

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7079934号
(P7079934)

(45)発行日 令和4年6月3日(2022.6.3)

(24)登録日 令和4年5月26日(2022.5.26)

(51)国際特許分類	F I
H 0 2 M 3/28 (2006.01)	H 0 2 M 3/28 H
	H 0 2 M 3/28 V

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2018-215094(P2018-215094)	(73)特許権者	000004695 株式会社 S O K E N
(22)出願日	平成30年11月15日(2018.11.15)		愛知県日進市米野木町南山500番地2
(65)公開番号	特開2020-88917(P2020-88917A)		0
(43)公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー
審査請求日	令和3年6月16日(2021.6.16)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(73)特許権者	504203572 国立大学法人茨城大学
			茨城県水戸市文京二丁目1番1号
		(74)代理人	100121821 弁理士 山田 強
		(74)代理人	100139480 弁理士 日野 京子
		(74)代理人	100125575

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1装置(10)と、蓄電装置である第2装置(20)と、第3装置(30)との間で電力伝達を行う電力変換装置(40)において、
前記第1装置の端子間電圧は、前記第2装置の端子間電圧よりも高く、かつ、前記第3装置の端子間電圧よりも低くされており、
前記第1装置の正極側に第1端が接続された第1スイッチ(Q1)と、
前記第1スイッチの第2端に第1端が接続されたコンデンサ(61)と、
前記コンデンサの第2端に第1端が接続され、前記第2装置の負極側に第2端が接続された第2スイッチ(Q2)と、
前記第1スイッチの第2端に第1端が接続された第3スイッチ(Q3)と、
前記第3スイッチの第2端に第1端が接続され、前記第2装置の負極側に第2端が接続された第4スイッチ(Q4)と、
前記第3スイッチと前記第4スイッチとの接続点に第1端が接続され、前記第2装置の正極側に第2端が接続された第1リアクトル(51, 53)と、
前記コンデンサと前記第2スイッチとの接続点に第1端が接続され、前記第2装置の正極側に第2端が接続された第2リアクトル(52, 54)と、
前記第3スイッチと前記第4スイッチとの接続点に第1端が接続され、前記コンデンサと前記第2スイッチとの接続点に第2端が接続された1次側コイル(71)、及び該1次側コイルと磁気結合する2次側コイル(72)を有するトランス(70)と、

前記 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間に接続されるとともに変換スイッチ (Q 5 ~ Q 8 , S A 1 , S A 2 , S B 1 , S B 2 , S C 1 ~ S C 4) を有し、前記 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間の電力伝達を行う変換回路 (8 0) と、

前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させ、かつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させる制御装置 (1 0 0) と、を備える電力変換装置。

【請求項 2】

第 1 装置 (1 0) と、蓄電装置である第 2 装置 (2 0) と、第 3 装置 (3 0) との間で電力伝達を行う電力変換装置 (4 0) において、

前記第 1 装置の端子間電圧は、前記第 2 装置の端子間電圧よりも高く、かつ、前記第 3 装置の端子間電圧よりも低くされており、

前記第 1 装置の正極側に第 1 端が接続された第 1 スイッチ (Q 1) と、

前記第 1 スイッチの第 2 端に第 1 端が接続されたコンデンサ (6 1) と、

前記コンデンサの第 2 端に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の負極側に第 2 端が接続された第 2 スイッチ (Q 2) と、

前記第 1 スイッチの第 2 端に第 1 端が接続された第 3 スイッチ (Q 3) と、

前記第 3 スイッチの第 2 端に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の負極側に第 2 端が接続された第 4 スイッチ (Q 4) と、

前記第 3 スイッチと前記第 4 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の正極側に第 2 端が接続された第 1 の 1 次側コイル (5 5) と、

前記コンデンサと前記第 2 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の正極側に第 2 端が接続された第 2 の 1 次側コイル (5 6) と、

前記第 1 の 1 次側コイルと磁気結合する第 1 の 2 次側コイル (5 7) と、

前記第 2 の 1 次側コイルと磁気結合し、前記第 1 の 2 次側コイルと直列接続された第 2 の 2 次側コイル (5 8) と、

前記各 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間に接続されるとともに変換スイッチ (S D 1 , S D 2) を有し、前記各 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間の電力伝達を行う変換回路 (8 0) と、

前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させ、かつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させる制御装置 (1 0 0) と、を備える電力変換装置。

【請求項 3】

前記 1 次側コイルの巻き数を N_1 とし、前記 2 次側コイルの巻き数を N_2 とし、前記第 1 装置の端子間電圧を V_1 とし、前記第 3 装置の端子間電圧を V_3 とする場合、 $N_1 : N_2 = 0.5 \times V_1 : V_3$ に設定されている請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記第 1 装置の端子間電圧は、前記第 2 装置の端子間電圧の 4 倍であり、

前記制御装置は、前記第 1 スイッチ、前記第 2 スイッチ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチそれぞれをオンオフ操作する場合のデューティ比を 50% に設定する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記第 2 スイッチのオン操作への切り替えタイミングと、前記変換スイッチのオン操作への切り替えタイミングとの差を調整することにより、前記第 1 装置と前記第 3 装置との間を伝達される電力を調整する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記制御装置は、前記第 1 スイッチ、前記第 2 スイッチ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチそれぞれのデューティ比を調整することにより、前記第 1 装置と前記第 2 装置との間を伝達される電力を調整する請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 装置、第 2 装置及び第 3 装置の間で電力伝達を行う電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 に見られるように、第 1 ~ 第 4 入出力ポートの間で電力伝達を行う電力変換装置が知られている。第 1 入出力ポートには、1 次側高電圧系負荷である第 1 装置が接続され、第 2 入出力ポートには、1 次側低電圧系負荷である第 2 装置が接続されている。第 2 装置は、2 次電池であり、その端子間電圧（例えば 12V）は、第 1 装置の端子間電圧（例えば 48V）よりも低い。

10

【0003】

第 3 入出力ポートには、2 次側高電圧系電源である第 3 装置が接続され、第 4 入出力ポートには、2 次側高電圧系負荷である第 4 装置が接続されている。第 3 装置は、2 次電池であり、その端子間電圧（例えば 288V）は、第 4 装置の端子間電圧（例えば 72V）よりも低い。また、第 4 装置の端子間電圧は、第 1 装置の端子間電圧よりも高い。

【0004】

20

電力変換装置は、1 次側変換回路、2 次側変換回路及びトランスを備えている。トランスの 1 次側コイルには、1 次側変換回路を介して第 1、第 2 入出力ポートが接続され、トランスの 2 次側コイルには、2 次側変換回路を介して第 3、第 4 入出力ポートが接続されている。1 次側変換回路を構成するスイッチのデューティ比を調整することにより、第 1 装置と第 2 装置との間の伝達電力を調整できる。デューティ比は、スイッチの 1 スイッチング周期に対するオン操作期間の比率である。

また、2 次側変換回路を構成するスイッチのスイッチング位相と、1 次側変換回路を構成するスイッチのスイッチング位相との差を調整することにより、第 1 装置と第 2 装置との間の伝達電力を調整できる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2015 - 100198 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

第 1 装置と第 2 装置との間で電力を伝達する場合において、第 1 装置の端子間電圧と第 2 装置の端子間電圧との差が大きいと、1 次側変換回路を構成するスイッチのデューティ比が小さくなる。デューティ比が小さく設定された状態で第 1 装置と第 3 装置との間で電力を伝達しようとする、トランス利用率が低下する。トランス利用率は、規定期間（例えば 1 スイッチング周期）のうち、1 次側コイルの印加電圧が 0 以外の値となる期間の割合である。トランス利用率が低下すると、第 1 装置と第 3 装置との間で電力を伝達する場合における電力変換効率が低下する。

40

【0007】

本発明は、トランス利用率を高めることができる電力変換装置を提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第 1、第 2 の発明は、第 1 装置と、蓄電装置である第 2 装置と、第 3 装置との間で電力伝達を行う電力変換装置において、

50

前記第 1 装置の端子間電圧は、前記第 2 装置の端子間電圧よりも高く、かつ、前記第 3 装置の端子間電圧よりも低くされており、

前記第 1 装置の正極側に第 1 端が接続された第 1 スイッチと、

前記第 1 スイッチの第 2 端に第 1 端が接続されたコンデンサと、

前記コンデンサの第 2 端に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の負極側に第 2 端が接続された第 2 スイッチと、

前記第 1 スイッチの第 2 端に第 1 端が接続された第 3 スイッチと、

前記第 3 スイッチの第 2 端に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の負極側に第 2 端が接続された第 4 スイッチと、を備える。

【 0 0 0 9 】

第 1 の発明は、前記第 3 スイッチと前記第 4 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の正極側に第 2 端が接続された第 1 リアクトルと、

前記コンデンサと前記第 2 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の正極側に第 2 端が接続された第 2 リアクトルと、

前記第 3 スイッチと前記第 4 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記コンデンサと前記第 2 スイッチとの接続点に第 2 端が接続された 1 次側コイル、及び該 1 次側コイルと磁気結合する 2 次側コイルを有するトランスと、

前記 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間に接続されるとともに変換スイッチを有し、前記 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間の電力伝達を行う変換回路と、

前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させ、かつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させる制御装置と、を備える。

【 0 0 1 0 】

第 2 の発明は、前記第 3 スイッチと前記第 4 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の正極側に第 2 端が接続された第 1 の 1 次側コイルと、

前記コンデンサと前記第 2 スイッチとの接続点に第 1 端が接続され、前記第 2 装置の正極側に第 2 端が接続された第 2 の 1 次側コイルと、

前記第 1 の 1 次側コイルと磁気結合する第 1 の 2 次側コイルと、

前記第 2 の 1 次側コイルと磁気結合し、前記第 1 の 2 次側コイルと直列接続された第 2 の 2 次側コイルと、

前記各 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間に接続されるとともに変換スイッチを有し、前記各 2 次側コイル及び前記第 3 装置の間の電力伝達を行う変換回路と、

前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させ、かつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチを交互にオン操作しつつ、前記第 3 スイッチ及び前記第 4 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させる制御装置と、を備える。

【 0 0 1 1 】

第 1 , 第 2 の発明では、第 1 スイッチ及び第 2 スイッチが交互にオン操作されつつ、第 1 スイッチ及び第 2 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とが同期させられる。また、第 3 スイッチ及び第 4 スイッチが交互にオン操作されつつ、第 3 スイッチ及び第 4 スイッチのうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とが同期させられる。この際、各スイッチのデューティ比を調整することにより、第 1 装置と第 2 装置との間の伝達電力を調整できる。また、第 1 ~ 第 4 スイッチのスイッチング位相と変換スイッチのスイッチング位相との差を調整することにより、第 1 装置と第 3 装置との間の伝達電力を調整できる。

【 0 0 1 2 】

第 1 の発明では、1 次側変換回路が、第 1 , 第 2 リアクトル、第 1 ~ 第 4 スイッチ及びコ

10

20

30

40

50

ンデンサで構成されている。また、第2の発明では、1次側変換回路が、第1、第2の1次側コイル、第1～第4スイッチ及びコンデンサで構成されている。この構成によれば、第1装置の端子間電圧と第2装置の端子間電圧との差が大きかったとしても、第1装置から第2装置に電力を伝達する場合における昇圧比を高めることができ、これにより第1～第4スイッチのデューティ比を高めることができる。その結果、第1装置と第3装置との間で電力を伝達する場合におけるトランス利用率を高めることができる。これにより、第1装置と第3装置との間で電力を伝達する場合における電力変換効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態に係る電力変換システムの全体構成図。

【図2】デューティ比が50%の場合における電力変換装置の動作態様を示すタイムチャート。

【図3】位相差と伝達電力との関係を示す図。

【図4】デューティ比と昇圧比との関係を示す図。

【図5】デューティ比が50%を超える場合における電力変換装置の動作態様を示すタイムチャート。

【図6】トランス利用率の向上効果を示すタイムチャート。

【図7】リップル電流の低減効果を示すタイムチャート。

【図8】第2実施形態に係る電力変換システムの全体構成図。

【図9】第3実施形態に係る電力変換システムの全体構成図。

【図10】第4実施形態に係る電力変換システムの全体構成図。

【図11】第5実施形態に係る電力変換システムの全体構成図。

【図12】第6実施形態に係る電力変換システムの全体構成図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

<第1実施形態>

以下、本発明に係る電力変換装置を具体化した第1実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態において、電力変換装置は、マルチポートのDCDCコンバータとして具体化されており、車両に搭載されるものを想定している。

【0015】

電力変換システムは、第1装置としての中圧蓄電池10、第2装置としての低圧蓄電池20、第3装置としての高圧蓄電池30、及び電力変換装置40を備えている。

【0016】

低圧蓄電池20の端子間電圧（例えば定格電圧）は、中圧蓄電池10の端子間電圧（例えば定格電圧）よりも低く、中圧蓄電池10の端子間電圧は、高圧蓄電池30の端子間電圧（例えば定格電圧）よりも低い。本実施形態では、低圧蓄電池20の端子間電圧が12Vに設定され、中圧蓄電池10の端子間電圧が48Vに設定され、高圧蓄電池30の端子間電圧が200Vに設定されている。

【0017】

電力変換装置40は、第1コンデンサ41、第2コンデンサ42、第1リアクトル51、第2リアクトル52、第1変換回路60、トランス70及び第2変換回路80を備えている。第1変換回路60は、第1～第4スイッチQ1～Q4、及びデカップリングコンデンサ（以下、コンデンサ61）を備えている。本実施形態において、第1～第4スイッチQ1～Q4は、NチャネルMOSFETである。

【0018】

第1スイッチQ1のドレインには、電力変換装置40の中圧第1端子TM1が接続され、第1スイッチQ1のソースには、コンデンサ61の第1端と、第3スイッチQ3のドレインとが接続されている。コンデンサ61の第2端には、第2スイッチQ2のドレインが接続され、第2スイッチQ2のソースには、電力変換装置40の中圧第2端子TM2が接続

10

20

30

40

50

されている。第3スイッチQ3のソースには、第4スイッチQ4のドレインが接続され、第4スイッチQ4のソースには、中圧第2端子TM2が接続されている。中圧第1端子TM1には、第1コンデンサ41を介して中圧第2端子TM2が接続されている。中圧第1端子TM1には、中圧蓄電池10の正極端子が接続され、中圧蓄電池10の負極端子には、中圧第2端子TM2が接続されている。

【0019】

第3スイッチQ3のソースと第4スイッチQ4のドレインとの接続点には、第1リアクトル51の第1端が接続されている。コンデンサ61の第2端と第2スイッチQ2のドレインとの接続点には、第2リアクトル52の第1端が接続されている。第1リアクトル51及び第2リアクトル52それぞれの第2端には、電力変換装置40の低圧第1端子TL1が接続されている。低圧第1端子TL1には、低圧蓄電池20の正極端子が接続され、低圧蓄電池20の負極端子には、電力変換装置40の低圧第2端子TL2が接続されている。第4スイッチQ4及び第2スイッチQ2それぞれのソースには、中圧第2端子TM2と、低圧第2端子TL2とが接続されている。なお、低圧第2端子TL2と中圧第2端子TM2とは共通化されて1つの端子にされていてもよい。

10

【0020】

第3スイッチQ3のソースと第4スイッチQ4のドレインとの接続点には、トランス70の1次側コイル71の第1端が接続されている。1次側コイル71の第2端には、コンデンサ61の第2端と第2スイッチQ2のドレインとの接続点が接続されている。

【0021】

第2変換回路80は、変換スイッチとしての第5～第8スイッチQ5～Q8を備えている。本実施形態において、第5～第8スイッチQ5～Q8は、NチャネルMOSFETである。

20

【0022】

第5スイッチQ5及び第7スイッチQ7それぞれのドレインには、電力変換装置40の高圧第1端子TH1が接続されている。第5スイッチQ5のソースには、第6スイッチQ6のドレインが接続され、第7スイッチQ7のソースには、第8スイッチQ8のドレインが接続されている。第6スイッチQ6及び第8スイッチQ8それぞれのソースには、電力変換装置40の高圧第2端子TH2が接続されている。高圧第1端子TH1には、第2コンデンサ42を介して高圧第2端子TH2が接続されている。高圧第1端子TH1には、高圧蓄電池30の正極端子が接続され、高圧蓄電池30の負極端子には、高圧第2端子TH2が接続されている。

30

【0023】

第5スイッチQ5のソースと第6スイッチQ6のドレインとの接続点には、トランス70の2次側コイル72の第1端が接続されている。2次側コイル72の第2端には、第7スイッチQ7のソースと第8スイッチQ8のドレインとの接続点が接続されている。

【0024】

1次側コイル71と2次側コイル72とは磁気結合している。1次側コイル71の巻き数をN1とし、2次側コイル72の巻き数をN2とし、中圧蓄電池10の定格電圧をV1とし、高圧蓄電池30の定格電圧をV3とする場合、 $N1 : N2 = 0.5 \times V1 (24V) : V3 (200V)$ に設定されている。この設定は、中圧蓄電池10と高圧蓄電池30との間の電力変換装置40を介した電力変換の効率を高めるためのものである。

40

【0025】

電力変換装置40は、中電圧センサ90、低電圧センサ91及び高電圧センサ92を備えている。中電圧センサ90は、中圧蓄電池10の端子間電圧（中圧第1端子TM1及び中圧第2端子TM2間の電位差）である第1電圧Vdc1を検出する。低電圧センサ91は、低圧蓄電池20の端子間電圧（低圧第1端子TL1及び低圧第2端子TL2間の電位差）である第2電圧Vdc2を検出する。高電圧センサ92は、高圧蓄電池30の端子間電圧（高圧第1端子TH1及び高圧第2端子TH2間の電位差）である第3電圧Vdc3を検出する。各検出値Vdc1, Vdc2, Vdc3は、電力変換装置40が備える制御装

50

置 1 0 0 に入力される。

【 0 0 2 6 】

制御装置 1 0 0 は、各検出値 V_{dc1} , V_{dc2} , V_{dc3} に基づいて、第 1 ~ 第 8 スイッチ $Q_1 \sim Q_8$ をオンオフ操作する。本実施形態において、各スイッチ $Q_1 \sim Q_8$ の 1 スイッチング周期 T_s は同じ周期に設定されている。なお、制御装置 1 0 0 が提供する機能は、例えば、実体的なメモリ装置に記録されたソフトウェア及びそれを実行するコンピュータ、ハードウェア、又はそれらの組み合わせによって提供することができる。

【 0 0 2 7 】

制御装置 1 0 0 は、中圧蓄電池 1 0 と低圧蓄電池 2 0 との間の電力伝達を行うために、第 1 ~ 第 4 スイッチ $Q_1 \sim Q_4$ を操作する。詳しくは、制御装置 1 0 0 は、第 1 スイッチ Q_1 及び第 2 スイッチ Q_2 を交互にオン操作しつつ、第 1 スイッチ Q_1 及び第 2 スイッチ Q_2 のうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させる。また、制御装置 1 0 0 は、第 3 スイッチ Q_3 及び第 4 スイッチ Q_4 を交互にオン操作しつつ、第 3 スイッチ Q_3 及び第 4 スイッチ Q_4 のうち一方のオン操作期間と他方のオフ操作期間とを同期させる。この際、第 2 スイッチ Q_2 を第 1 デューティ比 D_1 でオンオフ操作し、第 4 スイッチ Q_4 を第 2 デューティ比 D_2 でオンオフ操作する。第 2 スイッチ Q_2 のオン操作時間を T_1 とする場合、第 1 デューティ比 D_1 は「 T_1 / T_s 」で表される。第 4 スイッチ Q_4 のオン操作時間を T_2 とする場合、第 2 デューティ比 D_2 は「 T_2 / T_s 」で表される。本実施形態において、第 1 デューティ比 D_1 と第 2 デューティ比 D_2 とは同じ値にされる。このため、以降、第 1 デューティ比 D_1 と第 2 デューティ比 D_2 とを単にデューティ比 $Duty$ と称すことがある。

【 0 0 2 8 】

制御装置 1 0 0 は、低圧蓄電池 2 0 から中圧蓄電池 1 0 へと電力を伝達するために、第 1 電圧 V_{dc1} 及び第 2 電圧 V_{dc2} に基づいてデューティ比 $Duty$ を設定する。詳しくは、制御装置 1 0 0 は、第 1 電圧 V_{dc1} を第 2 電圧 V_{dc2} で除算した値である昇圧比 $M (= V_{dc1} / V_{dc2})$ を算出し、図 4 に実線で示すように、昇圧比 M に基づいてデューティ比 $Duty$ を設定する。制御装置 1 0 0 は、昇圧比 M が 4 となる場合、デューティ比 $Duty$ を 0.5 (百分率で 50%) に設定する。本実施形態において、制御装置 1 0 0 は、デューティ比 $Duty$ を 0.5 以上かつ 1 未満の値に設定する。

【 0 0 2 9 】

制御装置 1 0 0 は、中圧蓄電池 1 0 と高圧蓄電池 3 0 との間の電力伝達を行うために、上述した第 1 ~ 第 4 スイッチ $Q_1 \sim Q_4$ の操作に加え、第 5 , 第 8 スイッチ Q_5 , Q_8 の組と、第 6 , 第 7 スイッチ Q_6 , Q_7 の組とを交互にオン操作する。本実施形態において、第 5 ~ 第 8 スイッチ $Q_5 \sim Q_8$ は、上記デューティ比 $Duty$ でオンオフ操作される。

【 0 0 3 0 】

図 2 (a) 及び図 2 (i) に示すように、第 2 スイッチ Q_2 のオン操作への切り替えタイミングと、第 5 , 第 8 スイッチ Q_5 , Q_8 のオン操作への切り替えタイミングとの差を位相差 とする。位相差 は、第 2 スイッチ Q_2 のオン操作への切り替えタイミングに対して、第 5 , 第 8 スイッチ Q_5 , Q_8 のオン操作への切り替えタイミングが遅れる場合を正とする。制御装置 1 0 0 は、位相差 を調整することにより、中圧蓄電池 1 0 と高圧蓄電池 3 0 との間で伝達される電力 P_o を調整する。制御装置 1 0 0 は、第 1 電圧 V_{dc1} 及び第 3 電圧 V_{dc3} に基づいて、伝達電力 P_o を目標電力にするための位相差 を設定する。伝達電力 P_o と位相差 との関係は、図 3 に示すものとなり、具体的には下式 (eq 1) に示すものとなる。

【 0 0 3 1 】

【数 1】

$$P_o = \frac{V_c V_{dc3}}{2\pi f L} |\phi_1 - \phi| \quad \dots \quad (eq1)$$

10

20

30

40

50

上式 (e q 1) において、 V_c はコンデンサ 6 1 の端子間電圧を示し、 f は各スイッチ $Q_1 \sim Q_8$ のスイッチング周波数 ($= 2 / T_s$) を示し、 L はトランス 7 0 における電力伝達に関わるインダクタンス (例えば 1 次側コイル 7 1 と 2 次側コイル 7 2 間の漏れインダクタンス) を示す。位相差 θ が正の値になる場合、中圧蓄電池 1 0 から高圧蓄電池 3 0 へと電力が伝達される。位相差 θ が 0 の場合、中圧蓄電池 1 0 と高圧蓄電池 3 0 との間で伝達される電力が 0 になる。本実施形態において、制御装置 1 0 0 は、位相差 θ を -90 度から $+90$ 度までの範囲で調整する。制御装置 1 0 0 は、位相差 θ の設定に際し、第 1 電圧 V_{dc1} の $1/2$ の値をコンデンサ 6 1 の端子間電圧 V_c として算出する。「 $V_c = V_{dc1} / 2$ 」となる理由は後述する。

【 0 0 3 2 】

図 2 を用いて、電力変換装置 4 0 の動作態様について説明する。図 2 (a) は、第 2 , 第 1 スwitch Q_2 , Q_1 の操作状態の推移を示し、図 2 (b) は、第 4 , 第 3 スwitch Q_4 , Q_3 の操作状態の推移を示し、図 2 (c) は、第 1 リアクトル 5 1 の端子間電圧 V_{L1} の推移を示し、図 2 (d) は、第 1 リアクトル 5 1 に流れる電流 I_{L1} の推移を示す。図 2 (e) は、第 2 リアクトル 5 2 の端子間電圧 V_{L2} の推移を示し、図 2 (f) は、第 2 リアクトル 5 2 に流れる電流 I_{L2} の推移を示し、図 2 (g) は、第 1 , 第 2 リアクトル 5 1 , 5 2 それぞれに流れる電流の合計値である合計電流 $I_{total} (= I_{L1} + I_{L2})$ の推移を示し、図 2 (h) は、1 次側コイル 7 1 の端子間電圧である 1 次電圧 V_{tra1} の推移を示す。図 2 (i) は、第 5 , 第 8 スwitch Q_5 , Q_8 の操作状態の推移を示し、図 2 (j) は、第 7 , 第 6 スwitch Q_7 , Q_6 の操作状態の推移を示し、図 2 (k) は、2 次側コイル 7 2 の端子間電圧である 2 次電圧 V_{tra2} の推移を示し、図 2 (m) は、1 次側コイル 7 1 に流れる電流 I_{tra1} の推移を示す。ここで、図 2 (a) の第 1 スwitch Q_1 の操作状態は、図 2 (a) に示す操作状態 (オン又はオフ操作) が反転した操作状態となり、図 2 (b) の第 3 スwitch Q_3 の操作状態は、図 2 (b) に示す操作状態が反転した操作状態となる。例えば、図 2 (a) において、第 2 スwitch Q_2 のオン操作期間は、第 1 スwitch Q_1 のオフ操作期間となる。

【 0 0 3 3 】

第 1 リアクトル 5 1 の端子間電圧 V_{L1} は、第 1 リアクトル 5 1 において第 2 端の電位が第 1 端の電位よりも高い場合を正とし、第 1 リアクトル 5 1 に流れる電流 I_{L1} は、第 1 リアクトル 5 1 において第 2 端から第 1 端へと向かう方向に流れる場合を正とする。第 2 リアクトル 5 2 の端子間電圧 V_{L2} は、第 2 リアクトル 5 2 において第 2 端の電位が第 1 端の電位よりも高い場合を正とし、第 2 リアクトル 5 2 に流れる電流 I_{L2} は、第 2 リアクトル 5 2 において第 2 端から第 1 端へと向かう方向に流れる場合を正とする。1 次電圧 V_{tra1} は、1 次側コイル 7 1 において第 1 端の電位が第 2 端の電位よりも高い場合を正とし、2 次電圧 V_{tra2} は、2 次側コイル 7 2 において第 1 端の電位が第 2 端の電位よりも高い場合を正とし、1 次側コイル 7 1 に流れる電流 I_{tra1} は、1 次側コイル 7 1 において第 1 端から第 2 端へと向かう方向に流れる場合を正とする。

【 0 0 3 4 】

第 2 スwitch Q_2 がオン操作されるとともに第 1 スwitch Q_1 がオフ操作され、第 4 スwitch Q_4 がオフ操作されるとともに第 3 スwitch Q_3 がオン操作されている場合、「 $V_{L1} = V_{dc2} - V_c$ 」, 「 $V_{L2} = V_{dc2}$ 」となる。一方、第 2 スwitch Q_2 がオフ操作されるとともに第 1 スwitch Q_1 がオン操作され、第 4 スwitch Q_4 がオン操作されるとともに第 3 スwitch Q_3 がオフ操作されている場合、「 $V_{L1} = V_{dc2}$ 」, 「 $V_{L2} = V_{dc2} + V_c - V_{dc1}$ 」となる。

【 0 0 3 5 】

各電圧値 V_{dc1} , V_{dc2} 等が変化しない定常状態において、 V_{L1} , V_{L2} の E T 積の収支は 0 になる。つまり、図 2 (c) 及び図 2 (e) のハッチング部分を参照して、「 $S_1 = S_2$ 」, 「 $S_3 = S_4$ 」となる。この面積の関係から、下式 (e q 2) , (e q 3) が導かれる。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

【数 2】

$$V_{dc2} \cdot Duty \cdot T_s + (V_{dc2} - V_c)(1 - Duty)T_s = 0 \quad \dots \quad (eq2)$$

【0037】

【数 3】

$$V_{dc2} \cdot Duty \cdot T_s + (V_{dc2} + V_c - V_{dc1})(1 - Duty)T_s = 0 \quad \dots \quad (eq3)$$

上式 (eq 2), (eq 3) から、下式 (eq 4), (eq 5) が導かれる。

10

【0038】

【数 4】

$$V_{dc1} = \frac{2V_{dc2}}{1 - Duty} \rightarrow M = \frac{V_{dc1}}{V_{dc2}} = \frac{2}{1 - Duty} \quad \dots \quad (eq4)$$

【0039】

【数 5】

$$V_c = \frac{V_{dc1}}{2} \quad \dots \quad (eq5)$$

20

上式 (eq 4) は、低圧蓄電池 20 から中圧蓄電池 10 へと電力伝達する場合における昇圧比 M を示す。上式 (eq 4) に示す昇圧比 M は、図 4 に示すように、一般的な昇圧チョップ回路の昇圧比 (図 4 の破線) の 2 倍の値である。上式 (eq 4) において「 $V_{dc1} = 48V$, $V_{dc2} = 12V$ 」とする場合、デューティ比 $Duty$ が 0.5 (50%) となる。この場合、各スイッチ Q1 ~ Q8 は、50% のデューティ比 $Duty$ でオンオフ操作される。

【0040】

上式 (eq 5) は、コンデンサ 61 の端子間電圧 V_c が中圧蓄電池 10 の端子間電圧 V_{dc1} の 1/2 になることを示す。このため、1次側コイル 71 には、図 2 (h) 及び図 6 (a) に示すように、 $+V_c$ と $-V_c$ とが交互に印加される。すなわち、1次側コイル 71 には、中圧蓄電池 10 の端子間電圧の 1/2 の電圧が極性を変化させながら印加される。この場合において、デューティ比 $Duty$ が 50% に設定されていると、1次電圧 V_{tra1} の波形は、0V 区間を含まない理想的な矩形波となり、トランス利用率が 100% となる。本実施形態において、トランス利用率は、1スイッチング周期 T_s のうち、1次電圧 V_{tra1} が 0 以外の値となる期間の割合である。

30

【0041】

これに対し、図 6 (b) に示すように、比較例では、1次電圧 V_{tra1} に 0V 区間が含まれている。比較例は、上記特許文献 1 の図 1 に記載の回路構成である。比較例では、トランス利用率が低下し、中圧蓄電池 10 と高圧蓄電池 30 との間の電力変換効率が低下する。

40

【0042】

本実施形態では、図 2 (d) 及び図 2 (f) に示すように、第 1リアクトル 51 に流れる電流 I_{L1} の波形は、第 2リアクトル 52 に流れる電流 I_{L2} の波形の位相が反転したものとなる。このため、図 2 (g) に示すように、合計電流 I_{total} に含まれるリップル成分を理想的には 0 にできる。その結果、図 7 に示すように、比較例よりもリップル成分を低減でき、具体的には、比較例よりもリップル成分を 1/10 以下にできる。

【0043】

なお、図 5 に、デューティ比 $Duty$ が 0.5 を超える場合における電力変換装置 40 の

50

動作態様を示す。図5(a)~図5(k)は、先の図2(a)~図2(f), 図2(h)~図2(m)に対応している。デューティ比Dutyが0.5を超える場合、1次電圧V_{tr1}に0V区間が含まれるようになるものの、比較例よりもトランス利用率を高くすることはできる。

【0044】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

【0045】

第1変換回路60は、第1, 第2リアクトル51, 52、第1~第4スイッチQ1~Q4及びコンデンサ61で構成されている。この構成によれば、中圧蓄電池10の端子間電圧と低圧蓄電池20の端子間電圧との差が大きかったとしても、中圧蓄電池10から低圧蓄電池20に電力を伝達する場合における昇圧比Mを高めることができ、デューティ比Dutyを高めることができる。その結果、中圧蓄電池10と高圧蓄電池30との間で電力を伝達する場合におけるトランス利用率を高めることができ、ひいては中圧蓄電池10と高圧蓄電池30との間で電力を伝達する場合の電力変換効率を高めることができる。

10

【0046】

中圧蓄電池10の定格電圧が低圧蓄電池20の定格電圧の4倍に設定されている。制御装置100は、第1~第4スイッチQ1~Q4を操作する場合のデューティ比を50%に設定する。これにより、トランス利用率を100%または100%に近い値にすることができる。また、デューティ比Dutyを50%に設定することにより、合計電流I_{total}に含まれるリップル成分を低減することができる。その結果、第1, 第2リアクトル51, 52のインダクタンスを低減することができ、第1, 第2リアクトル51, 52を小型化することができる。

20

【0047】

1次側コイル71の巻き数をN1とし、2次側コイル72の巻き数をN2とし、中圧蓄電池10の定格電圧をV1とし、高圧蓄電池30の定格電圧をV3とする場合、 $N1 : N2 = 0.5 \times V1 : V3$ に設定されている。これにより、中圧蓄電池10と高圧蓄電池30との間で電力を伝達する場合における電力変換効率を高めることができる。

【0048】

<第2実施形態>

以下、第2実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図8に示すように、第1リアクトル53及び第2リアクトル54が磁気結合している。図8において、先の図1に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。本実施形態では、第1リアクトル53において第2端から第1端へと向かう方向に電流が流れる場合、第2リアクトル54において第1端側の極性が正とされ、第2端側の極性が負とされる。なお、第1リアクトル53及び第2リアクトル54は、一体のリアクトルとされていてもよい。

30

【0049】

以上説明した本実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0050】

<第3実施形態>

以下、第3実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図9に示すように、第2変換回路80は、フルブリッジ回路ではなくハーフブリッジ回路を備えている。図9において、先の図1に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

40

【0051】

第2変換回路80は、変換コンデンサ81、第1変換スイッチSA1及び第2変換スイッチSA2を備えている。本実施形態において、各変換スイッチSA1, SA2は、NチャネルMOSFETである。

【0052】

2次側コイル72の第1端には、変換コンデンサ81の第1端が接続されている。変換コ

50

ンデンサ 8 1 の第 2 端には、第 1 変換スイッチ S A 1 のソースと第 2 変換スイッチ S A 2 のドレインとの接続点が接続されている。第 1 変換スイッチ S A 1 のドレインには、高圧第 1 端子 T H 1 が接続され、第 2 変換スイッチ S A 2 のソースには、2 次側コイル 7 2 の第 2 端と、高圧第 2 端子 T H 2 とが接続されている。なお、本実施形態において、2 次側コイル 7 2 の巻き数 N 2 は、第 1 実施形態の 2 次側コイル 7 2 の巻き数の半分である。

【 0 0 5 3 】

ちなみに、本実施形態において、第 1 変換スイッチ S A 1 の操作態様は、第 1 実施形態の第 5 , 第 8 スイッチ Q 5 , Q 8 の操作態様と同じにすればよい。また、第 2 変換スイッチ S A 2 の操作態様は、第 1 実施形態の第 6 , 第 7 スイッチ Q 6 , Q 7 の操作態様と同じにすればよい。

10

【 0 0 5 4 】

< 第 4 実施形態 >

以下、第 4 実施形態について、第 3 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 1 0 に示すように、第 2 変換回路 8 0 の構成を変更している。図 1 0 において、先の図 9 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【 0 0 5 5 】

第 2 変換回路 8 0 は、第 1 ~ 第 3 変換コンデンサ 8 2 ~ 8 4 、第 1 変換スイッチ S B 1 及び第 2 変換スイッチ S B 2 を備えている。本実施形態において、各変換スイッチ S B 1 , S B 2 は、N チャネル M O S F E T である。

20

【 0 0 5 6 】

2 次側コイル 7 2 の第 1 端には、第 1 変換コンデンサ 8 2 の第 1 端が接続されている。第 1 変換コンデンサ 8 2 の第 2 端には、第 1 変換スイッチ S B 1 のソースと第 2 変換スイッチ S B 2 のドレインとの接続点が接続されている。コンデンサ 8 2 はトランス 7 0 の偏磁防止用のコンデンサである。第 1 変換スイッチ S B 1 のドレインには、高圧第 1 端子 T H 1 が接続され、第 2 変換スイッチ S B 2 のソースには、高圧第 2 端子 T H 2 が接続されている。第 1 , 第 2 変換スイッチ S B 1 , S B 2 の直列接続体には、第 2 , 第 3 変換コンデンサ 8 3 , 8 4 の直列接続体が並列接続されている。第 2 変換コンデンサ 8 3 と第 3 変換コンデンサ 8 4 との接続点には、2 次側コイル 7 2 の第 2 端が接続されている。なお、本実施形態において、2 次側コイル 7 2 の巻き数 N 2 は、第 1 実施形態の 2 次側コイル 7 2 の巻き数の半分である。

30

【 0 0 5 7 】

ちなみに、本実施形態において、第 1 変換スイッチ S B 1 の操作態様は、第 1 実施形態の第 5 , 第 8 スイッチ Q 5 , Q 8 の操作態様と同じにすればよい。また、第 2 変換スイッチ S B 2 の操作態様は、第 1 実施形態の第 6 , 第 7 スイッチ Q 6 , Q 7 の操作態様と同じにすればよい。

【 0 0 5 8 】

< 第 5 実施形態 >

以下、第 5 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 1 1 に示すように、電力変換装置 4 0 の構成を変更している。図 1 1 において、先の図 1 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。本実施形態では、高圧蓄電池 3 0 を第 1 高圧蓄電池 3 0 と称し、高電圧センサ 9 2 を第 1 高電圧センサ 9 2 と称することとする。

40

【 0 0 5 9 】

電力変換システムは、さらに、第 4 装置としての第 2 高圧蓄電池 3 1 を備えている。第 2 高圧蓄電池 3 1 の端子間電圧 (例えば定格電圧) は、中圧蓄電池 1 0 の端子間電圧よりも高くされている。

【 0 0 6 0 】

電力変換装置 4 0 は、中圧蓄電池 1 0 、低圧蓄電池 2 0 、第 1 高圧蓄電池 3 0 及び第 2 高圧蓄電池 3 1 の間の電力伝達を行う。電力変換装置 4 0 は、第 3 リアクトル 8 6 及び第 4

50

リアクトル 87 を備えている。電力変換装置 40 の第 2 変換回路 80 は、第 1 ~ 第 4 変換スイッチ SC1 ~ SC4 及び変換コンデンサ 85 を備えている。本実施形態において、第 1 ~ 第 4 変換スイッチ SC1 ~ SC4 は、Nチャネル MOSFET である。

【0061】

第 1 変換スイッチ SC1 のドレインには、高圧第 1 端子 TH1 が接続され、第 1 変換スイッチ SC1 のソースには、変換コンデンサ 85 の第 1 端と、第 3 変換スイッチ SC3 のドレインとが接続されている。変換コンデンサ 85 の第 2 端には、第 2 変換スイッチ SC2 のドレインが接続され、第 2 変換スイッチ SC2 のソースには、高圧第 2 端子 TH2 と、電力変換装置 40 の高圧第 4 端子 TH4 とが接続されている。第 3 変換スイッチ SC3 のソースには、第 4 変換スイッチ SC4 のドレインが接続され、第 4 変換スイッチ SC4 の

10

【0062】

第 3 変換スイッチ SC3 のソースと第 4 変換スイッチ SC4 のドレインとの接続点には、2 次側コイル 72 の第 1 端と、第 3 リアクトル 86 の第 1 端とが接続されている。変換コンデンサ 85 の第 2 端と第 2 変換スイッチ SC2 のドレインとの接続点には、2 次側コイル 72 の第 2 端と、第 4 リアクトル 87 の第 1 端とが接続されている。第 3 リアクトル 86 及び第 4 リアクトル 87 それぞれの第 2 端には、電力変換装置 40 の高圧第 3 端子 TH3 が接続されている。高圧第 3 端子 TH3 には、第 2 高圧蓄電池 31 の正極端子が接続され、第 2 高圧蓄電池 31 の負極端子には、高圧第 4 端子 TH4 が接続されている。なお、高圧第 2 端子 TH2 と高圧第 4 端子 TH4 とは共通化されて 1 つの端子にされていてもよい。

20

【0063】

電力変換装置 40 は、第 2 高電圧センサ 93 を備えている。第 2 高電圧センサ 93 は、第 2 高圧蓄電池 31 の端子間電圧（高圧第 3 端子 TH3 及び高圧第 4 端子 TH4 間の電位差）である第 4 電圧 Vdc4 を検出する。検出された第 4 電圧 Vdc4 は、電力変換装置 40 が備える制御装置 100 に入力される。

【0064】

制御装置 100 は、第 1 ~ 第 4 変換スイッチ SC1 ~ SC4 をオンオフ操作する。ちなみに、本実施形態において、第 2 , 第 3 変換スイッチ SC2 , SC3 の操作態様は、第 1 実施形態の第 8 , 第 5 スイッチ Q8 , Q5 の操作態様と同じにすればよい。また、第 1 , 第 4 変換スイッチ SC1 , SC4 の操作態様は、第 1 実施形態の第 7 , 第 6 スイッチ Q7 , Q6 の操作態様と同じにすればよい。また、制御装置 100 は、中圧蓄電池 10 と第 2 高圧蓄電池 31 との間で電力を伝達する場合、第 1 電圧 Vdc1 及び第 4 電圧 Vdc4 に基づいて位相差を設定すればよい。この場合の位相差は、第 2 スイッチ Q2 のオン操作への切り替えタイミングと、第 2 , 第 2 変換スイッチ SC2 , SC3 のオン操作への切り替えタイミングとの差である。

30

【0065】

<第 6 実施形態>

以下、第 6 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 12 に示すように、電力変換装置 40 の構成を変更している。図 12 において、先の図 1 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

40

【0066】

電力変換装置 40 は、第 1 の 1 次側コイル 55 及び第 2 の 1 次側コイル 56 を備えている。第 1 の 1 次側コイル 55 の第 1 端には、第 3 スイッチ Q3 のソースと第 4 スイッチ Q4 のドレインとの接続点が接続されている。第 2 の 1 次側コイル 56 の第 1 端には、コンデンサ 61 の第 2 端と第 2 スイッチ Q2 のドレインとの接続点が接続されている。各 1 次側コイル 55 , 56 の第 2 端には、低圧第 1 端子 TL1 が接続されている。

【0067】

電力変換装置 40 は、第 1 の 2 次側コイル 57 及び第 2 の 2 次側コイル 58 を備えている

50

。第2変換回路80は、変換コンデンサ88、第1変換スイッチSD1及び第2変換スイッチSD2を備えている。本実施形態において、各変換スイッチSD1、SD2は、NチャンネルMOSFETである。

【0068】

第1の2次側コイル57の第1端には、変換コンデンサ88の第1端が接続されている。変換コンデンサ88の第2端には、第1変換スイッチSD1のソースと第2変換スイッチSD2のドレインとの接続点が接続されている。第1変換スイッチSD1のドレインには、高圧第1端子TH1が接続され、第2変換スイッチSD2のソースには、高圧第2端子TH2が接続されている。第1の2次側コイル57の第2端には、第2の2次側コイル58の第1端が接続されている。第2の2次側コイル58の第2端には、高圧第2端子TH2が接続されている。

10

【0069】

第1の1次側コイル55と第1の2次側コイル57とは磁気結合している。また、第2の1次側コイル56と第2の2次側コイル58とは磁気結合している。本実施形態では、第1の1次側コイル55において第2端から第1端へと向かう方向に電流が流れる場合、第1の2次側コイル57において第1端側の極性が正とされ、第2端側の極性が負とされる。また、第2の1次側コイル56において第2端から第1端へと向かう方向に電流が流れる場合、第2の2次側コイル58において第2端側の極性が正とされ、第1端側の極性が負とされる。なお、各1次側コイル55、56及び各2次側コイル57、58は、一体化されていてもよい。

20

【0070】

ちなみに、本実施形態において、第1変換スイッチSD1の操作態様は、第1実施形態の第5、第8スイッチQ5、Q8の操作態様と同じにすればよい。また、第2変換スイッチSD2の操作態様は、第1実施形態の第6、第7スイッチQ6、Q7の操作態様と同じにすればよい。

【0071】

以上説明した本実施形態によれば、リアクトルとトランスとを共通化することができる。このため、電力変換装置40の部品数を低減することができる。

【0072】

<その他の実施形態>

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【0073】

・第1～第4装置としては、2次電池等の蓄電池に限らず、例えば大容量のコンデンサであってよい。

【0074】

・中圧第1端子TM1及び中圧第2端子TM2、並びに高圧第1端子TH1及び高圧第2端子TH2に接続される構成としては、蓄電池等の蓄電装置に限らず、エアコン装置や、電動パワーステアリング装置、ISG(Integrated Starter Generator)等の電気機器であってよい。

【符号の説明】

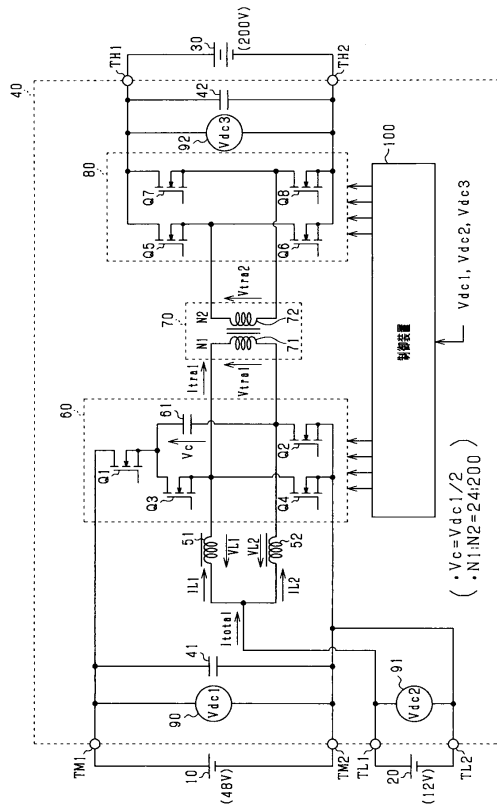
【0075】

10...中圧蓄電池、20...低圧蓄電池、30...高圧蓄電池、40...電力変換装置、51、52...第1、第2リアクトル、61...コンデンサ、70...トランス、71...1次側コイル、72...2次側コイル、80...第2変換回路、100...制御装置、Q1～Q8...第1～第8スイッチ。

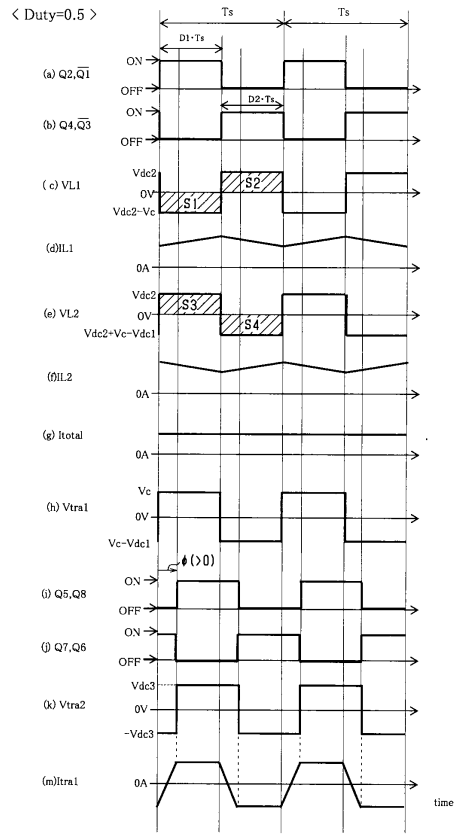
30

40

【図面】
【図 1】



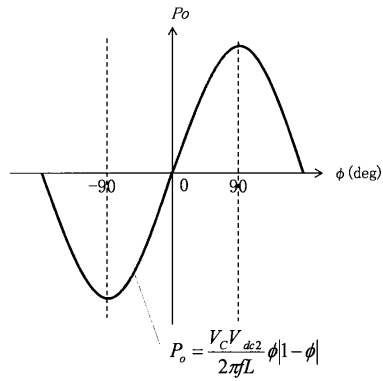
【図 2】



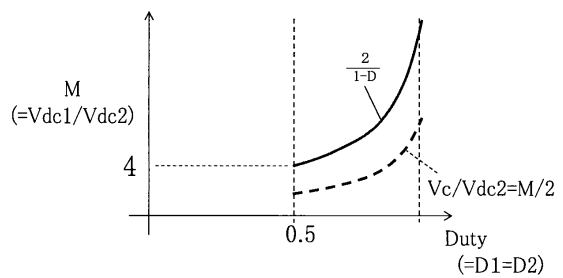
10

20

【図 3】



【図 4】



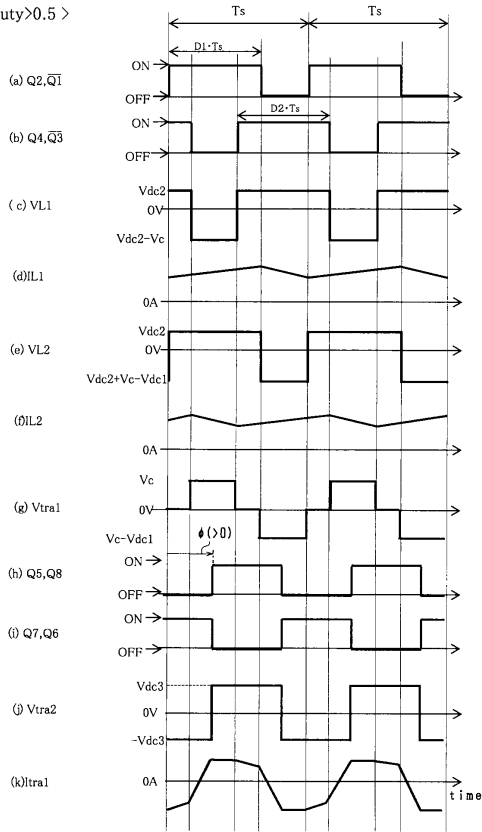
30

40

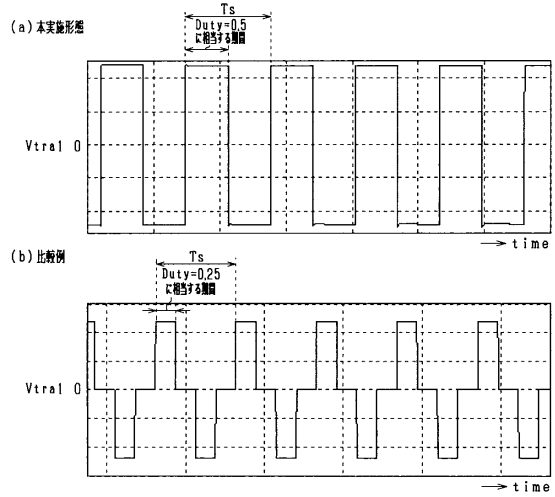
50

【 図 5 】

< Duty>0.5 >



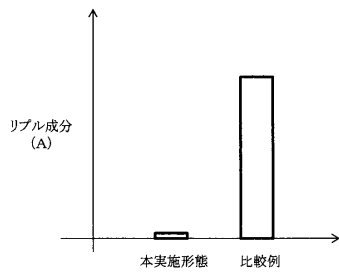
【 図 6 】



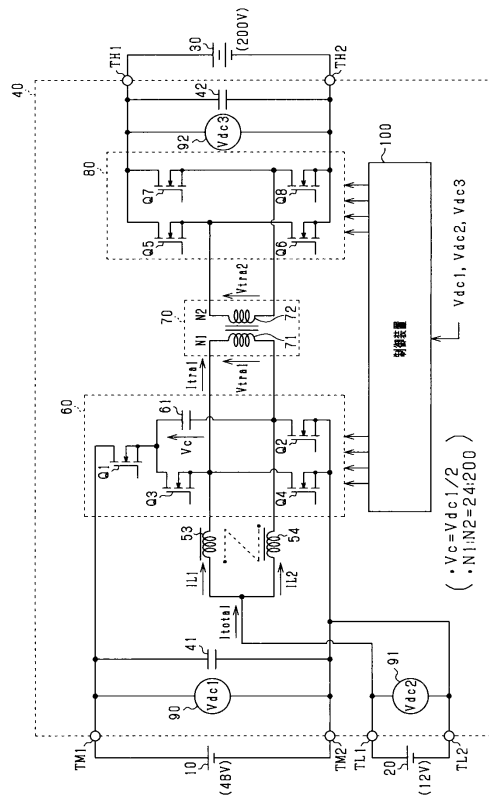
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

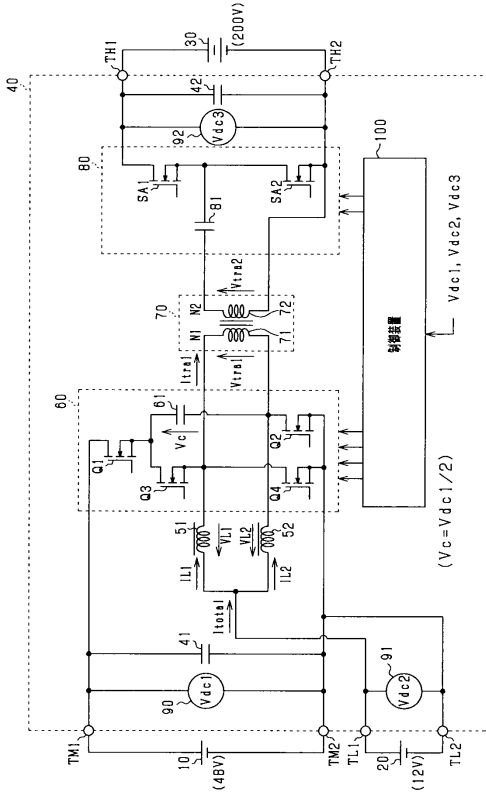


30

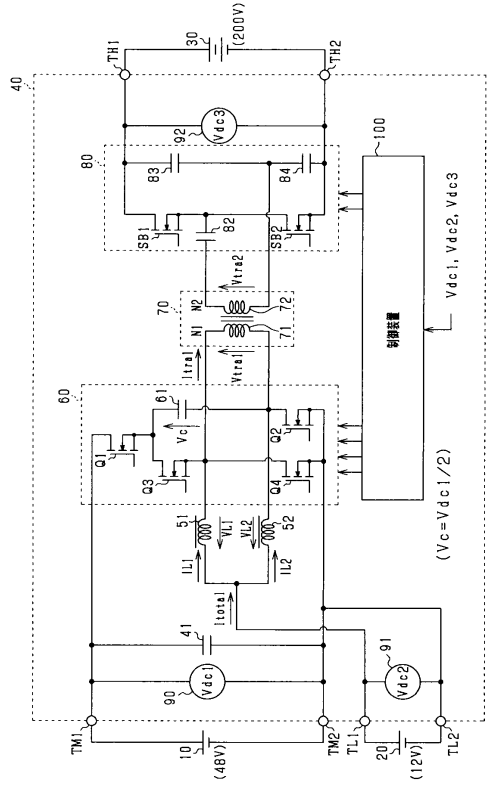
40

50

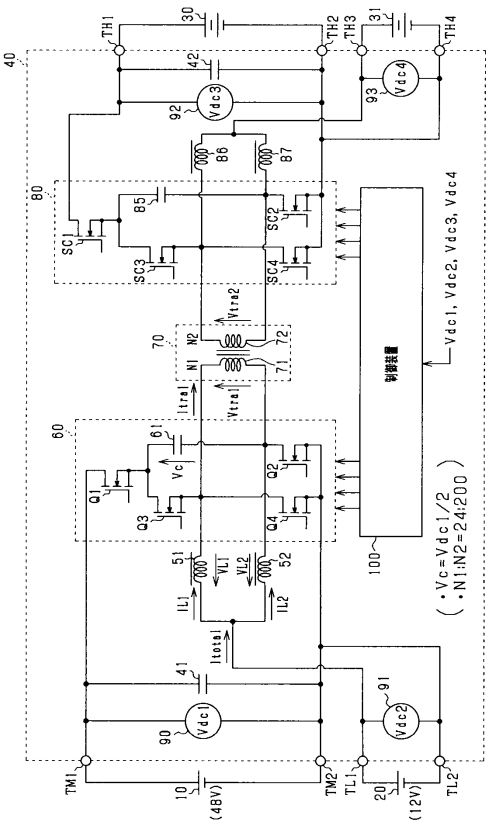
【図 9】



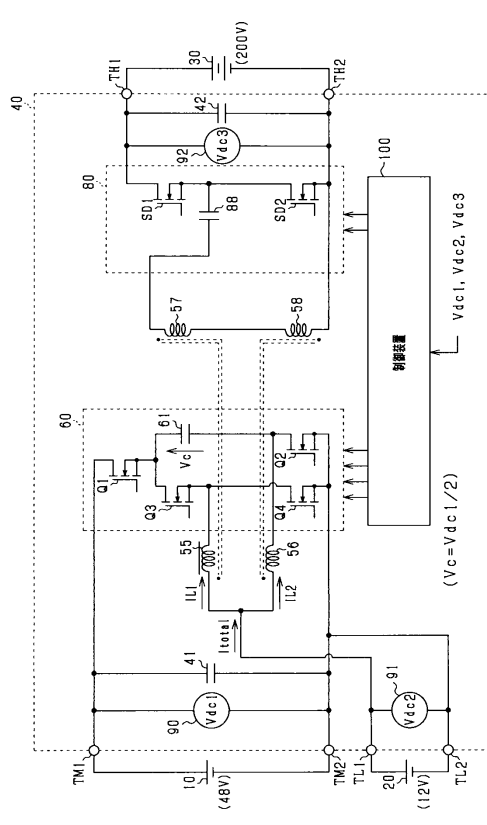
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 弁理士 松田 洋
(74)代理人 100175134
弁理士 北 裕介
(72)発明者 居安 誠二
愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内
(72)発明者 林 裕二
愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内
(72)発明者 鶴野 将年
茨城県日立市中成沢町四丁目12番1号 国立大学法人茨城大学 工学部内
審査官 栗栖 正和
(56)参考文献 国際公開第2016/103819(WO, A1)
特開2017-034861(JP, A)
特開2017-060285(JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02M 3/28