

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年3月31日(31.03.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/047019 A1

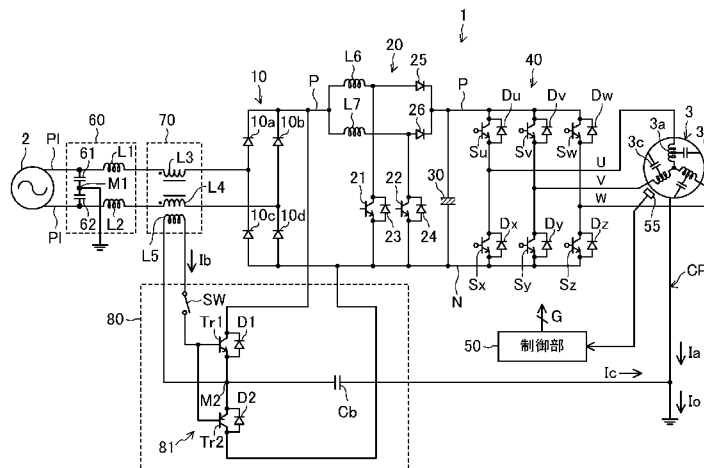
- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) H02M 1/44 (2007.01)
F24F 11/02 (2006.01) H02P 6/06 (2006.01)
F25B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003944
- (22) 国際出願日: 2015年8月5日(05.08.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-197278 2014年9月26日(26.09.2014) JP
- (71) 出願人: ダイキン工業株式会社(DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル Osaka (JP).
- (72) 発明者: 田口 泰貴(TAGUCHI, Yasutaka). 三井 淳也(MITSUI, Junya). 森口 明(MORIGUCHI, Akira).
- (74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番1号 新ダイビル23階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



50 Control unit

(57) Abstract: A power conversion device having a compressor as a load is provided with a compensation current output unit (80) for supplying compensation current (Ic) that compensates for leaked current (Ia). A control unit (50) receives the detection signal of a rotational speed sensor (55) that detects the rotational speed of the compressor (CM). When the rotational speed rises to a set rotational speed at which the leaked current (Ia) is equal to or less than a limit value (Lmax) therefor (a limit value defined, for example, by the Electrical Appliance and Material Safety Law (PSE) or the International Electrotechnical Commission (IEC)) while the compensation current output unit (80) is not operating, the compensation current output unit (80) is switched from an operating state to a stopped state. As a result, it is possible to reduce leaked current from the compressor with little power loss.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/047019 A1



【課題】圧縮機を負荷とする電力変換装置において、漏洩電流 (I_a) を補償する補償電流 (I_c) を流す補償電流出力部 (80) を設ける。制御部 (50) は、圧縮機 (CM) の回転数を検出する回転数センサ (55) の検出信号を受け、その回転数が、上記補償電流出力部 (80) が動作していない状態で上記漏洩電流 (I_a) がその制限値 (例えば電気用品安全法や I E C で規格された制限値) (L_{max}) 以下となる設定回転数に上昇したとき、補償電流出力部 (80) を動作から停止に切り換える。従って、圧縮機からの漏洩電流を少ない電力損失で低減できる。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] この発明は負荷からの漏洩電流を低減する技術に関する。

背景技術

[0002] 一般に、電力変換装置の負荷が例えば電動機などの場合には、その電動機とグラウンドとの間に存在する静電容量によって電力変換装置内のパルス電圧の出力に伴い電動機から静電容量を経てグラウンドに漏洩電流が流れる。この漏洩電流を低減するように、従来、例えば特許文献1では、漏洩電流検出器で検出した漏洩電流に対応した交流波形の検出電流、又はこの検出電流に比例したモニタ電流が流れるコイルの両端電圧の瞬時値やピーク値の大きさが所定の閾値を超えるとときに限り、上記漏洩電流を補償する補償電流を流す構成を採用している。

[0003] また、上記特許文献1では、電力変換装置に設けた力率改善回路のON状態（具体的には、内蔵するスイッチング素子のON/OFFのデューティ制御状態）では補償電流を流し、OFF状態（内蔵するスイッチング素子のOFF継続状態）では補償電流の供給を停止して、漏洩電流の大きい状態でのみ補償電流を流して、電力損失を低減する構成を採用している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5316656号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記電力変換装置において、負荷として冷凍装置の冷媒回路に配置される圧縮機が接続される場合には、運転中の圧縮機からの漏洩電流を発明者等が実測したところ、回転数が上昇すると、圧縮機内の潤滑油が圧縮機内部から冷凍装置の冷媒配管や熱交換器に多く供給されて、圧縮機自体のインピーダ

ンスが増加するため、漏洩電流は減少する特性がある。

[0006] 従って、上記の圧縮機の漏洩電流の特性から、圧縮機の起動後、その回転数が低回転数から上昇して、漏洩電流が電気用品安全法や I E C（国際電気標準規格）で定められる制限値以下となる圧縮機の回転数域では、漏洩電流をあえて低減する必要はなく、補償電流を流す必要はない。

[0007] しかしながら、上記特許文献 1 に記載の発明では、漏洩電流に対応した検出電流やコイルの両端電圧に基づく制御、及び力率改善回路の O N / O F F 状態に基づく制御は、何れも、漏洩電流が上記法規制上の制限値以下の運転状態であっても、補償電流を流すため、電力損失が増大している欠点があることが判った。

[0008] 特に、力率改善回路の O N / O F F 状態に基づく制御では、力率改善回路が電源高調波を抑制しようとして O N 動作した状態では、漏洩電流は増大するものの、この状態であっても上記法規制上の制限値以下の状態も存在するため、電力損失が増大している。

[0009] また、上記漏洩電流に対応した検出電流やコイルの両端電圧に基づく制御では、これ等の制御によって補償電流が供給されると、これにより漏洩電流が減少するため、ハンチング防止のために制御のヒステリシスを大きく設定する必要が生じる。しかし、ヒステリシスを大きく設定し過ぎると、補償電流が必要以上に流れるため、電力損失が増大し、A P F（Annual Performance Factor、通年エネルギー消費効率）が悪化する。

[0010] 更に、補償電流を流す回路（漏洩電流キャンセラー回路）が動作すると、その回路のスイッチング動作に起因して外部への E M I（Electro Magnetic Interference）ノイズ（電磁波ノイズ）が増大するため、その E M I 規格対応のためのコストが増大する欠点があった。特に、圧縮機の高回転域では、扱う電力量が増大しているため、電力変換装置に備えるコンバータ回路やインバータ回路のスイッチングノイズも増大して、E M I ノイズが増大する。従って、この高回転域では、漏洩電流キャンセラー回路、コンバータ回路及びインバータ回路の三機器のスイッチングノイズが同時発生するため、これ

等を総合した全EMIノイズを規格値内に収めるためのコストが極めて増大する欠点があった。

[0011] 本発明はかかる課題を解決するものであり、その目的は、圧縮機を負荷とする電力変換装置において、漏洩電流が電気用品安全法やIECで定める制限値以下となる運転域では、補償電流の供給を停止できる構成を採用して、電力損失を軽減すると共に、APFの向上を図ることにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の電力変換装置は、交流を直流に変換するコンバータ回路(10)と、上記コンバータ回路(10)に接続され、上記変換された直流を交流に変換するインバータ回路(40)とを備え、上記インバータ回路(40)により変換した交流を圧縮機(CM)に供給する電力変換装置において、上記圧縮機(CM)から漏洩する漏洩電流(Ia)の電流経路に上記漏洩電流(Ia)を補償する補償電流(Ic)を出力する補償電流出力部(80)と、上記圧縮機(CM)の回転数に応じて上記補償電流出力部(80)の動作と停止とを切り換える制御部(50)とを備えたことを特徴とする。

[0013] 本発明は、圧縮機の回転数に応じて補償電流出力部の動作/停止が切換制御される。圧縮機からの漏洩電流は、圧縮機の回転数に応じて大小変化するので、漏洩電流の大きさに応じて補償電流の供給及び停止を制御することが可能である。

[0014] 本発明は、上記電力変換装置において、上記制御部(50)は、上記圧縮機(CM)の回転数が、上記補償電流出力部(80)が動作していない状態で上記漏洩電流(Ia)が所定の制限値(Lmax)以下となる設定回転数(Rlh,Rlc)に上昇したとき、上記補償電流出力部(80)を動作から停止に切り換えることを特徴とする。

[0015] 本発明では、圧縮機の起動後、圧縮機からの漏洩電流が所定の制限値(例えば電気用品安全法やIEC上の制限値)以下となる設定回転数で補償電流出力部を動作から停止に切り換えるので、法規制を満たしつつ、電力損失を軽減できる。

[0016] 本発明は、上記電力変換装置において、上記圧縮機（CM）は、冷房運転モードと暖房運転モードを有する冷媒回路（90）に配置され、上記制御部（50）は、上記冷房運転モード時と暖房運転モード時とで上記設定回転数（Rlh, Rlc）を変更することを特徴とする。

[0017] 本発明では、冷房運転モード時と暖房運転モード時とで漏洩電流が所定の制限値以下となる設定回転数が変更される。従って、冷房運転時と暖房運転時とで圧縮機回転数に応じた漏洩電流の大きさが異なっても、運転モードに拘わらず、法規制を満たしつつ電力損失を軽減できる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、圧縮機の回転数に応じて補償電流の供給及び停止を制御したので、従来のように圧縮機の運転時に常に補償電流を供給する場合に比して、電力損失を軽減できると共に、APFの向上を図ることができる。

[0019] また、本発明によれば、漏洩電流が例えば法規制上の制限値以下となる圧縮機の回転数で補償電流の供給を停止できるので、法規制を満たしつつ、電力損失を軽減できる。

[0020] 更に、本発明によれば、運転モードに拘わらず、法規制を満たしつつ、電力損失を軽減できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は本発明の実施形態に係る電力変換装置の構成を示す電気回路図である。

[図2]図2は同電力変換装置に接続される圧縮機を備えた冷凍装置の冷媒回路を示す図である。

[図3]図3は同電力変換装置に接続される圧縮機の回転数に対する漏洩電流の大きさを示す特性図である。

[図4]図4は暖房運転モード時での漏洩電流の制御の様子を示す図である。

[図5]図5は冷房運転モード時での漏洩電流の制御の様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以

下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

[0023] 《発明の実施形態 1》

図 1 は、本発明の実施形態 1 に係る電力変換装置 (1) の構成を示す。この例では電力変換装置 (1) は、空気調和装置の圧縮機 (図 1 では省略) (詳しくは圧縮機を駆動するモータ (3)) に電力を供給するために用いる。

[0024] 上記モータ (3) を有する圧縮機が備えられる例えば空気調和装置の冷媒回路を図 2 に示す。同図において、圧縮機 (CM) は上記モータ (3) を内蔵すると共に、冷媒回路 (90) に配置される。

[0025] 上記冷媒回路 (90) は、圧縮機 (CM) と、四路切換弁 (93) と、空冷ファン (94a) を有する空冷室内熱交換器 (94) と、弁体がパルスモータによって駆動される開度可変な電動膨張弁 (95) と、空冷ファン (96a) を有する空冷室外熱交換器 (96) とを備え、これ等機器が冷媒配管 (97) により順に閉回路に接続して冷凍サイクルを構成している。そして、暖房運転モード時には、上記四路切換弁 (93) を実線の如く切り換えることにより、冷媒を実線矢印のように流して、室外熱交換器 (96) で吸熱した熱量を室内熱交換器 (94) で室内に放熱して暖房する一方、冷房運転モード時には、上記四路切換弁 (93) を破線の如く切り換えることにより、冷媒を破線矢印のように流して、室内熱交換器 (94) で室内から吸熱した熱量を室外熱交換器 (96) で外気に放熱して室内を冷房する。

[0026] 上記圧縮機 (CM) は、内部に破線で示すようにモータ (3) が収容される。圧縮機 (CM) の内部には、圧縮機 (CM) の回転部分等を潤滑する潤滑油が供給されている。圧縮機 (CM) の運転時、この潤滑油は冷媒と共に冷媒回路 (90) を循環して圧縮機 (CM) に戻る。

[0027] そして、上記圧縮機 (CM)、室内熱交換器 (94) の空冷ファン (94a)、電動膨張弁 (95)、及び室外熱交換器 (96) の空冷ファン (96a) には、制御部 (50) が接続され、この制御部 (50) により、圧縮機 (CM) のモータ (3) の回転数、室内熱交換器 (94) の空冷ファン (94a) の回転数、電動膨張弁 (95) の開度、及び

室外熱交換器 (96) の空冷ファン(96a)の回転数が制御される。

[0028] 図1に示すように、電力変換装置(1)は、コンバータ回路(10)、力率改善部(20)、平滑コンデンサ(30)、インバータ回路(40)、制御部(50)、ラインフィルタ(60)、漏洩電流検出部(70)、及び補償電流出力部(80)を備え、单相の交流電源(2)から供給された交流電力を所定の周波数、電圧の交流電力に変換して、モータ(3)に供給する。モータ(3)には、例えば、いわゆるIPM(Interior Permanent Magnet)モータを採用する。

[0029] このモータ(3)のケーシング(3b)は、圧縮機(CM)のケーシングが兼用されている。ケーシング(3b)(すなわち圧縮機(CM))は、空気調和装置の室外熱交換器(96)のケーシング内に固定される。このとき、モータ(3)のケーシング(3b)と空気調和装置の室外機とは電気的にも接続される。そして、室外熱交換器(96)のケーシングにはアース線が接続されて接地される。

[0030] <コンバータ回路>

コンバータ回路(10)は、交流電源(2)からの交流を直流に整流する。本実施形態では、コンバータ回路(10)は、4つのダイオード(10a~10d)がブリッジ状に結線されたダイオードブリッジ回路である。これらのダイオード(10a~10d)によって、交流電源(2)の交流電圧を全波整流して、直流電圧に変換する。

[0031] <力率改善部>

力率改善部(20)は、図1に示すように、コンバータ回路(10)と平滑コンデンサ(30)の間に設けられている。本実施形態の力率改善部(20)は、2相のインターリーブ方式で構成された2相の昇圧チョッパ回路であり、2つのリアクタ(L6,L7)、2つのスイッチング素子(21,22)、及び4つのダイオード(23,24,25,26)を備えている。力率改善部(20)では、スイッチング素子(21,22)のオンとオフを所定のデューティ比で繰り返すことで昇圧が行われ、それによりコンバータ回路(10)のダイオード(10a~10d)の導通角が増大して、力率が改善する。

[0032] <コンデンサ>

平滑コンデンサ (30) は、力率改善部 (20) によって昇圧された直流を平滑化する。この例では、平滑コンデンサ (30) には電解コンデンサを採用している。

[0033] <インバータ回路>

インバータ回路 (40) は、入力ノードが平滑コンデンサ (30) に接続され、供給された直流をスイッチングして三相交流 (U, V, W) に変換し、接続された負荷としての圧縮機 (CM) (詳しくは、モータ (3)) に供給する。

[0034] 本実施形態のインバータ回路 (40) は、三相交流をモータ (3) に出力するために、ブリッジ結線された6個のスイッチング素子 ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) を備えている。詳しくは、インバータ回路 (40) は、2つのスイッチング素子を互いに直列接続した3つのスイッチングレグを備え、各スイッチングレグにおける上アームのスイッチング素子 (S_u, S_v, S_w) と下アームのスイッチング素子 (S_x, S_y, S_z) との midpoint が、それぞれモータ (3) の各相のコイル (後述) に接続されている。また、各スイッチング素子 ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) には、還流ダイオード ($D_u, D_v, D_w, D_x, D_y, D_z$) が逆並列接続されている。

[0035] インバータ回路 (40) は、これらのスイッチング素子 ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) のスイッチング動作によって、供給された直流をスイッチングして三相交流電圧に変換し、モータ (3) へ供給する。このスイッチング動作の制御は制御部 (50) が行う。

[0036] <制御部>

制御部 (50) は、マイクロコンピュータ (図示は省略) とそれを動作させるプログラムを格納したメモリデバイス (マイクロコンピュータに内蔵してもよい) を有している。制御部 (50) は、インバータ回路 (40) の各スイッチング素子 ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) に制御信号 (G) を出力してスイッチング動作を制御することによって、モータ (3) を制御する。この例では、制御部 (50) は、モータ (3) の制御に d-q 軸ベクトル制御を用いる。

[0037] <ラインフィルタ>

ラインフィルタ (60) は、2つのリアクタ (L1,L2) と、2つのコンデンサ (61,62) を備えている。リアクタ (L1,L2) は、交流電源 (2) の電力を受け、交流入力線 (Pl) 上に設けられている。また、コンデンサ (61,62) 同士は直列接続され、2つの交流入力線 (Pl) 間に接続されている。2つのコンデンサ (61,62) の中点 (M1) は、アース線を介して、グラウンドに接続されている。

[0038] <漏洩電流検出部>

漏洩電流検出部 (70) は、モータ (3) からの漏洩電流 (Ia) (後に詳述) に相関する検出電流 (Ib) を検出する。この例では、図1に示すように、漏洩電流検出部 (70) は、1対のコモンモードチョークコイル (L3,L4) 、及び検出コイル (L5) を備えている。コモンモードチョークコイル (L3,L4) は、ラインフィルタ (60) とコンバータ回路 (10) の間の交流入力線 (Pl) 上に設けられている。また、検出コイル (L5) は、コモンモードチョークコイル (L3,L4) に誘導結合されている。それにより、検出コイル (L5) には、交流入力線 (Pl) 間の電流の差分に応じた検出電流 (Ib) が流れることになる。この差分は漏洩電流 (Ia) によって変動し、検出電流 (Ib) は漏洩電流 (Ia) に相関する。

[0039] <補償電流出力部>

補償電流出力部 (80) は、後に詳述するプッシュプル回路 (81) によって、漏洩電流 (Ia) を打ち消すための補償電流 (Ic) を、漏洩電流 (Ia) の電流経路 (CP) (後述) に供給する。具体的には、補償電流出力部 (80) は、検出電流 (Ib) をプッシュプル回路 (81) によって増幅し、それを漏洩電流 (Ia) に重畳する。

[0040] プッシュプル回路 (81) は、図1に示すように、2つのトランジスタ (Tr1, Tr2) 、2つのダイオード (D1,D2) 、及びカップリングコンデンサ (Cb) を備えている。カップリングコンデンサ (Cb) は直流を遮断するためのものであり、一例として、4700pFのコンデンサを用いた。

[0041] トランジスタ (Tr1) はNPN型のトランジスタであり、トランジスタ (Tr

2) はPNP型のトランジスタである。そして、トランジスタ (Tr1) とトランジスタ (Tr2) とは直列接続されている。具体的には、トランジスタ (Tr1) の電流流出側の被制御端子と、トランジスタ (Tr2) の電流流入側の被制御端子とが、互いに接続されている。これらのトランジスタ (Tr1, Tr2) の中点 (M2) は、カップリングコンデンサ (Cb) を介して、後に詳述するように、漏洩電流 (Ia) の電流経路 (CP) に接続されている。

[0042] また、トランジスタ (Tr1) には、ダイオード (D1) が逆並列接続され、トランジスタ (Tr2) には、ダイオード (D2) が逆並列接続されている。トランジスタ (Tr1) やトランジスタ (Tr2) には、逆バイアス電圧が作用する場合があります、その電圧がトランジスタ (Tr1, Tr2) の耐圧を超えると破損に到る。そこで、これらのダイオード (D1, D2) によって、各トランジスタ (Tr1, Tr2) を過電圧から保護している。

[0043] また、トランジスタ (Tr1) の電流流入側の被制御端子は、コンバータ回路 (10) の正側出力、詳しくは、コンバータ回路 (10) とインバータ回路 (40) 間の正側の直流母線 (P) に接続されている。一方、トランジスタ (Tr2) の電流流出側の被制御端子は、コンバータ回路 (10) の負側出力、詳しくは、コンバータ回路 (10) とインバータ回路 (40) 間の負側の直流母線 (N) に接続されている。

[0044] そして、両トランジスタ (Tr1, Tr2) の制御端子には、検出電流 (Ib) が供給される。これにより、プッシュプル回路 (81) では、漏洩電流 (Ia) に related 大きさの補償電流 (Ic) を出力することができる。なお、検出電流 (Ib) の極性は、補償電流 (Ic) が漏洩電流 (Ia) とは逆相となるように設定されている。

[0045] ー補償電流出力部 (80) の出力の接続ー

モータ (3) では、コイル (3a) とそのケーシング (3b) との間には浮遊容量 (3c) が形成されている (図1参照)。そのため、インバータ回路 (40) のスイッチングにともなってモータ (3) のコイル (3a) に電圧変動 (dv/dt) を生ずると、モータ (3) のケーシング (3b) からは漏洩電流 (Ia) が流出

する。そして、漏洩電流 (I_a) は、モータ (3) のケーシング (3b) (この例では圧縮機 (CM) のケーシング)、室外熱交換器 (96) のケーシング、及び室外熱交換器 (96) のアース線を電流経路 (CP) としてグラウンドに流れる。

[0046] そこで、本実施形態では、補償電流出力部 (80) の出力 (カップリングコンデンサ (C_b)) は、一例として、モータ (3) のケーシング (3b) に接続してある。勿論、この接続点は例示であり、電流経路 (CP) 上の他の部位も選択可能である。

[0047] ー補償電流出力部 (80) の制御ー

上記補償電流出力部 (80) には、この補償電流出力部 (80) の動作/停止を切り換えるために、スイッチ (SW) が配置される。スイッチ (SW) は、具体的には、漏洩電流検出部 (70) の検出コイル (L_5) で検出した検出電流 (I_b) を2つのトランジスタ (Tr_1, Tr_2) の制御端子に供給する配線経路に配置される。従って、スイッチ (SW) の開動作時には、プッシュプル回路 (81) がOFF動作して、補償電流 (I_c) の生成、出力が停止する。

[0048] 上記スイッチ (SW) は、上記制御部 (50) により開/閉制御される。制御部 (50) には、この制御を行うために、図3に示す予め測定した圧縮機 (CM) の特性図が記憶されている。

[0049] 上記特性図は、横軸に圧縮機 (CM) の回転数 (すなわち、モータ (3) の回転数)、縦軸に圧縮機 (CM) から漏洩する漏洩電流 (I_a) をとっている。この特性図では、上記補償電流出力部 (80) の停止時、すなわち、補償電流の供給がない場合の漏洩電流特性が、空気調和装置の冷房運転モード時と暖房運転モード時との2通り描かれている。両運転モード時の特性 (CHhoff)、(CHcoff) は、圧縮機 (CM) の起動後、低回転数からの上昇に応じて当初は漏洩電流は増大するが、その後は回転数の上昇に応じて漏洩電流が漸次減少する特性である。このような特性の傾向は、圧縮機 (CM) の回転数がある程度上昇すると、それに応じて圧縮機 (CM) からの潤滑油の吐出量が増大して、モータ (3) のコイル (3a) が圧縮機 (CM) 内に溜まった潤滑油の上方に露出する部位が多くなるため、圧縮機 (CM) のインピーダンスが増加して、漏

洩電流が漸次減少するからである。

[0050] また、上記2つの特性 (CHhoff)、(CHcoff) のうち、冷房運転モード時の特性 (CHcoff) は、暖房運転モード時の特性 (CHhoff) に比して、発生する漏洩電流は全回転数域で小さい。その理由は、冷房運転モード時では、暖房運転モード時に比べて室内熱交換器 (94) 内への潤滑油の溜まり込み量が多く、圧縮機 (CM) 内での潤滑油の油量が少ないため、圧縮機 (CM) のインピーダンスが暖房運転モード時よりも高いからである。

[0051] そして、上記暖房運転モード時の特性 (CHhoff) では、漏洩電流のピーク値 (Iph) での回転数は回転数 (Rph) であり、前記ピーク値 (Iph) よりも低くて電気用品安全法や IEC で規格された制限値 (Lmax) に対応する設定回転数は、回転数 (Rlh) である。一方、冷房運転モード時の特性 (CHcoff) では、漏洩電流のピーク値 (Ipc) での回転数は回転数 (Rpc) であり、暖房運転モード時の特性 (CHhoff) でのピーク回転数 (Rph) よりも低い ($Rpc < Rph$)。また、冷房運転モード時の特性 (CHcoff) において、上記制限値 (Lmax) に対応する設定回転数は回転数 (Rlc) であり、暖房運転モード時の特性 (CHcoff) での設定回転数 (Rlh) よりも低い ($Rlc < Rlh$)。図3では、補償電流出力部 (80) の停止状態での上記2つの漏洩電流特性 (CHhoff)、(CHcoff) と共に、補償電流出力部 (80) の動作時、すなわち、補償電流を流した場合の漏洩電流特性 (CHon) を描いている。この漏洩電流特性 (CHon) では、全回転数域で、上記補償電流出力部 (80) の停止状態での2つの漏洩電流特性 (CHhoff)、(CHcoff) よりも漏洩電流は小さいし、そのピーク値は上記制限値 (Lmax) よりも低い。

[0052] そして、上記制御部 (50) は、図1に示したように、上記圧縮機 (CM) (モータ (3)) の回転数を検出する回転数センサ (55) の回転数信号を受け、この回転数に基づいて上記補償電流出力部 (80) のスイッチ (SW) を開閉制御する。具体的に、制御部 (50) は、圧縮機 (CM) の起動後、その回転数が上記制限値 (Lmax) に対応する設定回転数 (Rlh, Rlc) になるまで、すなわち、暖房運転モード時では特性 (CHcoff) の設定回転数 (Rlh) 未満の回転数域

(ARhL)、冷房運転モード時では特性(CHcoff)の設定回転数(Rlc)未満の回転数域(ARcL)において、スイッチ(SW)を閉制御して、補償電流出力部(80)を動作させ、補償電流(Ic)を流す。一方、圧縮機(CM)の回転数が上記設定回転数(Rlh,Rlc)に達すると、スイッチ(SW)を開制御して、補償電流出力部(80)を停止させ、補償電流(Ic)の供給を停止させる。その後は、上記設定回転数(Rlh,Rlc)を越える回転数域(ARhH,ARcH)で上記補償電流出力部(80)の停止制御を継続する。

[0053] <電力変換装置の動作>

インバータ回路(40)がスイッチング動作を行うと、圧縮機(CM)のモータ(3)からは漏洩電流(Ia)が流れ出す。漏洩電流(Ia)が流れると、交流入力線(Pl)間の電流の差分が変動し、漏洩電流検出部(70)の検出コイル(L5)には、その差分に応じた電圧が生じる。漏洩電流検出部(70)は、補償電流出力部(80)のスイッチ(SW)が閉状態では、検出電流(Ib)を補償電流出力部(80)に出力する。

[0054] 補償電流出力部(80)では、スイッチ(SW)の閉状態にて、検出電流(Ib)が両トランジスタ(Tr1,Tr2)の制御端子に入力される。そうすると、検出電流(Ib)の極性に応じて何れかのトランジスタ(Tr1,Tr2)が増幅動作を行い、補償電流(Ic)が電流経路(CP)に出力される。この補償電流(Ic)は漏洩電流(Ia)とは逆相の電流であり、トランジスタ(Tr1,Tr2)の増幅率や検出コイル(L5)の巻数などを適宜設定しておくことで、漏洩電流(Ia)を十分に低減できる大きさの電流となる。そのため、補償電流(Ic)が漏洩電流(Ia)と合流すると、アースに流れ込む電流(Io)(図1参照)が低減する。

[0055] ー補償電流出力部(80)の動作ー

圧縮機(CM)の起動後、圧縮機(CM)の回転数が図3の制限値(Lmax)に対応する設定回転数(暖房運転モード時では回転数(Rlh)、冷房運転モード時では回転数(Rlc))未満の領域(ARhL)、(ARcL)では、制御部(50)は補償電流出力部(80)のスイッチ(SW)を閉制御する。従って、補償電流出

力部 (80) には、上記の通り漏洩電流検出部 (70) からの検出電流 (I_b) が流れ、補償電流 (I_c) が電流経路 (CP) に供給されて、漏洩電流 (I_a) が減少する。

[0056] そして、圧縮機 (CM) の回転数が上記回転数域 (AR_{hL})、(AR_{cL}) から上昇し、制限値 (L_{max}) に対応する設定回転数 (R_{lh})、(R_{lc}) に達すると、制御部 (50) が補償電流出力部 (80) のスイッチ (SW) を開制御するので、補償電流出力部 (80) は動作を停止し、補償電流 (I_c) の供給は停止される。そして、その後、圧縮機 (CM) の回転数の上昇に伴い設定回転数 (R_{lh})、(R_{lc}) 以上の回転数域 (AR_{hH})、(AR_{cH}) に入ると、制御部 (50) は補償電流出力部 (80) のスイッチ (SW) の開制御を保持する。

[0057] 従って、暖房運転モード時には、図4に破線で示したように、制限値 (L_{max}) に対応する設定回転数 (R_{lh}) 未満の回転数域 (AR_{hL}) では、補償電流出力部 (80) が動作し、補償電流 (I_c) が流れて、漏洩電流 (I_a) は制限値 (L_{max}) 未満となる。そして、設定回転数 (R_{lh}) に達した後は、補償電流出力部 (80) が停止して、漏洩電流 (I_a) は制限値 (L_{max}) に上昇した後、徐々に低下する。

[0058] 同様に、冷房運転モード時には、図5に一点鎖線で示したように、制限値 (L_{max}) に対応する設定回転数 (R_{lc}) 未満の回転数域 (AR_{cL}) では、補償電流出力部 (80) が動作し、補償電流 (I_c) が流れて、漏洩電流 (I_a) は制限値 (L_{max}) 未満となる。そして、設定回転数 (R_{lc}) に達した後は、補償電流出力部 (80) が停止して、漏洩電流 (I_a) は制限値 (L_{max}) に上昇した後、徐々に低下する。

[0059] <本実施形態の効果>

以上のように、本実施形態によれば、圧縮機 (CM) の回転数に応じて補償電流出力部 (80) の動作/停止を切換制御して、必要に応じて補償電流 (I_c) の供給を停止できるので、従来のように補償電流の供給を常に行う場合に比して、電力損失を軽減できる。

[0060] 特に、電気用品安全法やIECで規格された制限値 (L_{max}) に対応する圧

縮機の回転数 (Rlh)、(Rlc) を予め実測し、圧縮機 (CM) の起動後、その回転数が上記制限値 (Lmax) に対応する設定回転数 (Rlh)、(Rlc) 以上に上昇した後は、補償電流出力部 (80) を停止させたので、漏洩電流 (Ia) の大きさの法規制を満たしつつ、電力損失の増大を有効に抑制することが可能である。

[0061] また、暖房運転モード時と冷房運転モード時とで上記制限値 (Lmax) に対応する設定回転数 (Rlh, Rlc) を変更したので、冷媒回路 (90) の暖房及び冷房の運転モードに拘わらず、法規制を満たしつつ電力損失を最大限低減することが可能である。

[0062] 《その他の実施形態》

なお、上記実施形態のコンバータ回路 (10) の構成は例示であり、他にブリッジレスコンバータ回路など、種々の整流回路を採用できる。また、インバータ回路 (40) についても構成は例示であり、種々の回路を採用できる。同様に、漏洩電流検出部 (70) や補償電流出力部 (80) の構成についても他の種々の構成が採用可能であるし、補償電流出力部 (80) に設けるスイッチ (SW) の位置はカップリングコンデンサ (Cb) 側であっても良い。

[0063] 更に、上記実施形態の力率改善部 (20) は必須ではないし、交流電源 (2) には、三相の交流電源を採用してもよい。加えて、空気調和装置の冷媒回路は例示であり、他の種々の構成を採用可能であるし、空気調和装置に限らず冷凍装置であれば良い。

産業上の利用可能性

[0064] 本発明は、圧縮機を駆動する電力変換装置として有用である。

符号の説明

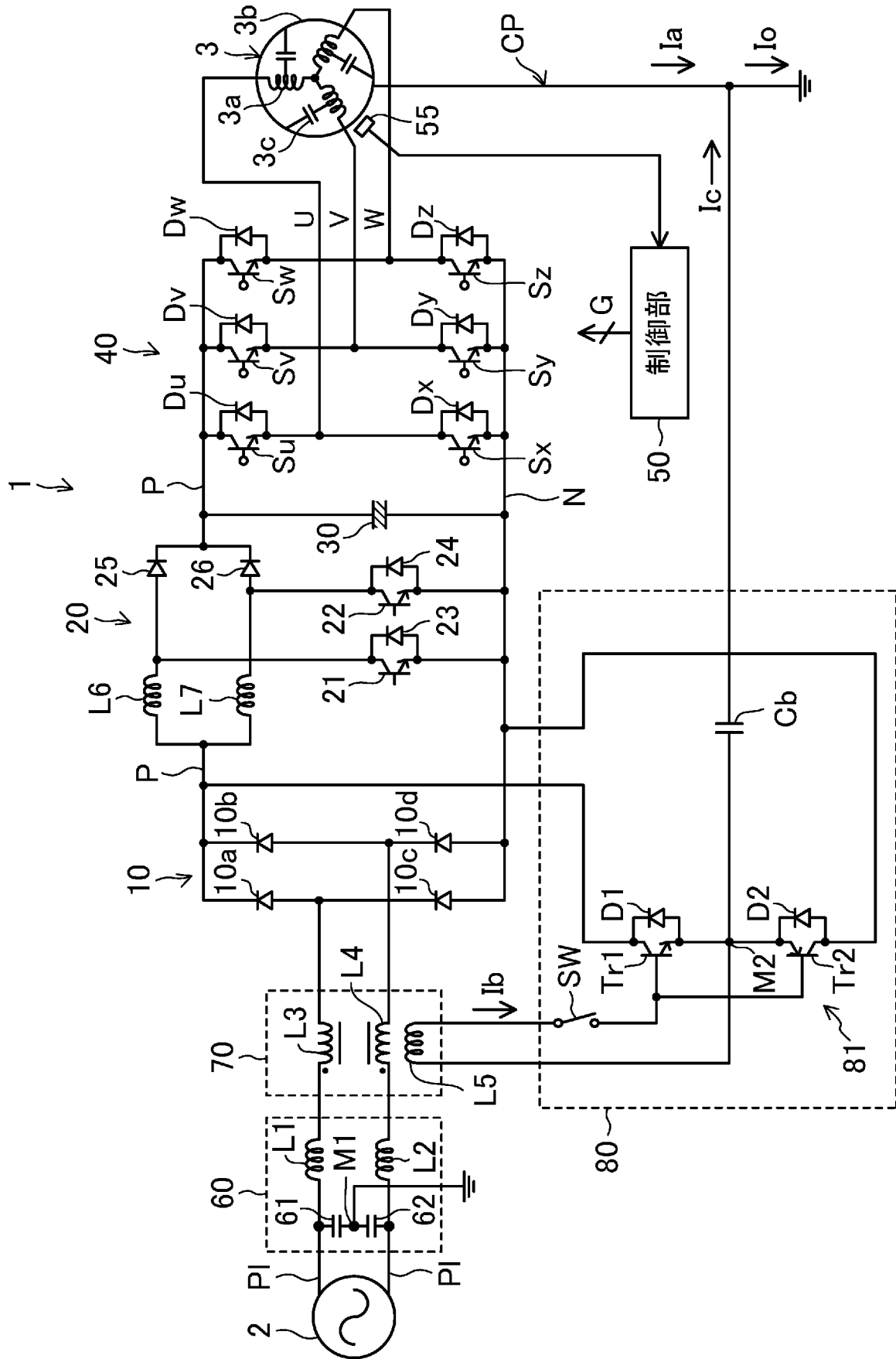
[0065]	1	電力変換装置
	CM	圧縮機
	3	モータ
	10	コンバータ回路
	40	インバータ回路

5 0	制御部
5 5	回転数センサ
7 0	漏洩電流検出部
8 0	補償電流出力部
SW	スイッチ

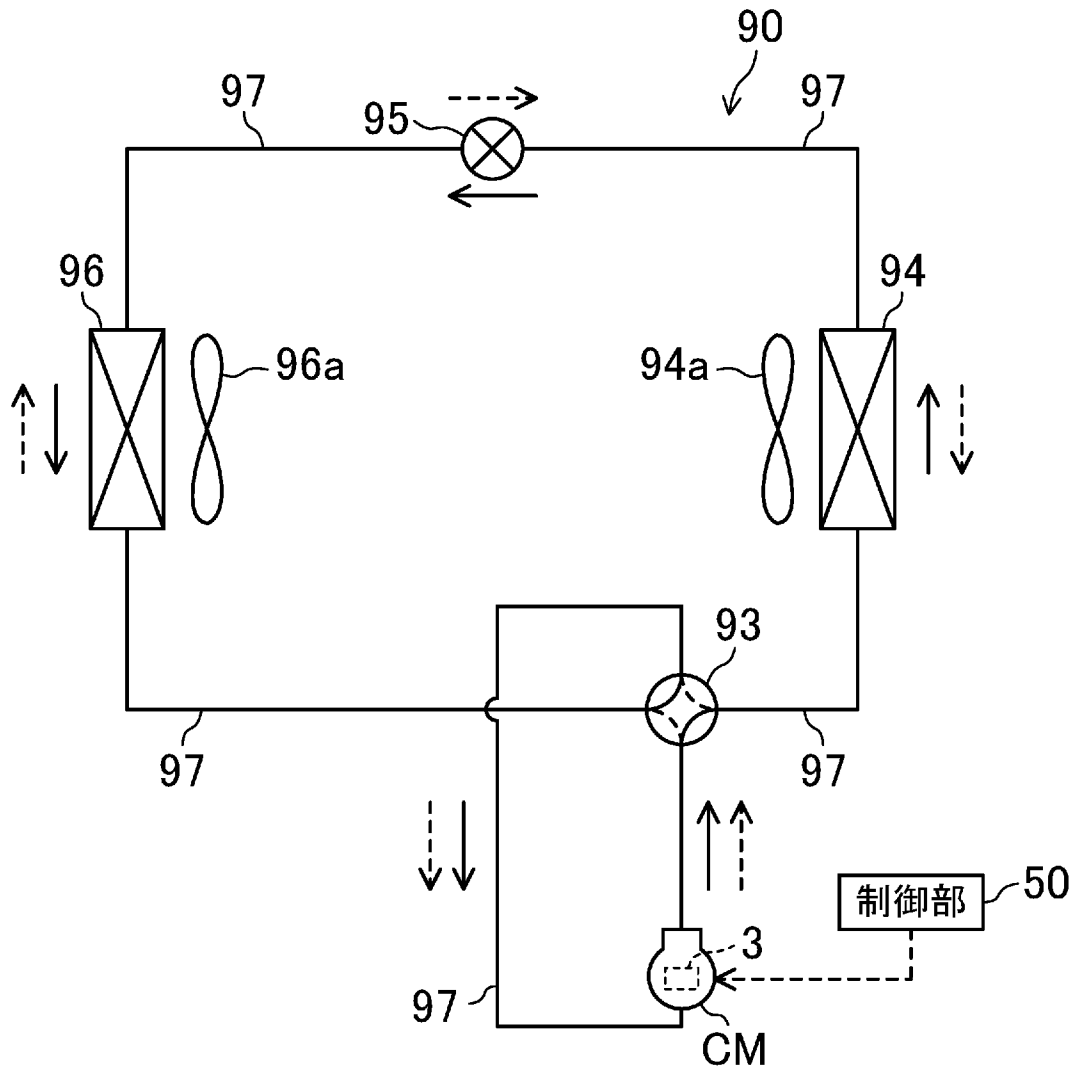
請求の範囲

- [請求項1] 交流を直流に変換するコンバータ回路（10）と、
上記コンバータ回路（10）に接続され、上記変換された直流を交流に変換するインバータ回路（40）とを備え、
上記インバータ回路（40）により変換した交流を圧縮機（CM）に供給する電力変換装置において、
上記圧縮機（CM）から漏洩する漏洩電流（ I_a ）の電流経路に上記漏洩電流（ I_a ）を補償する補償電流（ I_c ）を出力する補償電流出力部（80）と、
上記圧縮機（CM）の回転数に応じて上記補償電流出力部（80）の動作と停止とを切り換える制御部（50）と
を備えたことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 上記請求項1記載の電力変換装置において、
上記制御部（50）は、
上記圧縮機（CM）の回転数が、上記補償電流出力部（80）が動作していない状態で上記漏洩電流（ I_a ）が所定の制限値（ L_{max} ）以下となる設定回転数（ R_{lh} , R_{lc} ）に上昇したとき、上記補償電流出力部（80）を動作から停止に切り換える
ことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 上記請求項2記載の電力変換装置において、
上記圧縮機（CM）は、冷房運転モードと暖房運転モードを有する冷媒回路（90）に配置され、
上記制御部（50）は、
上記冷房運転モード時と暖房運転モード時とで上記設定回転数（ R_{lh} , R_{lc} ）を変更する
ことを特徴とする電力変換装置。

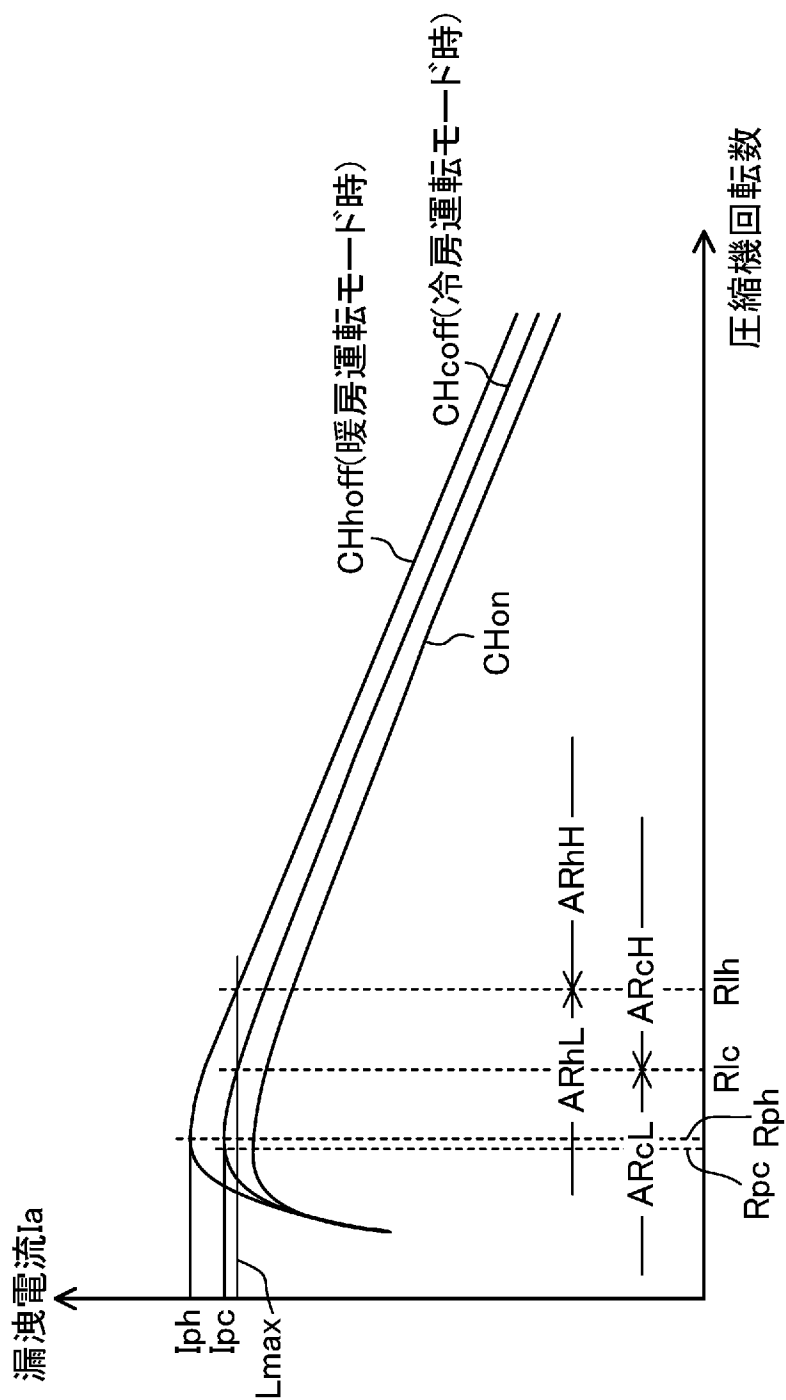
[図1]



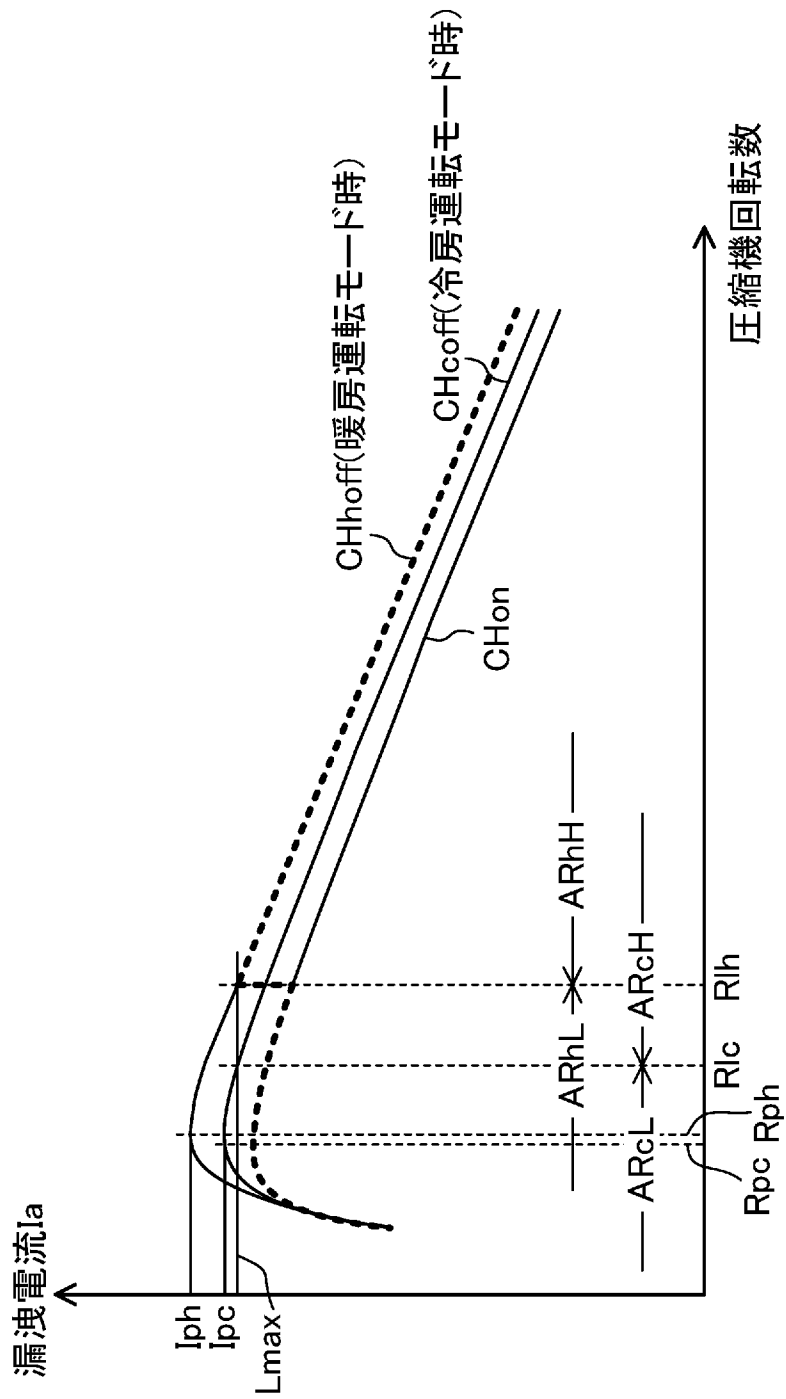
[図2]



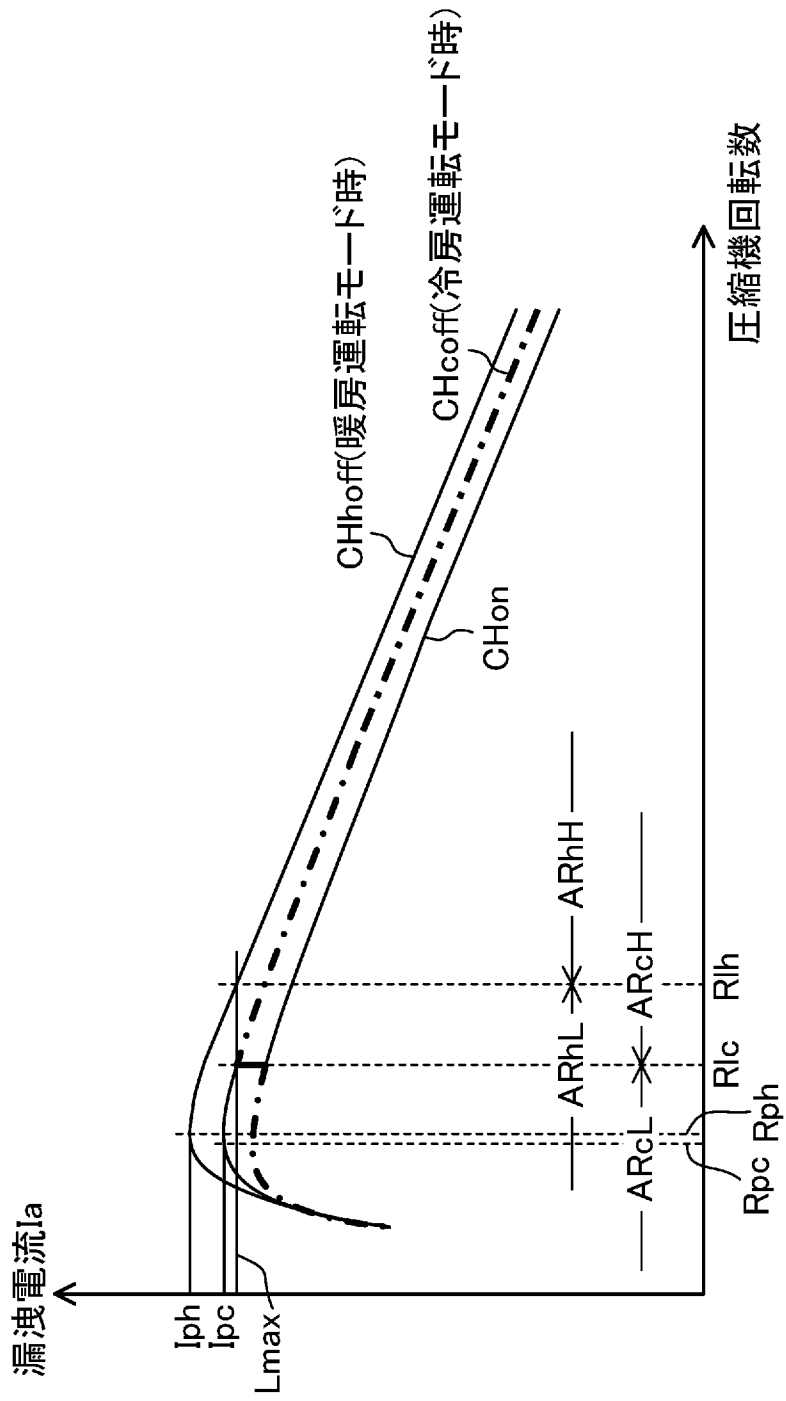
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/003944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/48(2007.01)i, F24F11/02(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, H02M1/44(2007.01)i, H02P6/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02M7/48, F24F11/02, F25B1/00, H02M1/44, H02P6/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2015</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2015</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2015</i>

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<i>WO 2013/111403 A1 (Daikin Industries, Ltd.), 01 August 2013 (01.08.2013), paragraphs [0025] to [0043]; fig. 1 & JP 2013-158099 A & US 2015/0009725 A1 paragraphs [0032] to [0052]; fig. 1 & EP 2808987 A1 & CN 104067496 A & KR 10-2014-0110010 A</i>	1-3
A	<i>JP 2002-272132 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 September 2002 (20.09.2002), paragraphs [0042] to [0060]; fig. 4 to 17 & US 5748459 A specification, column 9, line 62 to column 15, line 4; fig. 4 to 17 & EP 780960 A1 & DE 69611977 T2 & KR 10-0274292 B1 & CN 1159675 A</i>	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27 October 2015 (27.10.15)	Date of mailing of the international search report 02 November 2015 (02.11.15)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003944

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-364344 A (Hitachi Home & Life Solution, Inc.), 24 December 2004 (24.12.2004), paragraphs [0020] to [0030]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i, F24F11/02(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, H02M1/44(2007.01)i, H02P6/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02M7/48, F24F11/02, F25B1/00, H02M1/44, H02P6/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2013/111403 A1（ダイキン工業株式会社）2013.08.01, 段落 0025-0043, 図1 & JP 2013-158099 A & US 2015/0009725 A1, 段落 0032-0052, 図1 & EP 2808987 A1 & CN 104067496 A & KR 10-2014-0110010 A	1-3
A	JP 2002-272132 A（三菱電機株式会社）2002.09.20, 段落 0042-0060, 図4-17 & US 5748459 A, 明細書第9欄62行-第15欄4行, 図4-17 & EP 780960 A1 & DE 69611977 T2 & KR 10-0274292 B1 & CN 1159675 A	1-3

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 27.10.2015	国際調査報告の発送日 02.11.2015
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 宮地 将斗 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V	5068
--	---	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-364344 A (日立ホーム・アンド・ライフ・ソリューション株式会社) 2004. 12. 24, 段落 0020-0030, 図 1-8 (ファミリーなし)	1-3