 V_{Cth} より大きくなければ第2の値 I_{off2} ($> I_{off1}$) に設定するといった具合に、コンデンサ電圧 V_C に応じて段階的に変更するようにしても良い。

[第10実施形態]

第10実施形態の燃料噴射制御装置100は、第2実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図8(A)のオン切替閾値設定処理に代えて、図20(A)に示すオン切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

20

【0122】

即ち、図20(A)に示すように、充電制御回路110は、インジェクタ101の駆動が開始される直前のコンデンサ電圧 V_C を検出し ($S510$)、その検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオン切替閾値 I_{on} を設定する ($S530$)。具体的には、図20(B)に示すように、検出したコンデンサ電圧 V_C が低いほど、オン切替閾値 I_{on} を大きい値に設定する。

【0123】

このような第10実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧 V_B が低下したり噴射間隔が短くなったりして、インジェクタ101を駆動する直前のコンデンサ電圧 V_C が低くなると、オン切替閾値 I_{on} が大きい値に設定されることから、昇圧スイッチ T_0 のオフ時間が短くなり、それにより、昇圧スイッチ T_0 の一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサ C_0 の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、低くなったコンデンサ電圧 V_C を上昇させることができる。よって、第9実施形態と同様に、バッテリー電圧 V_B が低くなったり噴射間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

30

【0124】

尚、オン切替閾値 I_{on} は、例えば、コンデンサ電圧 V_C がある値 V_{Cth} よりも大きければ第1の値 I_{on1} に設定し、コンデンサ電圧 V_C がある値 V_{Cth} より大きくなければ第2の値 I_{on2} ($> I_{on1}$) に設定するといった具合に、コンデンサ電圧 V_C に応じて段階的に変更するようにしても良い。

40

[第11実施形態]

第11実施形態の燃料噴射制御装置100は、第3実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図11(A)のオン時間設定処理に代えて、図21(A)に示すオン時間設定処理を行う点が異なっている。

【0125】

即ち、図21(A)に示すように、充電制御回路110は、インジェクタ101の駆動が開始される直前のコンデンサ電圧 V_C を検出し ($S510$)、その検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオン時間 T_{on} を設定する ($S540$)。具体的には、図21(B)に示すように、検出したコンデンサ電圧 V_C が低いほど、オン時間 T_{on} を大

50

きい値（長い時間）に設定する。

【0126】

このような第11実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧VBが低下したり噴射間隔が短くなったりして、インジェクタ101を駆動する直前のコンデンサ電圧VCが低くなると、昇圧スイッチT0のオン時間Tonが長い時間に設定されるため、その昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、低くなったコンデンサ電圧VCを上昇させることができる。よって、第9、第10実施形態と同様に、バッテリー電圧VBが低くなったり噴射間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

10

【0127】

尚、オン時間Tonは、例えば、コンデンサ電圧VCがある値VCthよりも大きければ第1の値Ton1に設定し、コンデンサ電圧VCがある値VCthより大きくなければ第2の値Ton2(>Ton1)に設定するといった具合に、コンデンサ電圧VCに応じて段階的に変更するようにしても良い。

〔第12実施形態〕

第12実施形態の燃料噴射制御装置100は、第4実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図13(A)のオフ時間設定処理に代えて、図22(A)に示すオフ時間設定処理を行う点が異なっている。

【0128】

20

即ち、図22(A)に示すように、充電制御回路110は、インジェクタ101の駆動が開始される直前のコンデンサ電圧VCを検出し(S510)、その検出値に応じて、昇圧用スイッチング制御におけるオフ時間Toffを設定する(S550)。具体的には、図22(B)に示すように、検出したコンデンサ電圧VCが低いほど、オフ時間Toffを小さい値（短い時間）に設定する。

【0129】

このような第12実施形態の昇圧回路50によれば、バッテリー電圧VBが低下したり噴射間隔が短くなったりして、インジェクタ101を駆動する直前のコンデンサ電圧VCが低くなると、昇圧スイッチT0のオフ時間Toffが短くなり、それにより、昇圧スイッチT0の一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサC0の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、低くなったコンデンサ電圧VCを上昇させることができる。よって、第9～第11実施形態と同様に、バッテリー電圧VBが低くなったり噴射間隔が短くなったりして昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

30

【0130】

尚、オフ時間Toffは、例えば、コンデンサ電圧VCがある値VCthよりも大きければ第1の値Toff1に設定し、コンデンサ電圧VCがある値VCthより大きくなければ第2の値Toff2(<Toff1)に設定するといった具合に、コンデンサ電圧VCに応じて段階的に変更するようにしても良い。

〔第13実施形態〕

40

第13実施形態の燃料噴射制御装置100は、第1実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図4(A)のオフ切替閾値設定処理に代えて、図23に示すオフ切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

【0131】

即ち、図23に示すように、充電制御回路110は、エンジンの運転状態が、コンデンサC0の放電頻度が高くなる特定の運転状態であるか否かを判定する(S610)。

具体的に説明すると、S610で判定する特定の運転状態は、エンジン回転数と多段噴射回数とで決まる運転状態であり、図24における斜線部のように、エンジン回転数がある値X以上で且つ多段噴射回数がある値Y以上のとき、という運転状態である。そして、その特定の運転状態となるエンジン回転数Xと多段噴射回数Yの値は、Yが大きいほど、

50

Xが小さくなるように設定されている。尚、多段噴射とは、1つの気筒に対して燃料を複数回に分けて噴射することであり、多段噴射回数とは、その多段噴射における噴射回数である。そして更に、本第13実施形態においては、マイコン130が、そのような特定の運転状態である場合に、充電制御回路110へ状態報知信号を出力するようになっており、充電制御回路110は、その状態報知信号を受けている場合に、特定の運転状態であると判定する。尚、このことは、後述する第14～第16実施形態についても同様である。

【0132】

そして、充電制御回路110は、特定の運転状態でないと判定している場合には（S610：NO）、昇圧用スイッチング制御におけるオフ切替閾値Ioffを、所定値IL1に設定し（S630）、特定の運転状態であると判定した場合には（S610：YES）、オフ切替閾値Ioffを、上記所定値IL1よりも大きい値（高い値）IH1（>IL1）に設定する（S620）。 10

【0133】

このような第13実施形態の昇圧回路50によれば、エンジンの運転状態が、コンデンサC0の放電頻度（換言すれば、燃料噴射の実施頻度）が高くなる特定の運転状態になると、オフ切替閾値Ioffが大きい値に設定されることとなる。そして、オフ切替閾値Ioffが大きくなると、前述したように、昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧T0スイッチの1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、コンデンサC0の放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。 20

〔第14実施形態〕

第14実施形態の燃料噴射制御装置100は、第2実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図8（A）のオン切替閾値設定処理に代えて、図25に示すオン切替閾値設定処理を行う点が異なっている。

【0134】

即ち、図25に示すように、充電制御回路110は、第13実施形態と同様に、特定の運転状態であるか否かを判定し（S610）、特定の運転状態でないと判定している場合には（S610：NO）、昇圧用スイッチング制御におけるオン切替閾値Ionを、所定値IL2に設定する（S650）。また、特定の運転状態であると判定した場合には（S610：YES）、オン切替閾値Ionを、上記所定値IL2よりも大きい値（高い値）IH2（>IL2）に設定する（S640）。 30

【0135】

このような第14実施形態の昇圧回路50によれば、エンジンの運転状態が、コンデンサC0の放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、オン切替閾値Ionが大きい値に設定されることから、昇圧スイッチT0のオフ時間が短くなり、それにより、昇圧T0スイッチの一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサC0の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、第13実施形態と同様に、コンデンサC0の放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

〔第15実施形態〕

第15実施形態の燃料噴射制御装置100は、第3実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図11（A）のオン時間設定処理に代えて、図26に示すオン時間設定処理を行う点が異なっている。 40

【0136】

即ち、図26に示すように、充電制御回路110は、第13実施形態と同様に、特定の運転状態であるか否かを判定し（S610）、特定の運転状態でないと判定している場合には（S610：NO）、昇圧用スイッチング制御におけるオン時間Tonを、所定値TS1に設定する（S670）。また、特定の運転状態であると判定した場合には（S610：YES）、オン時間Tonを、上記所定値TS1よりも大きい値（長い時間）TL1（>TS1）に設定する（S660）。 50

【0137】

このような第15実施形態の昇圧回路50によれば、エンジンの運転状態が、コンデンサC0の放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、昇圧スイッチT0のオン時間Tonが長い時間に設定されるため、その昇圧スイッチT0がオンしたときにコイルL0に蓄えられるエネルギーが大きくなり、昇圧スイッチT0の1回のオン／オフでコンデンサC0に充電されるエネルギーを増加させることができる。このため、第13, 第14実施形態と同様に、コンデンサC0の放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

〔第16実施形態〕

第16実施形態の燃料噴射制御装置100は、第4実施形態の燃料噴射制御装置100と比較すると、昇圧回路50の充電制御回路110が、図13(A)のオフ時間設定処理に代えて、図27に示すオフ時間設定処理を行う点が異なっている。

10

【0138】

即ち、図27に示すように、充電制御回路110は、第13実施形態と同様に、特定の運転状態であるか否かを判定し(S610)、特定の運転状態でないと判定している場合には(S610:NO)、昇圧用スイッチング制御におけるオフ時間Toffを、所定値TL2に設定する(S690)。また、特定の運転状態であると判定した場合には(S610:YES)、オフ時間Toffを、上記所定値TL2よりも小さい値(短い時間)TS2(<TL2)に設定する(S680)。

【0139】

このような第16実施形態の昇圧回路50によれば、エンジンの運転状態が、コンデンサC0の放電頻度が高くなる特定の運転状態になると、昇圧スイッチT0のオフ時間Toffが短い時間に設定され、それにより、昇圧スイッチT0の一定時間当たりのオン／オフ回数が増加して、コンデンサC0の一定時間当たりの充電回数を増加させることができる。このため、第13～第15実施形態と同様に、コンデンサC0の放電頻度が高くなって昇圧能力が不足してしまうことを回避することができる。

20

【0140】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0141】

例えば、第1, 第5, 第9, 第13実施形態において、図2の昇圧用スイッチング制御では、S150の判定に代えて、図10におけるS350の判定を行うようにしても良い。つまり、昇圧スイッチT0をオフする時間は一定であっても良い。

30

【0142】

また、第2, 第6, 第10, 第14実施形態において、図2の昇圧用スイッチング制御では、S130の判定に代えて、図10におけるS330の判定を行うようにしても良い。つまり、昇圧スイッチT0をオンする時間は一定であっても良い。

【0143】

また、第3, 第7, 第11, 第15実施形態において、図10の昇圧用スイッチング制御では、S350の判定に代えて、図2におけるS150の判定を行うようにしても良い。つまり、昇圧スイッチT0のオフからオンへ切り替えは、抵抗R0に流れる電流をモニタして行うようにしても良い。

40

【0144】

また、第4, 第8, 第12, 第16実施形態において、図10の昇圧用スイッチング制御では、S330の判定に代えて、図2におけるS130の判定を行うようにしても良い。つまり、昇圧スイッチT0のオンからオフへ切り替えは、抵抗R0に流れる電流をモニタして行うようにしても良い。

【0145】

一方、第13～第16実施形態において、特定の運転状態としては、前述したものに限らず、例えば、エンジン回転数がある値以上といった具合に、エンジン回転数だけで決ま

50

る運転状態や、多段噴射回数がある値以上といった具合に、多段噴射回数だけで決まる運転状態でも良い。

【0146】

また、インジェクタは、ソレノイド式ではなく、ピエゾアクチュエータが伸張することで開弁するタイプのインジェクタでも良い。

また、駆動対象のアクチュエータは、インジェクタを開弁させるためのアクチュエータ以外でも良い。

【図面の簡単な説明】

【0147】

【図1】第1実施形態の燃料噴射制御装置を示す構成図である。

10

【図2】第1実施形態の充電制御回路が行う昇圧用スイッチング制御を表すフローチャートである。

【図3】燃料噴射制御装置の動作を表すタイムチャートである。

【図4】第1実施形態の充電制御回路が行うオフ切替閾値設定処理を説明する説明図である。

【図5】第1実施形態の作用を説明する説明図である。

【図6】第1実施形態の効果を説明する第1の説明図である。

【図7】第1実施形態の効果を説明する第2の説明図である。

【図8】第2実施形態の充電制御回路が行うオン切替閾値設定処理を説明する説明図である。

20

【図9】第2実施形態の効果を説明する説明図である。

【図10】第3実施形態の充電制御回路が行う昇圧用スイッチング制御を表すフローチャートである。

【図11】第3実施形態の充電制御回路が行うオン時間設定処理を説明する説明図である。

【図12】第3実施形態の効果を説明する説明図である。

【図13】第4実施形態の充電制御回路が行うオフ時間設定処理を説明する説明図である。

【図14】第4実施形態の効果を説明する説明図である。

【図15】第5実施形態の充電制御回路が行うオフ切替閾値設定処理を説明する説明図である。

30

【図16】第6実施形態の充電制御回路が行うオン切替閾値設定処理を説明する説明図である。

【図17】第7実施形態の充電制御回路が行うオン時間設定処理を説明する説明図である。

【図18】第8実施形態の充電制御回路が行うオフ時間設定処理を説明する説明図である。

【図19】第9実施形態の充電制御回路が行うオフ切替閾値設定処理を説明する説明図である。

【図20】第10実施形態の充電制御回路が行うオン切替閾値設定処理を説明する説明図である。

40

【図21】第11実施形態の充電制御回路が行うオン時間設定処理を説明する説明図である。

【図22】第12実施形態の充電制御回路が行うオフ時間設定処理を説明する説明図である。

【図23】第13実施形態の充電制御回路が行うオフ切替閾値設定処理を説明する説明図である。

【図24】図23のS610で判定する特定の運転状態を説明する説明図である。

【図25】第14実施形態の充電制御回路が行うオン切替閾値設定処理を説明する説明図である。

50

【図 2 6】第 1 5 実施形態の充電制御回路が行うオン時間設定処理を説明する説明図である。

【図 2 7】第 1 6 実施形態の充電制御回路が行うオフ時間設定処理を説明する説明図である。

【図 2 8】従来の昇圧回路を説明する説明図である。

【図 2 9】従来技術の問題を説明する説明図である。

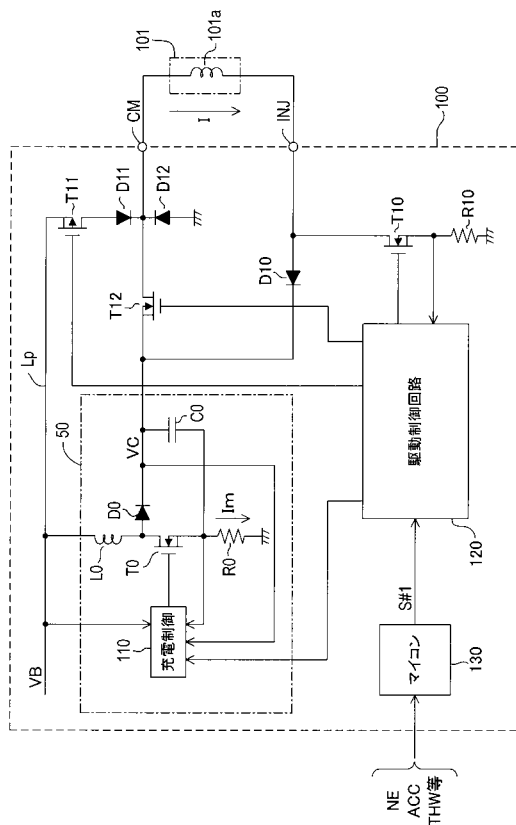
【符号の説明】

【0 1 4 8】

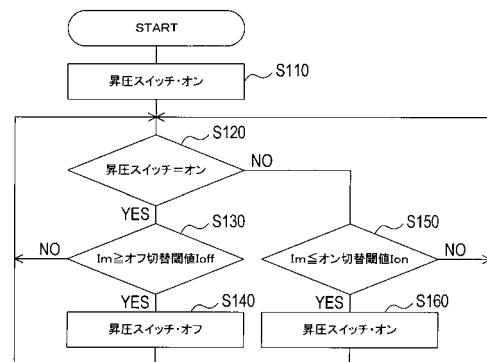
5 0 … 昇圧回路（昇圧電源装置）、1 0 0 … 燃料噴射制御装置、1 0 1 … インジェクタ、1 0 1 a … インジェクタに内蔵されたソレノイドのコイル、1 1 0 … 充電制御回路、1 2 0 … 駆動制御回路、1 3 0 … マイコン、C 0 … コンデンサ、D 0, D 1 0 ~ D 1 2 … ダイオード、L 0 … 昇圧回路のコイル、L p … 電源ライン、R 0, R 1 0 … 電流検出用の抵抗、T 0 … 昇圧スイッチ（スイッチング素子）、T 1 0 ~ T 1 2 … トランジスタ

10

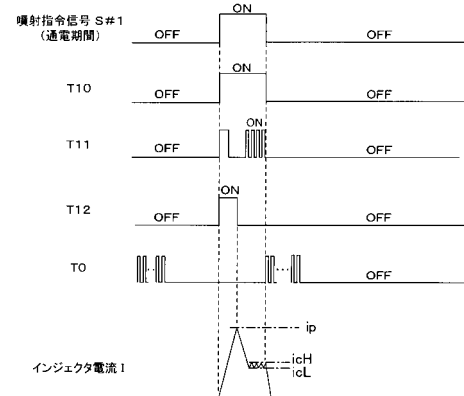
【図 1】



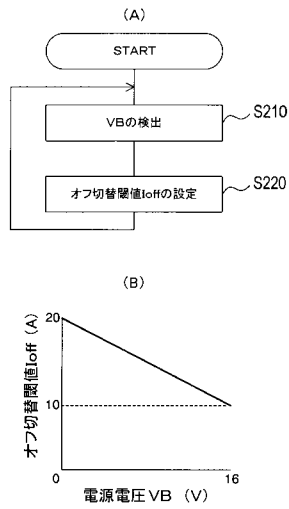
【図 2】



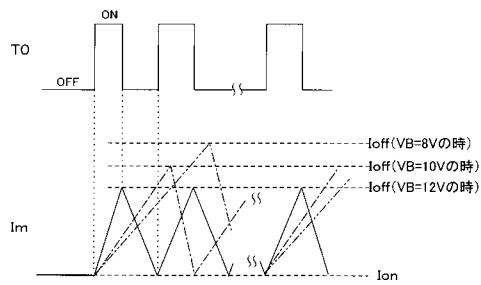
【図 3】



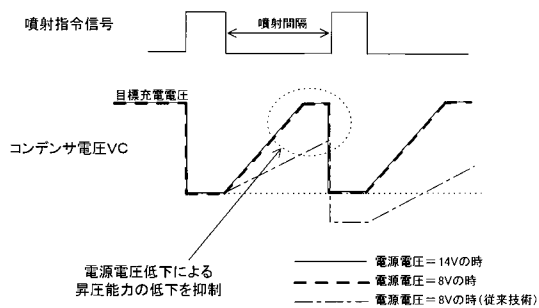
【図 4】



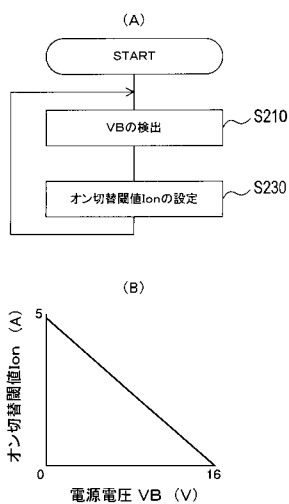
【図 5】



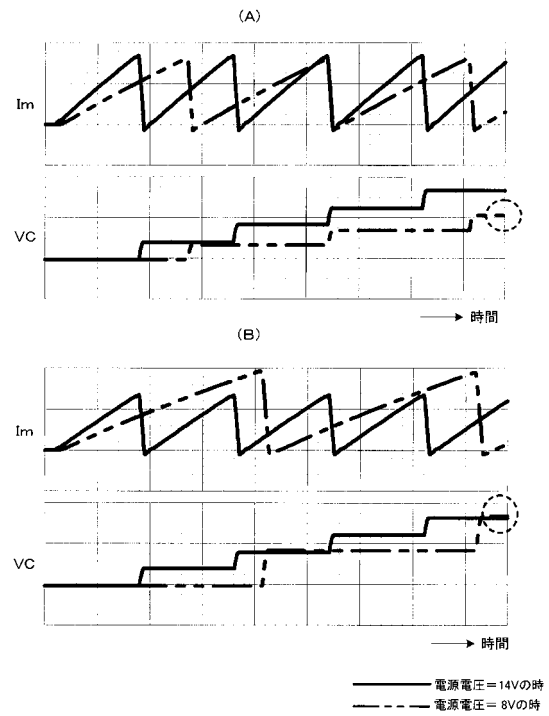
【図 7】



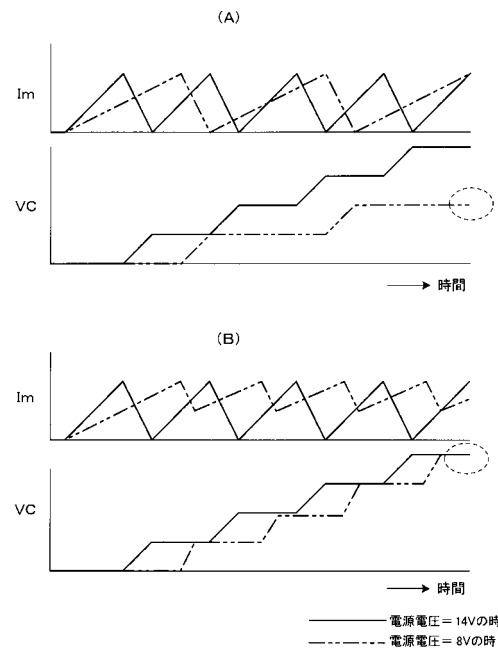
【図 8】



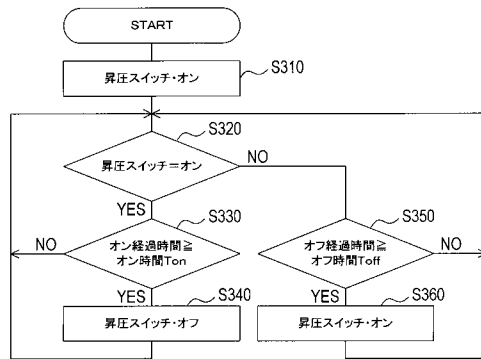
【図 6】



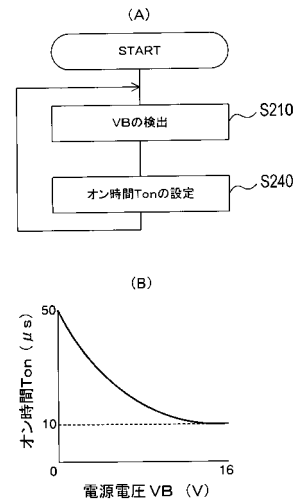
【図 9】



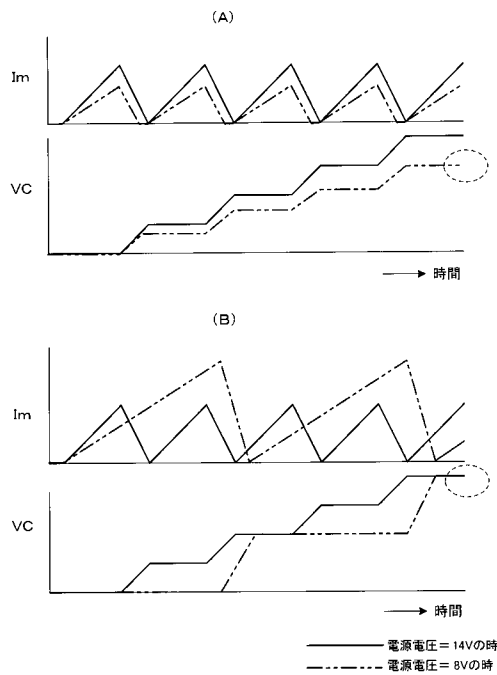
【図 10】



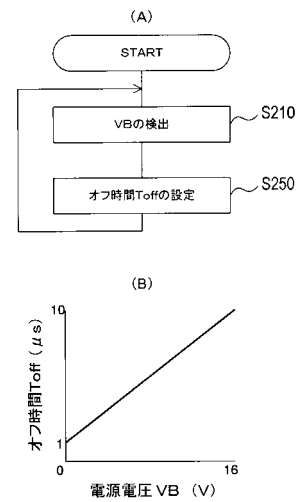
【図 11】



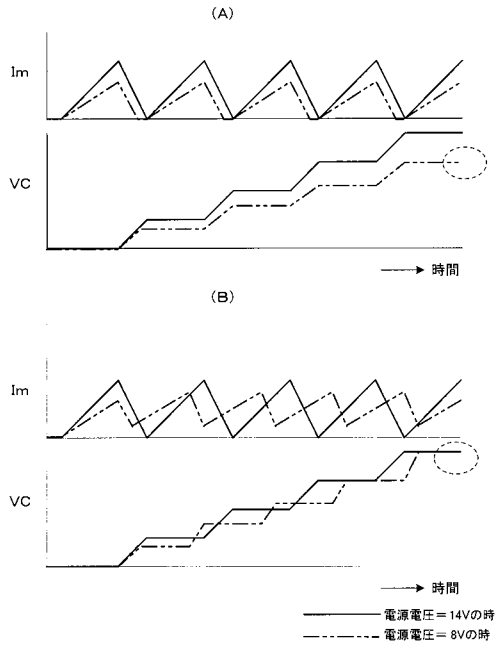
【図 12】



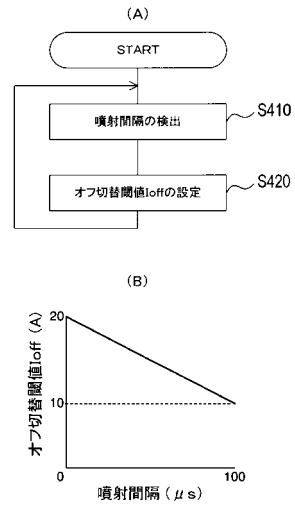
【図 13】



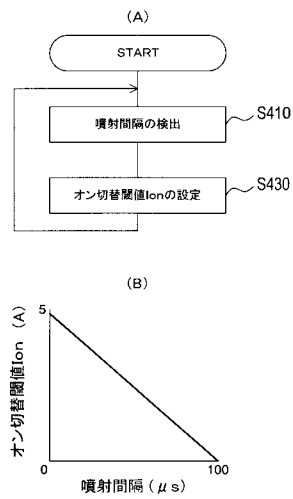
【図 14】



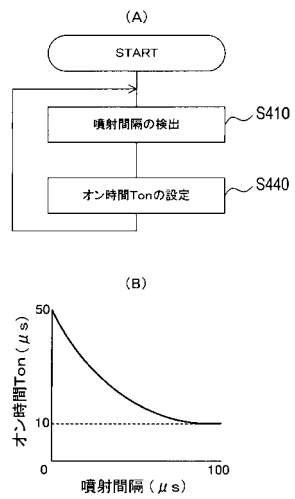
【図 15】



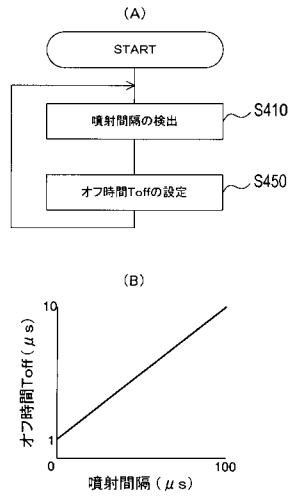
【図 16】



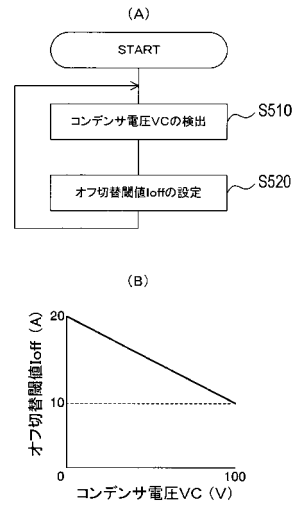
【図 17】



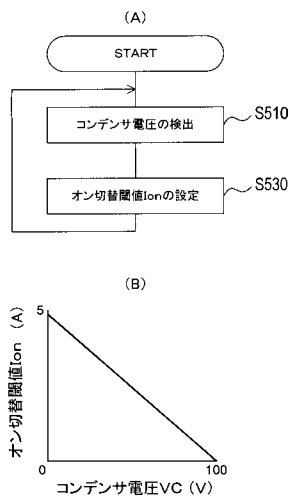
【図 18】



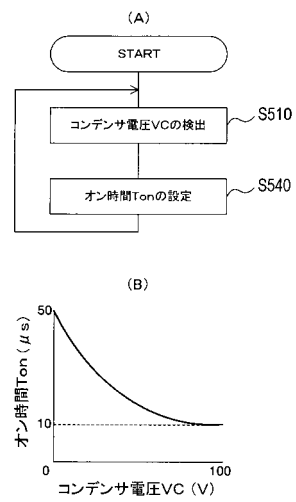
【図 19】



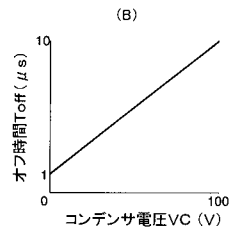
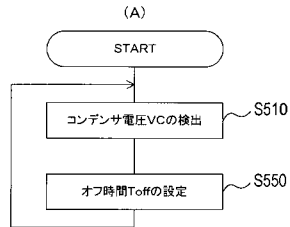
【図 20】



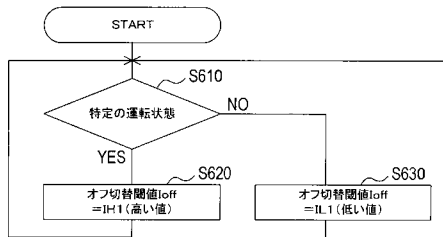
【図 21】



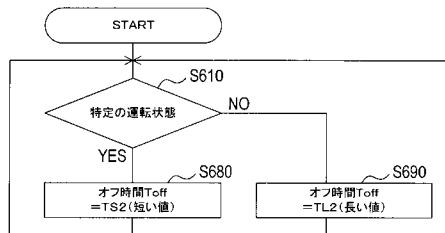
【図 2 2】



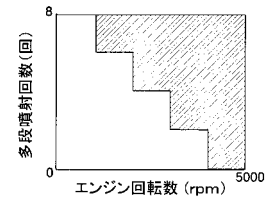
【図 2 3】



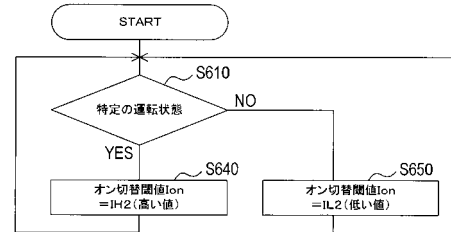
【図 2 7】



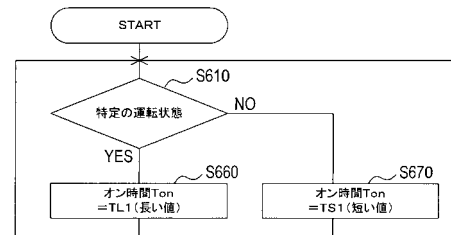
【図 2 4】



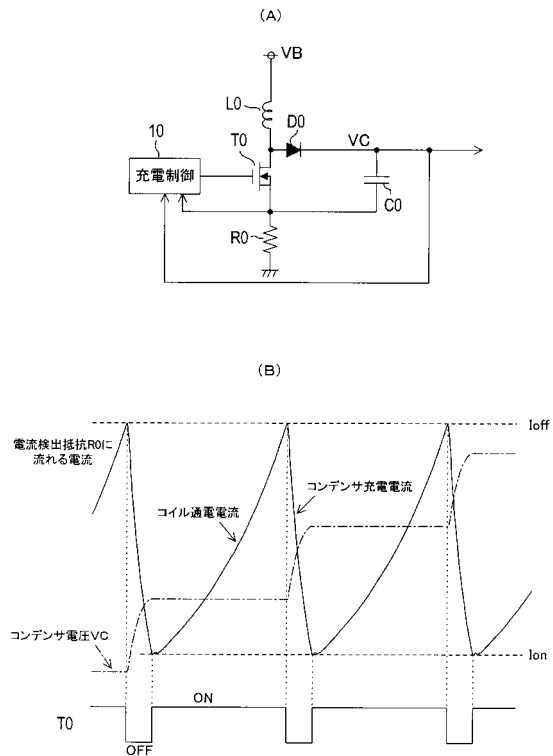
【図 2 5】



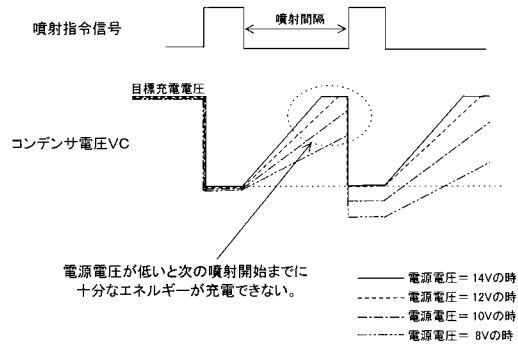
【図 2 6】



【図 2 8】



【図 29】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-015332 (JP, A)
特開平09-065652 (JP, A)
特開平10-153141 (JP, A)
特開2003-199329 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 3/155