

(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12月22日(22.12.2016)



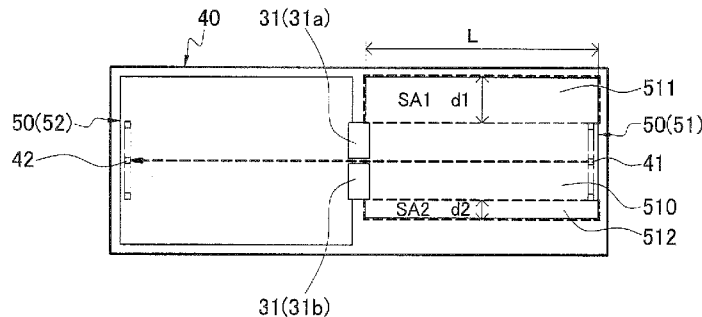
(10) 国際公開番号
WO 2016/204044 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) H01C 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/067073
- (22) 国際出願日: 2016年6月8日(08.06.2016)
- (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 2015-122107 2015年6月17日(17.06.2015) 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: 土居 弘宜(DOI, Hirotaka), 堂前 浩(DOUMAE, Hiroshi), 児山 卓嗣(KOYAMA, Takuji), 竹添 美智也(TAKEZOE, Michiya), 小寺 圭人(KOTERA, Keito), 山本 将央(YAMAMOTO, Masahiro), 小山 義次(KOYAMA, Yoshitsugu), 鍵村 紀雄(KAGIMURA, Sumio).
- (74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪
- (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).

[続葉有]

(54) Title: INVERTER DEVICE

(54) 発明の名称: インバータ装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an inverter device having improved current detection precision by suppressing the variation in the distribution of current flowing through a shunt resistor without using a separate member. In a printed circuit board (40) of this inverter device (20), a first conductive pattern part (51) connected to a shunt resistor (31) includes: a first central region (510); a first rightward protruding region (511) protruding to the right from the first central region (510); and a first leftward protruding region (512) protruding to the left from the first central region (510). The ratio SA2/SA1 of the area SA2 of the first leftward protruding region (512) to the area SA1 of the first rightward protruding region (511) is set within a range of 0.6-1.6, and thus the variation in the distribution of the current flowing through the shunt resistor (31) can be suppressed.

(57) 要約: 別部材を用いることなく、シャント抵抗を流れる電流の分布のバラツキを抑制して電流検出の精度を向上させた、インバータ装置を提供することにある。インバータ装置(20)のプリント基板(40)では、シャント抵抗(31)に繋がる第1導電パターン部(51)は、第1中央領域(510)と、第1中央領域(510)よりも右側方にはみ出る第1右側膨出領域(511)と、第1中央領域(510)よりも左側方にはみ出る第1左側膨出領域(512)とを含んでいる。第1右側膨出領域(511)の面積SA1に対する第1左側膨出領域(512)の面積SA2の比率SA2/SA1が0.6~1.6の範囲内に設定することによって、シャント抵抗(31)を流れる電流の分布のバラツキを抑制することができる。

WO 2016/204044 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : インバータ装置

技術分野

[0001] 本発明は、インバータ装置に関し、特にモータ電流の検出にシャント抵抗が用いられるインバータ装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、大容量インバータのモータ電流の検出にはCTセンサが用いられるが、CTセンサは高価であるため、コスト増大の要因となっている。

[0003] この問題を解決するため、例えば特許文献1（特許第3826749号公報）に記載のインバータ装置のように、インバータと直列にシャント抵抗を接続して電流値を検出する方法を採用しているものもある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記の方法では、抵抗の発熱を抑制するために複数の抵抗体を並列に配置することとなるので、その分、電流の流れる経路が増え、抵抗に対する電流の流れこみの角度、電流の分布次第で電流検出精度が低下する虞がある。

[0005] それゆえ、上記特許文献1では、シャント抵抗の熱抵抗を低減するために熱伝導率の大きいプレートを電極部に固着させ、シャント抵抗内の負荷電流分布を均一化するために電極とシャント抵抗の間にくびれ部を設けている。したがって、上記特許文献1の方法が低コストで実現されているとは言い難い。

[0006] 本発明の課題は、別部材を用いることなく、シャント抵抗を流れる電流の分布のバラツキを抑制して電流検出の精度を向上させた、インバータ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第1観点に係るインバータ装置は、整流部から供給される直流電

圧をインバータで交流電圧に変換して誘導性負荷に印加するインバータ装置であって、シャント抵抗と、第1端子と、第2端子と、プリント基板とを備えている。シャント抵抗は、整流部とインバータとを接続する直流リンクに設けられている。第1端子は、シャント抵抗へ電流を流す。第2端子は、シャント抵抗からの電流が流れる。プリント基板は、シャント抵抗と第1端子とを結ぶ第1導電パターン部、及びシャント抵抗と第2端子とを結ぶ第2導電パターン部を含む導電パターンが形成されている基板である。

[0008] 第1端子からシャント抵抗を臨む位置から見た第1導電パターン部は、第1中央領域と、第1右側膨出領域と、第1左側膨出領域とを含んでいる。第1中央領域は、シャント抵抗の右側端及び左側端と、第1端子の右側端及び左側端とを繋いだ領域である。第1右側膨出領域は、第1中央領域よりも右側方にはみ出る領域である。第1左側膨出領域は、第1中央領域よりも左側方にはみ出る領域である。第1右側膨出領域の面積 $S A 1$ に対する第1左側膨出領域の面積 $S A 2$ の比率 $S A 2 / S A 1$ が $0.6 \sim 1.6$ の範囲内である。

[0009] このインバータ装置では、第1端子からシャント抵抗に電流が流れ込む経路を構成する導電パターンが大きい場合でも、第1右側膨出領域の面積 $S A 1$ に対する第1左側膨出領域の面積 $S A 2$ の比率 $S A 2 / S A 1$ を $0.6 \sim 1.6$ の範囲内に設定することによって、シャント抵抗を流れる電流の分布のバラツキを抑制して、安価な手段で電流検出の精度を向上させることができる。

[0010] 本発明の第2観点に係るインバータ装置は、第1観点に係るインバータ装置であって、シャント抵抗から第2端子を臨む位置から見た第2導電パターン部は、第2中央領域と、第2右側膨出領域と、第2左側膨出領域とを含んでいる。第2中央領域は、シャント抵抗の右側端及び左側端と、第2端子の右側端及び左側端とを繋いだ領域である。第2右側膨出領域は、第2中央領域よりも右側方にはみ出る領域である。第2左側膨出領域は、第2中央領域よりも左側方にはみ出る領域である。第2右側膨出領域の面積 $S B 1$ に対す

る第2左側膨出領域の面積 S_{B2} の比率 S_{B2}/S_{B1} が0.6~1.6の範囲内である。

[0011] このインバータ装置では、シャント抵抗から第2端子に電流が流れ込む経路を構成する導電パターンが大きい場合でも、第2右側膨出領域の面積 S_{B1} に対する第2左側膨出領域の面積 S_{B2} の比率 S_{B2}/S_{B1} を0.6~1.6の範囲内に設定することによって、シャント抵抗を流れる電流の分布のバラツキを抑制して、安価な手段で電流検出の精度を向上させることができる。

[0012] 本発明の第3観点に係るインバータ装置は、第1観点又は第2観点に係るインバータ装置であって、第1導電パターン部及び/又は第2導電パターン部には、電流矯正手段が設けられている。電流矯正手段は、シャント抵抗へ流れる電流及び/又はシャント抵抗から流れる電流の方向を矯正する。

[0013] このインバータ装置では、シャント抵抗を流れる電流の分布の均一化を導電パターンの輪郭形状だけでは調整できないときに、電流矯正手段によって調整することができる。

[0014] 本発明の第4観点に係るインバータ装置は、第1観点に係るインバータ装置であって、第1導電パターン部に、シャント抵抗へ流れる電流の方向を矯正する電流矯正手段が設けられている。第1右側膨出領域の面積と第1左側膨出領域の面積とが異なり、且つ、シャント抵抗の右側端を基準とした第1右側膨出領域の膨出距離と、シャント抵抗の左側端を基準とした第1左側膨出領域の膨出距離とが異なるとき、電流矯正手段は、第1右側膨出領域及び第1左側膨出領域のうち面積が大きく且つ膨出距離の大きい側に設けられる。

[0015] このインバータ装置では、シャント抵抗を流れる電流の分布の均一化を導電パターンの輪郭形状だけでは調整できないときに、電流矯正手段によって調整することができる。

[0016] 本発明の第5観点に係るインバータ装置は、第2観点に係るインバータ装置であって、第2導電パターン部にシャント抵抗から流れる電流の方向を矯

正する電流矯正手段が設けられている。第2右側膨出領域の面積と第2左側膨出領域の面積とが異なり、且つ、シャント抵抗の右側端を基準とした第2右側膨出領域の膨出距離と、シャント抵抗の左側端を基準とした第2左側膨出領域の膨出距離とが異なるとき、電流矯正手段は、第2右側膨出領域及び第2左側膨出領域のうち面積が大きく且つ膨出距離の大きい側に設けられる。

[0017] このインバータ装置では、シャント抵抗を流れる電流の分布の均一化を導電パターンの輪郭形状だけでは調整できないときに、電流矯正手段によって調整することができる。

[0018] 本発明の第6観点に係るインバータ装置は、第1観点から第5観点のいずれか1項に係るインバータ装置であって、シャント抵抗が、並列に接続された複数の抵抗群である。

[0019] このインバータ装置では、大電流インバータに対応するために複数の抵抗を並列配置するので、各抵抗を流れる電流の分布が不均一になり易いが、導電パターンの形状を適性化することによって、各抵抗を流れる電流の不均衡を解消して、電流検出の精度を向上させることができる。

発明の効果

[0020] 本発明の第1観点に係るインバータ装置では、第1端子からシャント抵抗に電流が流れ込む経路を構成する導電パターンが大きい場合でも、第1右側膨出領域の面積 S_{A1} に対する第1左側膨出領域の面積 S_{A2} の比率 S_{A2}/S_{A1} を0.6～1.6の範囲内に設定することによって、シャント抵抗を流れる電流の分布のバラツキを抑制して、安価な手段で電流検出の精度を向上させることができる。

[0021] 本発明の第2観点に係るインバータ装置では、シャント抵抗から第2端子に電流が流れ込む経路を構成する導電パターンが大きい場合でも、第2右側膨出領域の面積 S_{B1} に対する第2左側膨出領域の面積 S_{B2} の比率 S_{B2}/S_{B1} を0.6～1.6の範囲内に設定することによって、シャント抵抗を流れる電流の分布のバラツキを抑制して、安価な手段で電流検出の精度を

向上させることができる。

[0022] 本発明の第3観点から第5観点のいずれか1つに係るインバータ装置では、シャント抵抗を流れる電流の分布の均一化を導電パターンの輪郭形状だけでは調整できないときに、電流矯正手段によって調整することができる。

[0023] 本発明の第6観点に係るインバータ装置では、大電流インバータに対応するために複数の抵抗を並列配置するので、各抵抗を流れる電流の分布が不均一になり易いが、導電パターンの形状を適性化することによって、各抵抗を流れる電流の不均衡を解消して、電流検出の精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]本発明の一実施形態にインバータ装置を含むシステムのブロック図。
[図2]シャント抵抗に繋がる導電パターンの平面図。
[図3]検証実験1用の導電パターンの概念図。
[図4]検証実験2用の導電パターンの概念図。
[図5]検証実験3用の導電パターンの概念図。
[図6]図3、図4、及び図5について寸法d2毎に、第1端子と第2端子と間に微小電流を流したときのシャント抵抗の両端に発生する電圧の変動率を表わしたグラフ。
[図7]変形例に係る導電パターンの平面図。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、以下の実施形態は、本発明の具体例であって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

[0026] (1) 概要

図1は、本発明の一実施形態に係るインバータ装置20を含むシステム100のブロック図である。図1において、システム100は、モータ71と、そのモータ71を駆動制御するインバータ装置20とで構成されている。

[0027] モータ71は、3相のブラシレスDCモータであって、ステータ72と、

ロータ 73 とを備えている。ステータ 72 は、スター結線された U 相、V 相及び W 相の駆動コイル L_u 、 L_v 、 L_w を含む。

[0028] インバータ装置 20 は、図 1 に示すように、商用電源 91 に接続された整流部 21、コンデンサ 22a により構成された直流リンク部 22、電圧検出部 23、電流検出部 24、インバータ 25、ゲート駆動回路 26、及びコントローラ 35 を備えている。なお、図 1 には単相の商用電源 91 が記載されているが、これに限定されるものではなく 3 相電源であってもよい。

[0029] (2) インバータ装置 20 の詳細

(2-1) 整流部 21

整流部 21 は、4 つのダイオード D_{1a} 、 D_{1b} 、 D_{2a} 、 D_{2b} によってブリッジ状に構成されている。具体的には、ダイオード D_{1a} と D_{1b} 、 D_{2a} と D_{2b} は、それぞれ互いに直列に接続されている。ダイオード D_{1a} 、 D_{2a} の各カソード端子は、共にリアクトル 22b に接続されており、整流部 21 の正側出力端子として機能する。ダイオード D_{1b} 、 D_{2b} の各アノード端子は、共にコンデンサ 22a のマイナス側端子に接続されており、整流部 21 の負側出力端子として機能する。

[0030] ダイオード D_{1a} 及びダイオード D_{1b} の接続点は、商用電源 91 の一方の極に接続されている。ダイオード D_{2a} 及びダイオード D_{2b} の接続点は、商用電源 91 の他方の極に接続されている。整流部 21 は、商用電源 91 から出力される交流電圧を整流して直流電源を生成し、これをコンデンサ 22a へ供給する。

[0031] (2-2) 直流リンク部 22

直流リンク部 22 は、コンデンサ 22a とリアクトル 22b とから成る。コンデンサ 22a は、一端がリアクトル 22b とインバータ 25 とを接続する直流リンク 801、802 のうち整流部 21 の正側出力端子側に接続され、他端が直流リンク 801、802 のうち整流部 21 の負側出力端子側に接続されている。リアクトル 22b は、力率改善や高調波電流を低減する。コンデンサ 22a は、整流部 21 によって整流された電圧を平滑する。以下、

説明の便宜上、直流リンク部 22 の電圧を“直流電圧 V_{dc} ”という。

[0032] 直流電圧 V_{dc} は、コンデンサ 22 a の出力側に接続されるインバータ 25 へ印加される。言い換えれば、商用電源 91、整流部 21、リアクトル 22 b 及びコンデンサ 22 a は、インバータ 25 に対する直流電源供給部を構成している。

[0033] (2-3) 電圧検出部 23

電圧検出部 23 は、コンデンサ 22 a の出力側に接続されており、コンデンサ 22 a の両端電圧、即ち直流電圧 V_{dc} の値を検出するためのものである。電圧検出部 23 は、例えば、互いに直列に接続された 2 つの抵抗がコンデンサ 22 a に並列接続され、直流電圧 V_{dc} が分圧されるように構成される。それら 2 つの抵抗同士の接続点の電圧値は、コントローラ 35 に入力される。

[0034] (2-4) 電流検出部 24 とシャント抵抗 31

電流検出部 24 は、シャント抵抗 31 の両端の電圧を増幅させるオペアンプを用いた増幅回路で構成されている。シャント抵抗 31 は、並列接続された 2 つの抵抗 31 a, 31 b がコンデンサ 22 a 及びインバータ 25 の間であって且つコンデンサ 22 a の負側出力端子側に接続されている。電流検出部 24 は、モータ 71 の起動後、モータ 71 に流れるモータ電流 I_m を検出する。電流検出部 24 によって検出されたモータ電流 I_m は、コントローラ 35 に入力される。

[0035] (2-5) インバータ 25

インバータ 25 は、コンデンサ 22 a の出力側に接続される。図 1 において、インバータ 25 は、複数の絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（以下、単にトランジスタという） Q_{3a} , Q_{3b} , Q_{4a} , Q_{4b} , Q_{5a} , Q_{5b} 及び複数の還流用のダイオード D_{3a} , D_{3b} , D_{4a} , D_{4b} , D_{5a} , D_{5b} を含む。

[0036] トランジスタ Q_{3a} と Q_{3b} 、 Q_{4a} と Q_{4b} 、 Q_{5a} と Q_{5b} は、それぞれ互いに直列に接続されており、各ダイオード $D_{3a} \sim D_{5b}$ は、各トラ

ンジスタQ3a～Q5bに、トランジスタのコレクタ端子とダイオードのカソード端子が、また、トランジスタのエミッタ端子とダイオードのアノード端子が接続されるよう、並列接続されている。

[0037] インバータ25は、コンデンサ22aからの直流電圧Vdcが印加され、かつゲート駆動回路26により指示されたタイミングで各トランジスタQ3a～Q5bがオン及びオフを行うことによって、モータ71を駆動する駆動電圧SU, SV, SWを生成する。この駆動電圧SU, SV, SWは、各トランジスタQ3aとQ3b、Q4aとQ4b、Q5aとQ5bの各接続点NU, NV, NWからモータ71に出力される。

[0038] (2-6) ゲート駆動回路26

ゲート駆動回路26は、コントローラ35からの駆動指令値Vpwmに基づき、インバータ25の各トランジスタQ3a～Q5bのオン及びオフの状態を変化させる。具体的には、ゲート駆動回路26は、コントローラ35によって決定されたデューティを有する駆動電圧SU, SV, SWがインバータ25からモータ71に出力されるように、各トランジスタQ3a～Q5bのゲートに印加するゲート制御電圧Gu, Gx, Gv, Gy, Gw, Gzを生成する。生成されたゲート制御電圧Gu, Gx, Gv, Gy, Gw, Gzは、それぞれのトランジスタQ3a～Q5bのゲート端子に印加される。

[0039] (2-7) コントローラ35

コントローラ35は、電圧検出部23、電流検出部24、及びゲート駆動回路26と接続されている。コントローラ35は、電圧検出部23の結果、電流検出部24の結果に基づいて、ゲート駆動回路26に駆動指令値Vpwmを出力する。

[0040] (2-8) プリント基板40

整流部21、直流リンク部22、電圧検出部23、電流検出部24、インバータ25、ゲート駆動回路26、シャント抵抗31及びコントローラ35は、1枚のプリント基板40上に実装されている。そして、モータ71の駆動コイルLu, Lv, Lwの一方端は、それぞれインバータ25から延びる

U相、V相及びW相の各配線の駆動コイル端子TU, TV, TWに接続されている。

[0041] (3) シャント抵抗31に繋がる導電パターン50の形状

シャント抵抗31と電流検出部24とによって検出されたモータ電流 I_m は、コントローラ35に入力される。コントローラ35は、モータ電流 I_m に基づいてゲート駆動回路26の駆動指令値 V_{pwm} を調整するので、モータ電流 I_m の検出精度がモータ71の回転数制御に影響を及ぼす。

[0042] モータ電流 I_m の検出精度は、シャント抵抗31に対して流れ込む電流の角度、シャント抵抗31内の電流の分布のバラツキによって変動することが、出願人の研究によって確認されている。以下、図面及びグラフを用いて説明する。

[0043] 図2は、シャント抵抗31に繋がる導電パターン50の平面図である。図2において、プリント基板40では、基板上に、互いに絶縁された第1導電パターン部51と第2導電パターン部52とがプリントされている。また、図示していないが、プリント基板40は両面基板あるいは3層以上の多層基板であり、裏面にも第1導電パターン部51及び第2導電パターン部52それぞれに対応する導電パターンがプリントされている。

[0044] それぞれの層の導電パターンに電流が流れるため、シャント抵抗31の直近に各層を接続するスルーホール55を設け、それぞれの層を流れている電流はスルーホール55を介してシャント抵抗31に流れる。

[0045] そして、シャント抵抗31は、面実装によって、シャント抵抗31の一方の電極が第1導電パターン部51に接続され、他方の電極が第2導電パターン部52と接続されており、第1導電パターン部51と第2導電パターン部52とはシャント抵抗31を介して電氣的に繋がっている。

[0046] (3-1) 第1導電パターン部51

第1導電パターン部51の機能は、第1端子41とシャント抵抗31とを電氣的に接続することである。第1導電パターン部51は、第1端子41からシャント抵抗31を臨む位置から視たとき、シャント抵抗31の右側端及

び左側端と第1端子41の右側端及び左側端とを繋いだ第1中央領域510を有している。また、第1導電パターン部51は、第1中央領域510よりも右側方にはみ出る第1右側膨出領域511と、第1中央領域510よりも左側方にはみ出る第1左側膨出領域512とをさらに有している。

[0047] なお、図2の第1導電パターン部51側に記入されている「d1」は、シャント抵抗31の右側端の端面を含む平面に対して第1右側膨出領域511の最外端から垂直に降ろした線分の長さを表わしている。

[0048] 同様に図2の第1導電パターン部51側に記入されている「d2」は、シャント抵抗31の左側端の端面を含む平面に対して第1左側膨出領域512の最外端から垂直に降ろした線分の長さを表わしている。

[0049] また、「d1」及び「d2」は、以後の説明において便宜上、各膨出領域が長方形に設定されている場合は短辺d1、d2とよび、各膨出領域が台形（又は三角形）に設定されている場合は高さd1、d2とよぶ。

[0050] （3-2）第2導電パターン部52

第2導電パターン部52の機能は、シャント抵抗31と第2端子42とを電氣的に接続することである。第2導電パターン部52は、シャント抵抗31から第2端子42を臨む位置から視たとき、シャント抵抗31の右側端及び左側端と第2端子42の右側端及び左側端とを繋いだ第2中央領域520を有している。また、第2導電パターン部52は、第2中央領域520よりも右側方にはみ出る第2右側膨出領域521と、第2中央領域よりも左側方にはみ出る第2左側膨出領域522とをさらに有している。

[0051] なお、第2左側膨出領域522は、第2中央領域よりも左側方にはみ出るという意味では、図2のハッチングが施されていない領域522xを含むように思えるが、この領域522xは第2端子42から見て、シャント抵抗31よりも遠くに位置しており、シャント抵抗31から第2端子42に流れる電流値に対して、影響を与えない領域といえるので、第2左側膨出領域522に含めていない。

[0052] （4）シャント抵抗31に流れる電流のバラツキ抑制

第1端子41からの電流は、第1導電パターン部51上を広がり、第1中央領域510からだけでなく、第1右側膨出領域511、及び第1左側膨出領域512を通過してシャント抵抗31に入る。

[0053] 実使用において、第1導電パターン部51については、周辺部品との関係でその形状が制限されており、おのずと第1中央領域510、第1右側膨出領域511、及び第1左側膨出領域512それぞれの形状及び面積に差が生じるので、シャント抵抗31に対して様々な角度で電流が流れ込む。

[0054] シャント抵抗31から電流が流れ出る電流は、第2導電パターン部52上を広がり、第2中央領域520からだけでなく、第2右側膨出領域521、及び第2左側膨出領域522を通過して第2端子に入る。そして、第1導電パターン部51と同様の理由で、第2中央領域520、第2右側膨出領域521、及び第2左側膨出領域522それぞれの形状及び面積に差が生じるので、シャント抵抗31に対して様々な角度で電流が流れ出る。

[0055] 上記のような理由から、シャント抵抗31内部を流れる電流の角度、電流分布が安定せず、電流検出値にバラツキが生じる。

[0056] そこで、本実施形態では、第1右側膨出領域511及び第1左側膨出領域512それぞれの形状及び面積によって電流検出値にバラツキが生じることを逆手にとって、電流検出値が安定するように第1右側膨出領域511及び第1左側膨出領域512それぞれの形状及び面積に差を持たせることとした。そのための検証として、以下のような3種類の検証実験用の導電パターンについて、シャント抵抗31の両端に発生する電圧の変動率を測定する実験を行った。

[0057] (4-1) 検証実験1

図3は、検証実験1用の導電パターン50の概念図である。図3において、検証実験1用のプリント基板40には、互いに絶縁された第1導電パターン部51と第2導電パターン部52とがプリントされている。第2導電パターン部52は形状及び面積ともに一定の長方形に設定されている。

[0058] 第1導電パターン部51は、一定寸法の長辺L及び一定寸法の短辺d1か

ら成る長方形の第1右側膨出領域511と、一定寸法の長辺L及び可変寸法の短辺d2から成る長方形の第1左側膨出領域512とを有している。

[0059] 第1左側膨出領域512の可変寸法の短辺d2は、 $0 \rightarrow [0, 2 \times d1] \rightarrow [0, 4 \times d1] \rightarrow [0, 6 \times d1] \rightarrow [0, 8 \times d1] \rightarrow [d1] \rightarrow [1, 2 \times d1] \rightarrow [1, 4 \times d1] \rightarrow [1, 6 \times d1] \rightarrow [1, 8 \times d1] \rightarrow [2 \times d1]$ のように変更することができる。

[0060] (4-2) 検証実験2

図4は、検証実験2用の導電パターン50の概念図である。図4において、検証実験2用のプリント基板40には、互いに絶縁された第1導電パターン部51と第2導電パターン部52とがプリントされている。第2導電パターン部52は形状及び面積ともに一定の長方形に設定されている。

[0061] 第1導電パターン部51は、一定寸法の下底Lb、一定寸法の上底La及び一定寸法の高さd1から成る台形状の第1右側膨出領域511と、一定寸法の下底Lb、一定寸法の上底La及び可変寸法の高さd2から成る台形状の第1左側膨出領域512とを有している。

[0062] 第1左側膨出領域512の可変寸法の高さd2は、第1検証実験と同様に、 $0 \rightarrow [0, 2 \times d1] \rightarrow [0, 4 \times d1] \rightarrow [0, 6 \times d1] \rightarrow [0, 8 \times d1] \rightarrow [d1] \rightarrow [1, 2 \times d1] \rightarrow [1, 4 \times d1] \rightarrow [1, 6 \times d1] \rightarrow [1, 8 \times d1] \rightarrow [2 \times d1]$ のように変更することができる。

[0063] (4-3) 検証実験3

図5は、検証実験3用の導電パターン50の概念図である。図5において、検証実験3用のプリント基板40には、互いに絶縁された第1導電パターン部51と第2導電パターン部52とがプリントされている。第2導電パターン部52は形状及び面積ともに一定の長方形に設定されている。

[0064] 第1導電パターン部51は、一定寸法の下底Lb、一定寸法の上底[Lb-La]及び一定寸法の高さd1から成る台形状の第1右側膨出領域511と、一定寸法の下底Lb、一定寸法の上底[Lb-La]及び可変寸法の高さd2から成る台形状の第1左側膨出領域512を有している。

[0065] 第1左側膨出領域512の可変寸法の高さd2は、第1検証実験及び第2検証実験と同様に、 $0 \rightarrow [0.2 \times d1] \rightarrow [0.4 \times d1] \rightarrow [0.6 \times d1] \rightarrow [0.8 \times d1] \rightarrow [d1] \rightarrow [1.2 \times d1] \rightarrow [1.4 \times d1] \rightarrow [1.6 \times d1] \rightarrow [1.8 \times d1] \rightarrow [2 \times d1]$ のように変更することができる。

[0066] (4-4) 実験結果

図6は、図3、図4、及び図5について寸法d2毎に、第1端子41と第2端子42と間に微小電流を流したときのシャント抵抗31の両端に発生する電圧の変動率を表わしたグラフである。図6において、横軸は寸法d2、縦軸はシャント抵抗31両端の電圧変動率を示している。ここで、電圧変動率は、 $d1 = d2$ のときの電圧値を基準値とし、寸法d2毎にn回測定し、n個の測定値について基準値からの増減値を百分率換算した後、それらから二乗平均誤差として算出されたものである。したがって、 $d1 = d2$ のとき電圧変動率は0である。

[0067] 図6に示すように、第1左側膨出領域512のd2が増加して、第1右側膨出領域511のd1に近づくほどシャント抵抗31両端の電圧変動率は低下し、他方、 $d2 > d1$ の範囲では電圧変動率は0.5%を少し上回る値に漸近する傾向を示している。

[0068] 実使用上の電圧変動率の許容範囲は0.5%以内であるので、それを満たすのは $d2 = [0.6 \times d1] \sim [1.6 \times d1]$ の範囲である。

[0069] $d2 = [0.6 \times d1]$ のときの第1左側膨出領域512の面積SA2は

$$SA2 = 0.6 \times d1 \times L$$

$d2 = [1.6 \times d1]$ のときの第1左側膨出領域512の面積SA2は

$$SA2 = 1.6 \times d1 \times L$$

であるので、

第1右側膨出領域511の面積 $SA1 = d1 \times L$ を基準としたとき、

$$SA2 / SA1 = 0.6 \sim 1.6$$

となる。

[0070] つまり、第1導電パターン部51の第1右側膨出領域511の面積SA1を基準としたとき、第1左側膨出領域512の面積SA2は第1右側膨出領域511の面積SA1の0.6～1.6倍の範囲に設定すればよい。

[0071] 逆に、第2導電パターン部52の第1左側膨出領域512の面積SA2を基準としたとき、第1右側膨出領域511の面積SA1は第1左側膨出領域512の面積SA2の0.6～1.6倍の範囲に設定すればよい。

[0072] なお、第2導電パターン部52に対して第1導電パターン部51と同様の実験を行った場合でも、上記と同様の結果が得られる。

[0073] (5) 特徴

(5-1)

インバータ装置20では、プリント基板40に、シャント抵抗31と第1端子41とを結ぶ第1導電パターン部51、及びシャント抵抗31と第2端子42とを結ぶ第2導電パターン部52を含む導電パターン50が形成されている。第1端子41からシャント抵抗31を臨む位置から見た第1導電パターン部51は、第1中央領域510と、第1右側膨出領域511と、第1左側膨出領域512とを含んでいる。第1右側膨出領域511は、第1中央領域510よりも右側方にはみ出る領域である。第1左側膨出領域512は、第1中央領域510よりも左側方にはみ出る領域である。

[0074] このインバータ装置20では、第1右側膨出領域511の面積SA1に対する第1左側膨出領域512の面積SA2の比率SA2/SA1が0.6～1.6の範囲内に設定することによって、シャント抵抗31を流れる電流の分布のバラツキを抑制して、安価な手段で電流検出の精度を向上させることができる。

[0075] (5-2)

インバータ装置20では、シャント抵抗31から第2端子42を臨む位置から見た第2導電パターン部52は、第2中央領域520と、第2右側膨出

領域 5 2 1 と、第 2 左側膨出領域 5 2 2 とを含んでいる。第 2 右側膨出領域 5 2 1 は、第 2 中央領域 5 2 0 よりも右側方にはみ出る領域である。第 2 左側膨出領域 5 2 2 は、第 2 中央領域 5 2 0 よりも左側方にはみ出る領域である。

[0076] このインバータ装置 2 0 では、第 2 右側膨出領域 5 2 1 の面積 S_{B1} に対する第 2 左側膨出領域 5 2 2 の面積 S_{B2} の比率 S_{B2}/S_{B1} が 0.6 ~ 1.6 の範囲内に設定することによって、シャント抵抗 3 1 を流れる電流の分布のバラツキを抑制して、安価な手段で電流検出の精度を向上させることができる。

[0077] (5-3)

インバータ装置 2 0 では、シャント抵抗 3 1 は、並列に接続された複数の抵抗群である。大電流インバータに対応するために複数の抵抗 3 1 a, 3 1 b を並列配置するので、各抵抗 3 1 a, 3 1 b を流れる電流の分布が不均一になり易いが、第 1 導電パターン部 5 1 及び/又は第 2 導電パターン部 5 2 の形状を適性化することによって、各抵抗 3 1 a, 3 1 b を流れる電流の不均衡を解消して、電流検出の精度を向上させることができる。

[0078] (6) 変形例

図 7 は、変形例に係る導電パターン 5 0 の平面図である。図 7 において、プリント基板 4 0 には、第 1 導電パターン部 5 1 及び第 2 導電パターン部 5 2 に電流矯正手段としてのスリット 5 3 が設けられており、それ以外は図 2 のプリント基板と同じである。したがって、ここでは、スリット 5 3 の機能についてのみ説明する。

[0079] スリット 5 3 は、シャント抵抗 3 1 の電極近傍に設けられ、シャント抵抗 3 1 直近での電流経路の広がりが抑制する。

[0080] 本変形例では、スリット 5 3 は、第 1 端子 4 1 から見てシャント抵抗 3 1 の右側端に沿って設けられている。それによってシャント抵抗 3 1 に繋がる導電パターン 5 0 の幅をシャント抵抗 3 1 に近づくほど狭くして、シャント抵抗 3 1 の直近でシャント抵抗 3 1 の幅に揃えることによって、電流経路の

広がりを抑制している。

[0081] それゆえ、シャント抵抗31を流れる電流の分布の均一化を導電パターン50の輪郭形状だけではなし得ない微調整をスリット53によって実現することができる。

[0082] 他方、第1左側膨出領域512は、図7に示すように第1端子41から視てシャント抵抗31の直近で、シャント抵抗31の左側端に揃えられているので、スリット53を設けるまでもなく、電流経路の広がりを抑制している。

[0083] また、図3、図4及び図5に示す第1導電パターン部51にスリット53を設けるとすれば、第1右側膨出領域511の面積 S_{A1} と第1左側膨出領域512の面積 S_{A2} とが異なり、且つ、シャント抵抗31の右側端を基準とした第1右側膨出領域511の膨出距離(d_1 に相当)と、シャント抵抗31の左側端を基準とした第1左側膨出領域512の膨出距離(d_2 に相当)とが異なるとき、スリット53は、第1右側膨出領域511及び第1左側膨出領域512のうち面積が大きく且つ膨出距離の大きい側に設けられるべきである。

[0084] なぜなら、かかる部分は電流経路が広がり易いからである。シャント抵抗31を流れる電流の分布の均一化を導電パターンの輪郭形状だけでは調整できないときに、このスリット53を設けることによって微調整することができる。

[0085] 第2導電パターン部52についても同様のことが言える。即ち、第2右側膨出領域521の面積 S_{B1} と第2左側膨出領域522の面積 S_{B2} とが異なり、且つ、シャント抵抗31の右側端を基準とした第2右側膨出領域521の膨出距離と、シャント抵抗31の左側端を基準とした第2左側膨出領域522の膨出距離とが異なるとき、スリット53は、第2右側膨出領域521及び第2左側膨出領域522のうち面積が大きく且つ膨出距離の大きい側に設けられるのが好ましい。

符号の説明

- [0086] 2 0 インバータ装置
 - 2 1 整流部
 - 2 5 インバータ
 - 3 1 シャント抵抗
 - 3 1 a シャント抵抗
 - 3 1 b シャント抵抗
 - 4 1 第1端子
 - 4 2 第2端子
 - 5 0 導電パターン
 - 5 1 第1導電パターン部
 - 5 1 0 第1中央領域
 - 5 1 1 第1右側膨出領域
 - 5 1 2 第1左側膨出領域
 - 5 2 第2導電パターン部
 - 5 2 0 第2中央領域
 - 5 2 1 第2右側膨出領域
 - 5 2 2 第2左側膨出領域
 - 8 0 1 直流リンク
 - 8 0 2 直流リンク

先行技術文献

特許文献

- [0087] 特許文献1：特許第3826749号公報

請求の範囲

- [請求項1] 整流部（21）から供給される直流電圧をインバータ（25）で交流電圧に変換して誘導性負荷に印加するインバータ装置であって、
- 前記整流部（21）と前記インバータ（25）とを接続する直流リンク（801, 802）に設けられるシャント抵抗（31）と、
- 前記シャント抵抗（31）へ電流を流す第1端子（41）と、
- 前記シャント抵抗（31）からの電流が流れる第2端子（42）と、
- 、
- 前記シャント抵抗（31）と前記第1端子（41）とを結ぶ第1導電パターン部（51）、及び前記シャント抵抗（31）と前記第2端子（42）とを結ぶ第2導電パターン部（52）を含む導電パターン（50）が形成されたプリント基板（40）と、
- を備え、
- 前記第1端子（41）から前記シャント抵抗（31）を臨む位置から見た前記第1導電パターン部（51）は、
- 前記シャント抵抗（31）の右側端及び左側端と前記第1端子（41）の右側端及び左側端とを繋いだ第1中央領域（510）と、
- 前記第1中央領域（510）よりも右側方にはみ出る第1右側膨出領域（511）と、
- 前記第1中央領域（510）よりも左側方にはみ出る第1左側膨出領域（512）と、
- を含み、
- 前記第1右側膨出領域（511）の面積（SA1）に対する前記第1左側膨出領域（512）の面積（SA2）の比率（SA2/SA1）が0.6～1.6の範囲内である、
- インバータ装置（20）。
- [請求項2] 前記シャント抵抗（31）から前記第2端子（42）を臨む位置から見た前記第2導電パターン部（52）は、

前記シャント抵抗（31）の右側端及び左側端と前記第2端子（42）の右側端及び左側端とを繋いだ第2中央領域（520）と、

前記第2中央領域（520）よりも右側方にはみ出る第2右側膨出領域（521）と、

前記第2中央領域（520）よりも左側方にはみ出る第2左側膨出領域（522）と、

を含み、

前記第2右側膨出領域（521）の面積（SB1）に対する前記第2左側膨出領域（522）の面積（SB2）の比率（SB2/SB1）が0.6～1.6の範囲内である、

請求項1に記載のインバータ装置（20）。

[請求項3]

前記第1導電パターン部（51）及び／又は前記第2導電パターン部（52）には、前記シャント抵抗（31）へ流れる電流及び／又は前記シャント抵抗（31）から流れる電流の方向を矯正する電流矯正手段（53）が設けられている、

請求項1又は請求項2に記載のインバータ装置（20）。

[請求項4]

前記第1導電パターン部（51）に、前記シャント抵抗（31）へ流れる電流の方向を矯正する電流矯正手段（53）が設けられており、

前記第1右側膨出領域（511）の面積（SA1）と前記第1左側膨出領域（512）の面積（SA2）とが異なり、且つ、

前記シャント抵抗（31）の右側端を基準とした前記第1右側膨出領域（511）の膨出距離（d1）と、前記シャント抵抗（31）の左側端を基準とした前記第1左側膨出領域（512）の膨出距離（d2）とが異なるとき、

前記電流矯正手段（53）は、前記第1右側膨出領域（511）及び前記第1左側膨出領域（512）のうち前記面積が大きく且つ前記膨出距離の大きい側に設けられる、

請求項1に記載のインバータ装置(20)。

[請求項5]

前記第2導電パターン部(52)に前記シャント抵抗(31)から流れる電流の方向を矯正する電流矯正手段(53)が設けられており、

前記第2右側膨出領域(521)の面積(S_{B1})と前記第2左側膨出領域(522)の面積(S_{B2})とが異なり、且つ、

前記シャント抵抗(31)の右側端を基準とした前記第2右側膨出領域(521)の膨出距離と、前記シャント抵抗(31)の左側端を基準とした前記第2左側膨出領域(522)の膨出距離とが異なるとき、

前記電流矯正手段(53)は、前記第2右側膨出領域(521)及び前記第2左側膨出領域(522)のうち前記面積が大きく且つ前記膨出距離の大きい側に設けられる、

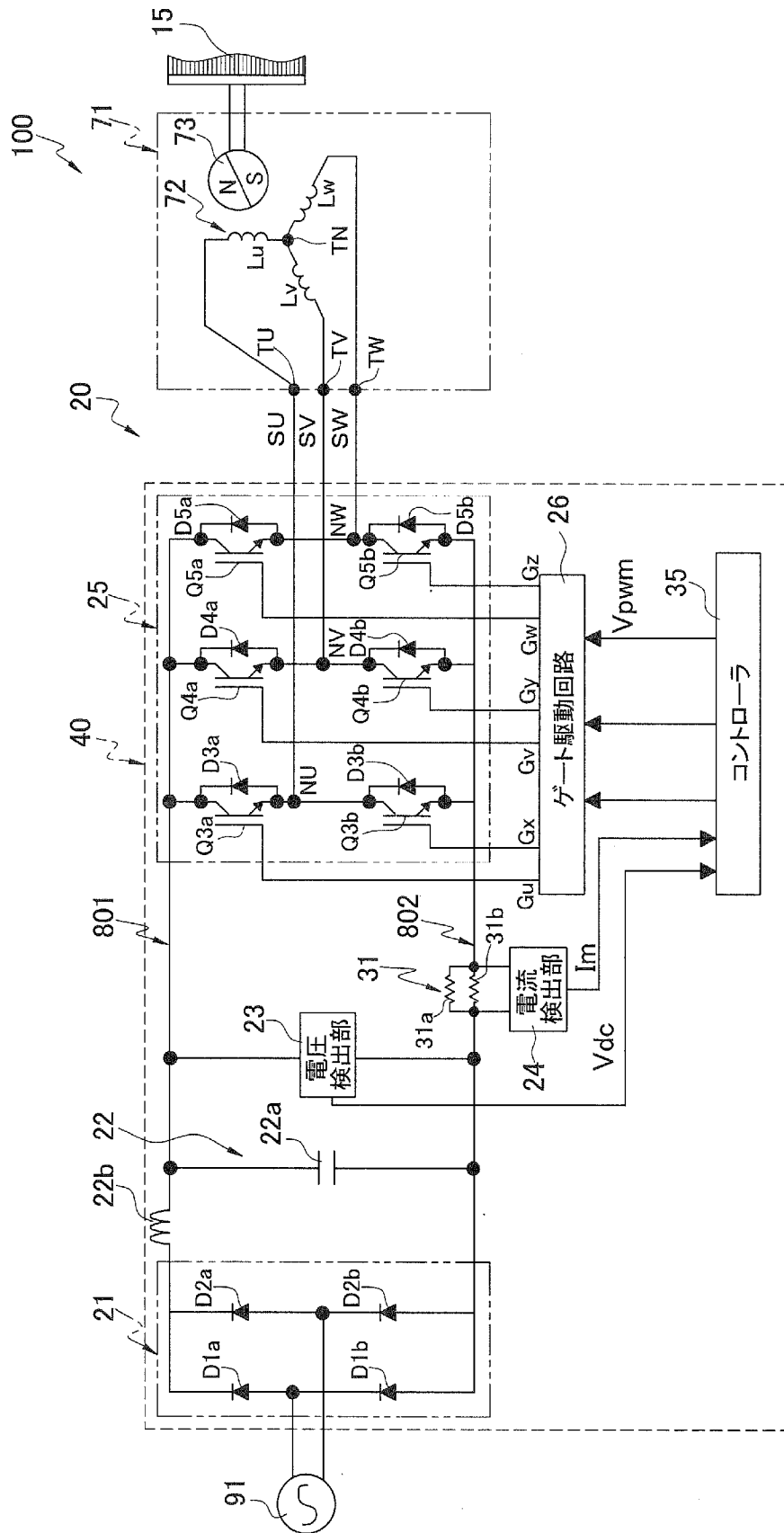
請求項2に記載のインバータ装置(20)。

[請求項6]

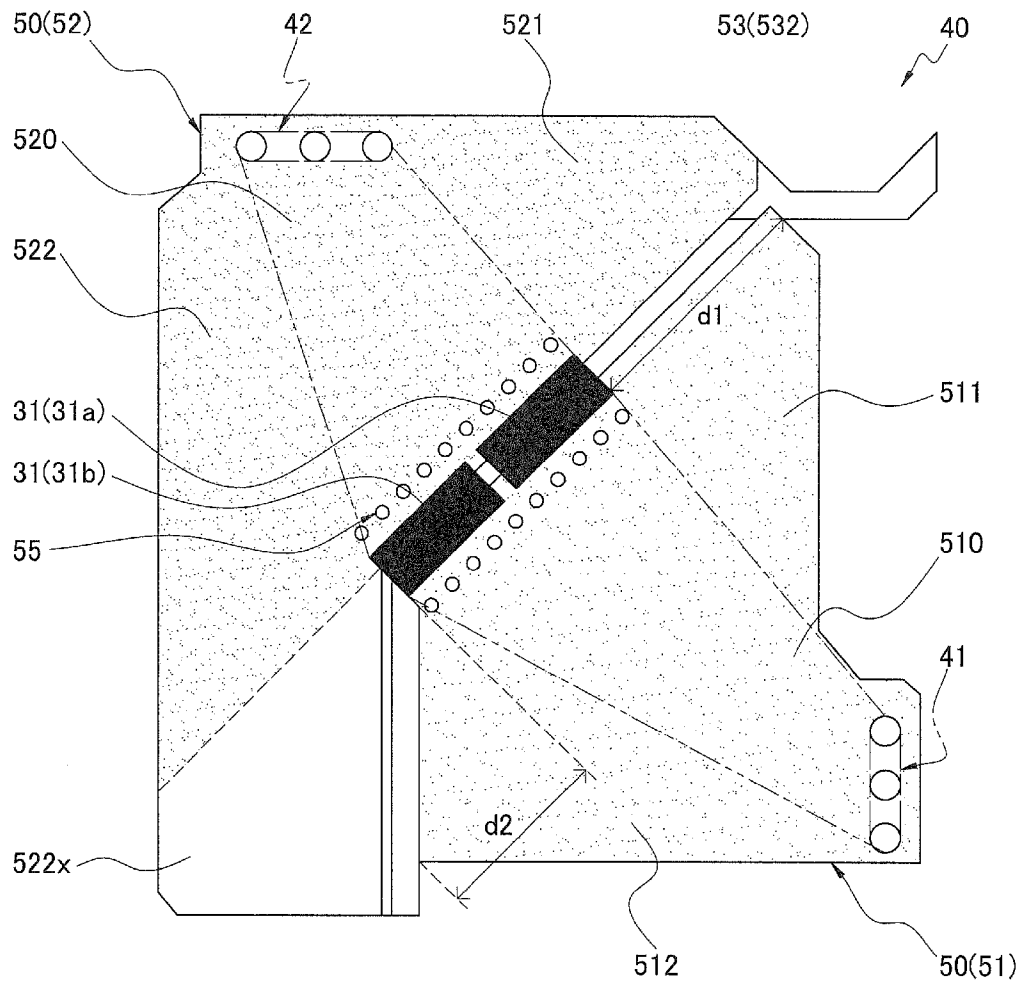
前記シャント抵抗(31)は、並列に接続された複数の抵抗群(31a, 31b)である、

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のインバータ装置。

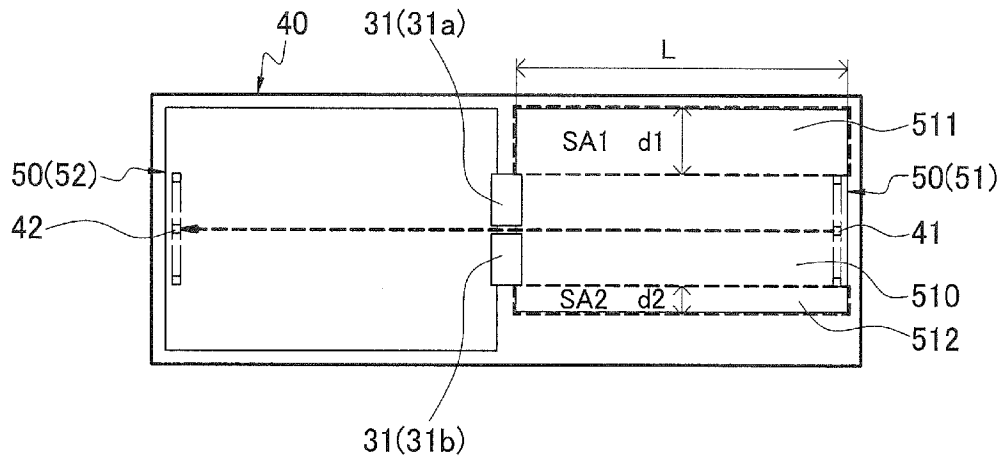
[図1]



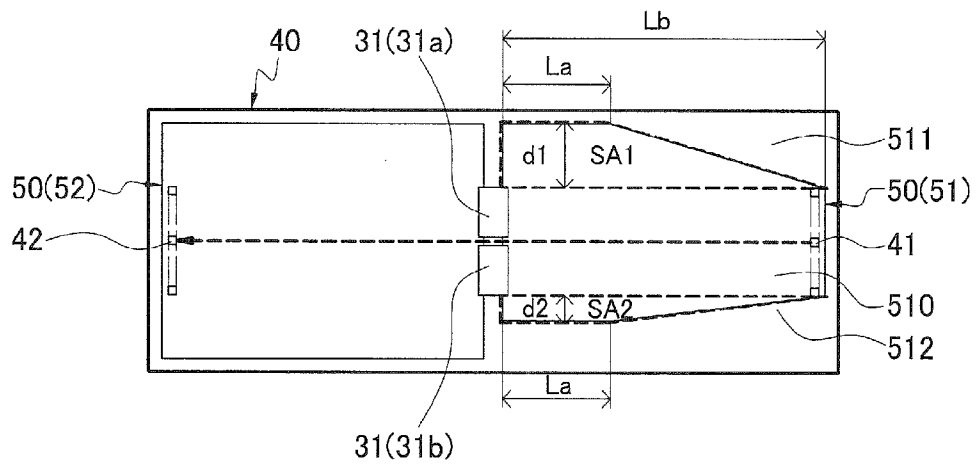
[図2]



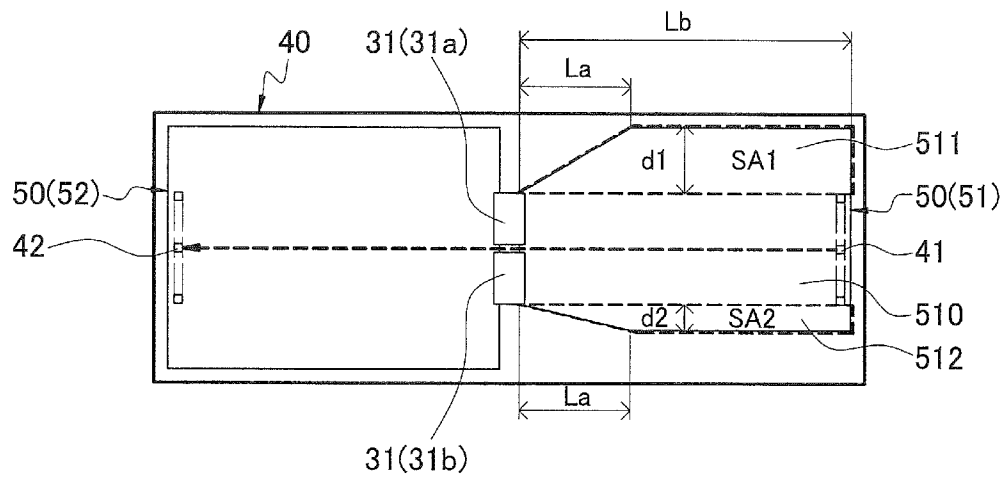
[図3]



[図4]

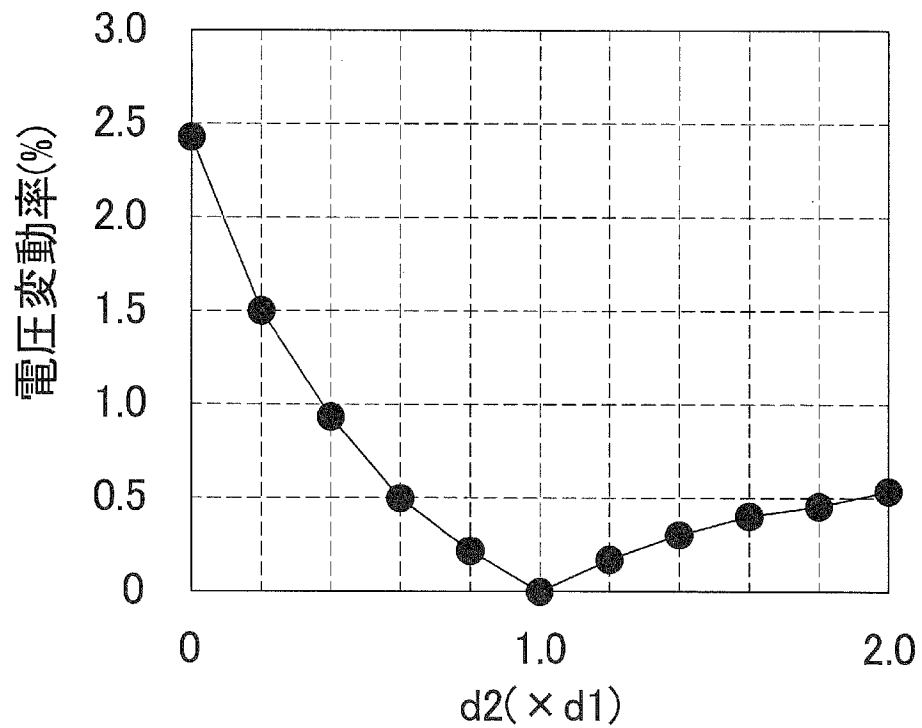


[図5]



[図6]

シャント抵抗両端の電圧変動率



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/067073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/48(2007.01)i, H01C13/00(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, H01C13/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y A	JP 2009-106036 A (Toshiba Carrier Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraphs [0024] to [0025]; fig. 2 & CN 101488700 A	1-3, 6 4-5
Y A	JP 2014-056951 A (Daikin Industries, Ltd.), 27 March 2014 (27.03.2014), paragraphs [0002] to [0004]; fig. 12, 16 to 17 & US 2015/0245490 A1 paragraphs [0002] to [0004]; fig. 12, 16 to 17 & WO 2014/041756 A1 & EP 2897138 A1 & AU 2013317254 A & CN 104620330 A	1-3, 6 4-5
Y A	JP 2014-089163 A (Daikin Industries, Ltd.), 15 May 2014 (15.05.2014), paragraphs [0002] to [0005]; fig. 7, 11 to 12 (Family: none)	1-3, 6 4-5

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 17 August 2016 (17.08.16)	Date of mailing of the international search report 30 August 2016 (30.08.16)
----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

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/JP2016/067073

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-187354 A (Koa Corp.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraph [0002]; fig. 1 (Family: none)	6
A	JP 2010-165810 A (Koa Corp.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0013] to [0028]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-6
A	JP 2000-174202 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 23 June 2000 (23.06.2000), paragraphs [0018] to [0033]; fig. 1, 4 to 6 & US 6262902 B1 column 3, line 58 to column 6, line 15; fig. 1, 4 to 6 & EP 1009030 A2	1-6

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, H01C13/00(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, H01C13/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y A	JP 2009-106036 A (東芝キャリア株式会社) 2009.05.14, 段落 [0024] - [0025], 図2 & CN 101488700 A	1-3, 6 4-5
Y A	JP 2014-056951 A (ダイキン工業株式会社) 2014.03.27, 段落 [0002] - [0004], 図12, 16-17 & US 2015/0245490 A1, 段落[0002]-[0004], 図12, 16-17 & WO 2014/041756 A1 & EP 2897138 A1 & AU 2013317254 A & CN 104620330 A	1-3, 6 4-5

☑ 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

の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

17.08.2016

国際調査報告の発送日

30.08.2016

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)

宮本 秀一

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

5G

3357

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
Y A	JP 2014-089163 A (ダイキン工業株式会社) 2014.05.15, 段落 [0002] - [0005], 図7, 11-12 (ファミリーなし)	1-3, 6 4-5
Y	JP 2013-187354 A (コア株式会社) 2013.09.19, 段落 [0002], 図1 (ファミリーなし)	6
A	JP 2010-165810 A (コア株式会社) 2010.07.29, 段落 [0013] - [0028], 図1-8 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-174202 A (富士電機株式会社) 2000.06.23, 段落 [0018] - [0033], 図1, 4-6 & US 6262902 B1, 第3欄第58行-第6欄第15行, 図1, 4-6 & EP 1009030 A2	1-6