

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5115636号
(P5115636)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int.Cl.
H02M 7/12 (2006.01)

F I
H02M 7/12 N

請求項の数 17 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2011-103230 (P2011-103230)	(73) 特許権者	000002853
(22) 出願日	平成23年5月2日 (2011.5.2)		ダイキン工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-235632 (P2012-235632A)		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
(43) 公開日	平成24年11月29日 (2012.11.29)		梅田センタービル
審査請求日	平成24年5月8日 (2012.5.8)	(74) 代理人	100067828
			弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100137143
			弁理士 玉串 幸久
		(72) 発明者	石関 晋一
			大阪府堺市北区金岡町1304番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 電力変換回路および空気調和装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）を介して三相交流電源（E₃）に接続され、かつ、正側直流電源線（L₁）および負側直流電源線（L₂）を介してコンデンサ（C）に接続され、かつ、前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）のいずれか1つと正側直流電源線（L₁）または負側直流電源線（L₂）のいずれか一方との間に設けられ開閉スイッチ（84C）および限流抵抗（R₁）を有する少なくとも一つの限流回路（50）に接続される電力変換回路であって、

当該電力変換回路において前記限流回路（50）が接続された相の、当該限流回路（50）が接続された側のアームに設けられ、導通状態において前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）と前記直流電源線（L₁、L₂）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{rp}）と、

当該電力変換回路の前記限流回路が接続されていない2相の前記限流回路が接続された側のアームに設けられ、導通状態において前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）から前記直流電源線（L₁、L₂）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{sp}、T_{tp}）、もしくは、前記スイッチング素子（T_{rp}）が設けられたアームと同相の逆側アーム、および、前記限流回路が接続されていない相のうちの少なくとも1相の、上下両側アームに設けられ、導通状態において前記直流電源線（L₁、L₂）と前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）、

10

20

のうちの、少なくともいずれか一方と、

前記スイッチング素子 (T r p, T s p, T t p, T r n, T s n, T t n) のスイッチングと前記開閉スイッチ (8 4 C) の開閉とを制御する制御部 (3 0 0 D、3 0 0 E) と、を備え、

前記制御部 (3 0 0 D、3 0 0 E) は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ (8 4 C) を閉状態とし、かつ、前記限流回路 (5 0) が接続されていない相のうち少なくとも1相の、限流回路が接続されていない側のアームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p, T r n, T s p, T s n, T t p, T t n) の各々のスイッチングを制御する電力変換回路。

10

【請求項2】

L相およびN相の2本の入力線 (L 1、L n) を介して単相交流電源 (E 1) と接続され、かつ、コンデンサ (C) に正側直流電源線 (L 1) および負側直流電源線 (L 2) を介して接続され、かつ、前記L相の入力線 (L 1) と正側直流電源線 (L 1) との間または前記N相の入力線 (L n) と負側直流電源線 (L 2) との間に設けられ開閉スイッチ (8 4 C) および限流抵抗 (R 1) を有する少なくとも一つの限流回路 (5 0) に接続される電力変換回路であって、

当該電力変換回路において前記限流回路 (5 0) が接続されている相の、当該限流回路 (5 0) が接続された側のアームに設けられ、導通状態において前記L相またはN相の入力線 (L 1、L n) と前記直流電源線 (L 1、L 2) の間の電流経路を導通させるスイッチング素子 (T l p, T l n) と、

20

当該電力変換回路において前記限流回路 (5 0) が接続されている側の、当該限流回路 (5 0) が接続されていない相のアーム、または前記限流回路 (5 0) が接続されている相の、当該限流回路 (5 0) が接続されていない側のアームの少なくともいずれか一方のアームに設けられ、上アームに設けられている場合には導通状態において前記L相またはN相の入力線 (L 1、L n) から前記正側直流電源線 (L 1) へ電流経路を導通させ、下アームに設けられている場合には導通状態において前記負側直流電源線 (L 2) から前記L相またはN相の入力線 (L 1、L n) へ電流経路を導通させるスイッチング素子 (T n p、T l n) と、

前記スイッチング素子 (T l p, T l n、T n p)、又は、前記スイッチング素子 (T l p, T l n、T n p) にN相の入力線 (L n) と前記負側直流電源線 (L 2) を導通させるスイッチング素子 (T n n) を加えた4素子 (T l p, T l n、T n p、T n n) のスイッチングと前記開閉スイッチ (8 4 C) の開閉とを制御する制御部 (3 0 0 A'、3 0 0 B'、3 0 0 C') とを備え、

30

前記制御部 (3 0 0 A'、3 0 0 B'、3 0 0 C') は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ (8 4 C) を閉状態とし、かつ、前記限流回路 (5 0) が接続されていない相の当該限流回路 (5 0) が接続されていない側のアームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T l p, T l n、T n p) の各々のスイッチングを制御する電力変換回路。

40

【請求項3】

前記上アーム側スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p) は、前記3相の上アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記第1～第3の入力線 (L r、L s、L t) から前記正側直流電源線 (L 1) への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記下アーム側スイッチング素子 (T r n、T s n、T t n) は、前記3相の下アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記負側直流電源線 (L 2) から前記第1～第3の入力線 (L r、L s、L t) への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記制御部 (3 0 0 E) は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能と

50

なるまで、前記開閉スイッチ（８４Ｃ）を閉状態とし、かつ、前記限流回路（５０）が接続されていない相のうちの１相の上下アームに設けられた一対のスイッチング素子（Ｔｓｐ、Ｔｓｎ）のうち少なくとも前記限流回路（５０）が接続されていない側のアームのスイッチング素子（Ｔｓｎ、Ｔｔｎ）を導通状態とし、かつ、残りのスイッチング素子（Ｔｓｐ、Ｔｔｐ、Ｔｓｎ、Ｔｔｎ）を非導通状態とする請求項１に記載の電力変換回路。

【請求項４】

前記スイッチング素子（Ｔｌｐ、Ｔｌｎ、Ｔｎｐ、Ｔｎｎ）は、前記上下アームの全てに設けられ、

前記制御部（３００Ｃ'）は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ（８４Ｃ）を閉状態とし、かつ、前記限流回路（５０）が接続されていない相の当該限流回路（５０）が接続されていない側のスイッチング素子（Ｔｎｎ）を導通状態とし、かつ、残りのスイッチング素子（Ｔｌｐ、Ｔｌｎ、Ｔｎｐ）を非導通状態とする請求項２に記載の電力変換回路。

10

【請求項５】

前記制御部（３００Ａ、３００Ｃ、３００Ｄ、３００Ｅ）は、前記コンデンサ（Ｃ）へのチャージを停止する場合に、少なくとも２相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（Ｔｒｐ、Ｔｒｎ、Ｔｓｐ、Ｔｓｎ、Ｔｔｐ、Ｔｔｎ）の各々のスイッチングを制御する請求項１または３に記載の電力変換回路。

【請求項６】

前記制御部（３００Ｃ、３００Ｅ）は、前記コンデンサ（Ｃ）へのチャージを停止する場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子（Ｔｒｐ、Ｔｓｐ、Ｔｔｐ、Ｔｒｎ、Ｔｓｎ、Ｔｔｎ）の各々のスイッチングを制御する請求項３に記載の電力変換回路。

20

【請求項７】

前記制御部（３００Ａ'、３００Ｂ'、３００Ｃ'）は、前記コンデンサ（Ｃ）へのチャージを停止する場合に、少なくとも１相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（Ｔｌｐ、Ｔｌｎ、Ｔｎｐ、Ｔｎｎ）の各々のスイッチングを制御する請求項２または４に記載の電力変換回路。

【請求項８】

前記制御部（３００Ｃ'）は、前記コンデンサ（Ｃ）へのチャージを停止する場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子（Ｔｌｐ、Ｔｎｐ、Ｔｌｎ、Ｔｎｎ）の各々のスイッチングを制御する請求項４に記載の電力変換回路。

30

【請求項９】

前記制御部（３００Ａ、３００Ｃ）は、前記通電開始後に突入電流を抑制可能となるまで前記開閉スイッチ（８４Ｃ）を閉状態とするタイミングを、通電開始後に突入電流を抑制可能となる予め定められた時間を経過したタイミングとする請求項１乃至請求項８のいずれかに記載の電力変換回路。

【請求項１０】

前記開閉スイッチ（８４Ｃ）は、一方向通電可能なスイッチング素子、もしくは、電磁リレーと一方向通電素子を組み合わせた回路のいずれかである請求項１、２、３乃至請求項９のいずれかに記載の電力変換回路。

40

【請求項１１】

圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

前記制御部（３００Ａ、３００Ｃ、３００Ｄ、３００Ｅ）は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ（４００）が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、少なくとも２相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（Ｔｒｐ、Ｔｒｎ、Ｔｔｐ、Ｔｔｎ、Ｔｓｐ、Ｔｓｎ、

50

T t p, T t n) の各々のスイッチングを制御する請求項 1、3、5、6、9、10 のいずれかに記載の電力変換回路。

【請求項 12】

圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

前記制御部 (300C) は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ (400) が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p, T s p, T t p, T r n, T s n, T t n) の各々のスイッチングを制御する請求項 1、3、5、6、9、10 のいずれかに記載の電力変換回路。

10

【請求項 13】

圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、前記制御部 (300A'、300B'、300C') は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ (400) が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、少なくとも 1 相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T l p, T l n, T n p, T n n) の各々のスイッチングを制御する請求項 2、4、7、8、9、10 のいずれかに記載の電力変換回路。

20

【請求項 14】

圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

前記制御部 (300C') は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ (400) が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p, T n p, T r n, T n n) の各々のスイッチングを制御する請求項 2、4、7、8、9、10 のいずれかに記載の電力変換回路。

30

【請求項 15】

第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) と、開閉スイッチ (84C) および限流抵抗 (R1) を有する中性線 (L n) とを介して三相交流電源 (E3) に接続され、かつ、正側直流電源線 (L1) および負側直流電源線 (L2) を介してコンデンサ (C) に接続される電力変換回路であって、

3 相の上アームのうちの少なくとも 2 相の上アームに設けられ、導通状態において前記第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) から前記正側直流電源線 (L1) への電流経路を導通させる上アーム側スイッチング素子 (T r p, T s p, T t p) と、

前記上アーム側スイッチング素子 (T r p, T s p, T t p) が設けられた上アームと同相の下アームに設けられ、導通状態において前記負側直流電源線 (L2) から前記第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) への電流経路を導通させる下アーム側スイッチング素子 (T r n, T s n, T t n) と、

40

前記上アーム側スイッチング素子 (T r p, T s p, T t p) および前記下アーム側スイッチング素子 (T r n, T s n, T t n) のスイッチングと前記開閉スイッチ (84C) の開閉とを制御する制御部 (300A、300C) と、を備え、

前記制御部 (300A、300C) は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ (84C) を閉状態とし、かつ、1 相の前記上下アームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p, T r n, T s p, T s n, T t p, T t n) の各々のスイッチングを制御し、

50

前記上アーム側スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p) は、前記 3 相の上アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) から前記正側直流電源線 (L 1) への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記下アーム側スイッチング素子 (T r n、T s n、T t n) は、前記 3 相の下アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記負側直流電源線 (L 2) から前記第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記制御部 (3 0 0 C) は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ (8 4 C) を閉状態とし、かつ、同一の前記入力線に接続された前記上アーム側スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p) および前記下アーム側スイッチング素子 (T r n、T s n、T t n) の 3 対のうちの 1 対を導通状態とし、かつ、残りの 2 対を非導通状態とし、

前記制御部 (3 0 0 C、3 0 0 E) は、前記コンデンサ (C) へのチャージを停止する場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p、T r n、T s n、T t n) の各々のスイッチングを制御する電力変換回路。

【請求項 1 6】

第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) と、開閉スイッチ (8 4 C) および限流抵抗 (R 1) を有する中性線 (L n) とを介して三相交流電源 (E 3) に接続され、かつ、正側直流電源線 (L 1) および負側直流電源線 (L 2) を介してコンデンサ (C) に接続され、かつ圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

3 相の上アームのうちの少なくとも 2 相の上アームに設けられ、導通状態において前記第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) から前記正側直流電源線 (L 1) への電流経路を導通させる上アーム側スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p) と、

前記上アーム側スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p) が設けられた上アームと同相の下アームに設けられ、導通状態において前記負側直流電源線 (L 2) から前記第 1～第 3 の入力線 (L r、L s、L t) への電流経路を導通させる下アーム側スイッチング素子 (T r n、T s n、T t n) と、

前記上アーム側スイッチング素子 (T r p、T s p、T t p) および前記下アーム側スイッチング素子 (T r n、T s n、T t n) のスイッチングと前記開閉スイッチ (8 4 C) の開閉とを制御する制御部 (3 0 0 A、3 0 0 C) と、を備え、

前記制御部 (3 0 0 A、3 0 0 C) は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ (8 4 C) を閉状態とし、かつ、1 相の前記上下アームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p、T r n、T s p、T s n、T t p、T t n) の各々のスイッチングを制御し、

前記制御部 (3 0 0 A、3 0 0 C、3 0 0 D、3 0 0 E) は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ (4 0 0) が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、少なくとも 2 相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子 (T r p、T r n、T t p、T t n、T s p、T s n、T t p、T t n) の各々のスイッチングを制御する電力変換回路。

【請求項 1 7】

モータ (M) と、

請求項 1 乃至請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の電力変換回路 (1 0 A、1 0 A'、1 0 B'、1 0 C、1 0 C'、1 0 D、1 0 E) と、

前記電力変換回路 (1 0 A、1 0 A'、1 0 B'、1 0 C、1 0 C'、1 0 D、1 0 E) に接続されたコンデンサ (C) と、

10

20

30

40

50

前記コンデンサ（C）と前記モータ（M）との間に接続されたインバータ回路（20）を有する電源回路（2A、2A'、2B'、2C、2C'、2D、2E）とを備える空気調和装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換回路、及び当該電力変換回路を備える空気調和装置に関する。

【背景技術】

【0002】

コンバータ回路等を備える電力変換回路には、回路未使用時の安全性確保や異常時に電源を切り離して保護するための電源スイッチとして、大型の電磁リレーが従来用いられている。例えば特許文献1に開示されている直接形交流電力変換装置では、三相交流電源から電流形コンバータへの3本の入力線の各々に設けられた電源スイッチ5（段落0037、図1等を参照）が、当該電源スイッチに該当する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-95149号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

電磁リレーは可動接点が機械的に開閉するために、当該可動接点が溶着したり劣化したりすることで、前記電力変換回路の信頼性が低下する虞がある（課題1）。また、当該可動接点が開閉する際に接点バウンスにより発生する電磁ノイズは、当該電力変換回路の制御回路等の弱電回路に伝搬してしまい、回路の誤動作を引き起こす恐れがある。特に、商用電源への接続配線を当該コンバータ回路と共用し、当該接続配線から分岐された電源に弱電回路が接続されている場合には、その影響が顕著となる（課題2）。さらに、電源スイッチに電磁リレーを用いる場合、大型の電磁リレーが必要となるので電源回路の基板が大型化してしまう（課題3）。

【0005】

30

本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたものであり、上記の課題を解決することが可能な電力変換回路および空気調和装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の請求項1に係る発明は、第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）を介して三相交流電源（E₃）に接続され、かつ、正側直流電源線（L₁）および負側直流電源線（L₂）を介してコンデンサ（C）に接続され、かつ、前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）のいずれか1つと正側直流電源線（L₁）または負側直流電源線（L₂）のいずれか一方との間に設けられ開閉スイッチ（84C）および限流抵抗（R₁）を有する少なくとも一つの限流回路（50）に接続される電力変換回路であって、

40

当該電力変換回路において前記限流回路（50）が接続された相の、当該限流回路（50）が接続された側のアームに設けられ、導通状態において前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）と前記直流電源線（L₁、L₂）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{rp}）と、

当該電力変換回路の前記限流回路が接続されていない2相の前記限流回路が接続された側のアームに設けられ、導通状態において前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）から前記直流電源線（L₁、L₂）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{sp}、T_{tp}）、もしくは、前記スイッチング素子（T_{rp}）が設けられたアームと同相の逆側アーム、および、前記限流回路が接続されていない相のうちの少なくとも1相の、上下両側アームに設けられ、導通状態において前記直流電源線（L₁、L₂）と前記第1～第

50

3の入力線（L_r、L_s、L_t）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）、

のうちの、少なくともいずれか一方と、

前記スイッチング素子（T_{rp}、T_{sp}、T_{tp}、T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）のスイッチングと前記開閉スイッチ（84C）の開閉とを制御する制御部（300D、300E）と、を備え、

前記制御部（300D、300E）は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ（84C）を閉状態とし、かつ、前記限流回路（50）が接続されていない相のうち少なくとも1相の、限流回路が接続されていない側のアームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（T_{rp}、T_{rn}、T_{sp}、T_{sn}、T_{tp}、T_{tn}）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

10

【0007】

本発明の請求項2に係る発明は、L相およびN相の2本の入力線（L_l、L_n）を介して単相交流電源（E₁）と接続され、かつ、コンデンサ（C）に正側直流電源線（L₁）および負側直流電源線（L₂）を介して接続され、かつ、前記L相の入力線（L_l）と正側直流電源線（L₁）との間または前記N相の入力線（L_n）と負側直流電源線（L₂）との間に設けられ開閉スイッチ（84C）および限流抵抗（R₁）を有する少なくとも一つの限流回路（50）に接続される電力変換回路であって、

当該電力変換回路において前記限流回路（50）が接続されている相の、当該限流回路（50）が接続された側のアームに設けられ、導通状態において前記L相またはN相の入力線（L_l、L_n）と前記直流電源線（L₁、L₂）の間の電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{lp}、T_{ln}）と、

20

当該電力変換回路において前記限流回路（50）が接続されている側の、当該限流回路（50）が接続されていない相のアーム、または前記限流回路（50）が接続されている相の、当該限流回路（50）が接続されていない側のアームの少なくともいずれか一方のアームに設けられ、上アームに設けられている場合には導通状態において前記L相またはN相の入力線（L_l、L_n）から前記正側直流電源線（L₁）へ電流経路を導通させ、下アームに設けられている場合には導通状態において前記負側直流電源線（L₂）から前記L相またはN相の入力線（L_l、L_n）へ電流経路を導通させるスイッチング素子（T_{np}、T_{ln}）と、

30

前記スイッチング素子（T_{lp}、T_{ln}、T_{np}）、又は、前記スイッチング素子（T_{lp}、T_{ln}、T_{np}）にN相の入力線（L_n）と前記負側直流電源線（L₂）を導通させるスイッチング素子（T_{nn}）を加えた4素子（T_{lp}、T_{ln}、T_{np}、T_{nn}）のスイッチングと前記開閉スイッチ（84C）の開閉とを制御する制御部（300A'、300B'、300C'）とを備え、

前記制御部（300A'、300B'、300C'）は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ（84C）を閉状態とし、かつ、前記限流回路（50）が接続されていない相の当該限流回路（50）が接続されていない側のアームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（T_{lp}、T_{ln}、T_{np}）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

40

【0008】

請求項1又は2に係る発明によれば、前記スイッチング素子が電源スイッチとして機能する。そのため、電源スイッチとしての大型の電磁リレーをコンバータ回路の入力部から除くことが可能となる。したがって、以下の（1）～（3）の効果を得ることが可能となる。（1）前記電源スイッチとして用いられていた前記電磁リレーが有する溶着したり劣化したりする虞がある可動接点がなくなるため、前記コンバータ回路の信頼性を向上させることが可能となる。（2）当該電力変換回路の制御回路等の弱電回路、特に商用電源への接続配線を当該コンバータ回路と共用し、当該接続配線から分岐された電源に接続され

50

た弱電回路に、前記可動接点が開閉する際に発生する電磁ノイズが伝搬してしまうことを防止することが可能となる。(3)回路基板を小型化することが可能となる。

【0009】

本発明の請求項3に係る発明は、前記上アーム側スイッチング素子(Trp、Tsp、Ttp)は、前記3相の上アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記第1～第3の入力線(Lr、Ls、Lt)から前記正側直流電源線(L1)への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記下アーム側スイッチング素子(Trn、Tsn、Ttn)は、前記3相の下アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記負側直流電源線(L2)から前記第1～第3の入力線(Lr、Ls、Lt)への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記制御部(300E)は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ(84C)を閉状態とし、かつ、前記限流回路(50)が接続されていない相のうちの1相の上下アームに設けられた一対のスイッチング素子(Tsp、Tsn)のうち少なくとも前記限流回路(50)が接続されていない側のアームのスイッチング素子(Tsn、Ttn)を導通状態とし、かつ、残りのスイッチング素子(Tsp、Ttp、Tsn、Ttn)を非導通状態とする電力変換回路である。

【0010】

本発明の請求項4に係る発明は、前記スイッチング素子(Tlp、Tln、Tnp、Tnn)は、前記上下アームの全てに設けられ、

前記制御部(300C')は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ(84C)を閉状態とし、かつ、前記限流回路(50)が接続されていない相の当該限流回路(50)が接続されていない側のスイッチング素子(Tnn)を導通状態とし、かつ、残りのスイッチング素子(Tlp、Tln、Tnp)を非導通状態とする電力変換回路である。

【0011】

請求項3又は4に係る発明によれば、電源高調波を抑制可能ないわゆる電流形コンバータ回路やインダイレクトマトリックスコンバータである電力変換回路において、請求項1又は2の発明の効果を導くことが可能となる。

【0012】

本発明の請求項5に係る発明は、前記制御部(300A、300C、300D、300E)は、前記コンデンサ(C)へのチャージを停止する場合に、少なくとも2相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子(Trp、Trn、Tsp、Tsn、Ttp、Ttn)の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0013】

本発明の請求項7に係る発明は、前記制御部(300A'、300B'、300C')は、前記コンデンサ(C)へのチャージを停止する場合に、少なくとも1相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子(Tlp、Tln、Tnp、Tnn)の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0014】

請求項5及び請求項7に係る発明によれば、前記スイッチング素子が電源スイッチとして機能し、商用電源からの電力供給を停止するので、電源スイッチとしての大型の電磁リレーを用いることなく、前記コンデンサ(C)へのチャージを停止することが可能となる。

【0015】

本発明の請求項6に係る発明は、前記制御部(300C、300E)は、前記コンデンサ(C)へのチャージを停止する場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子(Trp、Tsp、Ttp、Trn、Tsn、Ttn)の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0016】

本発明の請求項8に係る発明は、前記制御部（300C'）は、前記コンデンサ（C）へのチャージを停止する場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子（T1p, Tnp, T1n, Tnn）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0017】

請求項6及び請求項8に係る発明によれば、電源高調波を抑制可能ないわゆる電流形コンバータ回路やインダイレクトマトリックスコンバータにおいて、前記スイッチング素子を電源スイッチとして機能させ、電源スイッチとしての大型の電磁リレーを用いることなく、前記コンデンサ（C）へのチャージを停止することができる。

【0018】

本発明の請求項9に係る発明は、前記制御部（300A、300C）は、前記通電開始後に突入電流を抑制可能となるまで前記開閉スイッチ（84C）を閉状態とするタイミングを、通電開始後に突入電流を抑制可能となる予め定められた時間を経過したタイミングとする電力変換回路である。

【0019】

請求項9に係る発明によれば、制御部は、開閉スイッチを閉状態とする期間を、予め定められた時間の経過という時間計測により制御するため、通電開始後に突入電流を抑制可能として予め定めておいたタイミングまで開閉スイッチを確実に閉状態としておくことが可能であり、突入電流を確実に抑制することができる。

【0020】

本発明の請求項10に係る発明は、前記開閉スイッチ（84C）は、一方向通電可能なスイッチング素子、もしくは、電磁リレーと一方向通電素子を組み合わせた回路のいずれかである電力変換回路である。

【0021】

請求項10に係る発明によれば、限流回路が接続された電源線から直流電源線へ、一方向に電流を流すことが可能となるため、電源線各相の位相関係や正負関係によらず、電源線側から限流回路へ電流が逆に流れることがなく、安定した限流動作を行なうことが可能となる。一方向通電可能なスイッチング素子によりスイッチ開閉することにより、可動接点の溶着や劣化による当該電力変換回路の信頼性低下の虞がなく、可動接点が開閉する際に接点バウンスにより発生する電磁ノイズによる悪影響もなくすることができる。また、電磁リレーと一方向通電素子を組み合わせた回路によりスイッチ開閉する場合は、一方向通電素子の介在により電磁リレーの可動接点にかかる電氣的負担が少なくなり、可動接点の溶着や劣化による当該電力変換回路の信頼性低下を軽減でき、可動接点の開閉時における上記電磁ノイズによる悪影響も低減することができる。

【0022】

本発明の請求項11に係る発明は、圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

前記制御部（300A、300C、300D、300E）は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ（400）が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、少なくとも2相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（Trp, Trn, Ttp, Ttn, Tsp, Tsn, Ttp, Ttn）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0023】

本発明の請求項12に係る発明は、圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

前記制御部（300C）は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ（400）が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となる

10

20

30

40

50

ように前記スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} 、 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} ）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0024】

当該請求項11及び請求項12に係る発明によれば、前記高圧圧力スイッチを備え、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇時に当該冷凍サイクルを停止する空気調和装置が有する三相（3線式もしくは4線式）の電源に接続される電力変換回路において、速やかに電源供給を停止する効果を電力変換回路において得ることができる。

【0025】

本発明の請求項13に係る発明は圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、前記制御部（300A'、300B'、300C'）は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ（400）が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、少なくとも1相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（ T_{lp} 、 T_{ln} 、 T_{np} 、 T_{nn} 、）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0026】

本発明の請求項14に係る発明は、圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

前記制御部（300C'）は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ（400）が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{np} 、 T_{rn} 、 T_{nn} ）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0027】

請求項13及び請求項14に係る発明によれば、前記高圧圧力スイッチを備え、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇時に当該冷凍サイクルを停止する空気調和装置が有する単相の電源回路のコンバータ回路において、これらの請求項の従属先となる各請求項に係る電力変換回路による効果を得ることができる。

【0028】

本発明の請求項15に係る発明は、第1～第3の入力線（ L_r 、 L_s 、 L_t ）と、開閉スイッチ（84C）および限流抵抗（R1）を有する中性線（ L_n ）とを介して三相交流電源（E3）に接続され、かつ、正側直流電源線（L1）および負側直流電源線（L2）を介してコンデンサ（C）に接続される電力変換回路であって、

3相の上アームのうちの少なくとも2相の上アームに設けられ、導通状態において前記第1～第3の入力線（ L_r 、 L_s 、 L_t ）から前記正側直流電源線（L1）への電流経路を導通させる上アーム側スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} ）と、

前記上アーム側スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} ）が設けられた上アームと同相の下アームに設けられ、導通状態において前記負側直流電源線（L2）から前記第1～第3の入力線（ L_r 、 L_s 、 L_t ）への電流経路を導通させる下アーム側スイッチング素子（ T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} ）と、

前記上アーム側スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} ）および前記下アーム側スイッチング素子（ T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} ）のスイッチングと前記開閉スイッチ（84C）の開閉とを制御する制御部（300A、300C）と、を備え、

前記制御部（300A、300C）は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ（84C）を閉状態とし、かつ、1相の前記上下アームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{rn} 、 T_{sp} 、 T_{sn} 、 T_{tp} 、 T_{tn} ）の各々のスイッチングを制御し、

前記上アーム側スイッチング素子（ T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} ）は、前記3相の上アーム

10

20

30

40

50

の全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）から前記正側直流電源線（L₁）への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記下アーム側スイッチング素子（T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）は、前記3相の下アームの全てに設けられ、それぞれが閉状態において前記負側直流電源線（L₂）から前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）への一方向のみに電流経路を導通させることが可能な素子であり、

前記制御部（300C）は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ（84C）を閉状態とし、かつ、同一の前記入力線に接続された前記上アーム側スイッチング素子（T_{rp}、T_{sp}、T_{tp}）および前記下アーム側スイッチング素子（T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）の3対のうちの1対を導通状態とし、かつ、残りの2対を非導通状態とし、

前記制御部（300C、300E）は、前記コンデンサ（C）へのチャージを停止する場合に、前記上アーム全て又は前記下アーム全ての少なくともいずれかが非導通状態となるように前記スイッチング素子（T_{rp}、T_{sp}、T_{tp}、T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0029】

本発明の請求項16に係る発明は、第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）と、開閉スイッチ（84C）および限流抵抗（R₁）を有する中性線（L_n）とを介して三相交流電源（E₃）に接続され、かつ、正側直流電源線（L₁）および負側直流電源線（L₂）を介してコンデンサ（C）に接続され、かつ圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する空気調和装置が有する電源回路の電力変換回路であって、

3相の上アームのうちの少なくとも2相の上アームに設けられ、導通状態において前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）から前記正側直流電源線（L₁）への電流経路を導通させる上アーム側スイッチング素子（T_{rp}、T_{sp}、T_{tp}）と、

前記上アーム側スイッチング素子（T_{rp}、T_{sp}、T_{tp}）が設けられた上アームと同相の下アームに設けられ、導通状態において前記負側直流電源線（L₂）から前記第1～第3の入力線（L_r、L_s、L_t）への電流経路を導通させる下アーム側スイッチング素子（T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）と、

前記上アーム側スイッチング素子（T_{rp}、T_{sp}、T_{tp}）および前記下アーム側スイッチング素子（T_{rn}、T_{sn}、T_{tn}）のスイッチングと前記開閉スイッチ（84C）の開閉とを制御する制御部（300A、300C）と、を備え、

前記制御部（300A、300C）は、当該電力変換回路への通電開始後、突入電流を抑制可能となるまで、前記開閉スイッチ（84C）を閉状態とし、かつ、1相の前記上下アームが導通状態となり、かつ、残りのアームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（T_{rp}、T_{rn}、T_{sp}、T_{sn}、T_{tp}、T_{tn}）の各々のスイッチングを制御し、

前記制御部（300A、300C、300D、300E）は、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出する高圧圧力センサ（400）が当該異常上昇を検知した場合に出力する高圧異常信号を受信した場合に、少なくとも2相の前記上下アームが非導通状態となるように前記スイッチング素子（T_{rp}、T_{rn}、T_{tp}、T_{tn}、T_{sp}、T_{sn}、T_{tp}、T_{tn}）の各々のスイッチングを制御する電力変換回路である。

【0030】

本発明の請求項17に係る発明は、モータ（M）と、

請求項1乃至請求項16のいずれか1項に記載の電力変換回路（10A、10A'、10B'、10C、10C'、10D、10E）と、

前記電力変換回路（10A、10A'、10B'、10C、10C'、10D、10E）に接続されたコンデンサ（C）と、

前記コンデンサ（C）と前記モータ（M）との間に接続されたインバータ回路（20）

10

20

30

40

50

を有する電源回路（2 A、2 A'、2 B'、2 C、2 C'、2 D、2 E）とを備える空気調和装置である。

【0031】

本発明の請求項17に係る発明によれば、モータと、電力変換回路、前記電力変換回路に接続されたコンデンサ、および前記コンデンサと前記モータとの間に接続されたインバータ回路を有する電源回路と、を備える空気調和装置において、上述のいずれかの電力変換回路による効果を得ることができる。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、電源スイッチとしての大型の電磁リレーを前記電力変換回路から除くことが可能となる。したがって、本発明によれば、当該電力変換回路の信頼性向上と、前記電磁リレーの開閉により発生した電磁ノイズが当該電力変換回路の制御回路等の弱電回路、特に商用電源への接続配線を当該コンバータ回路と共用し、当該接続配線から分岐された電源に接続された弱電回路へ伝搬することの防止と、回路基板の小型化とが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施形態1に係る空気調和装置が備える電源回路の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す電源回路への通電開始からコンデンサへのチャージ停止までの期間における各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図3】図1に示す電源回路における高圧圧力スイッチ作動時の各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の実施形態1の他の例に係る空気調和装置が備える電源回路の概略構成を示すブロック図である。

【図5】図4に示す電源回路への通電開始からコンデンサへのチャージ停止までの期間における各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図6】図4に示す電源回路における高圧圧力スイッチ作動時の各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図7】本発明の実施形態2に係る空気調和装置が備える電源回路の概略構成を示すブロック図である。

【図8】図7に示す電源回路への通電開始からコンデンサへのチャージ停止までの期間における各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図9】図7に示す電源回路における高圧圧力スイッチ作動時の各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図10】本発明の実施形態3に係る空気調和装置が備える電源回路の概略構成を示すブロック図である。

【図11】図10に示す電源回路への通電開始からコンデンサへのチャージ停止までの期間における各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図12】図10に示す電源回路における高圧圧力スイッチ作動時の各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図13】本発明の実施形態3の他の例に係る空気調和装置が備える電源回路の概略構成を示すブロック図である。

【図14】図13に示す電源回路への通電開始からコンデンサへのチャージ停止までの期間における各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図15】図13に示す電源回路における高圧圧力スイッチ作動時の各相のスイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。

【図16】本発明の変形実施形態1の一例に係る空気調和装置が備える電源回路の概略構成を示すブロック図である。

【図17】本発明の変形実施形態1の他の例に係る空気調和装置が備える電源回路の概略

10

20

30

40

50

構成を示すブロック図である。

【図 18】図 17 に示す電力変換回路におけるスイッチング制御の他の実施形態を示すタイムチャートである。

【図 19】図 13 に示す電力変換回路におけるスイッチング制御の他の実施形態を示すタイムチャートである。

【図 20】本発明の実施形態 1 に係る空気調和装置が備える電源回路の他の形態の概略構成を示すブロック図である。

【図 21】本発明の実施形態 1 の他の例に係る空気調和装置が備える電源回路の他の形態の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0034】

<実施形態 1>

図 1 は、本発明の実施形態 1 に係る空気調和装置 1 A が備える電力変換回路 2 A の概略構成を示すブロック図である。空気調和装置 1 A は、図略の圧縮機の駆動により、いずれも図略の圧縮機、熱源側熱交換器、膨張弁、および利用側熱交換器が配管接続された図略の冷媒回路に冷媒を循環させて冷凍サイクルを実行する。空気調和装置 1 A には、前記冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇時に、当該高圧圧力の異常上昇を検出して電力変換回路 2 に高圧異常信号を出力し、圧縮機の駆動を停止させることで当該冷凍サイクルを停止させる高圧圧力センサが設けられている。この高圧圧力センサは、高圧異常状態であることを制御部に出力する機能を持つものであればその方式を限定するものではないが、本実施形態では ON（高圧異常検出時の高圧異常検出信号を出力）／OFF（高圧異常信号出力なし）の状態を高圧異常有無を出力する高圧圧力スイッチを例にとり、以下、高圧圧力スイッチ 400 として説明を行なう。

20

【0035】

電力変換回路 2 A には、モータ M が接続され、モータ M によって空気調和装置 1 A が備える圧縮機が駆動される。電力変換回路 2 A は、コンバータ回路 10 A と、インバータ回路 20 と、平滑回路 30 A と、限流回路 40 と、制御部 300 A と、コイル L と、シャント抵抗 R2 および R3 と、を備える。

【0036】

制御部 300 A は、CPU（Central Processing Unit）や EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）等で構成され、CPU や EEPROM に予め格納されている制御プログラムを実行することで、コンバータ回路 10 A やインバータ回路 20 等の動作を制御する。

30

【0037】

コンバータ回路 10 A は、R、S、T 各相に対応する入力線 Lr、Ls、Lt（第 1 〜 第 3 の入力線）と中性線 Ln とを介して三相 4 線式の交流電源 E3 に接続され、かつ、インバータ回路 20 と平滑回路 30 A を構成する平滑コンデンサ C とに正側直流電源線 L1 および負側直流電源線 L2 を介して接続される。

【0038】

40

コンバータ回路 10 A は、入力線 Lr、Lt と正側直流電源線 L1 との間に各々設けられた例えば IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）である上アーム側スイッチング素子 Trp、Ttp と、負側直流電源線 L2 と入力線 Lr、Lt との間に各々設けられた例えば IGBT である下アーム側スイッチング素子 Trn、Ttn と、を備える。

【0039】

なお、本実施形態では、R 相および T 相の上下アームに 1 対ずつスイッチング素子を設けているが（Trp および Trn ならびに Ttp および Ttn）、当該スイッチング素子は、R、S、T の三相のいずれか 2 相の上下アームに 1 対ずつ計 2 対設ければよい。

【0040】

50

上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} および下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} の各エミッタには、それぞれダイオード D_{rp} 、 D_{tp} 、 D_{rn} 、 D_{tn} のアノードが接続されている。上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} の各コレクタは、それぞれ入力線 L_r 、 L_t に接続されている。下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} の各コレクタは、負側直流電源線 L_2 に接続されている。ダイオード D_{rp} 、 D_{tp} の各カソードは正側直流電源線 L_1 に接続され、ダイオード D_{rn} 、 D_{tn} の各カソードは入力線 L_r 、 L_t にそれぞれ接続されている。また、S相の上アームにはダイオード D_{sp} が設けられ、S相の下アームにはダイオード D_{sn} が設けられている。

【0041】

上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} および下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} 、ならびにダイオード D_{rp} 、 D_{tp} 、 D_{rn} 、 D_{tn} が上記のように接続されているので、上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} は、導通状態において入力線 L_r 、 L_t から正側直流電源線 L_1 への一方向のみに電流経路を導通させ、下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} は、導通状態において負側直流電源線 L_2 から入力線 L_r 、 L_t への一方向のみに電流経路を導通させる。但し、上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} 及び下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} は、上記一方向のみに電流経路を導通させるものに限られず、正側直流電源線 L_1 側及び負側直流電源線 L_2 側の双方向に通電が可能な双方向通電素子であってもよい。

【0042】

制御部300Aは、電源位相に同期した所定の通電角信号やPWM(Pulse Width Modulation)信号を駆動信号として適宜生成し、当該駆動信号を上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} および下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} の各ゲートに出力して、これらのスイッチング素子を適宜スイッチングさせる。なお、コンバータ回路10Aの上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御については、後に詳しく説明する。

【0043】

平滑回路30Aは、その平滑コンデンサCが例えば電解コンデンサである。平滑コンデンサCは、コンバータ回路10Aの負荷側に接続され、インバータ回路20に電圧源として電力を供給する。すなわち平滑コンデンサCは、コンバータ回路10Aが出力する電力を一時的に貯蔵した後に放出することで、コンバータ回路10Aが出力する電力を平滑化する。なお、平滑コンデンサCに高耐圧のコンデンサを用いるとコストアップを招くので、本実施形態においては、高耐圧ではないコンデンサを2つ直列に設けて平滑コンデンサCとすることで、1つの高耐圧のコンデンサを平滑コンデンサとして用いる場合と同等の耐圧性を持たせ、更に限流回路を直列コンデンサの接続点に接続することで低電圧での充電を可能としている。

【0044】

インバータ回路20は、電圧形インバータ回路であり、U、V、W各相に対応する出力線 L_u 、 L_v 、 L_w を介してモータMに接続され、かつ、コンバータ回路10Aと平滑コンデンサCとに正側直流電源線 L_1 および負側直流電源線 L_2 を介して接続される。

【0045】

インバータ回路20は、正側直流電源線 L_1 と出力線 L_u 、 L_v 、 L_w との間に各々設けられた例えばIGBTである上アーム側スイッチング素子 T_{up} 、 T_{vp} 、 T_{wp} と、出力線 L_u 、 L_v 、 L_w と負側直流電源線 L_2 との間に各々設けられた例えばIGBTである下アーム側スイッチング素子 T_{un} 、 T_{vn} 、 T_{wn} と、インバータゲートドライブIC200と、を備える。

【0046】

上アーム側スイッチング素子 T_{up} 、 T_{vp} 、 T_{wp} および下アーム側スイッチング素子 T_{un} 、 T_{vn} 、 T_{wn} の各エミッタには、それぞれダイオード D_{up} 、 D_{vp} 、 D_{wp} 、 D_{un} 、 D_{vn} 、 D_{wn} のアノードが接続されている。上アーム側スイッチング素子 T_{up} 、 T_{vp} 、 T_{wp} および下アーム側スイッチング素子 T_{un} 、 T_{vn} 、 T_{wn} の各

10

20

30

40

50

コレクタには、それぞれダイオード D_{up} 、 D_{vp} 、 D_{wp} 、 D_{un} 、 D_{vn} 、 D_{wn} のカソードが接続されている。すなわち、インバータ回路 20 の上下アーム側スイッチング素子の各々には、逆並列にダイオードが接続されている。

【0047】

インバータゲートドライブ IC 200 は、制御部 300 A からの制御信号を受けて、当該制御信号に応じた PWM 信号を駆動信号として適宜生成し、当該駆動信号を上アーム側スイッチング素子 T_{up} 、 T_{vp} 、 T_{wp} および下アーム側スイッチング素子 T_{un} 、 T_{vn} 、 T_{wn} の各ゲートに出力して、これらのスイッチング素子を適宜開閉させる。すなわち、インバータ回路 20 は、上下アーム側の各スイッチング素子を適宜スイッチングし、平滑コンデンサ C から出力された直流電力を、モータの駆動状態に応じた電圧と周波数を有する交流電力に変換してモータ M の各相の巻線へと適宜出力する。これにより、例えば 3 相のブラシレス DC モータであるモータ M の U、V、W 各相の巻線電流（それぞれ電流 i_u 、 i_v 、 i_w が流れる）の方向が切換えられて、モータ M が回転駆動する。

10

【0048】

限流回路 40 は、電力変換回路 2 A への通電開始時に平滑コンデンサ C へ突入電流が流れることを防止するために設けられた回路である。ここで突入電流とは、平滑コンデンサ C に電荷が蓄えられていないために流れるスパイク状の大電流のことをいう。限流回路 40 は、中性線 L_n に設けられ、限流抵抗 R_1 と限流スイッチ 84 C とが直列に接続されて構成されている。この限流スイッチは、限流回路を確実に接続・遮断できる機能を持つものであればその方式を限定するものではないが、本実施形態では電磁リレーを例にとって説明を行ない、以下、限流リレー（84 C）として説明を行なう。

20

【0049】

制御部 300 A は、電力変換回路 2 A への通電開始時に限流リレー 84 C を閉状態とする。これにより限流回路を流れる電流は限流抵抗 R_1 によって抑制されて平滑コンデンサ C へと流れるので、平滑コンデンサ C には徐々に電荷がチャージされる。本実施形態では、制御部 300 A は、当該電力変換回路 2 A への通電開始後、突入電流を抑制可能な予め定められた時間を経過した時点で限流リレー 84 C を開状態とする制御を行う。但し、制御部 300 A が当該限流リレー 84 C を開にするタイミングは、このように予め定められた時間の経過に基づくものに限られず、平滑コンデンサ C の電圧が所定値以上まで充電された時点であったり、限流時の突入電流値が所定値以下となった時点など、突入電流を抑制可能なタイミングであれば、広く適用が可能である（以下、各実施形態について同様）。

30

【0050】

コイル L は、正側直流電源線 L_1 において、コンバータ回路 10 A と平滑回路 30 A との間に設けられている。コイル L は、コンバータ回路 10 A からの電流の平滑化のために設けられたリアクトルである。

【0051】

シャント抵抗 R_2 は、負側直流電源線 L_2 において、コンバータ回路 10 A と平滑コンデンサ C との間に設けられている。シャント抵抗 R_3 は、負側直流電源線 L_2 において、平滑コンデンサ C とインバータ回路 20 との間に設けられている。シャント抵抗 R_2 とシャント抵抗 R_3 とは、それぞれコンバータ回路 10 A を流れる電流値とインバータ回路 20 を流れる電流値とを測定するためのものであり、コンバータとインバータの制御用あるいは保護用として用いられる。

40

【0052】

なお、空調室内に設けられる、空気調和装置 1 が備える図略の室内機には、一般に空気調和装置の図略の制御部と通信可能な図略の室内リモコンが設けられ、ユーザは当該室内リモコンを操作することで、空気調和装置 1 のオンオフや、空調温度の設定等を行う。この図略の制御部自体が制御部 300 A となり、もしくは別個に設けられた制御部 300 A と前記制御部との間で通信が行なわれ、電力変換回路の運転状態が指令される。

【0053】

50

制御部300Aによるコンバータ回路10Aの上下アーム側スイッチング素子のスイッチング等の制御について、図2に基づいて説明する。図2は、電力変換回路2Aへの通電開始から平滑コンデンサCへのチャージ停止までの期間におけるR相およびT相の各一对の上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(A)は室内リモコン、(C)は限流リレー84C、(D)は入力線Lrに接続されたR相の一对の上下アーム側スイッチング素子TrpおよびTrn、(E)は入力線Ltに接続されたT相の一对の上下アーム側スイッチング素子TtpおよびTtn、(F)はインバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子、(G)はモータMの状態をそれぞれ示す。

【0054】

空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにすると(時刻 t_1)、制御部300Aは、限流リレー84Cを閉状態として電力変換回路2Aへの通電を開始させると同時に、R相およびT各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子TrpおよびTrnならびにTtpおよびTtnを非導通状態に固定して、平滑コンデンサCへの電荷のチャージを開始する(時刻 t_2)。すなわち制御部300Aは、スイッチング素子が設けられていないS相のみを導通状態とする制御を行うことで、電流が必ず限流抵抗R1を流れるようにして、平滑コンデンサCに突入電流が流れることを防止している。

【0055】

なお、この場合、導通状態として構成されるのは、S相の一对の上下アーム側に限られず、R、S、T各相の各一对の上下アーム側のうち、いずれか一相の一对の上下アーム側が導通状態となるように例えば、R、T各相の各一对の上下アーム側のいずれか一相の一对の上下アーム側が上記S相のようにダイオードが設けられるものとしてもよい。この場合、他の二相の各一对の上下アーム側にスイッチング素子が設けられ、これに対して、上記に示したR相およびT各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子TrpおよびTrnならびにTtpおよびTtnの導通及び非導通と同様の制御が制御部300Aにより行われる。

【0056】

続いて制御部300Aは、限流リレー84Cを開状態とすると同時に、R相およびT各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子を導通状態に固定する(時刻 t_3)。本実施形態では、この限流リレー84Cを開状態とする時刻 t_3 は、限流リレー84Cを時刻 t_2 で閉状態にした時点から(電力変換回路2Aへの通電を開始した時点から)、制御部300Aが内蔵のタイマ等により上述した予め定められた時間(突入電流を抑制可能な予め定められた時間)の経過を計時した時刻である(当該タイミング制御に限定されないことは上述した通り)。

【0057】

インバータ運転前の平滑コンデンサCへの電荷のチャージが完了すると、制御部300Aは、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御を開始する(インバータ回路20の運転開始、時刻 t_4)。これによりモータMの駆動が開始され、空気調和装置1Aの通常運転が開始される。

【0058】

空気調和を停止するためにユーザが室内リモコンをオフにすると(時刻 t_6)、制御部300Aは、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としてモータMへの給電を停止する(時刻 t_6)。ただし、モータのインダクタンスが持つエネルギーの還流や、冷媒回路内の冷媒循環がすぐには停止しないことにより、モータMは惰性運転を若干続けた後に停止する(時刻 t_7)。

【0059】

運転停止時に電力変換器の保守を行なう際の安全を確保するためには、モータMの停止時に平滑コンデンサCへの電荷チャージを停止し、コンデンサCに蓄えられた電荷を放電させることが望ましいため、続いて制御部300Aは、R相およびT各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子TrpおよびTrnならびにTtpおよびTtnを非導通状態とすると共に、図示しない放電回路によってコンデンサCに蓄えられた電荷を放電させる

10

20

30

40

50

(時刻 t_8)。なお、このように制御部 300A は、コンデンサ C へのチャージを停止する場合 (時刻 t_8)、ダイオード D_{sp} 、 D_{sn} を備える S 相を含む R 相および T 相の三相のうち、少なくとも二相の前記上下アームが非導通状態となるようにスイッチング素子 T_{rp} 、 T_{rn} 、 T_{tp} 、 T_{tn} の各々のスイッチングを制御するようにすれば足りる。

【0060】

制御部 300A による、高圧圧力スイッチ 400 作動時におけるコンバータ回路 10A の上下アーム側スイッチング素子の開閉等の制御について、図 3 に基づいて説明する。図 3 は、電力変換回路 2A への通電開始から高圧圧力スイッチ 400 作動時にモータ M が停止するまでの期間における R 相および T 相の各一对の上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(B) は、高圧圧力スイッチ 400 が作動時に出力する高圧異常信号の状態を示し、その他 (A) ~ (G) が示す状態は、図 2 と対応している。

10

【0061】

空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにしてから (時刻 t_1)、空気調和装置 1A の通常運転が開始されるまで (時刻 t_4) の制御は、図 2 を用いて説明した制御と同じであるので、説明を省略する。

【0062】

冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出して高圧圧力スイッチ 400 が作動し、高圧圧力スイッチ 400 が高圧異常信号を制御部 300A に出力すると同時に、制御部 300A は、インバータ回路 20 の各上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としてモータ M への給電を停止する (時刻 t_6')。続いて、制御部 300A は、平滑コンデンサ C への電荷チャージを停止するために、R 相および T 各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{rp} および T_{rn} ならびに T_{tp} および T_{tn} を非導通状態とする (時刻 t_7')。

20

【0063】

また、制御部 300A は、このようにコンデンサ C へのチャージを停止する場合 (時刻 t_7')、R 相及び T 相両方の上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} 、又は、R 相及び T 相両方の下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{tn} 、のいずれかが非導通状態となるように、スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{tp} 、 T_{rn} 、 T_{tn} の各々のスイッチングを制御するようにしてもよい。

30

【0064】

また、ここではスイッチング素子を時刻 t_7' で非導通状態としているが、モータ M への給電を停止するタイミングである時刻 t_6' で非導通状態としても、同様の効果を得ることができる。

【0065】

高圧異常により空気調和が停止したことは、室内リモコンが備える表示部等にユーザに視認可能に表示されるので、当該表示を確認したユーザは室内リモコンをオフにして空気調和装置 1A の運転を停止することになる (時刻 t_8')。

【0066】

なお、上記の説明は三相 4 線式の交流電源 E3 に接続された電力変換回路 2A を例に行ったが、実施形態 1 の動作 (図 2、図 3) は、単相交流電源 E1 に接続された電力変換回路 2A' にも適用することができる。電力変換回路 2A' を備える空気調和装置 1A' の概略構成を図 4 に示す。電力変換回路 2A' は、単相交流電源 E1 に接続されるコンバータ回路 10A' の構成と、平滑回路 30A' の構成と、限流回路 50 が中性線ではなく入力線 L1 と正側直流電源線 L1 の間に接続されている点とを除けば、電力変換回路 2A と同様の構成を備える。なお、限流回路 50 は負側直流電源線 L2 に接続されていてもよいし、正側直流電源線 L1 に接続される限流回路と負側直流電源船 L2 に接続される限流回路の 2 つを設けてもよい。

40

【0067】

コンバータ回路 10A' は、L 相に対応する入力線 L1 と、N 相に対応する入力線 Ln

50

とを介して単相交流電源 E 1 に接続され、かつ、インバータ回路 2 0 と平滑回路 3 0 A を構成する平滑コンデンサ C とに正側直流電源線 L 1 および負側直流電源線 L 2 を介して接続される。

【0068】

コンバータ回路 1 0 A ' は、入力線 L 1 と正側直流電源線 L 1 との間に設けられた例えば I G B T である上アーム側スイッチング素子 T 1 p と、負側直流電源線 L 2 と入力線 L 1 との間に設けられた例えば I G B T である下アーム側スイッチング素子 T 1 n と、を備える。また、N 相の上アームにはダイオード D n p が設けられ、N 相の下アームにはダイオード D n n が設けられている。

【0069】

上アーム側スイッチング素子 T 1 p、および下アーム側スイッチング素子 T 1 n の各エミッタには、それぞれダイオード D 1 p、D r n のアノードが接続されている。上アーム側スイッチング素子 T 1 p のコレクタは、入力線 L 1 に接続されている。下アーム側スイッチング素子 T 1 n のコレクタは、負側直流電源線 L 2 に接続されている。ダイオード D 1 p のカソードは正側直流電源線 L 1 に接続され、ダイオード D 1 n のカソードは入力線 L 1 に接続されている。

【0070】

この構成により、上アーム側スイッチング素子 T 1 p は、導通状態において入力線 L 1 から正側直流電源線 L 1 に流れる電流経路の導通及び非導通を切り換え、下アーム側スイッチング素子 T 1 n は、導通状態において負側直流電源線 L 2 から入力線 L n に流れる電流経路の導通及び非導通を切り換えることは、三相交流電源 E 3 に接続されるコンバータ回路 1 0 A と同様である。

【0071】

平滑回路 3 0 A ' は、平滑コンデンサ C として例えば電解コンデンサを備え、コンバータ回路 1 0 A ' の負荷側に接続され、インバータ回路 2 0 に電圧源として電力を供給する。すなわち平滑コンデンサ C は、コンバータ回路 1 0 A が出力する電力を一時的に貯蔵した後に出放することで、コンバータ回路 1 0 A が出力する電力を平滑化する。

【0072】

電力変換回路 2 A ' が備える制御部 3 0 0 A ' によるコンバータ回路 1 0 A ' 内のスイッチング素子のスイッチング等の制御を、図 5 および図 6 に示す。

【0073】

図 5 は、電力変換回路 2 A ' への通電開始から平滑コンデンサ C へのチャージ停止までの期間における L 相の一对の上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(A) は室内リモコン、(C) は限流リレー 8 4 C、(D) は入力線 L 1 に接続された L 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T 1 p および T 1 n、(E) はインバータ回路 2 0 の各上下アーム側スイッチング素子、(F) はモータ M の状態をそれぞれ示す。なお、時刻 $t_1 \sim t_8$ は、図 2 の時刻 $t_1 \sim t_8$ にそれぞれ対応している。

【0074】

図 6 は、電力変換回路 2 A ' への通電開始から高圧圧力スイッチ 4 0 0 作動時にモータ M が停止するまでの期間における N 相の一对の上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(B) は、高圧圧力スイッチ 4 0 0 が作動時に出力する高圧異常信号の状態を示し、その他 (A) ~ (F) が示す状態は、図 5 と対応している。なお、時刻 $t_1 \sim t_8$ ' は、図 3 の時刻 $t_1 \sim t_8$ ' にそれぞれ対応している。

【0075】

図 5 および図 6 に示すように、三相交流電源 E 3 に接続されるコンバータ回路 1 0 A において、R 相および T 各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子 T r p および T r n ならびに T t p および T t n に対して制御部 3 0 0 A が行うのと同様の制御を、制御部 3 0 0 A ' は、L 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T 1 p および T 1 n に対して行う。

【0076】

10

20

30

40

50

ただし、この実施形態のように、ダイオードのみが接続されたアームが限流回路側に存在する場合には、電源線各相の位相関係や正負関係によっては、電源線側から限流回路へ電流が流れる可能性があるため、そのダイオードのみが接続されたアームが導通するタイミングで限流リレー 84C をオフするか、あるいは限流回路を一方向通電素子を用いるなどして、不本意な導通を防止する必要がある。

【0077】

実際には電源位相や正負関係を正確に検出するためには、精度の良い検出回路が必要となるため、本実施形態のような単相交流電源に接続される実施形態、及び後で述べる三相 3 線式交流電源に接続される実施形態においては、限流リレー 84C を、一方向通電可能なスイッチング素子により構成する、あるいは、電磁リレーと一方向通電素子を組み合わせた回路により構成する、などの構成とすることによって、限流回路が接続された電源線から直流電源線へ一方向に電流を流すことが可能となり、電源線各相の位相関係や正負関係によらず電源線側から限流回路へ電流が逆に流れることがなくなるため、簡単な回路構成で安定した限流動作を行なうことができる。

【0078】

また、制御部 300A' は、図 5 および図 6 に示すスイッチング制御でモータ M の停止時に平滑コンデンサ C への電荷チャージを停止させる時（時刻 t_g ）、限流リレー（84C）と、L 相の上下アーム側スイッチング素子が非導通状態となるように各々のスイッチングを制御すればよい。なお、後述する図 7 に示す電力変換回路 2B' の制御部 300B'、及び図 13 に示す電力変換回路 2C' の制御部 300C' によるコンデンサ C へのチャージを停止する場合（時刻 t_g ）におけるスイッチング制御についても同様である。

【0079】

実施形態 1 によれば、電源スイッチとしての大型の電磁リレーを電力変換回路 2 および 2' から除くことが可能となる。したがって、以下の（１）～（３）効果を得ることが可能となる。（１）前記電源スイッチとして用いられていた前記電磁リレーが有する溶着したり劣化したりする虞がある可動接点なくなるため、コンバータ回路 10A および 10A' の信頼性を向上させることが可能となる。（２）当該電力変換回路の制御回路等の弱电回路、特に商用電源 E3 または E1 への接続配線となる入力線 Lr, Ls, Lt, Ll, Ln をコンバータ回路 10A または 10A' と共用し、入力線 Lr, Ls, Lt, Ll, Ln から分岐された電源に接続された弱电回路に、前記可動接点が開閉する際に発生するノイズが伝搬してしまうことを防止することが可能となる。（３）電力変換回路 2 の回路基板を小型化することが可能となる。

【0080】

また、実施形態 1 によれば、コンバータ回路 10A および 10A' が備える各スイッチング素子が電源スイッチとして機能するので、電源スイッチとしての大型の電磁リレーを用いることなく、平滑コンデンサ C へのチャージを停止することが可能となる。

【0081】

<実施形態 2>

図 7 は、本発明の実施形態 2 に係る空気調和装置 1B' が備える電力変換回路 2B' の概略構成を示すブロック図である。単相交流電源 E1 に接続される電力変換回路 2B' は、電力変換回路 2A' とコンバータ回路 10B' の構成が異なる。すなわち、コンバータ回路 10B' は、入力線 Ll, Ln と正側直流電源線 L1 との間に、例えば IGBT である上アーム側スイッチング素子 T1p, Ttp が各々設けられ、負側直流電源線 L2 と入力線 Ll, Ln との間には、スイッチング素子は設けられていない。なお、限流回路 50 の結線は、実施形態 1 に係る電力変換回路 2A' と同様である。

【0082】

上アーム側スイッチング素子 T1p および Tnp の各エミッタには、それぞれダイオード D1p および Dnp のアノードが接続されている。上アーム側スイッチング素子 T1p および Tnp の各コレクタは、入力線 Ll および Ln に接続されている。

【0083】

L相およびN相の下アームにはダイオード D_{ln} および D_{nn} がそれぞれ設けられている。ダイオード D_{ln} 、 D_{nn} の各カソードは入力線 L_1 、 L_n にそれぞれ接続され、ダイオード D_{ln} 、 D_{nn} の各アノードは負側直流電源線 L_2 に接続されている。

【0084】

この構成により、上アーム側スイッチング素子 T_{lp} および T_{np} は、導通状態において入力線 L_1 および L_n から正側直流電源線 L_1 への一方向のみに電流経路を導通させることは、実施形態1に係る電力変換回路2A'と同様である。なお、コンバータ回路10B'以外の構成は電力変換回路2A'と同様であるので、説明を省略する。

【0085】

電力変換回路2B'が備えるコンバータ回路10B'の構成は、電力変換回路2A'が備えるコンバータ回路10A'の構成とは異なるので、電力変換回路2B'が備える制御部300B'によるコンバータ回路10B'内のスイッチング素子のスイッチング制御は、電力変換回路2A'が備える制御部300A'によるコンバータ回路10A'内のスイッチング素子のスイッチング制御とは異なる。

【0086】

図8は、電力変換回路2B'への通電開始から平滑コンデンサCへのチャージ停止までの期間におけるL相およびN相の上アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(A)は室内リモコン、(C)は限流リレー84C、(D)は入力線 L_1 に接続されたL相の上アーム側スイッチング素子 T_{lp} 、(E)は入力線 L_n に接続されたN相の上アーム側スイッチング素子 T_{np} 、(F)はインバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子、(G)はモータMの状態をそれぞれ示す。なお、時刻 $t_1 \sim t_8$ は、図5の時刻 $t_1 \sim t_8$ にそれぞれ対応している。

【0087】

空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにすると(時刻 t_1)、制御部300B'は、限流リレー84Cを閉状態とすると同時に、L相およびN相の上アーム側スイッチング素子 T_{lp} および T_{np} を非導通状態に固定して、平滑コンデンサCへの電荷のチャージを開始する(時刻 t_2)。

【0088】

続いて制御部300B'は、限流リレー84Cを開状態とすると同時に、L相およびN相の上アーム側スイッチング素子 T_{lp} および T_{np} を導通状態に固定する(時刻 t_3)。本実施形態では、この限流リレー84Cを開状態とする時刻 t_3 は、例えば限流リレー84Cを時刻 t_2 で閉状態にした時点から(電力変換回路2B'への通電を開始した時点から)、制御部300B'が内蔵のタイマ等により上述した予め定められた時間(突入電流を抑制可能な予め定められた時間)の経過を計時した時刻である。

【0089】

平滑コンデンサCへの電荷のチャージが完了すると、制御部300B'は、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御を開始する(時刻 t_4)。これによりモータMの駆動が開始され、空気調和装置1B'の通常運転が開始される。

【0090】

空気調和を停止するためにユーザが室内リモコンをオフにすると(時刻 t_6)、制御部300B'は、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としてモータMへの給電を停止し(時刻 t_6)、モータMは惰性運転を若干続けた後に停止する(時刻 t_7)。続いて制御部300B'は、L相およびN相の上アーム側スイッチング素子 T_{lp} および T_{np} を非導通状態とする(時刻 t_8)。

【0091】

図9は、電力変換回路2B'への通電開始から高圧圧力スイッチ400作動時にモータMが停止するまでの期間におけるL相およびN相の上アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(B)は、高圧圧力スイッチ400が作動時に出力する高圧異常信号の状態を示し、その他(A)～(G)が示す状態は、図8と対応している。なお、時刻 $t_1 \sim t_8$ 'は、図6の時刻 $t_1 \sim t_8$ 'にそれぞれ対応している。

【0092】

空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにしてから（時刻 t_1 ）、空気調和装置1B'の通常運転が開始されるまで（時刻 t_4 ）の制御は、図8を用いて説明した制御と同じであるので、説明を省略する。

【0093】

図9に示すように、高圧圧力スイッチ400の作動時に制御部300B'は、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としてモータMへの給電を停止する（時刻 t_6' ）。続いて制御部300B'は、平滑コンデンサCへの電荷チャージを停止するために、R相およびN相の上アーム側スイッチング素子TrpおよびTnpを非導通状態とする（時刻 t_7' ）。 10

【0094】

高圧異常により空気調和が停止したことを、例えば室内リモコンが備える表示部への表示によりユーザが確認し、当該ユーザが室内リモコンをオフにして空気調和装置1B'の運転を停止することは（時刻 t_8' ）、実施形態1に係る空気調和装置1A'と同様である。

【0095】

以上説明した実施形態2の構成によっても、実施形態1の構成と同様の効果を得ることができる。

【0096】

なお、電力変換回路2B'において、導通状態に固定されるのは、N相の下アーム側の素子のみであってもよい。この場合は、L相の一对の上下アーム側の素子、及びN相の上アーム側の素子が導通及び非導通を切替可能なスイッチング素子とされ、N相の下アーム側の素子が例えばダイオード等とされる。 20

【0097】

すなわち、制御部300B'は、図8および図9に示すスイッチング制御でモータMの停止時に平滑コンデンサCへの電荷チャージを停止させる時（時刻 t_8 ）には、L相の一对の上下アーム側の素子、及びN相の上アーム側の素子を非導通状態のまま、限流リレー（84C）が非導通状態となるように各々のスイッチングを制御すればよい。

【0098】

<実施形態3>

図10は、本発明の実施形態3に係る空気調和装置1Cが備える電力変換回路2Cの概略構成を示すブロック図である。電力変換回路2Cは、電力変換回路2Aとコンバータ回路10Cの構成が異なる。コンバータ回路10Cは、三相の上下アーム全てにダイオードと直列に接続されたIGBTを備える、いわゆる電流形コンバータ回路である。電力変換回路2Cは、コンバータ回路10Cが例えばPWM制御により電源高調波の発生を抑制可能である。 30

【0099】

また、電力変換回路2Cは、電力変換回路2Aと同様な平滑回路30Cを備える。平滑コンデンサCは、例えば電解コンデンサであり、コンバータ回路10Aの負荷側に接続され、インバータ回路20に電圧源として電力を供給すること、高耐圧ではないコンデンサを2つ直列に設けて平滑コンデンサCとすること等、電力変換回路2Cは電力変換回路2Aと同様な構成である。 40

【0100】

コンバータ回路10Cの詳細につき以下に説明する。コンバータ回路10Cは、入力線Lr、Ls、Ltと正側直流電源線L1との間に各々設けられた例えばIGBTである上アーム側スイッチング素子Trp、Tsp、Ttpと、負側直流電源線L2と入力線Lr、Ls、Ltとの間に各々設けられた例えばIGBTである下アーム側スイッチング素子Trn、Tsn、Ttnと、コンバータゲートドライバIC100と、を備える。

【0101】

上アーム側スイッチング素子Trp、Tsp、Ttpおよび下アーム側スイッチング素子 50

子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} の各エミッタには、それぞれダイオード D_{rp} 、 D_{sp} 、 D_{tp} 、 D_{rn} 、 D_{sn} 、 D_{tn} のアノードが接続されている。上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} の各コレクタは、それぞれ入力線 L_r 、 L_s 、 L_t に接続されている。下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} の各コレクタは、負側直流電源線 L_2 に接続されている。ダイオード D_{rp} 、 D_{sp} 、 D_{tp} の各カソードは正側直流電源線 L_1 に接続され、ダイオード D_{rn} 、 D_{sn} 、 D_{tn} の各カソードは入力線 L_r 、 L_s 、 L_t にそれぞれ接続されている。

【0102】

上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} および下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} 、ならびにダイオード D_{rp} 、 D_{sp} 、 D_{tp} 、 D_{rn} 、 D_{sn} 、 D_{tn} が上記のように接続されているので、上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} は、導通状態において入力線 L_r 、 L_s 、 L_t から正側直流電源線 L_1 への一方向のみに電流経路を導通させ、下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} は、導通状態において負側直流電源線 L_2 から入力線 L_r 、 L_s 、 L_t への一方向のみに電流経路を導通させる。但し、上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} 及び下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} は、上記一方向のみに電流経路を導通させるものに限られず、正側直流電源線 L_1 側及び負側直流電源線 L_2 側の双方向に通電が可能な双方向通電素子、もしくは一方向のみに導通する回路を逆並列に接続することで双方向通電可能とした回路において、片方向通電側をオフすることで片方向通電素子相当としたものであってもよい。

【0103】

コンバータゲートドライブIC100は、制御部300Cからの制御信号を受けて、当該制御信号に応じたPWM信号を駆動信号として適宜生成し、当該駆動信号を上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} および下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} の各ゲートに出力して、これらのスイッチング素子を適宜スイッチングさせる。すなわち、コンバータ回路10Cは、ダイオードブリッジ形のコンバータ回路とは異なり、上アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} および下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} をスイッチングさせて積極的に波形制御を行うことで交流電力を整流する。そのため、ダイオードブリッジのみのアームを含むコンバータ回路よりも整流にともなう電源高調波の発生を抑制することができる。

【0104】

なお、実施形態1に係る電力変換回路2Aと同様の構成であるインバータ回路20、限流回路40、高圧圧力スイッチ400、シャント抵抗 R_2 およびシャント抵抗 R_3 については、説明を省略する。

【0105】

電力変換回路2Cが備えるコンバータ回路10Cの構成は、電力変換回路2Aが備えるコンバータ回路10Aの構成とは異なるので、電力変換回路2Cが備える制御部300Cによるコンバータ回路10C内のスイッチング素子のスイッチング制御は、電力変換回路2Aが備える制御部300Aによるコンバータ回路10A内のスイッチング素子のスイッチング制御とは異なる。

【0106】

コンバータ回路10Cの上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御について、図11に基づいて説明する。図11は、電力変換回路2Cへの通電開始から平滑コンデンサCへのチャージ停止までの期間におけるR、S、T各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(A)は室内リモコン、(C)は限流リレー84C、(D)は入力線 L_r に接続されたR相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{rp} および T_{rn} 、(E)は入力線 L_s に接続されたS相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{sp} および T_{sn} 、(F)は入力線 L_t に接続されたT相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{tp} および T_{tn} 、(G)はインバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子、(H)はモータMの状態をそれぞれ示す。なお、時刻 $t_1 \sim t$

t_8 は、図 2 の時刻 $t_1 \sim t_8$ にそれぞれ対応している。

【0107】

空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにすると（時刻 t_1 ）、制御部 300C は、限流リレー 84C を閉状態とすると同時に、R、S、T 各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子のうち、S 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{sp} および T_{sn} のみを導通状態に固定し、かつ、残りの R 相および S 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{rp} および T_{rn} ならびに T_{tp} および T_{tn} を非導通状態に固定して、平滑コンデンサ C への電荷のチャージを開始する（時刻 t_2 ）。すなわち制御部 300C は、S 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{sp} および T_{sn} のみを導通状態に固定して、S 相のみを導通状態とする制御を行うことで、実施形態 1 に係る電力変換回路 2A と同様に、電流が必ず限流抵抗 R1 を流れるようにして、クランプコンデンサ C に突入電流が流れることを防止している。なお、この場合、制御部 300C が導通状態に固定するのは、S 相の一对の上下アーム側スイッチング素子に限られず、R、S、T 各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子のうち、いずれか一相の一对の上下アーム側スイッチング素子を導通状態に固定し、かつ、残りの二相の一对の上下アーム側スイッチング素子を非導通状態に固定するようにしてもよい。

10

【0108】

続いて制御部 300C は、限流リレー 84C を開状態とすると同時に、三相全ての上下アーム側スイッチング素子を導通状態に固定する（時刻 t_3 ）。本実施形態では、この時刻 t_3 は、例えば限流リレー 84C を時刻 t_2 で閉状態にした時点から（電力変換回路 2C への通電を開始した時点から）、制御部 300C が内蔵のタイマ等により上述した予め定められた時間（突入電流を抑制可能な予め定められた時間）の経過を計時した時刻である。平滑コンデンサ C への電荷のチャージが完了すると、制御部 300C は、インバータ回路 20 の各上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御を開始する（インバータ回路 20 の運転開始、時刻 t_4 ）。これによりモータ M の駆動が開始される。なお、時刻 t_3 から時刻 t_4 における各上下アーム側スイッチング素子の制御は、例えば電源のゼロクロスと同期した 120 度通電やスイッチングとなるようにしてもよい。

20

【0109】

その後、制御部 300C はコンバータ回路 10A とインバータ回路 20 とを同期させて制御する同期運転を開始し、コンバータ回路 10A の各上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御を開始する（空気調和装置 1 の通常運転開始、時刻 t_5 ）。実施形態 3 に係る電力変換回路 2C は、この点で実施形態 1 に係る電力変換回路 2A とは異なる。

30

【0110】

空気調和を停止するためにユーザが室内リモコンをオフにすると（時刻 t_6 ）、制御部 300C は、インバータ回路 20 の各上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としてモータ M への給電を停止し（時刻 t_6 ）、モータ M は慣性運転を若干続けた後に停止する（時刻 t_7 ）。続いて制御部 300C は、モータ M の停止時に平滑コンデンサ C への電荷チャージを停止するために、R、S、T の三相すべての上下アーム側スイッチング素子を非導通状態とする（時刻 t_8 ）。制御部 300C は、このようにコンデンサ C へのチャージを停止する場合（時刻 t_8 ）、R、S、T の三相のうち、少なくとも二相の前記上下アームが非導通状態となるようにスイッチング素子 T_{rp} 、 T_{rn} 、 T_{sp} 、 T_{sn} 、 T_{tp} 、 T_{tn} の各々のスイッチングを制御するようにしてもよい。なお、後述する図 16 に示す電力変換回路 2D の制御部 300D、及び図 17 に示す電力変換回路 2E の制御部 300E によるコンデンサ C へのチャージを停止する場合（時刻 t_8 ）におけるスイッチング制御についても同様である。

40

【0111】

また、制御部 300C は、このようにコンデンサ C へのチャージを停止する場合（時刻 t_8 ）、R、S、T の三相の全ての上下アーム側スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{sp} 、 T_{tp} 、又は R、S、T の三相の全ての上下アーム側スイッチング素子 T_{rn} 、 T_{sn} 、 T_{tn} のいずれかが非導通状態となるように、スイッチング素子 T_{rp} 、 T_{rn} 、 T_{sp} 、 T_{sn}

50

、 Ttp 、 Ttn の各々のスイッチングを制御するようにしてもよい（後述する図14に示す電力変換回路2Eの制御部300Eによる制御においても同様）。

【0112】

高圧圧力スイッチ400作動時におけるコンバータ回路10Cの上下アーム側スイッチング素子の開閉制御について、図12に基づいて説明する。図12は、電力変換回路2Cへの通電開始から高圧圧力スイッチ400作動時にモータMが停止するまでの期間におけるR、S、T各相の各一对の上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。（B）は、高圧圧力スイッチ400が作動時に出力する高圧異常信号の状態を示し、その他（A）～（H）が示す状態は、図11と対応している。なお、時刻 $t_1 \sim t_8'$ は、図3の時刻 $t_1 \sim t_8'$ にそれぞれ対応している。

10

【0113】

空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにしてから（時刻 t_1 ）、空気調和装置1Cの通常運転が開始されるまで（時刻 t_5 ）の制御は、図11を用いて説明した制御と同じであるので、説明を省略する。

【0114】

冷凍サイクルの高圧圧力の異常上昇を検出して高圧圧力スイッチ400が作動し、高圧圧力スイッチ400が高圧異常信号を制御部300Cに出力すると同時に、制御部300Cは、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としてモータMへの給電を停止する（時刻 t_6' ）。続いて制御部300Cは、平滑コンデンサCへの電荷チャージを停止するために、R、S、Tの三相全ての上下アーム側スイッチング素子を非導通状態とする（時刻 t_7' ）。

20

【0115】

制御部300Cは、このようにコンデンサCへのチャージを停止する場合（時刻 t_7' ）、R、S、Tの三相のうち、少なくとも二相の前記上下アームが非導通状態となるようにスイッチング素子 Trp 、 Trn 、 Tsp 、 Tsn 、 Ttp 、 Ttn の各々のスイッチングを制御するようにしてもよい。なお、後述する図16に示す電力変換回路2Dの制御部300D、及び図17に示す電力変換回路2Eの制御部300EによるコンデンサCへのチャージを停止する場合（時刻 t_8 ）におけるスイッチング制御についても同様である。

【0116】

また、制御部300Cは、このようにコンデンサCへのチャージを停止する場合（時刻 t_7' ）、R、S、Tの三相の全ての上下アーム側スイッチング素子 Trp 、 Tsp 、 Ttp 、又はR、S、Tの三相の全ての下アーム側スイッチング素子 Trn 、 Tsn 、 Ttn のいずれかが非導通状態となるように、スイッチング素子 Trp 、 Trn 、 Tsp 、 Tsn 、 Ttp 、 Ttn の各々のスイッチングを制御するようにしてもよい（後述する図14に示す電力変換回路2Eの制御部300Eによる制御においても同様）。

30

【0117】

高圧異常により空気調和が停止したことを、例えば室内リモコンが備える表示部への表示によりユーザが確認し、当該ユーザが室内リモコンをオフにして空気調和装置1Cの運転を停止することは（時刻 t_8' ）、実施形態1に係る空気調和装置1Aと同様である。

40

【0118】

なお、実施形態1の場合と同様に、実施形態3の構成は、単相交流電源E1に接続された電力変換回路2C'にも適用することができる。電力変換回路2C'を備える空気調和装置1C'の概略構成を図13に示す。電力変換回路2C'は、単相交流電源E1に接続されるコンバータ回路10C'の構成と、平滑回路30C'の構成と、限流回路50の結線とが異なる。平滑回路30C'は、図4の平滑回路30A'と同様の構成である。電力変換回路2C'は、その他は、電力変換回路2Cと同様の構成を備える。なお、限流回路50の結線は、実施形態1および2に係る電力変換回路2A'および2B'と同様である。

【0119】

50

コンバータ回路10C'は、入力線L1、Lnと正側直流電源線L1との間に各々設けられた例えばIGBTである上アーム側スイッチング素子T1p、Tnpと、負側直流電源線L2と入力線L1、Lnとの間に各々設けられた例えばIGBTである下アーム側スイッチング素子T1n、Tnnと、コンバータゲートドライブIC100'と、を備える。

【0120】

上アーム側スイッチング素子T1p、Tnpおよび下アーム側スイッチング素子T1n、Tnnの各エミッタには、それぞれダイオードD1p、Dnp、D1n、Dnnのアノードが接続されている。上アーム側スイッチング素子T1pおよびTnpの各コレクタは、それぞれ入力線L1とLnとに接続されている。下アーム側スイッチング素子T1nおよびTnnの各コレクタは、負側直流電源線L2に接続されている。ダイオードD1pおよびDnpの各カソードは正側直流電源線L1に接続され、ダイオードD1nおよびDnnの各カソードは入力線L1およびLnにそれぞれ接続されている。

10

【0121】

この構成により、上アーム側スイッチング素子T1pとTnpとは、導通状態において入力線L1とLnとから正側直流電源線L1への一方向のみに電流経路を導通させ、下アーム側スイッチング素子T1nとTnnとは、導通状態において負側直流電源線L2から入力線L1とLnとへの一方向のみに電流経路を導通させることは、三相交流電源E3に接続されるコンバータ回路10Cと同様である。

【0122】

電力変換回路2C'が備える制御部300C'によるコンバータ回路10C'内のスイッチング素子の開閉等の制御を、図14および図15に示す。

20

【0123】

図14は、電力変換回路2C'への通電開始から平滑コンデンサCへのチャージ停止までの期間における各上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(A)は室内リモコン、(C)は限流リレー84C、(D)は入力線L1に接続されたL相の上下アーム側スイッチング素子T1pおよびT1n、(E)は入力線Lnに接続されたN相の上下アーム側スイッチング素子T1pおよびTnn、(F)はインバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子、(G)はモータMの状態をそれぞれ示す。なお、時刻 $t_1 \sim t_8$ は、図11の時刻 $t_1 \sim t_8$ にそれぞれ対応している。

30

【0124】

なお、制御部300C'は、コンデンサCへのチャージを停止する場合(時刻 t_8)、L相及びN相の両方の上アーム側スイッチング素子T1p、Tnp、又はL相及びN相の両方の下アーム側スイッチング素子T1n、Tnnのいずれかが非導通状態となるように、スイッチング素子T1p、Tnp、T1n、Tnnの各々のスイッチングを制御するようにしてもよい。

【0125】

図15は、電力変換回路2C'への通電開始から高圧圧力スイッチ400作動時にモータMが停止するまでの期間における各上下アーム側スイッチング素子等の挙動を示すタイムチャートである。(B)は、高圧圧力スイッチ400が作動時に出力する高圧異常信号の状態を示し、その他(A)～(G)が示す状態は、図14と対応している。なお、時刻 $t_1 \sim t_8'$ は、図12の時刻 $t_1 \sim t_8'$ にそれぞれ対応している。

40

【0126】

図14および図15に示すように、交流電源E3に接続されるコンバータ回路10Cにおいて、S相の上下アーム側スイッチング素子に対して制御部300Cが行うのと同様の制御を、制御部300C'は、N相の上下アーム側スイッチング素子Tnp及びTnnに対して行う。また、コンバータ回路10Cにおいて、R相及びT相の上下アーム側スイッチング素子に対して制御部300Cが行うのと同様の制御を、制御部300C'は、L相の上下アーム側スイッチング素子T1p及びT1nに対して行う。

【0127】

50

なお、電力変換回路2C'は、図19に示すタイムチャートのように、電力変換回路2C'への通電開始から平滑コンデンサCへのチャージ停止までの期間における各上下アーム側スイッチング素子等を挙動するようにしてもよい。

【0128】

すなわち、空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにすると（時刻 t_1 ）、制御部300C'は、限流リレー84Cを閉状態として電力変換回路2C'への通電を開始させると同時に、限流回路50が接続されていない相における限流回路50が接続されていない側のアームのスイッチング素子である、N相の下アーム側スイッチング素子 T_{nn} を導通状態に固定し、残りのスイッチング素子、すなわち、L相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T_{lp} 、 T_{ln} と、N相の上アーム側スイッチング素子 T_{np} とを非導通状態として、平滑コンデンサCへの電荷のチャージを開始する（時刻 t_2 ）。これにより、制御部300C'は、電流が必ず限流抵抗 R_1 を流れるようにして、平滑コンデンサCに突入電流が流れることを防止している。

【0129】

続いて制御部300C'は、限流リレー84Cを開状態とすると同時に、L相及びN相の全てのスイッチング素子を導通状態に固定する（時刻 t_3 ）。本実施形態でも、この時刻 t_3 は、例えば限流リレー84Cを時刻 t_2 で閉状態にした時点から（電力変換回路2Aへの通電を開始した時点から）、制御部300C'が内蔵のタイマ等により上述した予め定められた時間（突入電流を抑制可能な予め定められた時間）の経過を計時した時刻である。

【0130】

平滑コンデンサCへの電荷のチャージが完了すると、制御部300C'は、インバータ回路20の各上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御を開始する（インバータ回路20の運転開始、時刻 t_4 ）。これによりモータMの駆動が開始される。以降の制御は、図14に示した制御と同様であるので、説明は省略する。

【0131】

なお、制御部300C'は、コンデンサCへのチャージを停止する場合（図14の時刻 t_8 、図15の時刻 t_7 、図19の時刻 t_8 ）、限流リレー（84C）と、L相及びN相の全ての上アーム側スイッチング素子 T_{lp} 、 T_{np} 、又はL相及びN相の全ての下アーム側スイッチング素子 T_{ln} 、 T_{nn} のいずれかが非導通状態となるように、スイッチング素子 T_{lp} 、 T_{np} 、 T_{ln} 、 T_{nn} の各々のスイッチングを制御するようにしてもよい。

【0132】

実施形態3によれば、制御部300Cまたは300C'が、上下アーム側スイッチング素子の各々をスイッチングさせて積極的に波形制御を行うことで交流電力を整流するので、整流にともなう電源高調波の発生を抑制することができる。その他の効果については実施形態1および2と同様である。

【0133】

以上、本発明の実施形態1～3に係る空気調和装置およびコンバータ回路について説明したが、本発明はこれら実施形態に限定されるものではなく、例えば次のような変形実施形態を取ることもできる。

【0134】

（1）実施形態1および3の三相交流電源E3は、三相四線式に結線されているが、本発明は三相三線式の結線にも適用することができる。実施形態1に係る電力変換回路2Aの構成を三相三線式の結線に適用した電力変換回路2Dの構成を図16に示し、実施形態3に係る電力変換回路2Cの構成を三相三線式の結線に適用した電力変換回路2Eの構成を図17に示す。

【0135】

本発明を三相三線式の結線に適用した場合、限流回路50は、単相の場合と同様に、中性線 L_n ではなく、入力線 L_r 、 L_s 、 L_t とのいずれか1つと正側直流電源線 L_1 また

10

20

30

40

50

は負側直流電源線 L 2 のいずれか一方との間（図 1 6 および図 1 7 の例では、入力線 L r と正側直流電源線 L 1 との間）に設けられる。

【0136】

実施形態 1 に係る電力変換回路 2 A の構成を三相三線式の結線に適用した場合は、限流動作時に必ず限流抵抗を電流が流れるようにするために、前記限流回路（50）が接続された相の上下アームには必ずスイッチング素子を設ける必要がある。

【0137】

これらの場合も、図 1 0 に示した電力変換回路 2 C と同様に、電力変換回路 2 D における上アーム側スイッチング素子 T r p、T t p 及び下アーム側スイッチング素子 T r n、T t n は、上記一方向のみに電流経路を導通させるものに限られず、正側直流電源線 L 1 側及び負側直流電源線 L 2 側の双方向に通電が可能な双方向通電素子であってもよい。また、電力変換回路 2 E における上アーム側スイッチング素子 T r p、T s p、T t p 及び下アーム側スイッチング素子 T r n、T s n、T t n は、上記一方向のみに電流経路を導通させるものに限られず、正側直流電源線 L 1 側及び負側直流電源線 L 2 側の双方向に通電が可能な双方向通電素子、もしくは一方向のみに導通する回路を逆並列に接続することで双方向通電可能とした回路において、片方向通電側をオフすることで片方向通電素子相当としたものであってもよい。

【0138】

図 1 7 に示す電力変換回路 2 E におけるスイッチング制御の他の実施形態を図 1 8 に示すタイムチャートを用いて説明する。空気調和を開始するためにユーザが室内リモコンをオンにすると（時刻 t_1 ）、制御部 300 A は、限流リレー 84 C を閉状態として電力変換回路 2 E への通電を開始させると同時に、S 相の下アーム側スイッチング素子 T s n（限流回路 50 が接続されていない相のうちの少なくとも 1 相の限流回路 50 が接続されていない側のアームのスイッチング素子）を導通状態に固定し、残りのスイッチング素子、すなわち、S 相の上アーム側スイッチング素子 T r n、R 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T r p、T r n と、T 相の一对の上下アーム側スイッチング素子 T t p、T t n とを非導通状態として、平滑コンデンサ C への電荷のチャージを開始する（時刻 t_2 ）。これにより、制御部 300 E は、電流が必ず限流抵抗 R 1 を流れるようにして、平滑コンデンサ C に突入電流が流れることを防止している。

【0139】

なお、この場合、制御部 300 E により導通状態とされるのは、S 相の下アーム側のスイッチング素子 T r n に限られず、T 相の下アーム側のスイッチング素子 T t n であってもよいし、S 相と T 相の下アーム側スイッチング素子両方であってもよい。この場合、残りのスイッチング素子は全て非導通状態とされる。

【0140】

続いて制御部 300 E は、限流リレー 84 C を開状態とすると同時に、R 相、S 相及び T 相の各一对の上下アーム側スイッチング素子を導通状態に固定する（時刻 t_3 ）。本実施形態でも、この時刻 t_3 は、限流リレー 84 C を時刻 t_2 で閉状態にした時点から（電力変換回路 2 A への通電を開始した時点から）、制御部 300 E が内蔵のタイマ等により上述した予め定められた時間（突入電流を抑制可能な予め定められた時間）の経過を計時した時刻である。

【0141】

クランプコンデンサ C への電荷のチャージが完了すると、制御部 300 E は、インバータ回路 20 の各上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御を開始する（インバータ回路 20 の運転開始、時刻 t_4 ）。これによりモータ M の駆動が開始される。以降の制御は、図 1 1 に示した制御部 300 C による制御と同様であるので、説明は省略する。

【0142】

なお、図 1 7 に示す電力変換回路 2 D が備える制御部 300 D によるコンバータ回路 10 D の上下アーム側スイッチング素子のスイッチング等の制御は、制御部 300 A による制御と同様であるので、説明は省略する。

【0143】

(2) 実施形態1～3に係るコンバータ回路10A～10C'においては、IGBTとダイオードとを直列に接続しているが、逆阻止IGBTを用いても同等の機能を持たせることができる。

【0144】

(3) 本発明は、実施形態1～3として、ダイオードのみのアームを含む整流回路、全てのアームにスイッチング素子を持つ整流回路について示しているが、これらのコンバータ回路10A～10C'の他に、インダイレクトマトリックスコンバータにも適用可能である。なお、この場合コンデンサは、クランプ回路を構成するクランプコンデンサとしてインバータ部とコンバータ部の間に設けられる。

10

【0145】

図20に、インダイレクトマトリックスコンバータ20Aを電力変換回路20Aに備える空気調和装置10Aを例に示す。インダイレクトマトリックスコンバータ20Aは、電流形コンバータ100A及びクランプ回路30A'に、電圧形インバータ20を備えてなる。

【0146】

電流形コンバータ100Aは、R、S、T各相に対応する入力線Lr、Ls、Lt（第1～第3の入力線）と中性線Lnとを介して三相4線式の交流電源E3に接続され、かつ、インバータ回路20及びクランプ回路30A'に正側直流電源線L1および負側直流電源線L2を介して接続される。

【0147】

電流形コンバータ100Aは、制御回路300Aによってスイッチング動作が制御される。

20

【0148】

当該実施形態では、電流形コンバータ100Aは、ダイオードとIGBTとを直列に繋いだ素子を3相の上下アームに合わせて6組備えている。当該各素子は、IGBT Trp及びダイオードDrp、IGBT Trn及びダイオードDrn、IGBT Tsp及びダイオードDsp、IGBT Trn及びダイオードDsn、IGBT Ttp及びダイオードDtp、IGBT Ttn及びダイオードDtn、である。

【0149】

トランジスタTrpのエミッタはダイオードDrpのアノードに接続されており、ダイオードDrpのカソードは直流電源線L1に接続されている。トランジスタTspのエミッタはダイオードDspのアノードに接続されており、ダイオードDspのカソードは直流電源線L1に接続されている。トランジスタTtpのエミッタはダイオードDtpのアノードに接続されており、ダイオードDtpのカソードは直流電源線L1に接続されている。

30

【0150】

ダイオードDrnのアノードはトランジスタTrnのエミッタに接続され、トランジスタTrnのコレクタは直流電源線L2に接続されている。ダイオードDsnのアノードはトランジスタTsnのエミッタに接続され、トランジスタTsnのコレクタは直流電源線L2に接続されている。ダイオードDtnのアノードはトランジスタTtnのエミッタに接続され、トランジスタTtnのコレクタは直流電源線L2に接続されている。

40

【0151】

トランジスタTrpのコレクタはダイオードDrnのカソードに接続されている。同様に、トランジスタTspのコレクタはダイオードDsnのカソードに接続されている。トランジスタTtpのコレクタはダイオードDtnのカソードに接続されている。

【0152】

なお、図20には、上記各素子が、ダイオードのアノードがIGBTのエミッタに接続される例を示しているが、ダイオードのカソードがIGBTのコレクタに接続される構成を用いることも可能である。

【0153】

50

また、上記ダイオード及び I G B T からなる各素子に代えて、逆阻止 I G B T (R B - I G B T) を用いることも可能である。

【 0 1 5 4 】

インダイレクトマリクスコンバータ 2 0 A は、クランプ回路 3 0 A ' を備える。クランプ回路 3 0 A ' は、例えば電解コンデンサをクランプコンデンサ C として備え、例えばモータの回生エネルギーを吸収する役割を持つ。

【 0 1 5 5 】

当該電流形コンバータ 1 0 0 A の上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御は、上記図 1 1 及び図 1 2 を用いて説明した電力変換回路 2 C で行われるスイッチング制御と同様にして行われる。

10

【 0 1 5 6 】

図 2 1 に、単相交流電源 E 1 に接続されるインダイレクトマリクスコンバータ 2 0 A ' を備える空気調和装置 1 0 A を例に示す。インダイレクトマリクスコンバータ 2 0 A ' は、電流形コンバータ 1 0 0 A ' 及びクランプ回路 3 0 A ' ' に、電圧形インバータ 2 0 を備えてなる。

【 0 1 5 7 】

電流形コンバータ 1 0 0 A ' は、L、N 各相に対応する入力線 L 1、L n を介して単相交流電源 E 1 に接続され、かつ、電圧形インバータ回路 2 0 及びクランプ回路 3 0 A ' ' に正側直流電源線 L 1 および負側直流電源線 L 2 を介して接続される。なお、限流回路 5 0 が、入力線 L 1 と正側直流電源線 L 1 の間に接続されている。

20

【 0 1 5 8 】

電流形コンバータ 1 0 0 A ' は、制御回路 3 0 0 A ' によってスイッチング動作が制御される。

【 0 1 5 9 】

当該実施形態では、電流形コンバータ 1 0 0 A ' は、ダイオードと I G B T とを直列に繋いだ素子を単相交流電源 E 1 からの入力線 L 1、L n の各上下アームに合わせて 4 組備えている。当該各素子は、I G B T T 1 p 及びダイオード D 1 p、I G B T T 1 n 及びダイオード D 1 n、I G B T T n p 及びダイオード D n p、I G B T T n n 及びダイオード D n n、である。

【 0 1 6 0 】

30

トランジスタ T 1 p のエミッタはダイオード D 1 p のアノードに接続されており、ダイオード D 1 p のカソードは直流電源線 L 1 に接続されている。トランジスタ T n p のエミッタはダイオード D n p のアノードに接続されており、ダイオード D n p のカソードは直流電源線 L 1 に接続されている。

【 0 1 6 1 】

ダイオード D 1 n のアノードはトランジスタ T 1 n のエミッタに接続され、トランジスタ T 1 n のコレクタは直流電源線 L 2 に接続されている。ダイオード D n n のアノードはトランジスタ T n n のエミッタに接続され、トランジスタ T n n のコレクタは直流電源線 L 2 に接続されている。

【 0 1 6 2 】

40

トランジスタ T 1 p のコレクタはダイオード D 1 n のカソードに接続されている。同様に、トランジスタ T n p のコレクタはダイオード D n n のカソードに接続されている。

【 0 1 6 3 】

なお、図 2 1 には、上記各素子が、ダイオードのアノードが I G B T のエミッタに接続される例を示しているが、ダイオードのカソードが I G B T のコレクタに接続される構成を用いることも可能である。

【 0 1 6 4 】

また、上記ダイオード及び I G B T からなる各素子に代えて、逆阻止 I G B T (R B - I G B T) を用いることも可能である。

【 0 1 6 5 】

50

インダイレクトマリクスコンバータ 20A' は、クランプ回路 30A'' を備える。クランプ回路 30A'' を、例えば電解コンデンサをクランプコンデンサ C として備え、例えばモータの回生エネルギーを吸収する役割を持つ。

【0166】

当該電流形コンバータ 100A' の上下アーム側スイッチング素子のスイッチング制御は、上記図 14 及び図 15 を用いて説明した電力変換回路 2C' によるスイッチング制御と同様に行われる。

【0167】

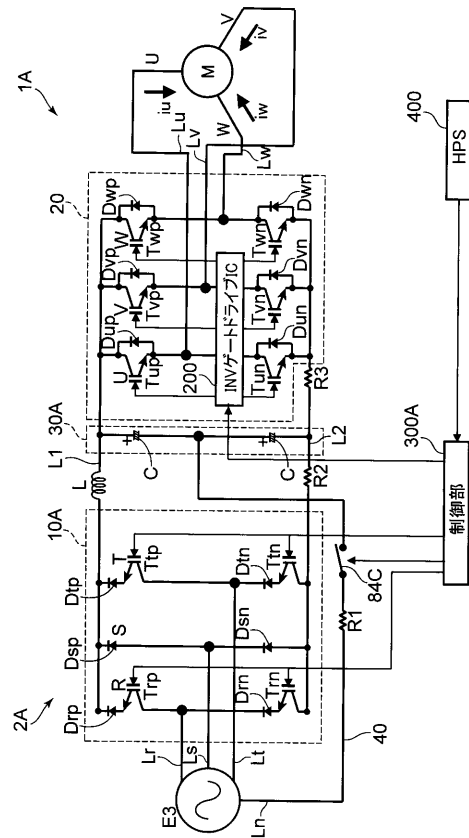
(4) 実施形態 3 では、時刻 t_g および時刻 t_{γ}' において、制御部 300C および制御部 300C' は、すべての上下アーム側スイッチング素子を非導通状態としているが、モータ M の停止時に平滑コンデンサ C への電荷チャージを停止することが目的であるから、次のような制御としてもよい。すなわち、制御部 300C による制御は、限流リレー (84C) と R、S、T 各相の 2 対の上下アーム側スイッチング素子のみ、又は限流リレー (84C) と全ての上アーム側スイッチング素子のみ、又は限流リレー (84C) と全ての下アーム側スイッチング素子のみを非導通状態とする制御であればよく、制御部 300C' による制御は、限流リレー (84C) と R 相もしくは N 相のいずれか 1 対の上下アーム側スイッチング素子、又は限流リレー (84C) と全ての上アーム側スイッチング素子のみ、又は限流リレー (84C) と全ての下アーム側スイッチング素子のみを非導通状態とする制御であればよい。

【符号の説明】

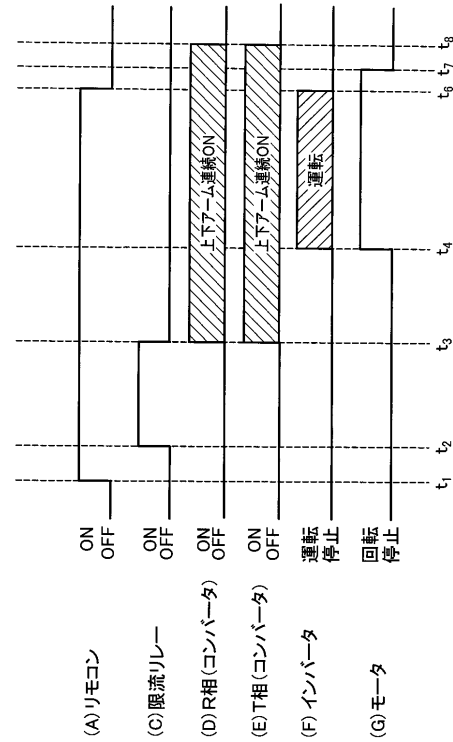
【0168】

E1 単相交流電源
 E3 三相交流電源
 1A、1A'、1B、1B'、1C、1C'、10A、10A' 空気調和装置
 M インバータモータ
 2A、2A'、2B、2B'、2C、2C'、20A、20A' 電源回路
 Lr、Ls、Lt、Ln、Ll 入力線
 L1 正側直流電源線
 L2 負側直流電源線
 C 平滑コンデンサ、クランプコンデンサ
 10A、10A'、10B、10B'、10C、10C'、100A、100A' コンバータ回路
 Trp、Tsp、Ttp、Tnp、Tlp 上アーム側スイッチング素子
 Trn、Tsn、Ttn、Tnn、Tln 下アーム側スイッチング素子
 100 コンバータゲートドライブ IC
 20 インバータ回路
 Tup、Tvp、Twp、Tun、Tvn、Twn スwitchング素子 (インバータ側スイッチング素子)
 200 インバータゲートドライブ IC
 300A、300A'、300B、300B'、300C、300C' 制御部
 400 高圧圧力スイッチ

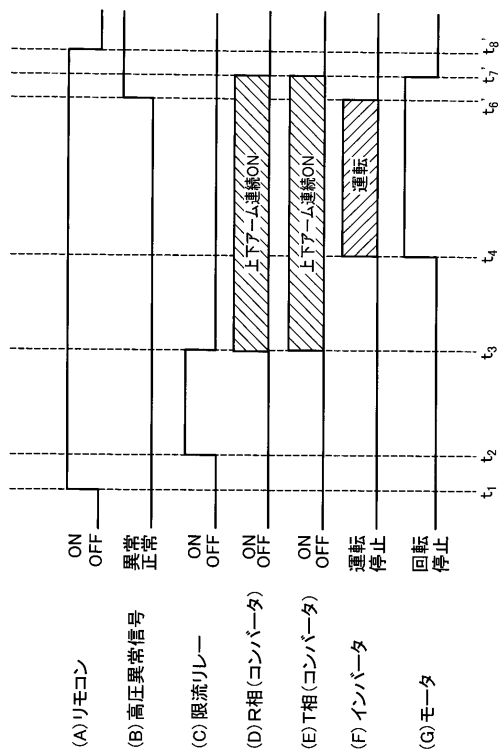
【図 1】



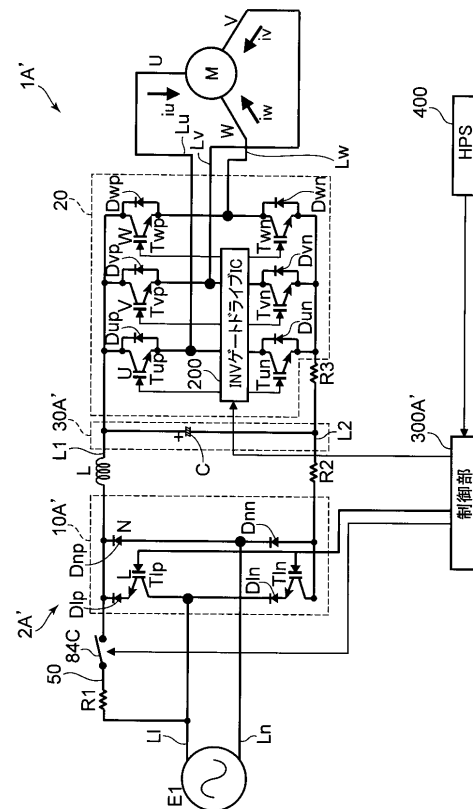
【図 2】



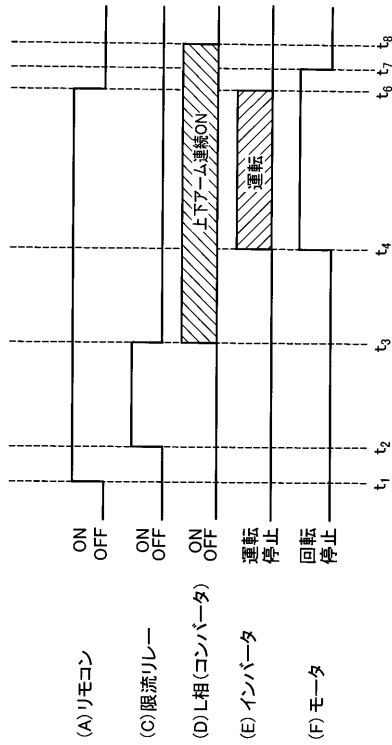
【図 3】



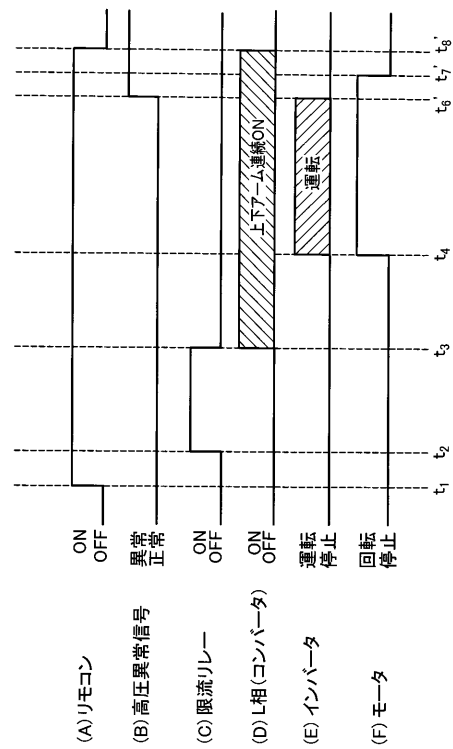
【図 4】



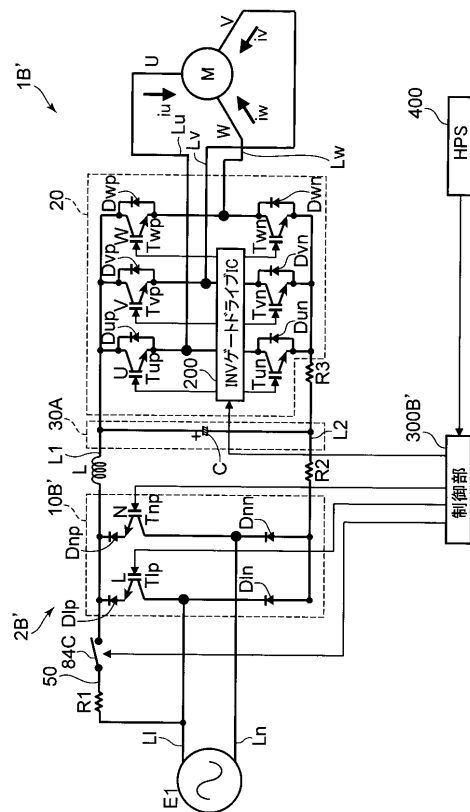
【図 5】



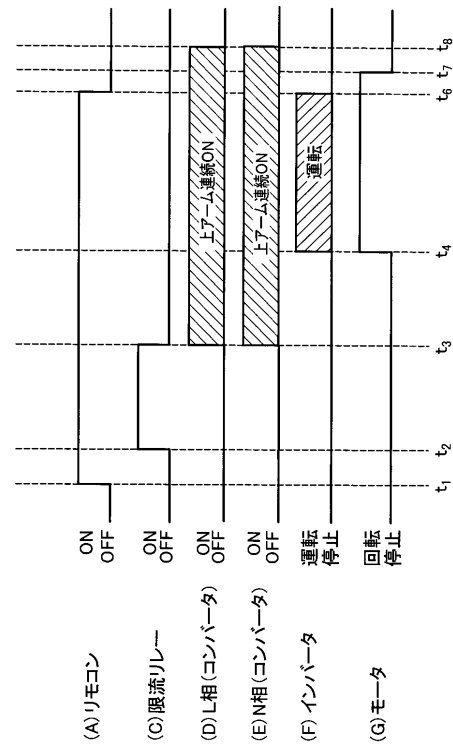
【図 6】



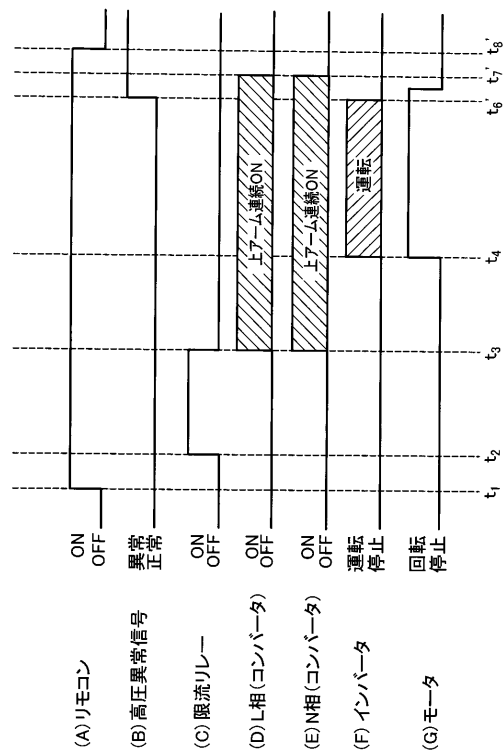
【图 7】



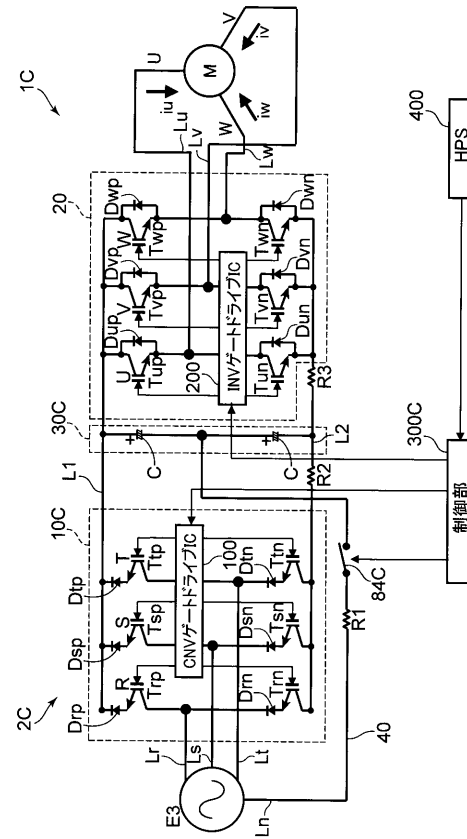
【图 8】



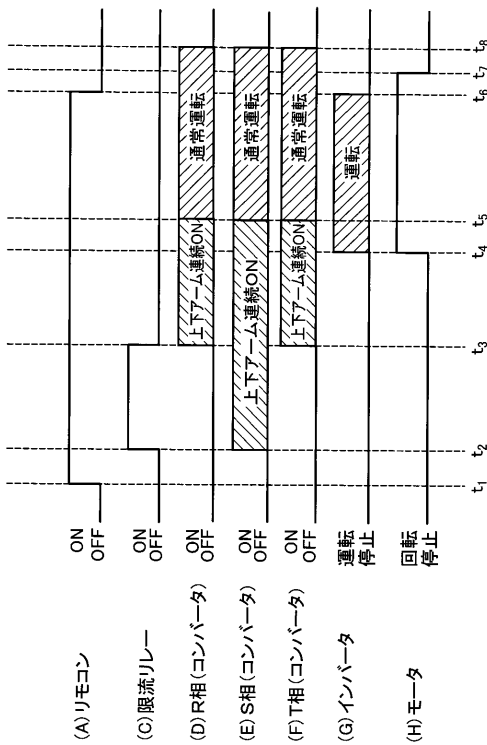
【図 9】



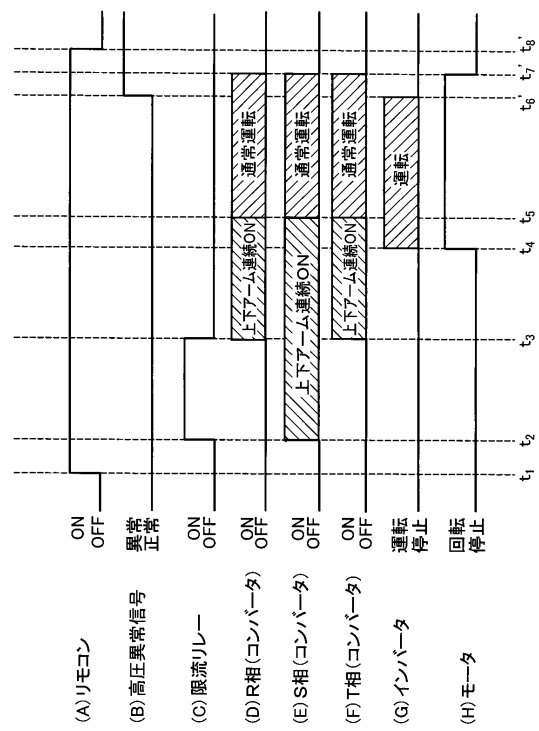
【図 10】



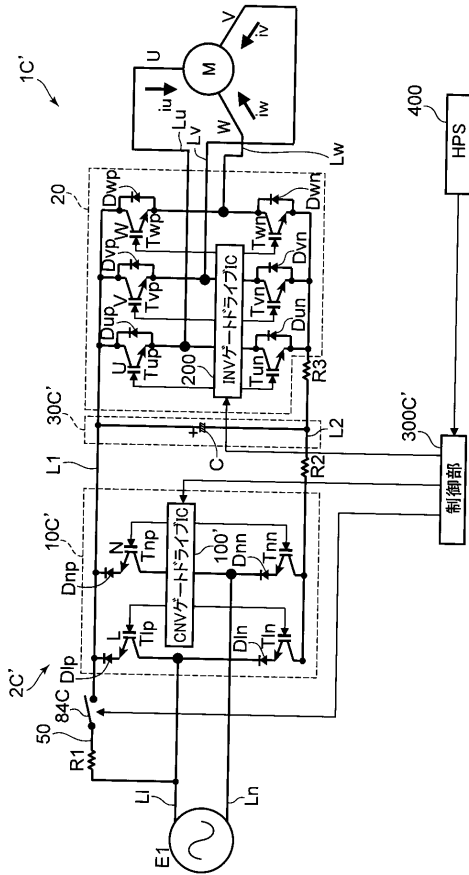
【図 11】



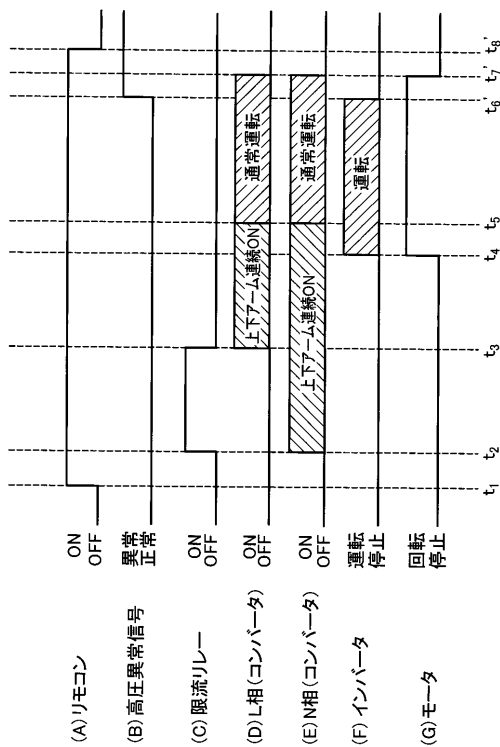
【図 12】



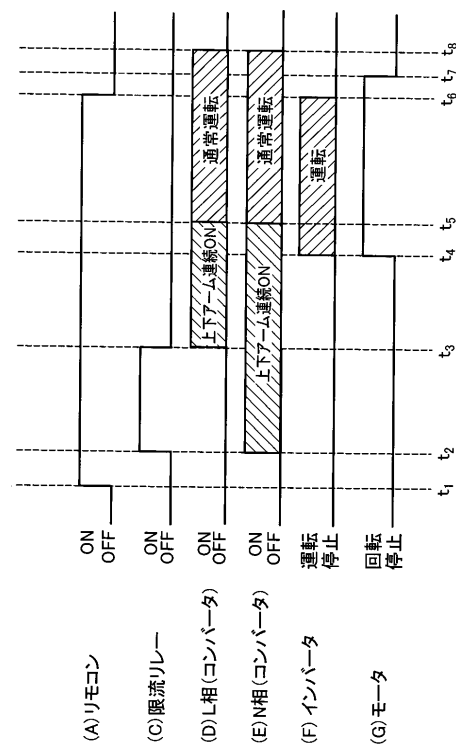
【図 1 3】



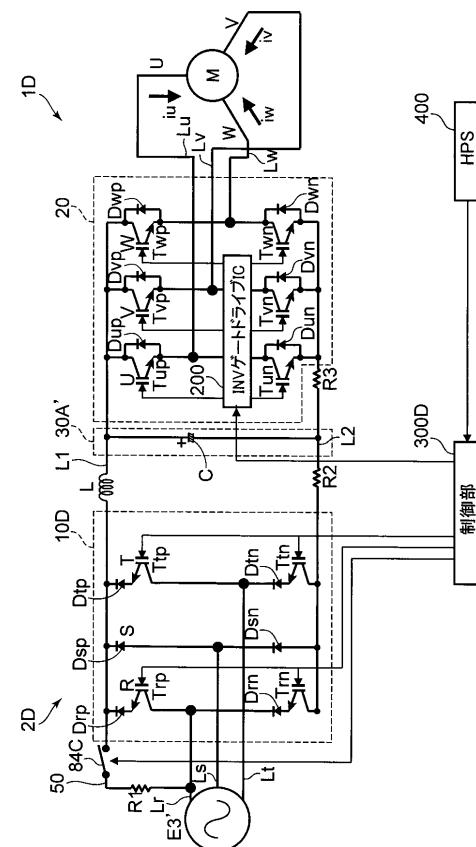
【図 15】



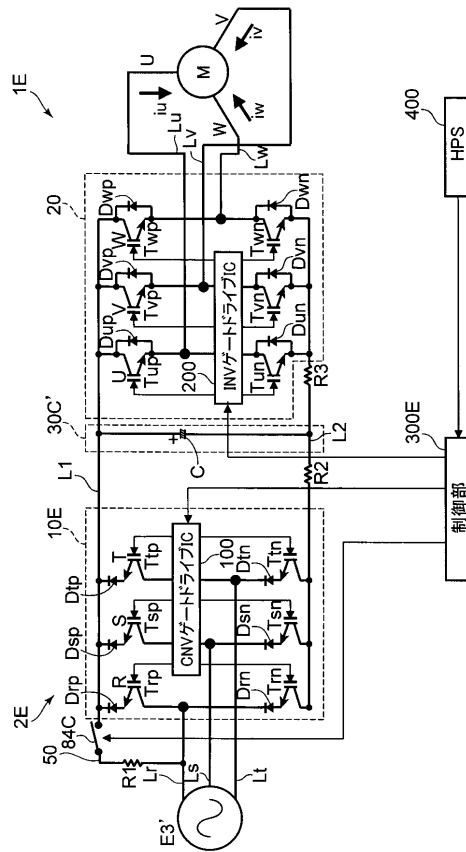
【図 14】



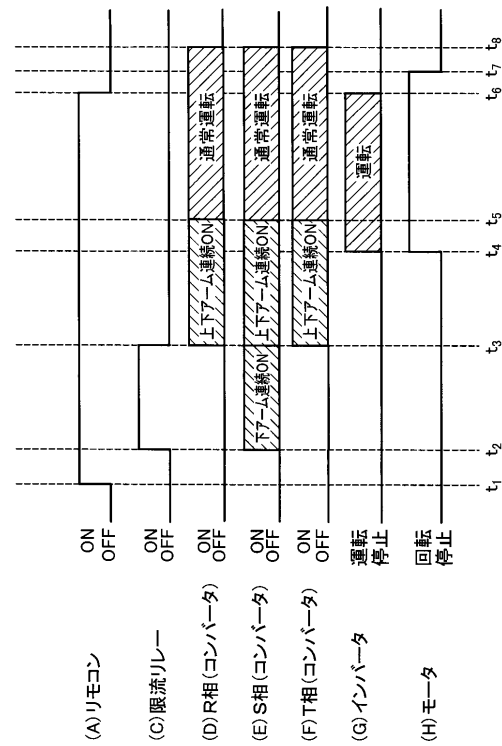
【图 1 6】



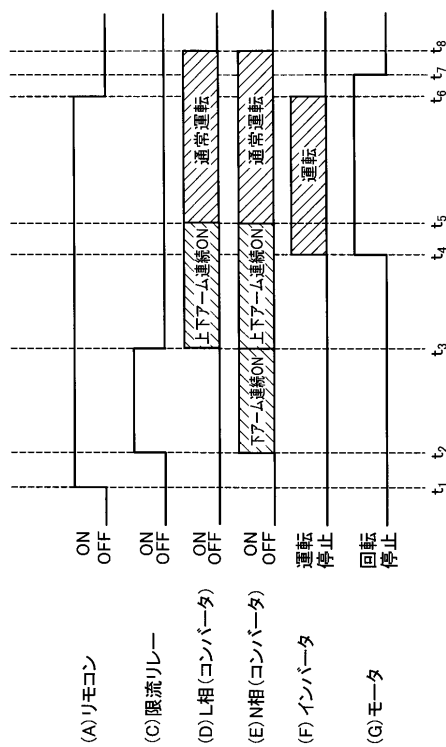
【図 17】



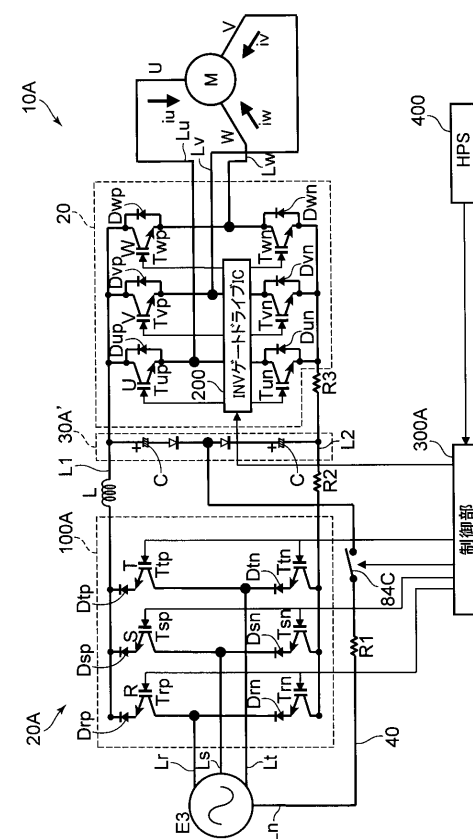
【図 18】



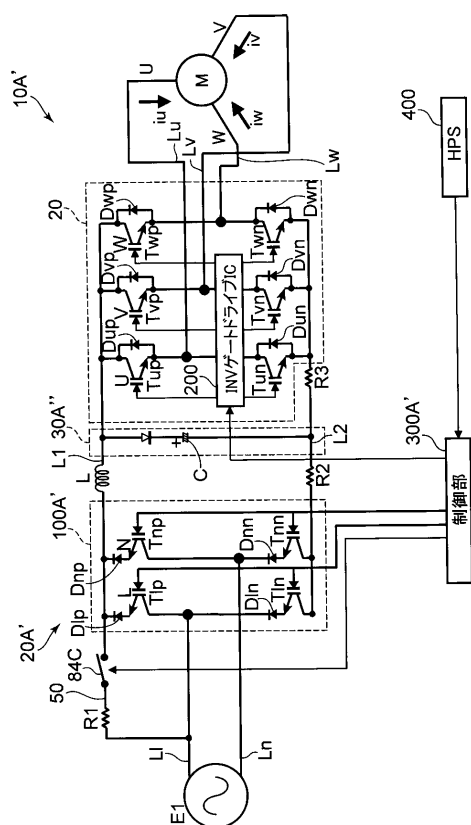
【図 19】



【図 20】



【図 2 1】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 俊彰

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開2009-207300 (JP, A)

特開2004-072846 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/12