

【公報種別】 特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】 第 7 部門第 4 区分  
 【発行日】 平成 18 年 7 月 13 日 (2006.7.13)

【公開番号】 特開 2005-198406 (P2005-198406A)  
 【公開日】 平成 17 年 7 月 21 日 (2005.7.21)  
 【年通号数】 公開・登録公報 2005-028  
 【出願番号】 特願 2004-1681 (P2004-1681)  
 【国際特許分類】

**H O 2 M 3/155 (2006.01)**  
**H O 2 M 1/08 (2006.01)**  
**H O 2 M 7/5387 (2006.01)**  
**H O 2 P 27/06 (2006.01)**  
**H O 3 K 17/56 (2006.01)**

【F I】

H O 2 M 3/155 F  
 H O 2 M 3/155 H  
 H O 2 M 1/08 A  
 H O 2 M 7/5387 Z  
 H O 2 P 7/63 3 O 2 D  
 H O 3 K 17/56 Z

【手続補正書】  
 【提出日】 平成 18 年 5 月 26 日 (2006.5.26)  
 【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】 請求項 7  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】  
 【請求項 7】

電源を昇圧して昇圧電圧を出力する昇圧装置と、  
 第 2 スイッチング素子を駆動することにより、前記昇圧電圧を交流電圧に変換するイン  
 バータと、  
 前記昇圧電圧の値を検出して出力する電圧センサーとを備えるモータ制御装置であって

、  
 前記インバータは、前記第 2 スイッチング素子のゲートを駆動する第 2 駆動装置とを備  
 え、

前記第 2 駆動装置は、前記電圧センサーの検出出力に応答して前記第 2 スイッチング素  
 子のスイッチング速度を制御する第 2 スイッチング速度制御装置  
 を備えることを特徴とするモータ制御装置。

【手続補正 2】  
 【補正対象書類名】 特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】 請求項 1 1  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】  
 【請求項 1 1】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の昇圧装置と、  
 第 2 スイッチング素子を駆動することにより、前記昇圧電圧を交流電圧に変換するイン  
 バータを備えるモータ制御装置であって、  
 前記インバータは、前記第 2 スイッチング素子のゲートを駆動する第 2 駆動装置を備え

、

前記第2駆動装置は、前記上位システムの出力に応答して前記第2スイッチング素子のスイッチング速度を制御する第2スイッチング速度制御装置を備えることを特徴とするモータ制御装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項14

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項14】

請求項5又は請求項6に記載の昇圧装置と、

第2スイッチング素子を駆動することにより、前記昇圧電圧を交流電圧に変換するインバータを備えるモータ制御装置であって、

前記インバータは、前記第2スイッチング素子のゲートを駆動する第2駆動装置を備え

、

前記第2駆動装置は、前記昇圧応答補正装置の出力に응答して前記第2スイッチング素子のスイッチング速度を制御する第2スイッチング速度制御装置

を備えることを特徴とするモータ制御装置。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

ハイブリッドカーは、エンジンとモータを駆動源として併用することにより燃費や排気ガ斯特性を良くしている。そして、燃費特性等をより改善するため、モータの駆動効率を高める技術の開発が進められている。例えば、モータ駆動用の電源電圧を昇圧装置により昇圧されたモータは、同出力のモータより少ない電流で駆動することができる。少ない電流でモータを駆動すると、抵抗損失が抑制され、モータの駆動効率を高めることができる（非特許文献1参照）。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

実施の形態1.

図1, 2は実施の形態に係る昇圧装置100の構成を示す図である。この昇圧装置100では、スイッチング素子としてIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が用いられている。IGBT11のコレクタが、フリーホイールダイオード12のカソードに接続され、出力端子Pにおいてキャパシター15の一端と接続されている。IGBT11のエミッタはフリーホイールダイオード12のアノードに接続されている。また、IGBT11のエミッタはIGBT13のコレクタと接続点CON1において接続されている。IGBT13 (第1スイッチング素子) のコレクタにフリーホイールダイオード14のカソードが接続されている。IGBT13のエミッタにはフリーホイールダイオード14のアノードが接続され、出力端子Nにおいてキャパシター15の他端と接続されている。インダクタンス16の一端が接続点CON1において、IGBT11のエミッタ及びIGBT13のコレクタに接続されている。そして、インダクタンス16の他端は、電源17の正電位出力端子に接続されている。電源17の負電位出力端子はIGBT13のエミッタに接続されている。

## 【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

I G B T 1 1 のゲートには、I G B T 1 1 を制御するための駆動装置 1 8 が接続されている。駆動装置 1 8 は、抵抗 1 9 と I G B T 1 1 を駆動するための駆動回路 2 0 から構成されている。そして、抵抗 1 9 の一端が I G B T 1 1 のゲートに接続されている。抵抗 1 9 の他端には、I G B T 1 1 を駆動するための駆動回路 2 0 が接続されている。また、I G B T 1 3 のゲートには、I G B T 1 3 を制御するための駆動装置 2 1 (第 1 駆動装置) が接続されている。そして、駆動装置 2 1 は、第 1 スイッチング速度制御装置 2 9 と駆動回路 2 3 を備えている。第 1 スイッチング速度制御装置 2 9 は、後述する電圧センサー 1 0 1 からの入力を受け、I G B T 1 3 のスイッチング速度を制御する機能を有している。第 1 スイッチング速度制御装置 2 9 の構成の一例を図 2 に示す。図 2 に示すように、第 1 スイッチング速度制御装置 2 9 は第 1 駆動制御装置 1 0 2 と、I G B T 1 3 のゲート容量を充電する充電電流を制御するための可変抵抗 2 2 から構成されている。可変抵抗 2 2 の一端が I G B T 1 3 のゲートに接続されている。そして可変抵抗 2 2 の他端には、I G B T 1 3 を駆動するための駆動回路 2 3 が接続されている。なお、駆動装置 1 8, 2 1 はそれぞれ絶縁された回路構成となっている。

## 【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

第 1 駆動制御装置 1 0 2 の出力が可変抵抗 2 2 に入力されている。第 1 駆動制御装置 1 0 2 は 可変抵抗 2 2 から絶縁されて配置されており、第 1 駆動制御装置 1 0 2 から可変抵抗 2 2 への信号の出力はフォトプラによって行われる。第 1 駆動制御装置 1 0 2 は、電圧センサー 1 0 1 から入力される分圧値に応じた最適なゲート抵抗値を指示する制御信号を可変抵抗 2 2 に出力する。そして、可変抵抗 2 2 は、第 1 駆動制御装置 1 0 2 からの制御信号に応答して抵抗値を変更する。

## 【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

このような機能を有する可変抵抗 2 2 は、具体的には図 3 のように構成されている。図 3 は可変抵抗 2 2 と第 1 駆動制御装置 1 0 2 を示す図である。可変抵抗 2 2 は、複数の抵抗 R V が直列に接続され、それぞれの抵抗 R V にはバイポーラトランジスタ B T が並列に接続されている。つまり、一つのバイポーラトランジスタ B T のコレクターエミッタ間に一つの抵抗 R V が介挿されている。そして、バイポーラトランジスタ B T のベースにはトランジスタ制御装置 1 0 3 の出力 端子が接続されている。トランジスタ制御装置 1 0 3 は、第 1 駆動制御装置 1 0 2 から入力される信号に基づいてバイポーラトランジスタ B T のオン／オフを制御する信号を出力する。このような機能を持ったトランジスタ制御装置 1 0 3 は、例えば A S I C ( A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t ) によって実現できる。

## 【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 7】

次に、本実施の形態に係る昇圧装置 1 0 0 の動作について説明する。昇圧装置 1 0 0 は、I G B T 1 1 をオフ状態に保ったまま、I G B T 1 3 を駆動することで、電源電圧を昇圧する。まず、昇圧動作前では I G B T 1 3 がオフ状態となっており、電源 1 7－インダクタンス 1 6－フリーホイールダイオード 1 2－キャパシタ 1 5 の経路で電流が流れる。キャパシタ 1 5 は電源 1 7 で与えられる電圧まで充電される。次に、駆動回路 2 3 が動作して、I G B T 1 3 のゲートに電圧が印加されると、I G B T 1 3 がオン状態に遷移する。そして、電源 1 7－インダクタンス 1 6－I G B T 1 3－電源 1 7 から構成される閉回路で電流が流れる。I G B T 1 3 が再びオフとなると、電源 1 7－インダクタンス 1 6－フリーホイールダイオード 1 2－キャパシタ 1 5 の経路で電流が流れる。この時、インダクタンス 1 6 を流れる電流は減少し、電流の時間変化率に比例した起電力が電源 1 7 に重畳する方向に発生する。キャパシタ 1 5 はインダクタンス 1 6 に発生した起電力だけ昇圧されて充電される。この昇圧電圧は出力端子 P, N から出力される。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 8】

なお本装置は、I G B T 1 3 をオフ状態に保持したまま I G B T 1 1 を駆動することで、出力端子 P, N から入力された電圧を降圧する降圧装置として動作する。以下降圧装置としての動作方法について説明する。まず、降圧動作前では I G B T 1 1 はオフ状態となっている。駆動回路 2 0 が動作して I G B T 1 1 がオン状態に遷移すると、I G B T 1 1 からインダクタンス 1 6 の方向に電流が流れ、インダクタンス 1 6 に電流が流れ込む。この時、インダクタンス 1 6 の両端には、電流変化率に比例する起電力が発生する。この起電力は流れ込む電流と逆方向に発生する。従って、インダクタンス 1 6 の電源 1 7 側の端から、出力端子 P の電圧からこの起電力だけ降圧された電圧が出力される。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 2 0】

以下、昇圧電圧値に応じた最適なゲート抵抗の抵抗値を得る方法について説明する。I G B T 1 3 の駆動時には、サージ電圧及びスイッチング損失が生じる。このサージ電圧は、例えばフリーホイールダイオード 1 2 とキャパシタ 1 5 間に存在する寄生インダクタンス（図示せず）によって発生する。そして、このサージ電圧の大きさは、寄生インダクタンスを流れる電流  $I$  の時間変化率 ( $dI/dt$ ) に比例する。I G B T 1 3 がオン状態のときは、電源 1 7－インダクタンス 1 6－I G B T 1 3－電源 1 7 の経路で電流は流れるので、フリーホイールダイオード 1 2 とキャパシタ 1 5 間の寄生インダクタンスに電流は流れない。そして、I G B T 1 3 がオン状態からオフ状態に遷移することで、電源 1 7－インダクタンス 1 6－フリーホイールダイオード 1 2－キャパシタ 1 5（電圧センサー 1 0 1）－電源 1 7 の経路で電流が流れる。この時、フリーホイールダイオード 1 2 とキャパシタ 1 5 間にある寄生インダクタンスにも電流が流れ、この電流の変化率は I G B T 1 3 がオン状態からオフ状態に遷移するターンオフ時間に依存する。すなわち、ターンオフ時間が長くなると電流変化率は小さくなり、ターンオフ時間が短くなると電流変化率は大きくなる。

## 【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0 0 2 1】

従って、サージ電圧の大きさは I G B T 1 3 のオン状態からオフ状態へのターンオフ時間、換言すると I G B T 1 3 のスイッチング速度に依存することになる。また、このサージ電圧は、流れ込む電流とは逆方向に発生する。即ち、キャパシタ 1 5 の電圧（昇圧電圧）に重畳する方向に発生する。この昇圧電圧とサージ電圧を加えた電圧が、オフ状態にある I G B T 1 3 のコレクターエミッタ間にコレクターエミッタ電圧 V C E として印加される。ここで、I G B T 1 3 のスイッチング速度は、I G B T 1 3 のゲート抵抗値と、ゲートコレクタ間容量及びゲートエミッタ間容量の和である入力容量の積に比例する。従って、入力容量が一定のとき、ゲート抵抗値が小さいとスイッチング速度は速くなり、大きいとスイッチング速度は遅くなる。

## 【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0 0 2 2】

図 4 は、I G B T 1 3 がオン状態からオフ状態に遷移するときのコレクターエミッタ間電圧 V C E と、コレクタ電流 I C をプロットした図である。図 4 ( a ) はゲート抵抗値が大きい場合を、図 4 ( b ) はゲート抵抗値が小さい場合をそれぞれ示す。面積 2 4 , 2 5 は、コレクターエミッタ間電圧 V C E とコレクタ電流 I C で囲まれたスイッチング損失を示す。図 4 ( a ) に示すように、I G B T 1 3 のゲート抵抗値を大きくすると、ターンオフ時間が長くなるのでサージ電圧は小さいが、スイッチング損失（面積 2 4）は大きな状態となっている。図 4 ( b ) から、ゲート抵抗値を小さくして I G B T 1 3 がオフ状態に遷移する時間を短くすると、サージ電圧の大きさは電流変化率に比例するので大きくなるが、スイッチング損失（面積 2 5）を減少させることができる。従って、昇圧電圧の値に応答してゲート抵抗値を制御し、サージ電圧が許容される範囲内でスイッチング速度を速くすることで、スイッチング損失を減少させることができる。

## 【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0 0 2 3】

図 5 は、各昇圧電圧の値（横軸）に対して、最適なゲート抵抗値（縦軸）をプロットしたものである。このプロットは、例えば次の手順によって求めることができる。まず、大きなサージ電圧が生じて I G B T 1 3 を破壊しないように、I G B T 1 3 のゲート抵抗値を高めの値に設定する。そして昇圧装置 1 0 0 を適当な昇圧電圧まで昇圧させる。次に、I G B T 1 3 のコレクターエミッタ間電圧 V C E を測定しながら可変抵抗 2 2 の抵抗値を徐々に低く変化させる。そして、I G B T 1 3 のコレクターエミッタ間電圧 V C E がコレクターエミッタ間の耐圧に略等しくなるゲート抵抗値を求める。以上の手順を異なる幾つかの昇圧電圧の値に対して繰り返すことで、最適なゲート抵抗値のデータを求めることができる。最終的には、サージ電圧が許容電圧にあることともに、スイッチング損失による発熱により I G B T が熱破壊しないこと、及びサージ電圧による輻射ノイズが拡大しないこと等を勘案して決定される。

## 【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0024  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0024】

第1駆動制御装置102は、マイクロコンピュータを内部に備え、各昇圧電圧に対する最適なゲート抵抗値（図5参照）をデータとして記憶している。そして、入力された分圧値から昇圧電圧値を得て、図5に基づいて最適なゲート抵抗値を読み出して、可変抵抗22に最適なゲート抵抗値を指示する制御信号を出力する。可変抵抗22は、第1駆動制御装置102からの制御信号に応答して、バイポーラトランジスタBTのオン／オフを制御することで、指定された抵抗値に設定される。

【手続補正16】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0025  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0025】

以上説明してきたように、本実施の形態に係る昇圧装置は、実際の昇圧電圧に応答してIGBT13のゲート抵抗である可変抵抗22の抵抗値を調節する。これによって、IGBT13のスイッチング速度が制御できるように構成されている。実際の昇圧電圧に応答して時々刻々とスイッチング速度が変化するので、スイッチング速度が最大の昇圧電圧に対して固定されている場合に比べてスイッチング損失を低減することができる。

【手続補正17】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0026  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0026】

なお、抵抗19を可変抵抗にし、第1駆動制御装置102の出力を可変抵抗19にも入力する構成にすることも可能である。昇圧装置100が降圧装置として動作する場合には、可変抵抗19の抵抗値を制御することでIGBT11のスイッチング速度を制御し、スイッチング損失を低減することができる。

【手続補正18】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0028  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0028】

次にインバータECU201について説明する。図7は車両を制御する車両制御システムの構成を示すブロック図である。車両全体を統合制御するハイブリッドECU（Electric Control Unit）202の出力がエンジンECU203、ブレーキECU204及びインバータECU201に入力されている。インバータECU201の出力は、昇圧装置200に接続されている。インバータECU201は、ハイブリッドECU202から入力されたモータの出力を制御する指令をもとに、モータの駆動効率と、昇圧装置200等の駆動による損失とを最適化する昇圧電圧の値を演算し、昇圧装置200に目標昇圧電圧値として出力する。

【手続補正19】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0030  
【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0030】

本実施の形態では、上位システムであるインバータ ECU 201 から出力される目標昇圧電圧値に基づいてゲート抵抗値が最適化され、IGBT 13 のスイッチング速度が設定される。従って、最大の昇圧電圧値にスイッチング速度が固定されている場合に比べてスイッチング損失を低減することができる。また、本実施の形態では、電圧センサー 101 を必要としないので、製造コストを下げることができる。

## 【手続補正 20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0031】

さらに、実施の形態 1 では、実際の昇圧電圧を電圧センサー 101 を介して第 1 駆動制御装置 102 に入力するため、電圧センサー 101 の出力は昇圧電圧の変化に対して遅延を生じる。この遅延のため、図 8 に示すように、電圧センサー 101 が出力する昇圧電圧は、実際の昇圧電圧に対して低くなる状態が生じる。ここで図 8 は、昇圧を開始してから時間（横軸）に対する昇圧電圧値（縦軸）を表す図である。そして図中には、目標昇圧電圧値、実際の昇圧電圧の値（実電圧値）及び電圧センサー 101 が出力する昇圧電圧値（電圧センサー値）をそれぞれ図示している。

## 【手続補正 21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0032】

このような電圧センサー値に基づいて設定された抵抗値は、実電圧値に基づいて設定された抵抗値よりも小さくなる。図 5 に一例を示す。図 5 に示すように、ある時間における電圧センサー値に基づいて設定されたゲート抵抗値 26 は、同じ時間（時点）における実電圧値に基づいて設定されたゲート抵抗値 27 よりも小さくなっている。従って、IGBT 13 のスイッチング速度は、実際の昇圧電圧値に基づいて設定されたときに比べて速く設定される。そして、実際に許容されるサージ電圧の範囲を超えてサージ電圧が発生し、IGBT 13 が破壊されるおそれを生じる。

## 【手続補正 22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0036】

次に、この時定数  $T$  及び目標昇圧電圧値（以下、 $K$  と称する場合がある）から、一次遅れ要素  $GS$  を演算する。ここで、一次遅れ要素  $GS$  は、 $S$  を変数として、目標昇圧電圧値  $K$  及び時定数  $T$  から  $GS = K / (1 + ST)$  によって与えられる。そして、一次遅れ要素  $GS$  について、ラプラス逆変換を行い、昇圧開始からの時間に対する昇圧電圧の時間変化を推定し、推定電圧値を求める。

## 【手続補正 23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0038】

本実施の形態においても電圧センサー１０１を必要としないので、電圧センサー１０１による遅れを防止できるとともに製造コストを抑えることができる。さらに、図１０に示すように、昇圧装置３００が昇圧を開始してから目標昇圧電圧値となるまでの時間は、実際の昇圧電圧値（実電圧値）が目標昇圧電圧値よりも低い状態が生じる。ここで図１０は、昇圧を開始してからの時間（横軸）に対する実電圧値、及び目標昇圧電圧値を示す。従って、目標昇圧電圧値に基づき最適化されたＩＧＢＴのスイッチング速度は目標昇圧電圧値となるまでの間は、スイッチング速度が実電圧値での最適値に比べて遅く設定されている。

【手続補正２４】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４１

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４１】

インバータ部４０４を構成するＩＧＢＴのゲートには夫々駆動装置が接続されており、各ＩＧＢＴのオン／オフが制御され、それによってモータ４０２の回転動作が制御される。例えば、ＩＧＢＴ４１ａのゲートには、ＩＧＢＴ４１ａを制御するための駆動装置４２（第２駆動装置）が接続されている。駆動装置４２によって、ＩＧＢＴ４１ａのオン／オフが制御される。駆動装置４２には、第２スイッチング速度制御装置４５及びＩＧＢＴ４１ａを駆動するための駆動回路４４が備えられている。第２スイッチング速度制御装置４５は、後述する電圧センサー１０１からの入力を受け、ＩＧＢＴ４１ａのスイッチング速度を制御する機能を有している。

【手続補正２５】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４２

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４２】

図１２は、第２スイッチング速度制御装置４５の構成の一例を示してゐる。第２スイッチング速度制御装置４５は、ＩＧＢＴ４１ａのゲートに一端が接続され、他端が駆動回路４４に接続された可変抵抗４３と、第２駆動制御装置４０３から構成されている。可変抵抗４３の具体的な構成は、実施の形態１に示した可変抵抗２２と同一であるので説明は省略する。なお、各ＩＧＢＴのゲートには、駆動装置が接続されているが、図１１、１２では上側のＩＧＢＴについては図示を省略している。

【手続補正２６】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４４】

次に以上のように構成されたモータ制御装置４００の動作について説明する。インバータ部４０４は、各ＩＧＢＴをオン／オフすることで、昇圧電圧を交流電圧に変換し、モータ４０２を駆動する。電圧センサー１０１は、昇圧電圧の分圧値を第２駆動制御装置４０３に出力する。第２駆動制御装置４０３は、予め求められている昇圧電圧値に対する最適なゲート抵抗値（後述する図１３参照）に従って、可変抵抗に制御信号を出力する。

【手続補正２７】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４６

【補正方法】変更

【補正の内容】



## 【0046】

ここで、IGBTのターンオフ時間は、IGBTのゲート抵抗値と、ゲートーコレクタ間容量及びゲートーエミッタ間容量からなる入力容量の積に比例する。従って、入力容量を一定とすると、ゲート抵抗値が小さいとターンオフ時間は短くなり、大きいとターンオフ時間は長くなる。従って、ゲート抵抗値を制御することでサージ電圧を制御できる。

## 【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0047】

図13は、各昇圧電圧の値（横軸）に対して、最適なゲート抵抗値（縦軸）をプロットしたものである。このプロットは、例えば次の手順によって求めることができる。まず、大きなサージ電圧が生じてIGBT41aを破壊しないように、IGBT41aのゲート抵抗値を高い値に設定する。そしてモータ制御装置400を適当な昇圧電圧で駆動させる。次に、IGBT41aのコレクターエミッタ間電圧VCEを測定しながら可変抵抗43の抵抗値を徐々に低く変化させる。そして、IGBT41aのコレクターエミッタ間電圧VCEがコレクターエミッタ間耐圧に略等しくなるゲート抵抗値を得る。以上の手順を異なる幾つかの昇圧電圧の値に対して繰り返すことで、最適なゲート抵抗値のデータを求めることができる。最終的には、サージ電圧が許容電圧に収まること、スイッチング損失による発熱によりIGBTが熱破壊しないこと、及びサージ電圧による輻射ノイズが悪化しないこと等を勘案して決定される。

## 【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0050】

なお、第2駆動制御装置403は後述する図15のようにインバータECU201から出力される目標昇圧電圧値が入力される構成にしてもよい。この場合、電圧センサー101を必要としないので製造コストを下げることができるとともに、電圧センサー101の出力の遅れによってIGBTが破壊されることを防止できる。

## 【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0051】

さらに、第2駆動制御装置403は後述する図16のように昇圧応答補正装置301から出力される推定電圧値が入力される構成にしてもよい。この場合も、電圧センサー101を必要としないので製造コストを下げることができるとともに、電圧センサー101の出力の遅れによってIGBTが破壊されることを防止できる。さらに、昇圧を開始して目標昇圧電圧値に至る間にも、実電圧値と略等しい推定電圧値に基づいてスイッチング速度を制御できるので、スイッチング損失をより低減することができる。

## 【手続補正31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0052】

実施の形態 5.

図 14 は本実施の形態に係るモータ制御装置 500 を示す図である。本実施の形態 5 は、実施の形態 1 と実施の形態 4 の組み合わせであって、実施の形態 1 または実施の形態 4 と同一の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。出力端子 P, N には、昇圧装置 401 から昇圧された電圧が出力されている。昇圧電圧を測定する電圧センサー 101 が昇圧装置 401 の出力端子 P, N に接続されている。電圧センサー 101 の分圧値は第 1 駆動制御装置 102 及び第 2 駆動制御装置 403 に入力される。第 1 駆動制御装置 102 及び第 2 駆動制御装置 403 は、昇圧装置 401 及びインバータ部 404 の各 IGBT に接続された可変抵抗に制御信号を出力する。可変抵抗 22 は、第 1 駆動制御装置 102 からの制御信号に基づいて抵抗値を変更する。そしてインバータ部 404 の可変抵抗 43 は第 2 駆動制御装置 403 からの制御信号に基づいて抵抗値を設定する。なお、インバータ部 404 を構成する他の可変抵抗も第 2 駆動制御装置 403 によって制御されている。

【手続補正 32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0053】

次に以上のように構成されたモータ制御装置 500 の動作について説明する。昇圧装置 401 は IGBT 13 を駆動して、電源電圧を所望の電圧まで昇圧する。インバータ部 404 は IGBT を駆動することで、昇圧電圧を交流電圧に変換する。電圧センサー 101 は、第 1 駆動制御装置 102 及び第 2 駆動制御装置 403 に分圧値を出力する。第 1 駆動制御装置 102 及び第 2 駆動制御装置 403 は、入力された分圧値に基づいて昇圧電圧に対する最適なゲート抵抗値を指示する制御信号を出力する。最適なゲート抵抗値を求める方法は、実施の形態 1 及び実施の形態 4 と同様であるので詳細な説明は省略する。昇圧装置 401 の可変抵抗 22 は、第 1 駆動制御装置 102 からの入力にตอบสนองして最適なゲート抵抗値に設定される。そしてインバータ部 404 の各可変抵抗は、第 2 駆動制御装置 403 からの入力にตอบสนองして最適なゲート抵抗値に設定される。

【手続補正 33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

次に本実施の形態に係るモータ制御装置 600 の動作について説明する。昇圧装置 401 の駆動回路 23 は、インバータ ECU 201 からの目標昇圧電圧値に基づいて IGBT 13 のオン／オフを制御して、目標昇圧電圧値まで昇圧する。昇圧装置 401 の第 1 駆動制御装置 102 は、目標昇圧電圧値に対して最適なゲート抵抗値（図 5 参照）を読み出す。そして、最適なゲート抵抗値を指示する制御信号を可変抵抗 22 に出力する。可変抵抗 22 の最適なゲート抵抗値を求める手順は、実施の形態 1 と同様であるので、詳細な説明は省略する。可変抵抗 22 は、第 1 駆動制御装置 102 からの入力にตอบสนองして、最適なゲート抵抗値に設定される。また、インバータ部 404 の第 2 駆動制御装置 403 は、目標昇圧電圧値に対する最適なゲート抵抗値を指示する制御信号を可変抵抗に出力する。インバータ部 404 の可変抵抗の最適なゲート抵抗値を求める手順は、実施の形態 4 と同様であるので、詳細な説明は省略する。可変抵抗 43 は、第 2 駆動制御装置 403 からの入力にตอบสนองして、最適なゲート抵抗値に抵抗値が設定される。そして、インバータ部 404 の各 IGBT の可変抵抗もまた最適なゲート抵抗値に設定される。

【手続補正 34】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 5 7】

以上説明したように構成されているので、本実施の形態においても電圧センサー 1 0 1 を必要とせず、製造コストを抑えることができる。さらに、インバータ E C U 2 0 1 から目標昇圧電圧値に応じて、各 I G B T のゲート抵抗値を最適な値に変更してスイッチング速度を制御することができる。従って、モータ制御装置 6 0 0 全体のスイッチング損失を低減できるとともに、電圧センサー 1 0 1 の出力の遅れによって、スイッチング速度が実電圧値に基づく速度よりも速く設定されてサージ電圧による I G B T の破壊を防止できる。

【手続補正 3 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 5 8】

実施の形態 7.

図 1 6 は、本実施の形態に係るモータ制御装置 7 0 0 を示す図である。本実施の形態 7 は、実施の形態 3 と実施の形態 4 との組み合わせであって、実施の形態 3 または実施の形態 4 と同一の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。本実施の形態においては、インバータ E C U 2 0 1 の出力が昇圧装置 4 0 1 の駆動回路 2 3 及びインバータ部 4 0 4 の駆動回路 4 4 に入力されている。また、インバータ E C U 2 0 1 の出力は昇圧応答補正装置 3 0 1 にも入力されている。昇圧応答補正装置 3 0 1 の出力は、昇圧装置 4 0 1 の第 1 駆動制御装置 1 0 2 及びインバータ部 4 0 4 の第 2 駆動制御装置 4 0 3 に入力されている。第 1 駆動制御装置 1 0 2 の出力が可変抵抗 2 2 に入力されている。そして、第 2 駆動制御装置 4 0 3 の出力が可変抵抗 4 3 に入力されている。また、第 2 駆動制御装置 4 0 3 の出力は、インバータ部 4 0 4 を構成する各 I G B T の可変抵抗にも入力されている。

【手続補正 3 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 5 9】

以上のように構成されたモータ制御装置 7 0 0 の動作について説明する。インバータ E C U 2 0 1 は、目標昇圧電圧値を駆動回路 2 3 及び昇圧応答補正装置 3 0 1 に出力する。また、インバータ部 4 0 4 の駆動回路 4 4 へ交流電圧の周波数を制御する制御信号を出力する。駆動回路 4 4 は、この制御信号に基づいて I G B T 4 1 a のオン／オフを制御する。駆動回路 2 3 は目標昇圧電圧値に基づいて、I G B T 1 3 のオン／オフを制御し昇圧を開始する。昇圧応答補正装置 3 0 1 は、実際の昇圧電圧の時間変化を目標昇圧電圧値から推定する。そして、各時間に応じた推定電圧値を昇圧装置 4 0 1 の第 1 駆動制御装置 1 0 2 及びインバータ部 4 0 4 の第 2 駆動制御装置 4 0 3 に出力する。

【手続補正 3 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 6 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 6 0】

第 1 駆動制御部 1 0 2 は、推定電圧値に応じた最適なゲート抵抗値を指示する制御信号

を可変抵抗 2 2 に出力する。可変抵抗 2 2 の最適なゲート抵抗値を求める手順は実施の形態 1 と同様なので、詳細な説明は省略する。そして、可変抵抗 2 2 は、第 1 駆動制御装置 1 0 2 からの入力に応答して、最適なゲート抵抗値に抵抗値が設定される。また、インバータ部の第 2 駆動制御装置は、推定電圧に応じた最適なゲート抵抗値を指示する制御信号を インバータ部 4 0 4 の可変抵抗に出力する。インバータ部 4 0 4 の可変抵抗の最適なゲート抵抗値を求める手順は実施の形態 4 と同様なので、詳細な説明は省略する。そして、可変抵抗 4 3 は、第 2 駆動制御装置 4 0 3 からの入力に応答して、最適なゲート抵抗値に抵抗値が設定される。なお、第 2 駆動制御装置 4 0 3 の出力は、インバータ部 4 0 4 を構成する各 I G B T の可変抵抗にも入力されている。そして、これらの可変抵抗も第 2 駆動制御装置 4 0 3 からの出力に응答して最適なゲート抵抗値に設定される。

【手続補正 3 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 1】

以上のように構成されているので、本実施の形態においても、電圧センサー 1 0 1 を必要としないため、製造コストを低減できる。そして、電圧センサー 1 0 1 の出力の遅延によって、スイッチング速度が実電圧値に基づく速度よりも速く設定されることを防止できる。さらに、目標昇圧電圧値から推定した推定電圧値に基づいて、インバータ部 4 0 4 及び昇圧装置 4 0 1 のゲート抵抗値を制御することができる。従って、目標昇圧電圧値に基づいたゲート抵抗値で I G B T を駆動するのに比べ、モータ制御装置 7 0 0 全体でスイッチング損失をさらに低減することができる。