

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

A C / D C コンバータと、モータインバータと、コイルを備えたモータと、双方向 D C - D C コンバータと、蓄電装置と、制御装置とを含むモータ駆動装置における充電装置であって、

前記 A C / D C コンバータは、交流電源に電氣的に接続される交流入出力端子と、前記交流入出力端子に電氣的に接続される直流整流部と、前記直流整流部により整流された直流電流が出力される直流出力端子とを備え、

前記モータインバータは、前記 A C / D C コンバータの直流出力端子に電氣的に接続される直流入力端子と、前記双方向 D C - D C コンバータの第 1 の直流入出力端子に電氣的に接続される直流入出力端子と、前記モータに電氣的に接続される交流入出力端子とを備え、

前記双方向 D C - D C コンバータは、前記モータインバータの直流入出力端子に電氣的に接続される第 1 の直流入出力端子と、前記蓄電装置に電氣的に接続される第 2 の直流入出力端子とを備え、

前記蓄電装置の電力で前記モータを駆動させる場合には、
前記制御装置は、前記蓄電装置に蓄電された電力が、前記双方向 D C - D C コンバータの前記第 2 の直流入出力端子から前記第 1 の直流入出力端子、前記モータインバータの前記直流入出力端子、前記交流入出力端子を介して前記モータに供給されるように前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータを制御し、

前記交流電源から供給される電力によって前記蓄電装置を充電させる場合には、

前記制御装置は、前記交流電源から供給される電力が、前記 A C / D C コンバータの前記交流入出力端子、前記直流整流部、前記直流出力端子、前記モータインバータの前記直流入力端子、前記モータのコイル、前記モータインバータの前記直流入出力端子、前記双方向 D C - D C コンバータの前記第 1 の直流入出力端子、前記第 2 の直流入出力端子を介して前記蓄電装置に供給されるように前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータを制御すること

を特徴とするモータ駆動装置における充電装置。

【請求項 2】

前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータは、F E T で構成されるスイッチング素子を備え、当該スイッチング素子に前記制御装置から出力されるスイッチング信号が入力されること

を特徴とする請求項 1 記載のモータ駆動装置における充電装置。

【請求項 3】

前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータが、前記モータのハウジング内に設けられること

を特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータ駆動装置における充電装置。

【請求項 4】

前記モータの回生により発生する電力によって前記蓄電装置を充電させる場合には、

前記制御装置は、前記モータの回生により発生する電力が、前記モータインバータの前記交流入出力端子、前記直流入出力端子、前記双方向 D C - D C コンバータの前記第 1 の直流入出力端子、前記第 2 の直流入出力端子を介して前記蓄電装置に供給されるように前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータを制御すること

を特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置における充電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ駆動装置における充電装置に関し、特に、充電装置のための部品の点数を減らし小型化を図ることができるモータ駆動装置における充電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車、ハイブリッド車などには、バッテリー（蓄電池）から電力が、双方向DC-DCコンバータ、モータインバータを介して走行用モータに供給される。バッテリーの電圧とモータに供給される電圧が異なる場合には、双方向DC-DCコンバータで昇圧若しくは降圧が行われる。一方で、交流電源を用いてバッテリーを充電する必要がある。この場合も、交流電源の電圧とバッテリーの電圧が異なる場合には、交流電源と、バッテリーの間に、整流部としてのAC/DCコンバータ、昇圧若しくは降圧のためのDC-DCコンバータを設ける必要がある。

【0003】

下記特許文献1には、電気自動車に関し、モータを駆動するインバータの3相ブリッジ回路を用いて車載バッテリーに蓄積された直流電力を交流電力に変換し、変換した交流電力をモータに供給して車両を走行させるとともに、外部の交流電源から交流電力を、磁氣的に結合した一次コイル、二次コイルを備えた昇圧または降圧回路を介して変圧してから、3相ブリッジ回路に送出し、この3相ブリッジ回路で直流に整流した上で車載バッテリーに供給して車載バッテリーを充電するという発明が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

特開2014-176164号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の電動車両等に搭載される充電装置は、交流電源と、バッテリーの間に、整流部としてのAC/DCコンバータ、昇圧若しくは降圧のためのDC-DCコンバータを設ける必要があったり、交流電源の電圧を車載バッテリーの電圧に昇圧若しくは降圧するためのコイル、昇圧または降圧回路を別途備える必要があった。

【0006】

このため充電装置としての機能部分における部品点数が増大するとともにそのための設置スペースが大きくなり、車載用に小型化して低コストを図ることが困難であった。

【0007】

そこで、本発明は、車載用に小型化でき低コストのモータ駆動装置における充電装置を市場に提供することを第1の解決課題とする。

【0008】

また、従来のモータは、双方向DC-DCコンバータとモータインバータで構成されるインバータで駆動されているが、従来のインバータは、モータのハウジングとは別置きに設置されていた。このためモータとインバータとを接続するケーブルが長くなり、インダクタンス成分が大きくなっていた。これにより、大電力を制御するスイッチング素子としてのIGBTをオン/オフさせるとサージが発生するため、そのサージをコンデンサと抵抗等で除去する必要があった。サージが大きいため、コンデンサは電解コンデンサを使用しているが、この電解コンデンサは、10年程度の寿命しかなくインバータとしては低寿命であった。さらに、充電装置はインバータとは別置きであり、回路の共有化ができなかったり、充電時に発生するノイズなどの影響により、装置全体としての小型化が困難であった。

そこで、本発明は、装置に使用される回路の共有化を図り、モータハウジング内にインバータおよび充電装置の機能部分を内蔵させることにより装置全体の小型化を図るとともに、モータ駆動装置に用いられるインバータの長寿命化を実現することを第2の解決課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

そのために、第 1 発明は、A C / D C コンバータと、モータインバータと、コイルを備えたモータと、双方向 D C - D C コンバータと、蓄電装置と、制御装置とを含むモータ駆動装置における充電装置であって、

前記 A C / D C コンバータは、交流電源に電氣的に接続される交流入出力端子と、前記交流入出力端子に電氣的に接続される直流整流部と、前記直流整流部により整流された直流電流が出力される直流出力端子とを備え、

前記モータインバータは、前記 A C / D C コンバータの直流出力端子に電氣的に接続される直流入力端子と、前記双方向 D C - D C コンバータの第 1 の直流入出力端子に電氣的に接続される直流入出力端子と、前記モータに電氣的に接続される交流入出力端子とを備え、

前記双方向 D C - D C コンバータは、前記モータインバータの直流入出力端子に電氣的に接続される第 1 の直流入出力端子と、前記蓄電装置に電氣的に接続される第 2 の直流入出力端子とを備え、

前記蓄電装置の電力で前記モータを駆動させる場合には、
前記制御装置は、前記蓄電装置に蓄電された電力が、前記双方向 D C - D C コンバータの前記第 2 の直流入出力端子から前記第 1 の直流入出力端子、前記モータインバータの前記直流入出力端子、前記交流入出力端子を介して前記モータに供給されるように前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータを制御し、

前記交流電源から供給される電力によって前記蓄電装置を充電させる場合には、

前記制御装置は、前記交流電源から供給される電力が、前記 A C / D C コンバータの前記交流入出力端子、前記直流整流部、前記直流出力端子、前記モータインバータの前記直流入力端子、前記モータのコイル、前記モータインバータの前記直流入出力端子、前記双方向 D C - D C コンバータの前記第 1 の直流入出力端子、前記第 2 の直流入出力端子を介して前記蓄電装置に供給されるように前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータを制御すること

を特徴とする。

【0010】

第 2 発明は、第 1 発明において、前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータは、F E T で構成されるスイッチング素子を備え、当該スイッチング素子に前記制御装置から出力されるスイッチング信号が入力されること

を特徴とする。

【0011】

第 3 発明は、第 1 発明または第 2 発明において、前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータが、前記モータのハウジング内に設けられること

を特徴とする

【0012】

第 4 発明は、第 1 発明乃至第 3 発明のいずれかにおいて、前記モータの回生により発生する電力によって前記蓄電装置を充電させる場合には、

前記制御装置は、前記モータの回生により発生する電力が、前記モータインバータの前記交流入出力端子、前記直流入出力端子、前記双方向 D C - D C コンバータの前記第 1 の直流入出力端子、前記第 2 の直流入出力端子を介して前記蓄電装置に供給されるように前記双方向 D C - D C コンバータおよび前記モータインバータを制御すること

を特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

交流電源を用いて蓄電装置（バッテリー）を充電するに際して、交流電源の電圧と蓄電装置の電圧が異なる場合には、昇圧若しくは降圧するためのコイル、昇圧回路を備えた充電装置が必要になる。本発明によれば、蓄電装置に蓄電された電力を昇圧若しくは降圧した上で交流電力に変換してモータに供給してモータを力走作動（電動機作用）させるために設けられている既存の双方向 D C - D C コンバータ、モータインバータ、モータのコイル

10

20

30

40

50

が、充電装置の昇圧若しくは降圧の機能を兼用する。このため専用の充電装置を別途に設ける必要がなく、充電装置としての機能部分における部品点数が減少するとともにそのための設置スペースを小さくでき、車載用に小型化、低コストを図ることが容易となる。これにより、車載用に小型、低コストのモータ駆動装置における充電装置を市場に提供することが可能となる。

【0014】

第2発明によれば、双方向DC-DCコンバータおよびモータインバータのスイッチング素子を、FETで構成したので、整流ダイオードがなくロスが少ない。また高周波数でスイッチングすることにより高効率化が可能となる。また部品点数の削減、低発熱が実現され小型化が可能となる。

10

【0015】

第3発明によれば、双方向DC-DCコンバータおよびモータインバータが、モータのハウジング内に設けられるため、車載のための設置スペースを小さくすることができる。すなわち、装置に使用される回路の共有化を図り、モータハウジング内にインバータおよび充電装置の機能部分を内蔵させることにより装置全体の小型化が実現される。さらにモータとモータインバータとを接続するケーブルを極力短くすることが可能となり、インダクタンス成分を低く抑えることができる。これにより、サージ対策のための電解コンデンサをフィルムコンデンサに置換することが可能となる。フィルムコンデンサは電解コンデンサに比して長寿命であるため、モータ駆動装置に用いられるインバータの長寿命化を図ることが可能となる。

20

【0016】

第4発明によれば、モータの回生により発生する電力で、蓄電装置を充電することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、実施例のモータ駆動装置における充電装置の全体構成をブロック図である。

【図2】図2は、モータ駆動装置の回路構成例を示す図である。

【図3】図3は、充電時におけるAC/DCコンバータの直流整流部で行われる動作を説明する図である。

30

【図4】図4(a)、(b)はそれぞれ、AC/DCコンバータの交流入出力端子間の交流電圧波形、直流出力端子間の直流電圧波形を示すグラフである。

【図5】図5は、充電時におけるモータインバータの3相ブリッジ回路で行われる動作を説明する図である。

【図6】図6(a)、(b)は、充電時における双方向DC-DCコンバータで行われる動作を説明する図である。

【図7】図7は、力走時におけるモータインバータの3相ブリッジ回路で行われる動作を説明する図である。

【図8】図8は、力走時においてモータインバータの各半導体スイッチング素子のゲートに印加されるスイッチング信号と、モータの回転角度との関係を示す制御マップ図である。

40

【図9】図9は、回生時におけるモータインバータの3相ブリッジ回路で行われる動作を説明する図である。

【図10】図10は、回生時においてモータインバータの各半導体スイッチング素子のゲートに印加されるスイッチング信号と、モータの回転角度との関係を示す制御マップ図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明に係るモータ駆動装置における充電装置の実施の形態について説明する。

【0019】

50

図 1 は、実施例のモータ駆動装置における充電装置の全体構成をブロック図にて示している。

【0020】

同図 1 に示すように、実施例のモータ駆動装置 1 は、AC/DC コンバータ 100 と、モータインバータ 200 と、モータ 10 と、双方向 DC-DC コンバータ 300 と、蓄電装置 400 と、制御装置 500 とで構成されている。モータインバータ 200 と、双方向 DC-DC コンバータ 300 とでインバータ 20 を構成している。

【0021】

AC/DC コンバータ 100 には、外部より交流電源 30 が電氣的に接続される。交流電源 30 は、たとえば 100 V ~ 200 V の商用電源である。モータ 10 は、たとえば 3 相の交流モータであり、3つのコイルを有し互いに結線されている。モータ駆動装置 1 は、たとえば電気自動車に搭載される。

【0022】

蓄電装置 400 は、たとえばリチウムイオン電池である。なお、本発明の蓄電装置 400 は、充放電可能で所定容量の電力を蓄電できるものであればよく、ニッケル水素、鉛蓄電池などの電池のみならずリチウムイオンキャパシタなどのキャパシタ（コンデンサ）を含む概念である。蓄電装置 400 の端子間電圧は、たとえば 300 V である。

【0023】

少なくとも双方向 DC-DC コンバータ 300 およびモータインバータ 200 で構成されるインバータ 20 は、モータの 10 のハウジング 19 内に設けられている。なお、AC/DC コンバータ 100、制御装置 500 についてもモータの 10 ハウジング 19 内に設けるようにしてもよい。

【0024】

制御装置 500 は、AC/DC コンバータ 100、モータインバータ 200、双方向 DC-DC コンバータ 300 に対して制御信号を出力して、AC/DC コンバータ 100、モータインバータ 200、双方向 DC-DC コンバータ 300 を制御する。

【0025】

図 2 は、モータ駆動装置 1 の回路構成例を示す図である。

【0026】

AC/DC コンバータ 100 は、フィルタ部 110 と、直流整流部 120 とから構成されている。

【0027】

AC/DC コンバータ 100 は、交流電源 30 に電氣的に接続される交流入出力端子 111a、111b と、交流入出力端子 111a、111b に電氣的に接続される直流整流部 120 と、直流整流部 120 により整流された直流電流が出力される直流出力端子 121a、121b とを備えている。

【0028】

フィルタ部 110 は、交流電流を平滑化して、直流整流部 120 に交流電力を供給するフィルタであって、交流入出力端子 111a、111b 間に電氣的に接続されるフィルタ用コンデンサ 112 と、フィルタ用コンデンサ 112 の両端端子 112a、112b に電氣的に接続されるチョークコイル 113 とを備え、チョークコイル 113 の各端部 113a、113b に直流整流部 120 の交流入出力端子 122a、122b が電氣的に接続されている。

【0029】

直流整流部 120 は、交流入出力端子 122a、122b より入出力される交流電流を、直流電流に整流して、整流された直流電流を直流出力端子 121a、121b（プラス側端子 121a）から出力させる整流部であって、ブリッジ回路 123 で全波整流回路が構成されている。直流整流部 120 のブリッジ回路 123 は、FET で構成された 4 つの半導体スイッチング素子 Q1（上左アーム）、Q2（左下アーム）、Q3（右上アーム）、Q4（右下アーム）を備えている。

10

20

30

40

50

【0030】

半導体スイッチング素子Q1、Q2、Q3、Q4は、制御装置500から出力される制御信号としてのオン／オフのスイッチング信号が各ゲートに印加されることによって駆動制御されて、各バルブが開閉動作して、電氣的に当該バルブが導通、遮断する。

【0031】

モータインバータ200は、AC／DCコンバータ100の直流出力端子121a、121b（プラス側端子121a）に電氣的に接続される直流入力端子201a、201b（プラス側端子201a）と、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301a、301b（プラス側端子301a）に電氣的に接続される直流入出力端子202a、202b（プラス側端子202a）と、モータ10の各コイル11、12、13（u相、v相、w相）に電氣的に接続される交流入出力端子203a、203b、203cとを備えている。

10

【0032】

モータインバータ200は、3相ブリッジ回路210で構成されている。モータインバータ200の3相ブリッジ回路210は、FETで構成された6つの半導体スイッチング素子Q5（上左アーム）、Q6（左下アーム）、Q7（中上アーム）、Q8（中下アーム）、Q9（右上アーム）、Q10（右下アーム）を備えている。

【0033】

半導体スイッチング素子Q5、Q6、Q7、Q8、Q9、Q10は、制御装置500から出力される制御信号としてのオン／オフのスイッチング信号が各ゲートに印加されることによって駆動制御されて、各バルブが開閉動作して、電氣的に当該バルブが導通、遮断する。

20

【0034】

双方向DC-DCコンバータ300は、たとえば、トランスを介して相互に電力を供給可能なものとして構成される。また双方向DC-DCコンバータ300は、蓄電装置400と交流電源30とを絶縁するために設けられている。

【0035】

双方向DC-DCコンバータ300は、第1の巻線311と第2の巻線312を備えたトランス310と、DC/ACコンバータ320と、AC/DCコンバータ330とを備えている。

【0036】

双方向DC-DCコンバータ300は、モータインバータ200の直流入出力端子202a、202b（プラス側端子202a）に電氣的に接続される第1の直流入出力端子301a、301b（プラス側端子301a）と、蓄電装置400に電氣的に接続される第2の直流入出力端子302a、302b（プラス側端子302a）とを備えている。

30

【0037】

蓄電装置400の両端端子401a、401b（プラス側端子401a）はそれぞれ、第2の直流入出力端子302a、302b（プラス側端子302a）を介して、DC/ACコンバータ320の直流端子321a、321b（プラス側端子321a）に電氣的に接続されている。直流端子321a、321b間には平滑用コンデンサ325が電氣的に接続されている。

40

【0038】

DC/ACコンバータ320の交流入出力端子322a、322bはそれぞれ、第1の巻線311の両端に電氣的に接続されている。

【0039】

DC/ACコンバータ320は、ブリッジ回路323で構成されている。DC/ACコンバータ320のブリッジ回路323は、FETで構成された4つの半導体スイッチング素子Q15（上左アーム）、Q16（左下アーム）、Q17（右上アーム）、Q18（右下アーム）を備えている。

【0040】

半導体スイッチング素子Q15、Q16、Q17、Q18は、制御装置500から出力さ

50

れる制御信号としてのオン／オフのスイッチング信号が各ゲートに印加されることによって駆動制御されて、各バルブが開閉動作して、電氣的に当該バルブが導通、遮断する。

【0041】

第2の巻線312の両端はそれぞれ、AC/DCコンバータ330の交流端子331a、331bに電氣的に接続されている。

【0042】

AC/DCコンバータ330の直流端子332a、332b（プラス側端子332a）はそれぞれ、第1の直流入出力端子301a、301b（プラス側端子301a）を介して、モータインバータ200の直流入出力端子202a、202b（プラス側端子202a）に電氣的に接続されている。直流端子332a、332b間には平滑用コンデンサ335が電氣的に接続されている。

10

【0043】

AC/DCコンバータ330は、ブリッジ回路333で構成されている。AC/DCコンバータ330のブリッジ回路333は、FETで構成された4つの半導体スイッチング素子Q11（上左アーム）、Q12（左下アーム）、Q13（右上アーム）、Q14（右下アーム）を備えている。

【0044】

半導体スイッチング素子Q11、Q12、Q13、Q14は、制御装置500から出力される制御信号としてのオン／オフのスイッチング信号が各ゲートに印加されることによって駆動制御されて、各バルブが開閉動作して、電氣的に当該バルブが導通、遮断する。

20

【0045】

したがって、双方向DC-DCコンバータ300の第2の直流入出力端子302a、302b間に蓄電装置400の直流電圧が印加されると、DC/ACコンバータ320で蓄電装置400の直流電圧が交流電圧に変換され、変換された交流電圧はトランス310を介してAC/DCコンバータ330に伝送される。第1の巻線311と第2の巻線312の巻数比に応じて、電圧が昇圧若しくは降圧される。たとえば第1の巻線311の巻数 n_1 と第2の巻線312の巻数 n_2 との比率 $n_1:n_2$ が2:1であれば、電圧は1/2倍に降圧される。AC/DCコンバータ330では、伝送された交流電圧が整流されて直流電圧に変換され、第1の直流入出力端子301a、301b間に印加される。

【0046】

30

本実施例では、蓄電装置400に蓄電された電力を昇圧若しくは降圧した上で交流電力に変換してモータ10に供給してモータ10を力走作動（電動機作用）させるために設けられている既存の双方向DC-DCコンバータ300、モータインバータ200、モータ10のコイル11、12、13が、充電装置の昇圧若しくは降圧の機能を兼用する。以下、本実施例のモータ駆動装置1で行われる動作について説明する。

【0047】

（充電時）

図3は、充電時においてAC/DCコンバータ100の直流整流部120で行われる動作を説明する図である。矢印C1は、直流整流部120で整流されて出力される直流電流（流れる方向）を示している。

40

図4(a)、(b)はそれぞれ、交流入出力端子111a、111b間の交流電圧波形、直流出力端子121a、121b（プラス側端子121a）間の直流電圧波形を示す。交流電源30が、交流入出力端子111a、111bに電氣的に接続されると、制御装置500は、交流入出力端子111a、111b間の交流電圧がプラス側となる期間T1（図4(a)）では、半導体スイッチング素子Q1（上左アーム）、Q4（右下アーム）のゲート電圧をオンさせ、半導体スイッチング素子Q2（左下アーム）、Q3（右上アーム）のゲート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する。そして、制御装置500は、交流入出力端子111a、111b間の交流電圧がマイナス側となる期間T2（図4(b)）では、半導体スイッチング素子Q2（左下アーム）、Q3（右上アーム）のゲート電圧をオンさせ、半導体スイッチング素子Q1（上左アーム）、Q4（右下アーム）のゲ

50

ート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する。以下、交流電圧のプラス、マイナスの切り替りに同期して同様にスイッチング信号が切替えられる。

【0048】

これにより図4(b)に示すように、AC/DCコンバータ100の直流整流部120で交流が直流に整流されて、直流出力端子121aから、直流電流(C1)が出力され、モータインバータ200側に流れ込む。

【0049】

なお、充電時以外には、制御装置500は、半導体スイッチング素子Q1、Q2、Q3、Q4の各ゲートに印加するスイッチング信号をオフにする。

【0050】

図5は、充電時においてモータインバータ200の3相ブリッジ回路210で行われる動作を説明する図である。矢印C11、C12、C13、C14、C15は、モータインバータ200、モータ10のコイル11、12を流れる電流(流れる方向)を示している。

【0051】

充電時には、蓄電装置400の電圧(300V)に対して、交流電源30の電圧(100乃至200V)の調整が必要である。電圧の調整のためにはコイルが通常使用されるが大電流に対応すると形状が大きくなってしまう。本実施例では、モータ10のコイル11、12を電圧変換用のコイルとして利用することができる。

【0052】

交流電源30が、交流入出力端子111a、111bに電氣的に接続されると、制御装置500は、半導体スイッチング素子Q8(中下アーム)のゲート電圧をオンさせ、それ以外の半導体スイッチング素子Q5、Q6、Q7、Q9、Q10のゲート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する。これによりC11、C12、C13で示されるように、AC/DCコンバータ100の直流出力端子121aから、直流入力端子201aに流れ込んだ直流電流は、交流入出力端子203a、モータ10のコイル11、コイル12、交流入出力端子203bを介して、半導体スイッチング素子Q8(中下アーム)のバルブを導通して流れる。モータ10のコイル11、12を電圧変換用のコイルとして利用することができる。

【0053】

つぎに、モータ10のコイル11、12に十分な電流が流れたら、制御装置500は、半導体スイッチング素子Q8(中下アーム)のゲート電圧をオフさせ、半導体スイッチング素子Q7(中上アーム)のゲート電圧をオンさせるスイッチング信号を出力する。これにより電流の向きはC13からC14に切り替り、C11、C12、C14、C15で示されるように、AC/DCコンバータ100の直流出力端子121aから、直流入力端子201aに流れ込んだ直流電流は、交流入出力端子203a、モータ10のコイル11、コイル12、交流入出力端子203bを介して、半導体スイッチング素子Q7(中上アーム)のバルブを導通して流れ、直流入出力端子202aから、直流電流(C15)として出力され、双方向DC-DCコンバータ300側に流れ込む。この際に、半導体スイッチング素子Q8(中下アーム)のゲート電圧をオンにする時間を適宜変更することにより、モータ10のコイル11、12に蓄積されるエネルギー量に変化し、直流入出力端子202a、202b間の出力電圧を調整することができる。

【0054】

図6(a)、(b)は、充電時において双方向DC-DCコンバータ300で行われる動作を説明する図である。矢印C21、C22、C23、C21'、C22'、C23'は、双方向DC-DCコンバータ300を流れる電流(流れる方向)を示している。

【0055】

交流電源30が、交流入出力端子111a、111bに電氣的に接続されると、制御装置500は、以下のスイッチング動作(a)、(b)を繰り返し行うことにより蓄電装置400に充電する動作を行う。

10

20

30

40

50

【0056】

(a) 半導体スイッチング素子Q11、Q14、Q15、Q18のゲート電圧をオンさせ、半導体スイッチング素子Q12、Q13、Q16、Q17のゲート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する(図6(a))。

(b) 半導体スイッチング素子Q12、Q13、Q16、Q17のゲート電圧をオンさせ、半導体スイッチング素子Q11、Q14、Q15、Q18のゲート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する(図6(b))。

【0057】

上記(a)のスイッチング動作により、モータインバータ200の直流入出力端子202aから、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301aに流れ込んだ直流電流は、C21、C22、C23で示されるようにブリッジ回路333、トランス310、ブリッジ回路323を流れる(図6(a))。

10

【0058】

また、上記(b)のスイッチング動作により、モータインバータ200の直流入出力端子202aから、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301aに流れ込んだ直流電流は、C21'、C22'、C23'で示されるようにブリッジ回路333、トランス310、ブリッジ回路323を流れる。

【0059】

これにより双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301aから、ブリッジ回路333、トランス310、ブリッジ回路323、第2の直流入出力端子302aを介して蓄電装置400のプラス側端子401aに電流が流れ込み、蓄電装置400に交流電源30からの電力が供給される。

20

【0060】

充電時について説明したがモータ10の回生時、力走時についても、双方向DC-DCコンバータ300では上記した(a)、(b)で示されるスイッチング動作と同様の動作が行われる。

【0061】

たとえば、交流電源30の電圧を100~200Vとし、第2の直流入出力端子302a、302b間の電圧(蓄電装置400の両端子間電圧)を300Vとすると、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301a、301b間の電圧は、50~700Vの間で変動する。制御装置500は、第1の直流入出力端子301a、301b間の電圧を、第2の直流入出力端子302a、302b間の電圧(蓄電装置400の両端子間電圧)の電圧と比較し、充電時(回生時)は、第1の直流入出力端子301a、301b間の電圧を高く、放電時(力走時)は、第1の直流入出力端子301a、301b間の電圧が低くなるように、各半導体スイッチング素子Q11~Q18に加えるスイッチング信号の位相、周期を制御する。

30

【0062】

(力走時)

力走時には、制御装置500は、必要されるモータ10の速度に応じた電力が、蓄電装置400からモータ10に供給されるように制御する。

40

【0063】

モータ10の力走時には、制御装置500は、AC/DCコンバータ100の半導体スイッチング素子Q1、Q2、Q3、Q4の各ゲートに印加するスイッチング信号をオフにする。これにより充電動作の機能が停止される。

【0064】

図6で説明したように、力走時には、制御装置500は、双方向DC-DCコンバータ300の各半導体スイッチング素子Q11~Q18に対して上記(a)、(b)で示されるのと同様のスイッチング信号を繰り返し加える。ただし、第1の直流入出力端子301a、301b間の電圧が低くなるように、各半導体スイッチング素子Q11~Q18に加えるスイッチング信号の位相、周期を制御する。これにより図6(a)、(b)にてC21~C

50

23、C21'～C23'で示される電流の向きとは反対の向きの電流の流れが形成され、蓄電装置400のプラス側端子401aから電流が放電され、第2の直流入出力端子302a、ブリッジ回路323、トランス310、ブリッジ回路333を介して、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301aから電流が、モータインバータ200の直流入出力端子202aに流れ込む。

【0065】

図7は、力走時においてモータインバータ200の3相ブリッジ回路210で行われる動作を説明する図である。矢印C31、C32、C33は、モータインバータ200、モータ10のコイル11、12を流れる電流（流れる方向）を示している。

【0066】

図8は、力走時においてモータインバータ200の各半導体スイッチング素子Q5～Q10のゲートに印加されるスイッチング信号と、モータ10の回転角度との関係を示す制御マップである。なお、図8において「PWM」はPWM制御に応じたスイッチング信号であることを示す。

【0067】

蓄電装置400からの放電に伴う電圧が、モータインバータ200の直流入出力端子202a、202b間にかかり、C31で示される電流の流れが形成される。すなわち、制御装置500は、半導体スイッチング素子Q8（中下アーム）のゲート電圧をオンさせるとともに、半導体スイッチング素子Q5（左上アーム）のゲートに、所望するモータ10の回転速度に応じたPWM制御信号をスイッチング信号として出力する。これによりC31、C32、C33で示されるように、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301aから、直流入出力端子202aに流れ込んだ直流電流は、半導体スイッチング素子Q5（左上アーム）のバルブを導通して、交流入出力端子203a、モータ10のコイル11、コイル12、交流入出力端子203bを通過し、さらに半導体スイッチング素子Q8（中下アーム）のバルブを導通して流れる。これによりモータ10が回転する（図8のモータ回転角度「0～」参照）。以下、制御装置500は、図8に示される制御マップに従い、モータ10の回転角度に応じて、モータインバータ200の各半導体スイッチング素子Q5～Q10を制御する。

【0068】

（回生時）

回生時には、制御装置500は、モータ10の回転角度に応じて、モータ10で発電作用を行わせ、モータ10から蓄電装置400に電力が供給されるように制御する。

【0069】

モータ10の回生時には、制御装置500は、AC/DCコンバータ100の半導体スイッチング素子Q1、Q2、Q3、Q4の各ゲートに印加するスイッチング信号をオフにする。これにより交流電源30による充電動作の機能が停止される。

【0070】

図9は、回生時においてモータインバータ200の3相ブリッジ回路210で行われる動作を説明する図である。矢印C41、C42、C43、C44、C45は、モータインバータ200、モータ10のコイル11、12を流れる電流（流れる方向）を示している。

【0071】

図10は、回生時においてモータインバータ200の各半導体スイッチング素子Q5～Q10のゲートに印加されるスイッチング信号と、モータ10の回転角度との関係を示す制御マップである。

【0072】

蓄電装置400の両端子間電圧に応じた電圧が、モータインバータ200の直流入出力端子202a、202b間にかかっているため、直流入出力端子202a、202b間でこれ以上の電圧を発生させる。制御装置500は、半導体スイッチング素子Q8（中下アーム）、Q6（左下アーム）のゲート電圧をオンさせ、半導体スイッチング素子Q5（左上アーム）のゲート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する。これによりC41、C

10

20

30

40

50

42、C43、C44で示されるように、半導体スイッチング素子Q8（中下アーム）のバルブを導通して、交流入出力端子203b、モータ10のコイル12、コイル11、交流入出力端子203aを通過し、さらに半導体スイッチング素子Q6（左下アーム）のバルブを導通して電流が流れ、モータ10が発電作用する（図10のモータ回転角度「0～」参照）。

【0073】

モータインバータ200の直流入出力端子202a、202b間の電圧が必要な電圧以上になると見込めたら、制御装置500は、半導体スイッチング素子Q8（中下アーム）、Q5（左上アーム）のゲート電圧をオンさせ、半導体スイッチング素子Q6（左下アーム）のゲート電圧をオフさせるスイッチング信号を出力する。これによりC41、C42、C43、C45で示されるように、半導体スイッチング素子Q8（中下アーム）のバルブを導通して、交流入出力端子203b、モータ10のコイル12、コイル11、交流入出力端子203aを通過し、さらに半導体スイッチング素子Q5（左上アーム）のバルブを導通して電流が流れ、モータ10の発電作用に応じた電力が、モータインバータ200の直流入出力端子202aから双方向DC-DCコンバータ300側に供給される（図10のモータ回転角度「0～」参照）。

【0074】

以下、制御装置500は、図10に示される制御マップに従い、モータ10の回転角度に応じて、モータインバータ200の各半導体スイッチング素子Q5～Q10を制御する。

【0075】

図6で説明したように、回生時には、制御装置500は、双方向DC-DCコンバータ300の各半導体スイッチング素子Q11～Q18に対して上記（a）、（b）で示されるのと同様のスイッチング信号を繰り返し加える。ただし、第1の直流入出力端子301a、301b間の電圧が高くなるように、各半導体スイッチング素子Q11～Q18に加えるスイッチング信号の位相、周期を制御する。これにより図6（a）、（b）にてC21～C23、C21'～C23'で示される電流の向きと同様の電流の流れが形成され、モータインバータ200の直流入出力端子202aからの電流が、第1の直流入出力端子301a、ブリッジ回路333、トランス310、ブリッジ回路323、第2の直流入出力端子302aを介して蓄電装置400のプラス側端子401aに流れ込み、蓄電装置400がモータ10の発電作用による電力によって充電される。

【0076】

以上のように本実施例によれば、交流電源30から供給される電力によって蓄電装置400を充電させる場合には、制御装置500は、交流電源30から供給される電力が、AC/DCコンバータ100の交流入出力端子111a、111b、直流整流部120、直流出力端子121a、モータインバータ200の直流入力端子201a、モータ10のコイル11、12、モータインバータ200の直流入出力端子202a、双方向DC-DCコンバータ300の第1の直流入出力端子301a、第2の直流入出力端子302aを介して蓄電装置400に供給されるように双方向DC-DCコンバータ300およびモータインバータ200を制御する（充電時）。

【0077】

そして、蓄電装置400の電力でモータ10を駆動させる場合には、制御装置500は、蓄電装置400に蓄電された電力が、双方向DC-DCコンバータ300の第2の直流入出力端子302aから第1の直流入出力端子301a、モータインバータ200の直流入出力端子202a、交流入出力端子203a、203b、203cを介してモータ10に供給されるように双方向DC-DCコンバータ300およびモータインバータ200を制御する（力走時）。

【0078】

そして、モータ10の回生により発生する電力によって蓄電装置400を充電させる場合には、制御装置500は、モータ10の回生により発生する電力が、モータインバータ200の交流入出力端子203a、203b、203c、直流入出力端子202a、双方向

10

20

30

40

50

D C - D C コンバータ 3 0 0 の第 1 の直流入出力端子 3 0 1 a、第 2 の直流入出力端子 3 0 2 a を介して蓄電装置 4 0 0 に供給されるように双方向 D C - D C コンバータ 3 0 0 およびモータインバータ 2 0 0 を制御する。

【 0 0 7 9 】

また、双方向 D C - D C コンバータ 3 0 0 およびモータインバータ 2 0 0 は、F E T で構成されるスイッチング素子 Q 5 ~ Q 1 8 を備え、当該スイッチング素子 Q 5 ~ Q 1 8 に制御装置 5 0 0 から出力されるスイッチング信号が入力される。

【 0 0 8 0 】

また、双方向 D C - D C コンバータ 3 0 0 およびモータインバータ 2 0 0 からなるインバータ 2 0 は、モータ 1 0 のハウジング 1 9 内に設けられる。

10

【 0 0 8 1 】

したがって、本実施例によれば、つぎのような効果が得られる。

【 0 0 8 2 】

1) 蓄電装置 4 0 0 に蓄電された電力を昇圧若しくは降圧した上で交流電力に変換してモータ 1 0 に供給してモータ 1 0 を力走作動（電動機作用）させるために設けられている既存の双方向 D C - D C コンバータ 3 0 0、モータインバータ 2 0 0、モータ 1 0 のコイル 1 1、1 2 が、充電装置の昇圧若しくは降圧の機能を兼用する。このため専用の充電装置を別途に設ける必要がなく、充電装置としての機能部分における部品点数が減少するとともにそのための設置スペースを小さくでき、車載用に小型化、低コストを図ることが容易となる。これにより、車載用に小型、低コストのモータ駆動装置 1 における充電装置を市場に提供することが可能となる。

20

2) 双方向 D C - D C コンバータ 3 0 0 およびモータインバータ 2 0 0 のスイッチング素子 Q 5 ~ Q 1 8 を、F E T で構成したので、整流ダイオードがなくロスが少ない。また高周波数でスイッチングすることにより高効率化が可能となる。また部品点数の削減、低発熱が実現され小型化が可能となる。

3) 双方向 D C - D C コンバータ 3 0 0 およびモータインバータ 2 0 0 からなるインバータ 2 0 が、モータ 1 0 のハウジング 1 9 内に設けられるため、車載のための設置スペースを小さくすることができる。すなわち、装置に使用される回路の共有化を図り、モータハウジング 1 9 内にインバータおよび充電装置の機能部分を内蔵させることにより装置全体の小型化が実現される。さらにモータ 1 0 とモータインバータ 2 0 0 とを接続するケーブルを極力短くすることが可能となり、インダクタンス成分を低く抑えることができる。これにより、サージ対策のための電解コンデンサをフィルムコンデンサに置換することが可能となる。フィルムコンデンサは電解コンデンサに比して長寿命であるため、モータ駆動装置 1 に用いられるインバータ 2 0 の長寿命化を図ることが可能となる。

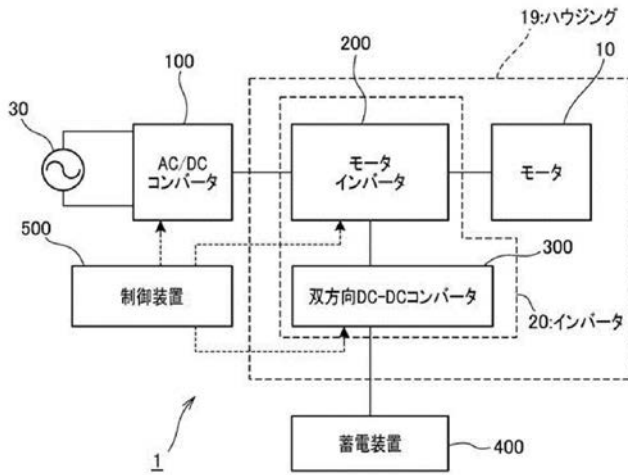
30

【符号の説明】

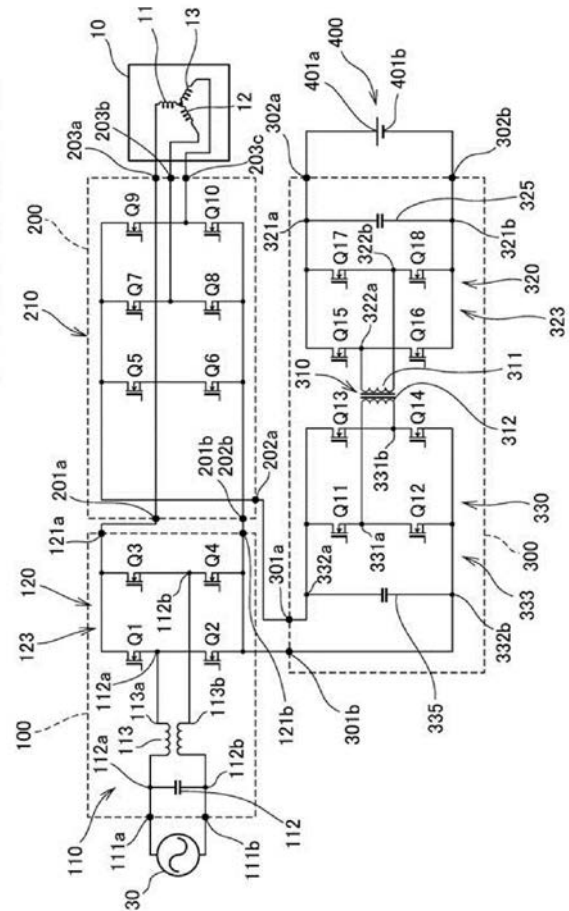
【 0 0 8 3 】

1 モータ駆動装置、1 0 モータ 1 1、1 2、1 3 コイル、1 0 0 A C / D C コンバータ、2 0 0 モータインバータ、3 0 0 双方向 D C - D C コンバータ、4 0 0 蓄電装置、5 0 0 制御装置

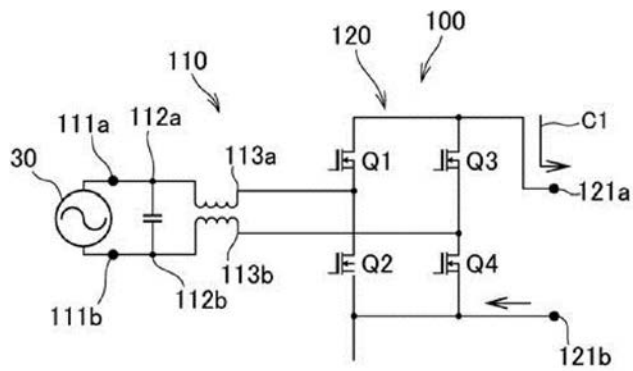
【図 1】



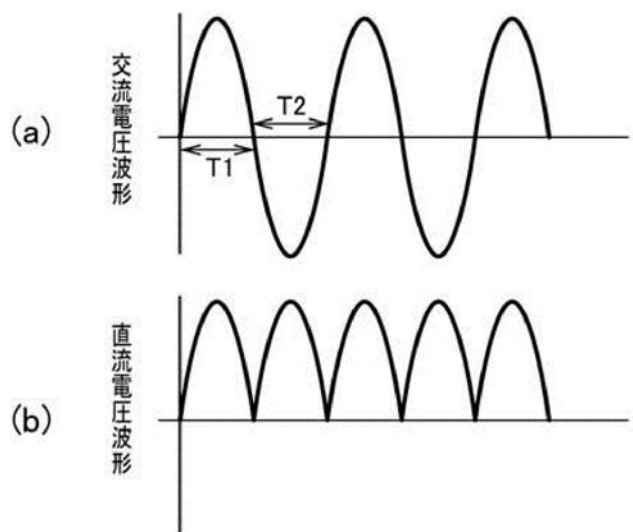
【図 2】



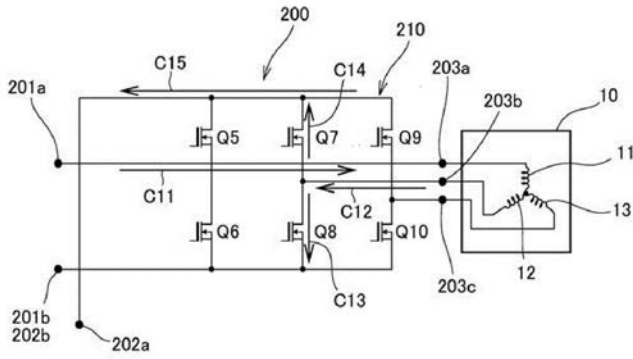
【図 3】



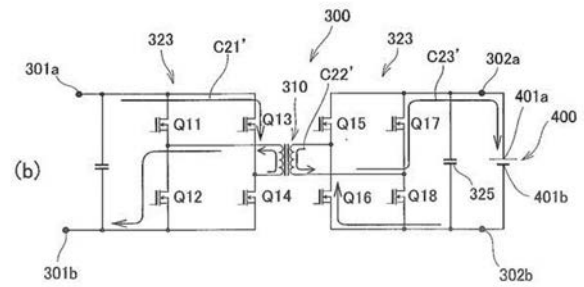
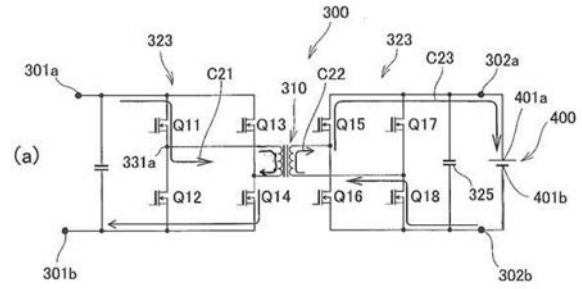
【図 4】



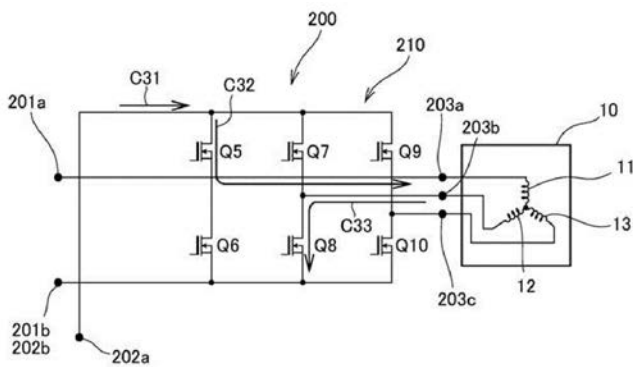
【図 5】



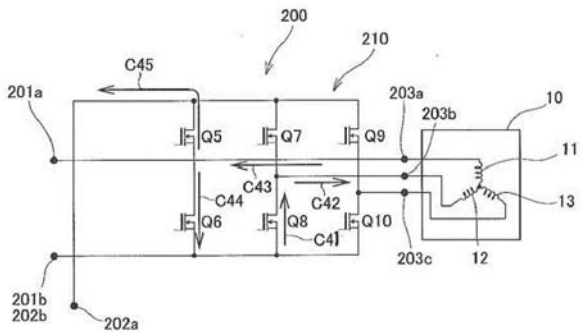
【図 6】



【図 7】



【図 9】



【図 8】

	モータ回転角度					
スイッチング素子	0~	60~	120~	180~	240~	300~
Q5	PWM	PWM	x	x	x	x
Q6	x	x	x	オン	オン	x
Q7	x	x	PWM	PWM	x	x
Q8	オン	x	x	x	x	オン
Q9	x	x	x	x	PWM	PWM
Q10	x	オン	オン	x	x	x

【図 10】

	モータ回転角度					
スイッチング素子	0~	60~	120~	180~	240~	300~
Q5	オフ/オン	オフ/オン	x	x	x	x
Q6	オン/オフ	オン/オフ	x	オン	オン	x
Q7	x	x	オフ/オン	オフ/オン	x	x
Q8	オン	x	オン/オフ	オン/オフ	x	オン
Q9	x	x	x	x	オフ/オン	オフ/オン
Q10	x	オン	オン	x	オン/オフ	オン/オフ

フロントページの続き

(72)発明者 小池 哲夫

東京都昭島市東町 3-6-1 インキュベーションオフィス・タマ 302 株式会社 EVTD 研究所内

(72)発明者 三上 博之

東京都昭島市東町 3-6-1 インキュベーションオフィス・タマ 302 株式会社 EVTD 研究所内

F ターム(参考) 5G503 AA01 AA07 BA02 BB01 BB02 BB03 FA06 GB03 GB06
5H125 AA01 AC12 AC22 BB00 BB05 BC21 CB02 DD02 FF16